



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



UNIVERSITE ABOUBAKR BELKAÏD - TLEMEN

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie des Sciences de la Terre et de l'Univers

Département d'Ecologie et Environnement
Laboratoire d'Ecologie et Gestion des Ecosystèmes Naturels

THESE

Présenté par

Melle MEBKHOUTI Samira

En vue de l'obtention du

Diplôme de Doctorat en sciences

En Ecologie et Environnement

Option : « Ecologie Végétale »

Thème

Dynamique des peuplements végétaux du Barrage vert de la wilaya de Naâma ; Aspect phytoécologique et cartographie

Soutenu le : / / 2020

Devant le jury composé de :

Président	Mr MERZOUK Abdessamad	Professeur	Université de Tlemcen
Directeur de Thèse	Mr HASNAOUI Okacha	Professeur	Université de Saida
Examineurs :	Mme STAMBOULI- MEZIANE Hassiba	Professeur	Université de Tlemcen
	Mr ABOURA Rédda	MCA	Université de Tlemcen
	Mr BENARADJ Abdelkrim	MCA	Université de Naâma

Année universitaire : 2019/2020

Remerciements

Au terme de cette étude, je remercie avant tout Dieu le Tout Puissant, de m'avoir donné la foi et le courage et de m'avoir guidé pour l'accomplissement de ce travail.

Je tiens à exprimer mes plus vifs remerciements à Monsieur **HASNAOUI Okacha**, mon encadreur, qui a bien voulu par son aimable bienveillance, diriger ce travail qu'il trouve ici l'expression de mon profond respect.

Je remercie vivement à Monsieur **MERZOUK Abdessamad**, Professeur à l'université de Tlemcen, pour avoir accepté de présider le jury et qu'il trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Je dois également exprimer ma gratitude à **Madame Stambouli-Meziane Hassiba** ; Professeur à l'Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen, qui a bien voulu accepter de juger ce travail, l'expression de mon profond respect.

Mes sincères remerciements s'adressent aussi Monsieur à **ABOURA Rédda**, Maître de Conférence à l'Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen ; pour son soutien, ses orientations pertinentes et d'avoir accepté d'examiner ce travail.

Je tiens aussi à remercier **Mr BENARADJ Abdelkrim**, Maître de conférences à Université de Naâma ; d'avoir bien voulu faire partie de ce honorable jury, trouvez Monsieur le témoignage de ma profonde gratitude.

Mes sincères remerciements sont adressés aussi à :

Monsieur N. Benabadj, Professeur à l'Université de Tlemcen, Département d'Ecologie et Environnement, trouvez ici Monsieur, ma reconnaissance et ma gratitude pour m'avoir aidé, orienté, corrigé et conseillé au cours de la rédaction de cette thèse et d'article.

Monsieur Youcef Ould Mohamed, directeur de la conservation des forêts de Naâma et au personnel pour leur assistance et disponibilité me permettant d'accéder au terrain et particulièrement **M.AOURAGH A., M. BOUARFA S., Melle HADDI L.**, leurs encouragements, leur aides, leur conseil avisés....

Les personnels techniques et administratifs des organismes : Bureau National d'Études pour le Développement Rural (**BNEDER**), Direction du secteur agricole (**D.S.A.**).

Je désire terminer en remerciant mes amis et mes collègues Doctorants (es) à l'Université Abou Bakr Belkaïd de Tlemcen : **CHERIF Ismahene ; BRAHIMI Naima ; BENKELFAT Doudja ; DEKKAK Soumia ; DANOUN Meriem**.....ect, et particulièrement Doctorante **Fatima Nas**. Merci à tous ceux qui m'ont aidé de près ou de loin et qui ont contribué au bon déroulement de ce travail.

Dr. Mebkhouti Samira

JE DEDIE CE TRAVAIL A TOUTE MA FAMILLE

**REGULAR ARTICLE**

Climo-edaphic impact on the growth of Aleppo pine (*Pinus halepensis* Mill.) in the reforestation of the Naâma region (South-West Algeria)

Mebkhouti Samira¹, Hasnaoui Okkacha^{1,2}, Medjati Nadjat^{1,3}, Brahimi Naima², Benabadji Noury¹, Ammam Abdelkader^{2*}

¹Laboratory of Ecology and Natural Ecosystem Management, University of Tlemcen, Algeria

²Faculty of Science, Dr Moulay Tahar University - Saida, Algeria

³Faculty of Sciences, Belgaid University - Oran, Algeria

ARTICLE INFO**Article History:**

Received: 3 May 2019

Revised: 17 Jul 2019

Accepted: 6 Sep 2019

***Corresponding Author:**

Email: vetokadi@yahoo.fr

Telephone: +213 552503212

Keywords: *Pinus halepensis* Mill., growth, bioclimatic, physicochemical analyses, soils, Naâma

ABSTRACT

Pinus halepensis Mill. (Aleppo pine) is a forest species. Since the 1970s this species has been used in the reforestation of Naâma region (South-West Algeria) for the restoration of supposedly degraded lands and to fight against silting. Our study focused on the growth of this taxon and some environmental descriptors. Climatic analyses classify the study area in the arid bioclimatic stage. A clear setback of the selected stations was observed on the Emberger diagrams, and this consequently allowed us to deduce the accentuation of the pejorative effects of climate on the dynamics of the vegetation cover in place, and that *P. halepensis* can develop in arid climates. The results of the physicochemical analyses of the studied soils revealed silt-sandy and sandy-loam textures, with a pH ranging from 7.1 to 8.08. The measurement of the electrical conductivity allowed deducing that the soils of the studied stations were unsalted. The total carbonate content was high; this high grade was related to the nature of the bedrock, which is often limestone. The recorded values of the organic matter were low and ranged from 0.3% to 1.7%. The average heights of the trees sampled in the reference stations were very contrasting; they generally oscillated between 2.3 and 16.4 m. The CPA based statistical combinations highlighted the importance of the soil depth and that of the texture on *P. halepensis* growth. Despite an arid climate (low rainfall, high temperature) and poor and shallow soils, *Pinus halepensis* stands can develop in pre-steppe areas. This species has a remarkable ecological plasticity and is resistant to changes in the region of Naâma (south-west Algeria).

1. Introduction

The main goal of the introduction of this woody species into the reforestation of arid and semi-arid lands is of course to fight against desertification and also to stop the advance of sand, which is the wish of most managers of these pre-desert ecosystems. In this regards, the current study focused on

addressing the following questions:

1. Whether the current plant formations of this steppe area are in a state of advanced degradation or on the verge of becoming so.
2. Whether ecological factors- climatic and edaphic factors mainly- influence the phenology and behav-

ioral responses of *P. halepensis* in such a continental zone as that of Naâma (south-west Algeria).

3. Whether this work can contribute to the knowledge about its growth in an arid bioclimatic environment with cold and cool variants and provide the expected scientific and socio-economic data.

4. Whether this zone, which is located at the south-western limit, can provide explanations for the growth aspects of this highly desirable coniferous tree.

2. Material and methods

2.1. Geographical situation and choice of stations

The wilaya of Naâma is situated in southwest Algeria. It is located between latitude 33 ° 16 'N and longitude 00 ° 18' W (Figure 1).

In order to get reliable data we relied on sites where reforestation was carried out between 1973 and 1975. The satellite maps and data were provided by the Naâma Forest Conservation Administration. The main data that caught our attention are:

- Reforestation was totally carried out by seedlings with a height of 15 cm to 20 cm (There was no direct seeding). The seedlings were supplied by Saïda nurseries, managed by the National Office of Forest Works (ONTF);

- Soil preparation was done by means of routing.

On the basis of these data, five representative stations were selected in this investigation. They spread out as follows:

(a). Three of the stations are located along road 26 for a distance of 90 km; they are Ain Sefra, Mekalis and Touadjer. Their reforestation is in band form

Ain Sefra station: it is located south of Naâma in the Saharan Atlas. The stands of *P. halepensis* are located at an average altitude of 1178 m and a southwesterly exposure, with Lambert coordinates of 32 ° 45'00 "N latitude and 00 ° 36'59" W longitude. They cover an area of 23 ha.

Mekalis station: it is located south of Naâma, about 35 km north of Ain Sefra at an altitude of 1200 m. The stands of *P. halepensis* cover an area of 37 ha. The geographical coordinates are: 32 ° 59'22 "North latitude and 0 ° 29'39" West longitude. We noted a strong silting of this station resulting in a quite important recovery of the *P. halepensis* stands.

Touadjer Station: The *P. halepensis* stands cover an area of 168.3 ha. The coordinates are: 33 ° 36 '38 "North latitude and 0 ° 13' 42" West longitude, with an altitude of 1197 m.

(b). The other two stations are located far from road 26:

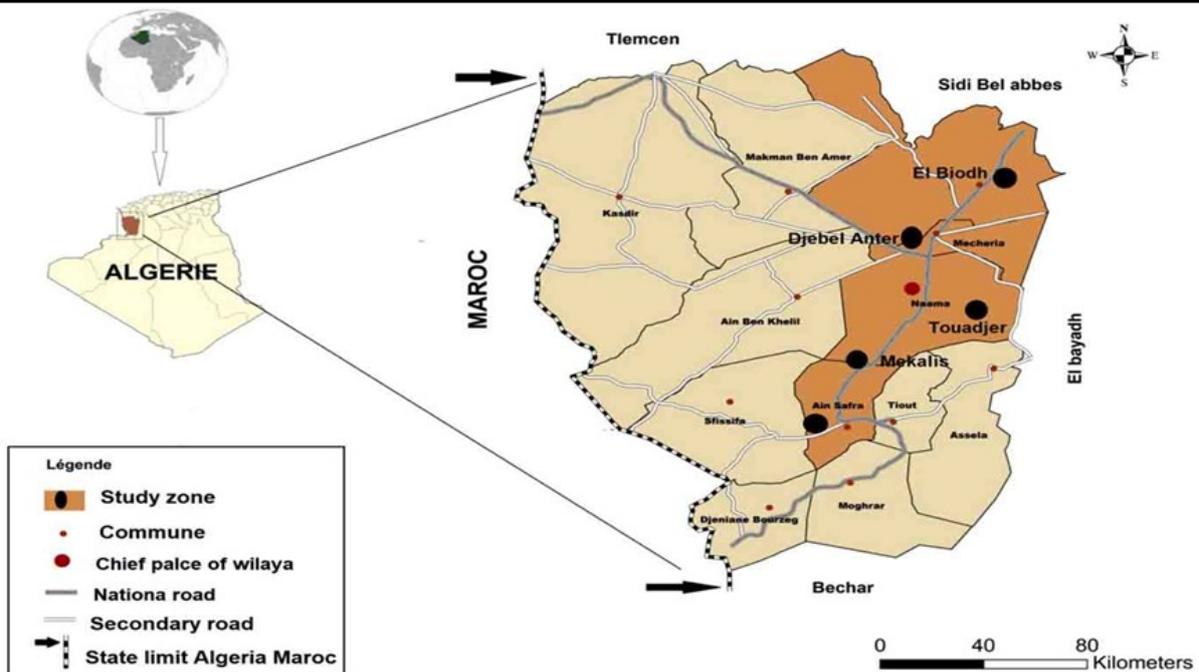


Figure 1: Location of the study stations.

El Biodh station: it is located in the east of Mecheria, 5 km from El Biodh; and at an altitude of 1000 m. The geographical coordinates are: 33 °45'48 " North latitude and 0° 7' 60" West longitude, with a North-west orientation, it covers an area of 150 ha.

Djebel Antar Station: It is located at the foot of this Djebel at 33° 35 '24 "N and 00° 17'40' 'W. The stands of *P. halepensis* are between Djebel Antar and Mecheria with a North-west orientation, and an altitude of 1260 m. The stands cover an area of 2000 ha. The goal of reforestation at this station is to increase the forests area and protect the land against landslides and edaphic erosions that come from Djebel Antar.

2.2. Environment parameters

a. Climatic parameters

$$\text{Emberger's (1955): } Q_2 = \frac{1000 P}{\frac{(M-m)(M+m)}{2}} = \frac{2000 P}{M^2 - m^2};$$

Where P: rainfall, M: maximum temperature (°K) and m: minimum temperature (°K).

b. Edaphic parameters

Fifteen soil samples were collected and analyzed (12/04/2017). All samples were taken from *P. halepensis* stands that cover the study area. In order to have a more precise appreciation of the soil composition, we worked on the physicochemical parameters. Some parameters were identified on the spot (depth, pH) while others were obtained in the laboratory. In this approach, classical methods are used to identify the different selected characteristics. The following physicochemical parameters were defined in this context: granulometry, humidity, organic carbon, organic matter (OM), active limestone (CaCO₃), pH, electrical conductivity (EC).

2.3. Dendrometric parameters (height)

The definition of the dendrometric parameters concerned the mean height and the density for each plot.

- The Mean height per plot was measured using the Blume Leiss;
- The density per plot corresponds to the number of existing subjects; it is defined by the total number of tree trunks per unit area (Favrichon et al., 1998).

The method used is based on stratified random sampling that covers the homogeneous surface geographically. For a good representation of the feet of *P. halepensis* and in order to obtain the maximum data we divided the stations of study into plots. Thus, the stations were divided into 15 plots with an area of 2000 m² each (100 m x 20 m). A total of 599 feet of *P. halepensis* were measured.

2.4. Data Analysis

All the defined parameters were treated statistically. We proceeded to a variance analysis (ANOVA), followed by a principal component analysis (PCA). This statistical analysis allowed us to highlight the existing combinations between the studied variables.

3. Results and discussions

3.1. Station typology (climate and soil)

3.1.1. Climate environment

The Ombrothermic diagrams of Bagnouls and Gausson (1953) showed that the durations of the dry periods were different from one station to the other on the one hand and from one period to the other on the other hand. This reflected the climatic variability in the region of Naâma.

We noted an increase in the duration of drought which goes from 6 months and a half in the old period to 8 months in the new period in both Naâma and Mecheria stations. But in Ain Sefra station the drought period is quite prolonged in the new period, it lasts 10 months (usually from January to October). These drought periods coincide with the summer period, sometimes including part of spring and part of autumn. The duration of the drought is strongly influenced by altitude. During the dry period, high temperatures cause the increase of evapotranspiration, and so the tree suffers from a lack of water, which in turn can unfavorably affect the growth of *P. halepensis*. The annual rainfall decreases in the new period when compared to the old one. This low rainfall, combined with the action of dry winds, strongly activates evaporation and thus causes soil drying.

The *P. halepensis* species grows in dry, arid areas, at an altitude ranging between 1050 and 1250 m where the annual rainfall is between 167 mm and 215 mm, with a mean minimum temperature ranging from 0 °C to 2 °C. (Nahal, 1962; Quézel, 1980) mention that at the Mediterranean level *P. halepensis* grows in areas where the rainfall is high-

er than 200 mm (arid zones of Algeria and Tunisia). (Rathgeber, 2000) deduced that *P. halepensis* grows within areas where the annual rainfall is between 200 and 1500 mm. In our case *P. halepensis* can grow in more xeric conditions (rainfall less than 200 mm). Finally, we can say that rainfall does not seem to be a determining factor in the distribution of *P. halepensis*, at least in our case.

3.1.2. Edaphic analyses

The soils analysis results are recorded in Table 1.

a. Physical analyses

According to the results, the texture of all the samples has a high rate of sand content compared to clays and silts; it oscillates between 61.3% and 81% (Table 2). The clay content is low too and the lowest value (5.6%) is recorded in the Touadger station, whereas the silty fraction oscillates between 15% and 26.7%.

The projection of the average grain size fractions on the textural triangle reveals that the soils are essentially textured as follows:

-Silty-sandy in the stations of El Biodh, Djebel Antar and Ain Sefra;

-Sandy loam in the stations of Touadger and Mekalis.

The predominance of silts generally corresponds to a structural stability which is very sensitive to degradation (Le Houerou, 1992). In our case we find a rather small amount of silt.

b. The soil chemical analysis shows that there is no significance effect for the variables, but there is a significance effect for electrical conductivity.

The pH of the collected samples proved to be the lowest in El Biodh station with 7.1 and the highest in Touadger station with 8.08 which shows a slight alkaline nature. The pH of a soil is very important from the point of view of plant nutrition since the availability of nutrients depends on it (Bates, 1973).

The electrical conductivity is close in the five stations; it is between 0.3 and 0.6 mS / cm which indicates that the soils are unsalted. However, in samples A₁ from Ain Sefra station and M₁ from Mekalis station, the soil is not very salty 0.7 mS/cm (Table 1). According to (Shainberg and Levy, 2005), the primary minerals in soil and bedrock are the direct source of salts in the soil.

CaCO₃ analysis shows that all soil samples have moderate levels of active limestone. $19.5 \pm 8.8\%$ is recorded in the Touadger station and $11.08 \pm 4.1\%$ in the Ain Sefra station. According to (Lamouroux, 1968), the rate of CaCO₃ is variable with a positive tendency towards the base of the profile; it can accumulate in depth in the form of small friable clumps, nodules, crusts. The limestone accumulations are remarkably well represented in the studied stations.

Average rates of OM are low; they are from 0.38% to 0.75%. In the steppe zone, vegetation cover is low, resulting in a reduced percentage in OM. (Djebaili, 1978; Pouget, 1980) reported values between 1% and 2% in the steppe areas. (Hasnaoui et al., 2014; Hasnaoui and Bouazza, 2015) report that OM values in the western Algerian steppe areas, mainly those in the wilaya of Saïda, are less than 1%. In our case, the results obtained in the wilaya of Naâma are close to those of these researchers. Nowadays, the vegetal cover of the steppe ecosystems is in perpetual regression which leads to a reduction of the OM.

The humidity soil varied between 8.94% and 15.43% for all studied station; However, these variations are caused by different factors: season, climate, topography, groundwater depth. The humidity decreased due to the high evaporation rate during the summer period (Halitim, 1988).

3.2. Height of *P. halepensis*

Knowing the dendrometric parameters of tree species in plantations is an important element for decision-making, particularly those relating to forest interventions. In our case, the measurements that were made allowed us to evaluate the phenological dynamics of this taxon under difficult environmental conditions (climatic aridity, shallow soil, etc.). The obtained results are given in Table 4.

As for the stations, the highly significant differences ($p < 0.0001$), show that:

The highest average height is recorded at El Biodh station with 13.4 m, while the weakest were observed at Touadger with 2.6 m only.

The analysis of variance revealed a highly significant effect of the two factors (altitude and slope of 15%) on the height of the trees in the Djebel Antar station. In these situations, *P. halepensis* grows on shallow soil at a depth of 25 cm, which explains a low average height (3.4 m).

Station	El Biodh			Djebel Antar			Ain Sefra			Mekalis			Touadjer		
Sample	E ₁	E ₂	E ₃	D ₁	D ₂	D ₃	A ₁	A ₂	A ₃	M ₁	M ₂	M ₃	T ₁	T ₂	T ₃
Sand (%)	76.5	78.5	67.7	66	56	62	72.3	62.6	52.6	87.5	77	78	80.4	76.6	83
Silt (%)	15	23.5	34.2	30.2	29	21	15.6	29	31	16	18	25	15	20	10
Clay (%)	6.75	9.5	15.2	9.5	15.2	13	8.66	10.3	16.6	6	9.5	8	4.6	5.4	7
Texture	Silty-sandy						Sandy loam								
Humidity (%)	10.9	13.7	21.7	18	9.05	11	8	9.2	11.8	6.73	11.1	9	10.6	16	13
Raded	Low														
CaCO ₃ (%)	12	16.4	16.07	7	15.25	11	16	12.6	13.4	18.3	16.5	13	10	21	27.6
Quantity	Moderately calcareous - Highly limestone														
pH	7.25	7.15	7.4	7.3	7.8	7.62	7.74	7.79	7.6	7.2	7.11	7.9	7.5	7.8	8.08
Raded	Basic														
EC (mS/cm)	0.4	0.3	0.4	0.6	0.55	0.6	0.73	0.50	0.46	0.7	0.55	0.6	0.66	0.56	0.5
Estimation of salinity	Unsalted														
C (%)	0.7	0.6	0.25	1	0.6	0.7	0.86	0.53	0.33	0.6	0.4	0.4	0.53	0.36	0.23
OM	1.2	1	0.43	1.7	1.03	1.2	1.4	0.9	0.5	1	0.6	0.6	0.9	0.6	0.3
Estimate	Very low- Low														

Table 1: Analysis results of the studied soils.

Physical parameter	El Biodh	Djebel Antar	Ain Sefra	Mekalis	Touadjer	*p	Significance
	n=3	n=3	n=3	n=3	n=3		
Sand (%)	74.2±5.75	61.3±2.9	62.5±9.8	81±5.8	80±3.21	0.007	Yes
Silt (%)	24.2±9.6	26.7±5	25.2±8.3	19.6-4.7	15±5	0.283	No
Clay (%)	10.4±4.3	12.7±2.8	11.8±4.1	7.8±1.76	5.6±1.2	0.105	No

Table 2: Statistical analysis for the soil physical parameter.

Station	n	pH	C(mS/cm)	CaCO ₃ (%)	C (%)	OM	H (%)
Djebel Antar	3	7.5±0.25	0.6±0.02	11.1± 4.1	0.76±0.2	1.3±0.4	12.6±4.7
Touadjer	3	7.8±0.29	0.57± 0.08	19.5±8.8	0.37± 0.1	0.6±0.3	13.2±2.7
Ain Sefra	3	7.7±0.06	0.56±0.14	14.1± 1.7	0.57±0.2	0.9±0.3	9.6± 1.9
El Biodh	3	7.3± 0.12	0.36±0.05	14.8± 2.4	0.51± 0.2	0.8±0.4	15.4±5.6
Mekalis	3	7.4±0.43	0.61±0.07	15.9±2.7	0.46±0.1	0.7±0.2	8.9±2.1
*p		0.164	0.036	0.355	0.258	0.223	0.264
Significance		No	Yes	No	No	No	No

Table 3: Statistical analysis for the chemical parameter of the soil.

Station	P	n	D (n/sp)	H (m)	Pr (cm)	Altitude (m)	Slope (%)	Exposure
El Biodh	3	150	750	13.4	38.3	1064	6.6	Northwest
Ain Sefra	3	135	675	4.9	23.3	1079 b	8.3	Southwest
Djebel Antar	3	171	855	3.4	25	1210	15	Northeast
Mekalis	3	73	365	3.04	20b	1124	8.3	Southwest
Touadjer	3	70	350	2.6	16.6	1137	6.6	Northwest
*p			<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.014	
Significance			Yes	Yes	Yes	Yes	Yes	

Table 4: Statistical characteristics of the sampled plots.

The stand density of *P. halepensis* is low in both stations (350 n/sp at Touadger and 365 n/sp at Mekalis). In these stations the densities are reduced when compared to the other stations and the growth in height of *P. halepensis* feet is from 2.6 m to 3.04 m; statistically these values are significant. Indeed, *P. halepensis* grows in a superficial soil with soft limestone.

Globally 45 years after planting, stands of *P. halepensis* in the study area show success rates that vary from one station to another. According to DGF data, the success rate of these reforestations is 15% in the wilaya of Naâma. When compared to other wilayas, this rate is very low because of environmental factors (climate, nature of soil and anthropogenic factors).

3.3. Statistical analyses

The principal components analysis (PCA) is used to determine the affinities between the different variables introduced in this study as well as the potential similarities between the stations (Decourt et al., 1969). Thus, the statistical analysis was performed on a data matrix consisting of 14 variables and 15 samples distributed along the stations.

The average values of the obtained eigen values show that the first factorial design, consisting of the axes (F1, F2) is highly significant (p <0.05); it represents 55.49% of the total cumulative inertia (Table 5). It proves to be sufficient to translate the essence of this inertia. We will pay special attention to the variables having a strong positive or negative contribution to the factorial axis, which will facili-

	F1	F2	F3
Eigenvalue	4.598	3.726	2.787
Variability (%)	30.650	24.841	18.582
Cumule (%)	30.650	55.491	74.073

Table 5: Factor Analysis.

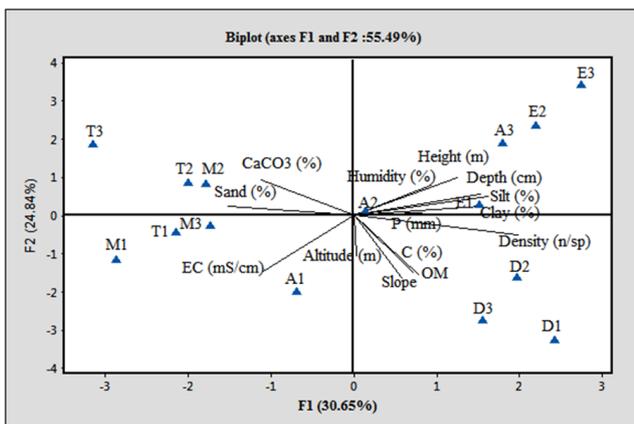


Figure 2: Variables projection in the factorial 1-2 axes.

tate the understanding of the source of variability explained by the axes (Figure 2).

Axis I

The first axis explains 30.65% of the total variability. It is positively correlated with height, depth, density, silt, and clay on the one hand, and negatively correlated with the fraction of sand and CaCO₃ on the other. This axis is characterized by increasing gradients (depth, height) from the negative pole to the positive pole.

On axis I, the samples on the positive side and that are associated with the edaphic parameters (silt, clay and humidity) are E₁, E₂, E₃ of El Biodh station and A₃ is that of Ain Sefra station. This sector has a mean annual rainfall of less than 300 mm / year; nevertheless as far as the pine growth is concerned, average heights are remarkable (from 5.8 to 16 m). Deep soils provide greater opportunities for the roots to exploit water and mineral elements. As a result, the observed soil depth and the water balance are important determinants of *P. halepensis* growth. (Del Campo et al., 2007) showed that station-related factors (climate and soil) accounted for most of the variability in plant phenology and survival.

-The negative side: The edaphic parameters, namely sand and CaCO₃, have the highest values (decreasing gradient from positive pole to negative pole) and are significantly dominant in samples T₁, T₂, T₃ of Touadger station and in M₁, M₂, M₃ of Mekalis station. In these areas, *P. halepensis* grows on substrates that are generally shallow and rich in calcium carbonate. This high grade is related to the nature of the bedrock, which is often limestone.

It should be noted that we have noticed a significant accumulation of sand at the feet of all stands; this is explained by the deposition of sand brought by wind erosion which raises the sand particles of the unvegetated highlands and deposits them on the lowlands and between the plantations.

Axis II

This axis expresses 24.84% of the total variability and 3.72% variance of the correlation between environmental variables and *P. halepensis* stands. It is positively correlated with electrical conductivity, organic matter and slope. On the contrary, it is negatively correlated with height.

-The positive side of axis II includes the population of the plots D₁, D₂, D₃ of Djebel Antar station with

North-east and South-east exposure and with an altitude of 1189-1210 m. This group represents the low heights (3.3 m, 3.4 m and 3.7 m). The slopes oscillate between 5 to 15% and we note the presence of sandy loam accumulations. Moreover and still in the positive side of axis II, the "altitude and electrical conductivity" variables contribute strongly. These values become more significant in A₁ of Ain Sefra station.

According to the axes (1 and 2), we find that the variables "electrical conductivity and humidity" are in the same direction but in contradiction with each other. This phenomenon can be explained by the fact that very soluble salts accumulate on shallow soils in arid a bioclimate that is lower than fresh winter.

4. Conclusion

In a context of global changes, the phenology and dynamics of *P. halepensis* populations are in line with environmental factors. The results obtained in this investigation show the relationships between the studied parameters and the growth of this taxon. The climatic and edaphic characteristics measured in the region of Naâma reveal their influence on the growth of this forest species. It allowed us to deduce the following:

In terms of climate, there is a change in rainfall totals and temperatures. There is a significant shift of the reference stations on the Emberger climagram. The comparative bioclimatic analysis shows a shift of the stations from one level to another with a more marked degree of aridity. High temperatures and low rainfall lead to longer dry periods. Despite these climatic constraints *P. halepensis* can develop and tolerate low rainfall and rather marked drought periods.

The statistical results obtained by combining the environmental variables with the dendrometric parameters, height in particular reveal the favorable factors for the development of *P. halepensis*. We were able to identify the following:

-In El Biodh, the feet of *P. halepensis* have a good morphological aspect with an average height of 13.5 m. The *P. halepensis* stand is located on low slope soils, generally exposed to the Northwest, resting on deep soils with sandy-loam dominance; the presence of an average amount of silt allows retaining water between the soil particles.

-The *P. halepensis* stands on the two slopes (North-east and South-west) of Djebel Antar are the least developed. In these places the soil is shallow, the slope is medium, and the height is low, 3.4 m. The same goes for Ain Sefra station where the average height is only 4.9 m.

-The stands of Touadger and Mekalis stations evolve on skeletal poor and fragile soils, because of the scarcity of organic matter on the one hand and the presence of an impervious limestone slab on the other hand. These two elements constitute an obstacle to the penetration of the roots which leads to their horizontal spread. Despite low height growth, these plantings seem to play a significant role in protecting the vegetation cover in these areas and can be an obstacle to sand and silting.

The ecological descriptors taken into account show that even in an arid climate, the station factors such as the substrate (shallow soil, small amount of organic matter), allow the development of *P. halepensis* and consequently play a determining role in the fight against the phenomenon of desertification.

References

- Aidou A (1996) La régression de l'alfa (*Stipa tenacissima* L.), graminée pérenne, un indicateur de désertification des steppes algériennes. *Sécheresse* 7 (3) : 187-93.
- Bagnouls F, Gaussen H (1953) Saison sèche et indice xérothermique. Documents pour les cartes des productions végétales, article 8. Toulouse : 47 p.
- Bates RG (1973) Determination of pH. Theory and practice-J. Wiley and Sons, New York (1 964) 1: 90
- Belarouci NL (1991) Les reboisements en Algérie et leurs perspectives d'avenir. Office des publications universitaires. Tome1 et Tome 2 : 618 p.
- Benabadji N (1991) Étude phytoécologique de la steppe à *Artemisia herba-alba*. au Sud de Sebdou Oranie-Algérie. Thèse Doctorat Science. Université Aix - Marseille III, 219 p.
- Bouazza M, Benabadji N, Loisel R, Metge G (2004) Evolution of the steppe vegetation in the southwest of Orany (Algeria). *International Journal of Mediterranean Ecology* 30 (2): 219-231.
- Decourt N, Godron M, Romane F, Tomassone R (1969) Comparaison de diverses méthodes d'interprétation statistique de liaison entre le milieu et la production du pin sylvestre en Sologne. *Annals of Forest Science* 26 (4): 413-443.
- Del Campo AD, Navarro Cerrilo RM, Hermoso J, Ibanez AJ (2007) Relationships between site and stock quality in *Pinus halepensis* Mill. Reforestation on semiarid landscapes in eastern Spain. *Annals of Forest Science* 64: 719-731.
- Djebaili S (1978) Recherche phytosociologiques et écologiques sur la végétation des hautes plaines steppiques de l'Atlas saharien

- algérien. Thèse Doct. Univ. Sci. et Tech. Languedoc, Montpellier. Revue Ecologia Mediterranea 21 (1-2) : 19-39.
- Emberger L (1955) Une classification biogéographique des climats. Recueil des Travaux de l'institut Botanique de l'Université de Montpellier 7 : 3-43.
- Favrichon V, Gourlet Fleury S, Bar Hen A, Dessard H (1998) Parcelles permanentes de recherche en forêt dense tropical humide : éléments pour une méthodologie d'analyse des données. Série FORAFRI n° 14. Montpellier, France, CIRAD Forêt : 67 p
- Halitim A, (1988) Les sols des régions arides d'Algérie, OPU –Alger, 384 p.
- Hasnaoui O, Bouazza M (2015) Indicators of degradation of natural bio-resources of western Algeria: Case of the steppe of the region Saida. Algerian Journal of Arid Environment 5 (1): 63-75.
- Hasnaoui O, Meziane H, Brosali AH, Bouazza M (2014) Evaluation of Characteristics Floristico-Edaphic of the steppes at Alfa (*Stipa tenacissima* L.) in the Saida region (Western Algeria); Open Journal of Ecology 4: 883-891.
- Kadi Hanifi (2003) Diversité biologique et phytogéographique des formations à *Stipa tenacissima* L. de l'Algérie. Sécheresse 14(3) : 169-179.
- Lamouroux M (1968) Brown Mediterranean soils and partially browned red soils of Lebanon. Cah Orstom Serie Pedol 6 (1): 1-31.
- Le-Houérou HN (1992) An overview of vegetation and land degradation in world arid lands. Degradation and restoration of arid lands, pp 127-163.
- Maestre FR, Cortina J (2004) Insights into ecosystem composition and function in a sequence of degraded semiarid steppe. Restoration Ecology 12: 494-502.
- Nahal I (1962) Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.). Etude taxonomique, phytogéographique, écologique et sylvicole. Annales de l'école nationale des eaux et forêts et de la station de recherches et expériences 19(4) : 208.
- Pouget M (1980) Soil-vegetation relation in South Algerian steppes. Paris: ORSTOM 116: 8-556.
- Quézel P (1980) Biogéographie and ecologie of conifers in the Mediterranean basin. Pesson, Act. Ecole Forest. Gauthier-Villars, Paris, pp 201-255.
- Rathgeber C (2002) Impact des changements climatiques et de l'augmentation du taux de CO₂ atmosphérique sur la productivité des écosystèmes forestiers : exemple du pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) en Provence calcaire (France). PhD Thesis, Université d'Aix-Marseille, 312 p.
- Seltzer P (1946) Climate of Algeria. Inst. Weather and Physique of the Earth Univ. Algiers, 219 p.
- Shainberg I, Levy GJ (2005) In Hillel D., Encyclopedia of soils in the environment. Ed. academic Press, New York, p 2200. Salination processes: 429-435.



ABOUT THE JOURNAL: SAJEB (eISSN: 2230-9799) is a peer-reviewed, open-access and online journal aimed at advancement and rapid dissemination of scientific knowledge generated by the highly motivated researchers in the field of biological sciences through publication of high-quality original research and critical up-to-date review articles covering all the aspects of biological sciences. Every year, it publishes six issues. SAJEB has received Global Impact Factor (GIF)-2015, 0.765; Index Copernicus Value-2015, 93.0 and NAAS (ICAR)-India 2017 rating, 4.79. SAJEB has been included in the ISI master list of journals of Thomson Reuters under Zoological Record. The SAJEB is also covered by CABI (UK), AGRICOLA, NLM catalogue, CAS (ACS, USA), DOAJ, Journal TOCs (ICBL, Edinburgh), Directory of research Journals Indexing (DRJI) and Indian Science Abstracts (ISA, NISCAIR).

الملخص

صنوبر حلب *Pinus halepensis* Mill. هو نوع من نباتات الغابية. منذ سبعينيات القرن الماضي، تم استخدام هذا النوع في إعادة تشجير بولاية النعامة (جنوب غرب الجزائر) لاستعادة الأراضي متدهورة وللمكافحة التصحر. ركزت دراستنا على نمو هذه الصنف في شروط بيئية مختلفة.

في المناطق التي تمت إعادة تحريجها ذات مناخ جاف، تنمو مزارع صنوبر على تربة ضعيفة السمك، ذات خصائص غريني-الرملية ورملية، ومحتوى الكربونات الكلي مرتفع، يرتبط هذا المحتوى العالي بطبيعة صخرة وغالبًا ما يكون الحجر الجيري، بإضافة الى قيم المادة العضوية المخزنة منخفضة جدا. تكشف هذه الظروف المناخية والتنافسية عن تأثيرها على نمو صنوبر حلب (جنوب غرب الجزائر). من أجل تلبية توقعاتنا، أخذنا في الحسبان الجانب الفينولوجي للصنوبر وبشكل أدق الارتفاع والمظلة والتصميم في المواقع المختارة لهذا النوع من الدراسة. تتأرجح النتائج التي تم الحصول عليها من الارتفاع بين 2.63 م و 13.49 م، اعتمادًا على الموقع الذي تم استكشافه.

سمح لنا النهج النباتي الطبيعي بتحديد التنوع الزهري لكل محطة. وقد لوحظ اختلاف؛ تم إجراء مسح النباتي في تسعة محطات التي تمت إعادة تحريجها بحيث تمكنا من تحديد 20 عائلة وأكثر من 78 نوعًا نباتي؛ بحيث التحليل يظهر أن المحطات التي تمت دراستها قد اجتاحتها أنواع النباتات السهوب التي تميز الغطاء النباتي الأصلي؛ ومرة أخرى، تظهر هذه النتائج الأولية تنوعًا ملحوظًا على الرغم من النشاط البشري مثل الرعي المفرط. لقد سمح لنا هذا التحليل بتحديد نوعين من العائلة النباتية وهي *Astéracées*، *Poacées* تمثل هذه النتائج مساهمة في تحديث النباتات التي ترافق إعادة تحريج السد الأخضر، مصحوبة بتقييم لنمو صنوبر حلب *Pinus halepensis* Mill.

تظهر القياسات الغابية للأقدام المختلفة التي تم استكشافها ديناميكيات نمو صدفية الصنوبر من مواقع إعادة التحريج. في هذا السياق، تتناقض العلاقات بين المواقع

الكلمات المفتاحية: *Pinus halepensis* Mill. - إعادة التحريج - علم النبات - التربة-قياس الغابات-النعامة (جنوب غرب الجزائر)

Résumé

Pinus halepensis Mill. (Pin d'Alep) est une essence forestière. Depuis les années 1970 cette espèce a été utilisée dans le reboisement de la région de Naâma (Sud-ouest Algérie) pour la restauration des terres supposées dégradées et pour lutter contre l'ensablement.

Notre étude a porté sur la croissance de ce taxon et certains descripteurs environnementaux.

Dans les zones reboisées de l'étage bioclimatique aride inférieur et supérieur, les plantations de *Pinus halepensis* poussent sur les sols peu épais, des textures limono-sableuses et sablo-limoneuses, le taux de carbonates total est élevé, cette forte teneur est liée à la nature de la roche-mère qui est souvent calcaire et les valeurs de la matière organique enregistrées sont faibles. Ces conditions climatiques et édaphiques révèlent leur influence sur la croissance des peuplements de *Pinus halepensis* dans la région de Naâma (Sud-ouest Algérie). Afin de répondre à nos attentes nous avons pris en considération l'aspect phénologique de *Pinus* et plus précisément la hauteur, la canopée et la dendrométrie dans les sites retenus pour ce type d'étude. Les résultats obtenus de la hauteur oscillent entre 2,63 m et 13,49 m et cela en fonction du site exploré.

L'approche phytoécologique nous a permis de cerner la diversité floristique pour chaque station. Une différence a été constatée.

L'inventaire du tapis végétal dans les neuf stations reboisées nous a permis de recenser 20 familles et plus de 78 espèces. L'approche comparative nous a permis de remarquer que les stations étudiées ont été envahies par les espèces steppiques qui caractérisent la végétation originelle et encore une fois, ces résultats préliminaires montrent une diversité remarquable malgré l'action anthropique agressive (surpâturage). L'analyse systématique nous a permis d'identifier les familles les plus représentatives, qui sont : les astéracées, les poacées.

Ces résultats représentent une contribution à la réactualisation de la flore qui accompagne des reboisements du barrage vert, accompagnée d'un bilan des croissances du *Pinus halepensis*.

Le bilan dendrométrique des différents pieds explorés montre la dynamique de la croissance du *Pinus halepensis* des sites reboisés. Dans ce contexte les rapports entre les sites sont contrastés.

Mots clés : *Pinus halepensis*- Reboisement- Phénologie- Sol- Dendrométrie- Naâma (Sud-ouest Algérie)

Abstract

Pinus halepensis Mill. (Aleppo pine) is a forest species. Since the **1970s** this species has been used in the reforestation of Naâma region (South-West Algeria) for the restoration of supposedly degraded lands and to fight against silting. Our study focused on the growth of this taxon and some environmental descriptors.

In the reforested areas of the arid lower and upper bioclimatic stage, *Pinus halepensis* plantations grow on shallow soles, the textures silty-sandy and sandy-silty, the total carbonate content is high, this high content is linked to the nature of the bedrock which is often limestone and the values of the stored organic matter are low.

These climatic and edaphic conditions reveal their influence on the growth of *Pinus halepensis* stands (Southwest Algeria). In order to meet our expectations, we took into account the phenological aspect of *Pinus halepensis* and more precisely the height, canopy and dendrometry in the sites selected for this type of study. The results obtained from the height oscillate between 2.63 m and 13.49 m, depending on the site explored.

The phytocological approach allowed us to identify the floristic diversity for each station. A difference has been noted.

The inventory of the plant carpet in the nine reforested stations which made it possible to identify 20 families and more than 78 species.

The comparative approach allowed us to note that the stations studied were invaded by the steppe species which characterize the original vegetation and once again, these preliminary results show a remarkable diversity despite the aggressive anthropic action (overgrazing). The systematic analysis allowed us to identify the most representative families, which are : the asteraceae, the poaceae.

These results represent a contribution to the updating of the flora that accompanies reforestation of the Green Dam, accompanied by an assessment of the growths of *Pinus halepensis*.

The dendrometric assessment of the different feet explored shows the growth dynamics of *Pinus halepensis* from reforested sites. In this context, the relationships between the sites are contrasted.

Key words: *Pinus halepensis*- Reforestation- Phenology- Soil- Dendrometry- Naâma (Southwest Algeria)

Liste des Figures

Figure n°1 : Bilan général (A.N.F., 1991).	6
Figure n°2 : Limite du Barrage vert en Algérie (Source BNEDER, 1981).	6
Figure n°3 : Les superficies par tranches d'altitudes.	7
Figure n°4 : La carte altitude du Barrage vert (BNEDER, 2014)	8
Figure n°5 : La carte morphologique du Barrage Vert (BNEDER, 2014)	10
Figure n°6 : La pente du barrage vert en Algérie (BNEDER, 2014).	12
Figure n°7 : Situation géographique de la zone d'étude wilaya de Naâma	27
Figure n°8 : Carte Géologique de wilaya de Naâma	29
Figure n°9 : Carte hydrographie de la wilaya de Naâma	34
Figure n°10 : Carte des sols de la wilaya de Naâma	38
Figure n°11 : Le taux d'accroissement entre RGPH de la wilaya de Naâma	40
Figure n°12 : RGPH de la zone d'étude (Source : DPA, 2018).	40
Figure n°13 : Carte de population de la wilaya de Naâma.	42
Figure n°14 : Répartition du cheptel dans la zone d'étude.	43
Figure n°15 : Carte représente la répartition du cheptel de la wilaya de Naâma par commune.	44
Figure n°16 : Superficie d'espace de la wilaya de Naâma	47
Figure n°17 : La répartition de la superficie l'Alfa et la superficie forestière de la zone d'étude	48
Figure n°18 : Répartition mensuelle de la pluviométrie dans la Station de Naâma	55
Figure n°19 : Répartition mensuelle de la pluviométrie dans la Station de Mécheria	55
Figure n°20 : Répartition mensuelle de la pluviométrie dans la Station de Ain Sefra.	55
Figure n°21 : Régime pluviométrique saisonnier pour la station de Naâma	57
Figure n°22 : Régime pluviométrique saisonnier pour la station de Mécheria	57
Figure n°23 : Régime pluviométrique saisonnier pour la station de de Ain Sefra	57
Figure n°24 : Températures moyennes mensuelles des périodes (1913-1938) et (1990-2018).	61
Figure n°25 : Variation des minima, les maxima et les températures moyennes mensuelles de la période (1990-2018).	61
Figure n°26 : Indice d'aridité de De Martonne.	66
Figure n°27 : Diagrammes ombrothermiques pour les trois stations durant l'ancienne période et la nouvelle période.	70
Figure n°28 : Climagramme du quotient pluviothermique d'Emberger (Q2).	72
Figure n°29 : Nombres des jours des vents durant la période (1990/2018)	74
Figure n°30 : Moyennes mensuelles de sirocco durant la période (1990/2018).	74
Figure n°31 : Moyennes mensuelles la tempête de sable durant la période (1990/2018)	75
Figure n°32 : Moyenne mensuelle de l'humidité durant la période (1990-2018).	76
Figure n°33 : Carte de la station d'El Biodh (a : Ceinture vert par <i>Pinus halepensis</i> Mill ; b : Fixation de dune par <i>Tamarix articulata</i>).	80
Figure n°34 : Carte la commune de Mécheria	83
Figure n°35 : Carte la commune de Naâma (a : Bande forestier la station de Touadjer ; b : Bande forestier la station de Horchia ; c : Bande forestier la station de Suigua).	86
Figure n°36 : Carte la commune d'Ain Sefra (a : Ceinture vert de la station d'Ain sefra ; b : Bande forestier la station Mekalis).	88
Figure n°37 : Forme des placettes.	89
Figure n°38 : Placettes dans la station d'El Biodh	90
Figure n°39 : Placettes dans la bande forestier entre Draa el aoud et El Biodh	90
Figure n°40 : Placettes dans la station Draa el aoud	91
Figure n°41 : Placettes dans la station de Djebel Ante	91
Figure n°42 : Placettes dans la station de Touadjer	92
Figure n°43 : Placettes dans la station de Hourchia	92
Figure n°44 : Placettes dans la station de Suigua	92
Figure n°45 : Placettes dans la station de Mekalis	93
Figure n°46 : Placettes dans la station d'Ain sefra	93
Figure n°47 : Echelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux au 1/5 : Relation de Richards in Aubert (1978)	97
Figure n°48 : Variation des teneurs des fractions granulométriques des sols prélevés.	109
Figure n°49 : Triangle textural des stations d'études.	110
Figure n°50 : Valeur du pH de différents profils dans la zone d'étude	111
Figure n°51 : Valeur d'E.C (mS /cm) de différents profils dans la zone d'étude	112
Figure n°52 : Variation de calcaire total des sols des stations étudiées	112

Figure n°53 : Variation de taux de matière organique (MO) des sols des stations étudiées.	113
Figure n°54 : Variation de taux d'Humidité (%) des sols des stations étudiées.	114
Figure n°55 : Projection des stations sur le plan 1/2	116
Figure n°56 : Projection des stations sur le plan 1/3.	117
Figure n°57 : variabilité descriptive des paramètres dendrométriques	120
Figure n°58 : Densité des arbres de Pin d'Alep dans la zone d'étude	121
Figure n°59 : La surface terrière en fonction de diamètre	122
Figure n°60 : Coefficient d'élancement (H/D) par les stations	122
Figure n°61 : Diagnostic la stabilité du tronc dans les placettes étudiées.	123
Figure n°62 : Relation Hauteur arbre-circonférence du tronc dans les stations d'études.	126
Figure n°63 : Projection les paramètres dendrométriques sur le plan 1/2	129
Figure n°64 : Les familles en pourcentages de la zone d'étudiée (la zone reboisée).	132
Figure n°65 : Les familles en pourcentages des neuf stations.	133
Figure n°66 : Type de biologique da la zone d'étudiée	134
Figure n°67 : Types biologiques par les Trois stations.	137
Figure n°68 : Types biologiques pour six les stations	138
Figure n°69 : Types morphologiques de la zone d'étude	140
Figure n°70 : Type morphologiques des stations d'études.	141
Figure n°71 : Pourcentage des différents types biogéographiques da la zone d'étude.	143
Figure n°72 : Dendrogramme de la C.A.H de la matrice totale des espèces de la zone d'étude	149
Figure n°73 : Plan factoriel 2/1 des espèces de la zone d'études	150
Figure n°74 : Plan factoriel 2/3 des espèces de la zone d'études	151
Figure n°75 : Plan factoriel 3/1 des espèces de la zone d'études	152
Figure n°74 : Carte de répartition des plantations du Barrage vert dans la région de Naâma	155

Liste des Photos

Photos n°1 : Plantations végétales dans la station d'El Biodh.	79
Photos n°2 : Paramètres dendrométriques mesurés sur terrain.	101
Photos n°3 : Accumulation du sable dans le peuplement du Pin d'Alep	115
Photos n°4 : Gelées dans la station El Biodh	159
Photos n°5 : Chablis dans les zones reboisées (a : Station de El Biodh ; b : Station de Mekalis ; c : Station Touadjer)	159
Photos n°6 : Dépérissement les plantations dans la zone d'étude (a : Eucalyptus de la station Draa el aoud ; b : Tamarix de la station El Biodh ; c : Pin d'Alep de station Djebel anter	161
Photos n°7 : Affleurements des racines du Pin d'Alep suite à une érosion hydrique. (a et b : Station Draa el aoud ; c : Station d'El Biodh).	161
Photos n°8 : L'érosion hydrique dans la zone d'étude	163
Photos n°9 : l'accumulation du sable de forme Nabka	163
Photos n°10 : Déchet solide dans la station d'El Biodh	164
Photos n°11 : Incendie dans la station de Djebel anter.	165
Photos n°12 : Coupes illicites des peuplements Pin d'Alep de la station d'El Biodh	165
Photos n°13 : Défrichage dans la station Djebel Anter	166
Photos n°14 : Charge animale dans la station d'El Biodh (a : Peuplement de Pin d'Alep ; b : à coté de fixation de dune).	167
Photos n°15 : La chenille processionnaire du Pin <i>Thaumetopoea pityocampa</i> Schiff.	168

Liste des Abréviations

ACL	Agglomération chef-lieu.
AS	Agglomération secondaire
cm	Centimètres
DGF	Direction Générale Des Forêts.
DPA	Association par le Développement du Pastoralisme.
DRS	Défense et restauration du sol
FAO	Food and Agriculture Organisation.
HCDS	Haut-commissariat au développement de la steppe.
IP	Indice de perturbation
m	Mètres
MADR	Ministère de l'Agriculture et du Développement Rural.
O.N.T.F	Office National des Travaux Forestiers
OSS	Observatoire du Sahara et du Sahel.
PANLCD	Plan d'action national pour la lutte contre la désertification
PANLCD	Plan d'action national pour la lutte contre la désertification
PCSC	Programme complémentaire de soutien à la croissance
PCSC	Programme complémentaire de soutien à la croissance
PNDA	Plan national de développement agricole et rural
PNDA	Programme national de développement agricole.
PNDAR	Programme national de développement agricole et rural.
PNR	Plan national de reboisement
PPDR	Projet de proximité et de développement rural.
RGPH	Recensement général de la population et l'habitat
SAT	Superficie agricole totale
S.A.U	Superficie agricole utile
ZE	Zones éparses

Liste des Tableaux

Tableau n°1 : Répartition des plantations par programme du barrage vert (BNEDER, 1981).	13
Tableau n°2 : Répartition les superficies (ha) des plantations dans chaque wilaya.	14
Tableau n°3 : Taux de réussite les types des plantations par période.	19
Tableau n°4 : Répartition les types des plantations par les espèces et par les périodes dans la wilaya Naâma (1972 à 1980).	23
Tableau n°5 : Répartition les types des plantations par les espèces et par les périodes dans la wilaya de Naâma (1981 à 1993).	24
Tableau n°6 : Répartition les types des plantations par les espèces et par les périodes dans la wilaya de Naâma (1994 à 2000)	25
Tableau n°7 : Répartition les types des plantations par les espaces et par les périodes dans la wilaya de Naâma Période de 2000 à 2005	25
Tableau n°8 : Distribution de la superficie totale dans la zone d'étude	26
Tableau n°8 : La répartition des forages par la zone d'étude.	35
Tableau n°9 : La répartition des puits par la zone d'étude.	35
Tableau n°10 : L'évolution de la population entre RGPH 1977 et 2017.	39
Tableau n°11 : Répartitions des populations des zones d'études par les années.	41
Tableau n°12 : Répartition du cheptel de la wilaya de Naâma	43
Tableau n°13 : La charge cheptel par les espaces pâtures dans la zone d'étude	44
Tableau n°14 : La répartition des terres agricoles en ha de la zone d'étude.	46
Tableau n°15 : Répartition de la production végétale par commune	46
Tableau n°16 : Répartition de la l'espace alfatière et forestière de la wilaya de Naâma.	49
Tableau n°17 : Données géographiques des stations météorologiques (O.N.M de Naâma).	52
Tableau n°18 : Moyennes annuelles des précipitations des deux périodes.	53
Tableau n°19 : Données climatiques des stations météorologiques (variation des précipitations pour l'ancienne et la nouvelle période).	54
Tableau n°20 : Variations saisonnières des précipitations des stations Météorologiques.	56
Tableau n°21 : Températures moyennes mensuelles pour les deux périodes.	60
Tableau n°22 : Températures moyennes mensuelles pour la nouvelle période. 60	60
Tableau n°23 : Indice de continentalité de DEBRACH.	62
Tableau n°24 : Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations	63
Tableau n°25 : Étages bioclimatiques des stations météorologiques de la zone d'étude.	64
Tableau n°26 : Indice de De Martonne (1926).	65
Tableau n°27 : Indices de sécheresse.	67
Tableau n°28 : Quotient pluviothermique d'Emberger.	71
Tableau n°29 : Moyennes mensuelles de la vitesse (m/s) des vents de la période (1990-2018)	73
Tableau n°30 : Les nombres des jours des vents	74
Tableau n°31 : Moyennes mensuelles de sirocco	74
Tableau n°32 : Moyennes mensuelles la tempête de sable	74
Tableau n°33 : Moyennes mensuelles de neige durant la période (1990-2018).	75
Tableau n°34 : Moyenne mensuelle de l'humidité durant la période (1990-2018).	75
Tableau n°35 : Réaction du pH dans le sol.	96
Tableau n°36 : Echelle d'interprétation de matière organique	98
Tableau n°37 : Classification des sols suivant la teneur en % de carbonate (Lambert, 1975).	98
Tableau n°38 : Analyses physico-chimiques du sol des échantillons.	99
Tableau n°39 : Analyse descriptive de la circonférence, du diamètre et de la hauteur	101
Tableau n°40 : Analysis statistic for the physical parameter of the soil	108
Tableau n°41 : valeurs propres et variabilité	114
Tableau n°42 : Caractéristiques statistiques des placettes échantillonnées	118
Tableau n°43 : Coefficients de corrélations.	123
Tableau n°44 : valeurs propres et variabilité.	127
Tableau n°45 : Matrice de corrélations	127
Tableau n°46 : Corrélations carrées des variables initiales	128
Tableau n°47 : Pourcentages des Types Biologiques de la zone d'étude.	134
Tableau n°48 : Indice de perturbation des stations étudiées	139
Tableau n°49 : Types morphologiques de la zone étude	139
Tableau n°50 : Pourcentages des types biogéographiques de la zone d'étude.	151
Tableau n°51 : Valeurs propre et pourcentage d'Inertie de l'A.F.C	145
Tableau n°52 : Degré de pressions menace dans la zone d'étude.	156

Table de Matières

Remerciements	
Publications	
Résumé	
Liste des figures	
Liste des photos	
Abréviations	
Liste des tableaux	
Introduction générale.....	01

Premier partie : Analyse bibliographique

Chapitre I : Présentation du barrage vert en l'Algérie	
Généralité	04
I.1. Définition et délimitation	05
I.2. Géologie, géomorphologie et la morphologie	07
I.3. Les pentes	11
I.4. Bilan de réalisation	13
I.5. Les essences du Barrage vert	16
I.5.1. Les résineux	16
I.5.2. Les feuillus	17
I.5.3. Les arbres fruitiers	17
I.5.4. Les plantations herbacées	17
I.6. Les plantations du barrage vert par périodes	18
Chapitre II : Présentation du Barrage vert dans la wilaya de Naâma	
II.1. Les plans d'aménagements.....	20
II.1.1. Le plan national de reboisement	20
II.1.2. Le plan d'action national pour la lutte contre la désertification	20
II.1.3. Le plan national de développement agricole et rural	20
II.1.4. Plans quadriennaux	21
II.1.5. Programmes spéciaux.....	21
II.1.6. Le programme des grands travaux	21
II.1.7. Le programme complémentaire de soutien à la croissance	21
II.1.8. Le programme spécial des Hauts Plateaux	22
II.2. Délimitation du Barrage vert	22
II.3. Bilan réalisation.....	22
II.3.1. Période de 1972 à 1980	23
II.3.2. Période de 1981 à 1993	24
II.3.3. Période de 1994 à 2000	25
II.3.4. Période de 2000 à 2005	25

Deuxième partie : Analyse et synthèse des données du milieu

Chapitre I : Milieu physique	
I.1. Situation géographique.....	26
I.2. Cadre géologique	28
I.3. Cadre géomorphologique	30
I.4. Cadre hydrographiques	32
I.5. Cadre pédologique	36
Chapitre II : Etude socio-économique	
I. Introduction.....	39
II. La population	39

II.1. Evolution de population	39
II.2. Répartition de la population	41
III. L'agropastoralisme et utilisation de l'espace	42
III.1. Evolution de l'effectif du cheptel	42
III.2. La charge animale	44
IV. Occupation du sol	45
IV.1. Les terres agricoles (SAT)	46
IV.2. Les terres forestières	47
V. Conclusion.....	50

Chapitre III : Eude bioclimatique

I. Introduction	51
II. Méthodologie	51
III. Résultats et discussion	52
III.1. Précipitation	52
III.1.1. Les régimes pluviométriques	52
III.1.2. Régimes mensuels	53
III.1.3. Régimes saisonniers	56
III.2. Le facteur thermique	58
III.2. 1. Température moyenne mensuelle	59
III.2. 2. Moyenne de minima du mois le plus froid « m »	62
III.2. 3. Moyenne de maxima du mois le plus chaud «M »	62
III.2. 4. Amplitude thermique, indice de continentalité	62
IV. Synthèse bioclimatique	63
IV. 1. Classifications des ambiances bioclimatiques en fonction des précipitations annuelles.....	63
IV. 2. Classification des ambiances bioclimatiques en fonction de "T" et "m »	64
IV. 3. Indice d'aridité de De Martonne	64
IV. 4. Indice xérothermique d'Emberger	67
IV. 5. Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN	67
IV.6. Quotient pluviométrique d'EMBERGER	71
V. Autres facteurs climatiques	73
V.1. Les vents.....	73
V.2. Enneigement	75
V.3. Gelée	75
V.4. Humidité atmosphérique.....	76
VI. Conclusion.....	77

Troisième partie : Méthodes d'études

I. Présentation la zone d'étude	78
I.1. Choix des stations.....	78
I.2. Physiographie des stations d'études.....	78
I.3. Echantillonnage et installation des placettes	89
II : Paramètres d'études.....	94
Chapitre II. Approche édaphique	
I. Introduction	94
II. Prélèvement des échantillons	94
III. Paramètres physico-chimiques	95
III.1. Analyses physiques	95
III.2. Analyse chimique	96
Chapitre III : Dendrométrie	
I. Mesures dendrométrie	100
I.1. Les variables topographiques.....	101

I.2. Les variables dendrométriques	101
I.3. Variables transformées (structure spatiale)	102
Chapitre IV : Analyse floristique	
I. Introduction	104
II. Caractérisation floristique des stations d'études	104
II.1. Répartition des relevés.....	104
II.2 Méthode de réalisation des relevés floristiques	104
II.2.1. Détermination floristique	105
III. Analyse floristiques multi-variée	106
V. Traitement des données floristiques	107

Quatrième partie : Résultats et Discussions

Chapitre : Analyse pédologie	
I. Etude pédologie.....	108
I.1. Analyse physique (Granulométrie).....	108
I.2. Analyse chimique.....	110
I.3. Relation entre les paramètres physico-chimiques des sols étudiés.....	113
Chapitre : Mesures dendrométriques	
I. Caractéristiques dendrométriques des placettes-échantillons du Pin d'Alep ...	117
I.1. Analyse descriptive des paramètres dendrométriques	117
I.2. Densité et surface terrière des peuplements	120
I.3. La surface terrière	120
I.4. Coefficient d'élancement ou la stabilité.....	121
II.5. La relation entre hauteur-circonférence.....	123
II.6. Affinités entre les variables et les stations	126
Chapitre : Diversité biologiques et Phytogéographique	
I. Introduction	129
II. Composition systématique	129
III. Type biologique	133
III.1. Indice de la perturbation	138
IV. Caractéristique morphologique	139
V. Caractérisation Biogéographique	141
VI. Analyse factorielle multi-variée	143
VI. 1. Individualisation des groupements végétaux	143
VI.2. Signification écologique des axes factoriels (AFC)	143
VI. Conclusion	147
Chapitre : Aspect cartographique	
I. Introduction.....	150
II. Commentaire de la carte.....	150

Cinquième partie : Dynamique des Peuplements du Barrage vert

I. Introduction	156
II. Analyse des pressions et des menaces	156
III. Contraintes écologiques sur le développement du Barrage vert	158
III.1. Contrainte climatiques	158
III.2. Contraintes édaphiques	160
III.3. Pression humaine sur la phyto-diversité de reboisement	164
III.4. Etat sanitaire	167
IV. Conclusion	168
Conclusion générale et Perspectives	170

Introduction Générale

Introduction :

A partir des années 1970, l'Algérie met en œuvre un projet du Barrage vert situé à la limite septentrionale saharienne. Ce plan s'insère dans le cadre des différents programmes de développement des zones steppiques initiés par le gouvernement.

Au départ, le Barrage vert était comme étant une action de reboisement réhabilitant le Pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) espèce assez abondante dans nos milieux préforestiers, sur une bande aride est/ouest qui avoisine les 3 millions d'ha (1500 km x 20 km) à vocation pastorale, comprise entre les isohyètes 200 et 300 mm/an. Les objectifs étant quantitativement trop ambitieux pour être faisables dans le cadre des structures et institutions ordinaires, la mise en œuvre par l'armée nationale populaire s'imposait.

D'après **Ballais (1994)**, l'opération du barrage vert lancée en 1972 par l'Algérie est inspirée du modèle appliqué par les soviétiques et les chinois. Ce modèle consiste en un projet élaboré dans les années 1950 pour encercler le grand désert du Gobi par une ceinture verte afin d'arrêter le sable. Le mot reboisement est réservé aux travaux ayant en vue de reconstituer une forêt plus ou moins disparue ou d'en créer de nouvelles en terrains nus (**Boudy, 1952**).

Dans la plaine Sud-ouest Algérie, la position au cœur d'un écosystème fragile, le territoire de la wilaya de Naâma se caractérise par un milieu steppique fortement soumis à fléaux comme : la dégradation et la régression du couvert végétal, problème d'ensablement dans nombreuses localités et le risque de crues et d'érosion hydrique. A cet effet, la lutte contre la désertification fléau menaçant demeure l'axe principale autour duquel sont orientés tous les programmes de développement du secteur de l'agriculture en général, et de forestière en particulier.

La wilaya de Naâma avait été programmée initialement pour recevoir des travaux de reboisement. Le Barrage vert se trouve sur des terrains plats ou de faible pente, le long de la route nationale (RN6) et autour des agglomérations comme une ceinture verte de protection.

Les reboisements sont en majorité à base de *Pinus halepensis* (espèce résineuse) et accessoirement d'Eucalyptus avec de rares Cupressus, la majeure partie a été effectuée entre 1972 et 1980. Selon **Zair (2011)**, depuis les années 70, plus de 21.000 ha de plantations forestières ont été réalisées à travers la wilaya de Naâma sous différentes formes : bande forestière, boisement de masse, boisement pastoral, ceinture verte, fixation des dunes, bande verte, repeuplement, plantation pastorale, etc.

Cette espèce résineuse et donc la plus utilisée dans les programmes de reboisement des sols dégradés (**Maestre et Cortina, 2004**). L'espèce en question est la plus convoitée dans les différentes plantations réalisées. Le but principal de l'introduction de cette espèce ligneuse dans le reboisement des espaces arides et semi-arides a été de lutter bien entendu contre la désertification et aussi d'arrêter ou de stopper carrément l'avancée du sable, un vœu souhaité par la majorité des gestionnaires de ces écosystèmes pré-désertiques.

Or, plus que les autres espèces végétales naturelles en Algérie, *Pinus halepensis* Mill occupe une aire géographique difficile qui est l'une des plus exposées aux changements climatiques et à la déprédation anthropique du fait de sa difficile régénération. La sécheresse récurrente des dernières décennies, l'extension du bâti ainsi que l'exploitation effrénée des parcours par des troupeaux de plus en plus mobiles, font que cette essence est de plus en plus menacée dans son aire biologique.

Sur une période de plus de 40 années, le manque d'une évaluation quantitative et qualitative des opérations de reboisement réalisé, a toujours été un problème majeur pour les différents intervenants au niveau de cet espace.

Dans ce cadre la question qui se pose :

- Les facteurs écologiques principalement : les facteurs climatiques et édaphiques influent-ils sur la phénologie et les réactions comportementales du *Pinus halepensis* dans une zone continentale de Naâma (Sud-ouest Algérien) ?
- Cette zone localisée à la limite septentrionale peut-elle apporter les explications sur les aspects liés à la croissance de cette résineuse très convoitée ?
- Cet espace reboisée dont les formations végétales actuelles sont-elles dans un état de dégradation avancée ou en voie de l'être ?
- Ce travail peut-il contribuer à la connaissance de sa croissance dans un environnement bioclimatique aride à variantes froides et fraîches et apporter les renseignements attendus sur le plan scientifique et socio-économique ?

Pour tenter de répondre à ces attentes cette étude traitera successivement les chapitres suivants :

- ✚ Cadre physique de la zone d'étude où nous aborderons successivement : le recouvrement végétal, la géologie et l'hydrologie.
- ✚ Approche bioclimatique qui abordera une étude diachronique du bioclimat dans différentes stations météorologiques situées dans le Sud-Ouest de l'Algérie pour retirer la différence qui s'y produit entre les deux périodes.

- ✚ Approche édaphique pour expliquer certaines relations qui lient les peuplements reboisés aux facteurs du milieu en particulier les paramètres édaphiques.
- ✚ Dynamique de peuplement végétale qui se base sur l'analyse diachronique des formations reboisée pour mettre en évidence et comprendre les changements de l'organisation spatiale des structures paysagères au cours du temps sous l'impulsion des activités humaines et naturelles. L'étude aura pour objectif d'appréhender les menaces qui pèsent sur les peuplements reboisés, d'évaluer les impacts environnementaux et sociaux de cet investissement.
- ✚ Les données floristiques seront traitées statistiquement afin de connaître de l'impact des reboisements du barrage vert sur la biodiversité floristique, suivie d'une approche cartographique.
- ✚ En fin de compte, nous présentons une conclusion générale sous forme de synthèse.

Premier Partie

Présentation général du Barrage vert

Introduction :

La steppe Algérienne forme un ruban sur la superficie globale de **20 millions d'hectares**, situées entre l'Atlas tellien au nord et l'Atlas saharien au sud. Elle présente une entité géographique bien différenciée en raison de l'aridité de son climat, de son hydrologie, de la nature de son sol, de sa végétation, de l'occupation des terres et de mode de vie de ses habitants **Le Houerou (1985)**.

Ce territoire a subi par plusieurs phénomènes ; Certains spécialistes et les chercheurs expriment de dégradation réversible, d'autres de dégradation irréversible et de désertisation (**Bensouiah, 2003**). Cette dernière est le résultat d'une progression des situations désertiques dans des zones bioclimatiques limites, en fonction des modifications du climat de type thermiques et hydriques **Quèzèl (2000)**.

A l'indépendance, Algérie entrepris un grand nombre des actions. Tous les politiques d'amélioration pastorale ont porté essentiellement sur les parcours steppiques et cheptel à base de l'élevage ovin, ces organisations sont nombreuses et très peu ont donné des résultats positifs allant dans le sens de l'amélioration des parcours (**Nedjraoui et Bedrani, 2008**).

D'après **Abaab et al, (1995)**, il y a quatre grandes périodes pour caractériser l'évolution des politiques de développement des zones steppiques : Dans les premières années **1962 à 1975** , seule la dimension de reboisement a été retenue à des fins de régénération des terres perdues par les incendies et l'exploitation non contrôlée, la protection des bassins versants contre l'érosion hydrique et le développement de l'activité économique sylvicole.

Conscientes de cette situation alarmante, les autorités l'Office National des Travaux Forestiers (**O.N.T.F**) ont entrepris un vaste programme de reboisement, qui prévoyait la plantation d'une forêt de protection de **15 à 20 km** de profondeur aux frontières du désert, aussi bien au Nord qu'au Sud de Algérie, afin de réduire le processus de désertification et surtout de mettre en valeurs des zones présahariennes. Ainsi donc est née l'idée du Barrage vert.

I. Présentation du barrage vert en l'Algérie :

I.1. Définition et délimitation :

L'idée de ceinture verte est née dans les années **1950**, bien avant la conférence des Nations unies sur la lutte contre la désertification organisée en **1977** à Nairobi (**O.S.S, 2008**), les projets les plus connus sont ceux de la ceinture verte de Niamey (**1965**), du barrage vert en Algérie (**1974**) et celui de ceinture verte de Nouakchott (**1975**).

En Algérie, les travaux du Barrage vert lancé en **1974**, qui relie les frontières Algériennes occidentales aux frontières orientales avec une distance de **1500 Km** sur une largeur moyenne de **20 Km**, s'étale sur une superficie de **3 millions d'hectares** ; Couvrant les zones arides et semi-arides comprises entre **200** et **300 mm** (**M.H.E.F., 1984**).

Le Barrage vert opération d'introduction massive de la végétation forestière dans la steppe, tant dans un but de production que de protection ; Ses objectifs principaux sont la protection des espaces arides contre l'ensablement, la lutte contre la déforestation et l'érosion via l'accroissement du capital productif forestier.

Ce projet était pris en charge par le haut-commissariat au Service national, qui avait installé des unités de réalisation composées de jeunes militaires ayant subi une formation technique accélérée, leur permettant l'exécution du programme qui leur était confié. En plus de cet organe et vu la grandeur du projet, il y avait aussi d'autres entreprises participantes dans sa réalisation, telles que l'Office national des travaux forestiers. Tandis que les services de l'administration forestière avaient eu pour rôles la surveillance et le suivi de chaque partie du projet existante au niveau des wilayas concernées.

A partir des années **1980**, le concept du Barrage vert évolue vers un ensemble d'actions de développement agro-sylvo-pastoral dans la même zone qu'initialement (**O.S.S., 2006**). Cette opération a pour point de départ les massifs forestiers préexistants (Fig.2) déjà à Ain sefra, El Bayadh, Aflou, Djelfa, Boussâada, Batna, Tébessa, Khenchela, Msila, Bouira, Médéa, Laghouat. Les wilayas de Bordj Bou Arreridj, Sétif et Biskra sont effleurées par ce tracé mais non concernées par les réalisations.

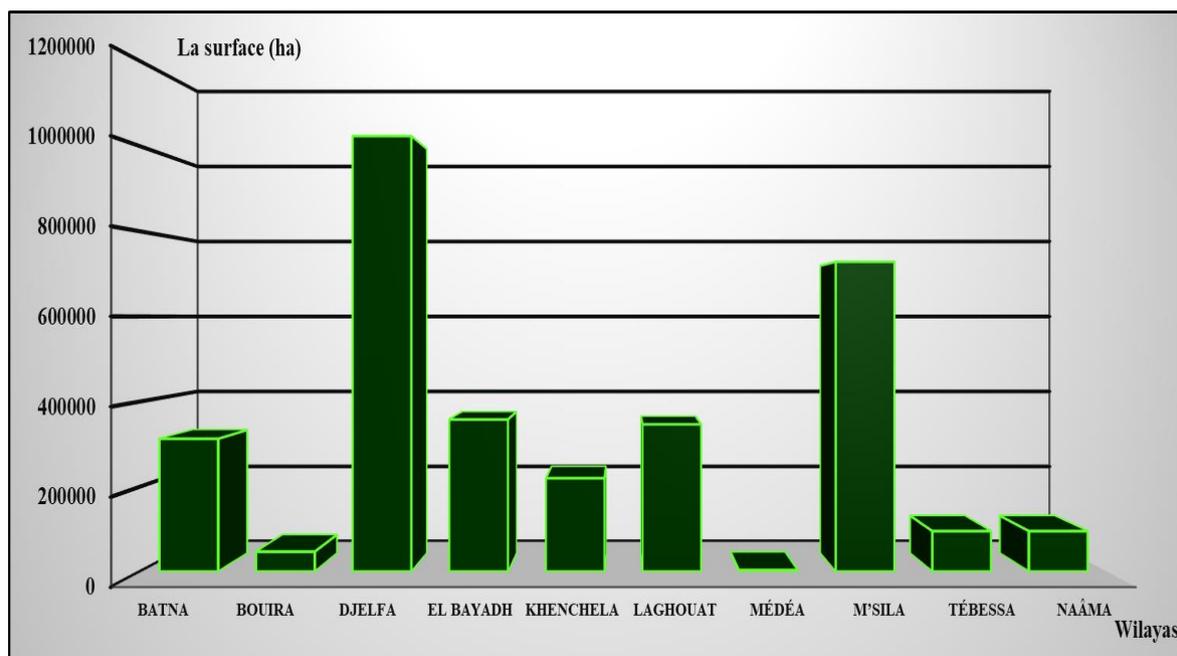


Figure n°1 : Bilan général (A.N.F., 1991).

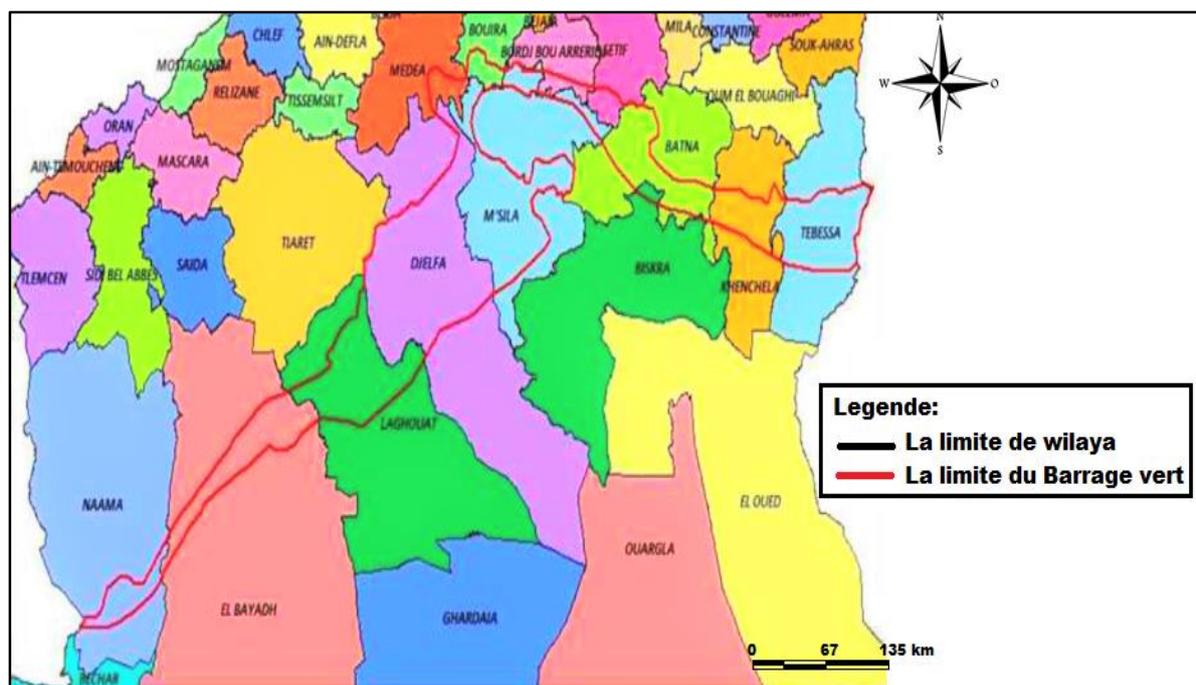


Figure n°2 : Limite du Barrage vert en Algérie (Source BNEDER, 1981).

I.2. Géologie, géomorphologie et la morphologie :

L'Atlas saharien est formé par des chaînons orientés Sud-ouest, Nord-est. L'élargissement de certaines dépressions et leur réunion en larges couloirs méridiens délimite trois secteurs (Fig. 4):

- À l'Ouest, les Monts des Ksour ont des formes diverses et culminent à près de **2 100 m**. Deux vastes dépressions axées sur les oueds (Krada et Ghassoul), les séparent du massif du Djebel Amour dont la zone centrale (Aflou) est bordée par des crêtes alternant avec des dépressions.
- À l'Est, l'Atlas saharien se termine par les massifs des Aurès et des Nememchas. Les Monts des Ouled Naïl présentent une topographie plus aérée, des crêtes et des chaînons étroits dominant de vastes cuvettes, les altitudes diminuent **1500 m**.
- Au Sud, l'Atlas saharien se termine par les Monts du Zab où la chaîne se rétrécit et s'abaisse de façon sensible. il doit ses traits tectoniques principaux à la phase atlasique, qui se serait produite au lutétien (**Guiraud, 1973**).

L'aire du Barrage vert se trouve calés entre **800 et 1400 mètres** d'altitude (Fig.3). Au-delà de cette tranche altimétrique, d'ailleurs caractéristique des hautes plaines steppiques, les terrains de hautes altitudes se raréfient pour ne représenter que **8%**. Les terres de relative basse altitude (< à **800 mètres**) occupent, quant à elles, **15%** de l'étendue globale. Les altitudes extrêmes sont de **375 mètres** pour le point bas situé au niveau de chott El Hodna, dans la wilaya de Msila et **2186 mètres** pour le point haut localisé sur le sommet de djebel Mzi dans la wilaya de Naâma.

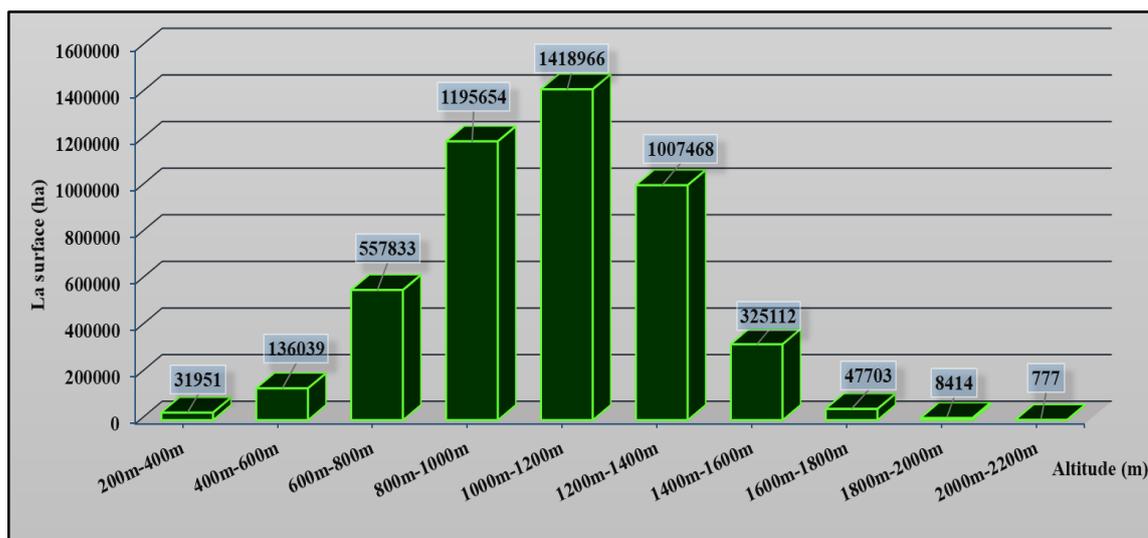


Figure n°3 : Les superficies par tranches d'altitudes.

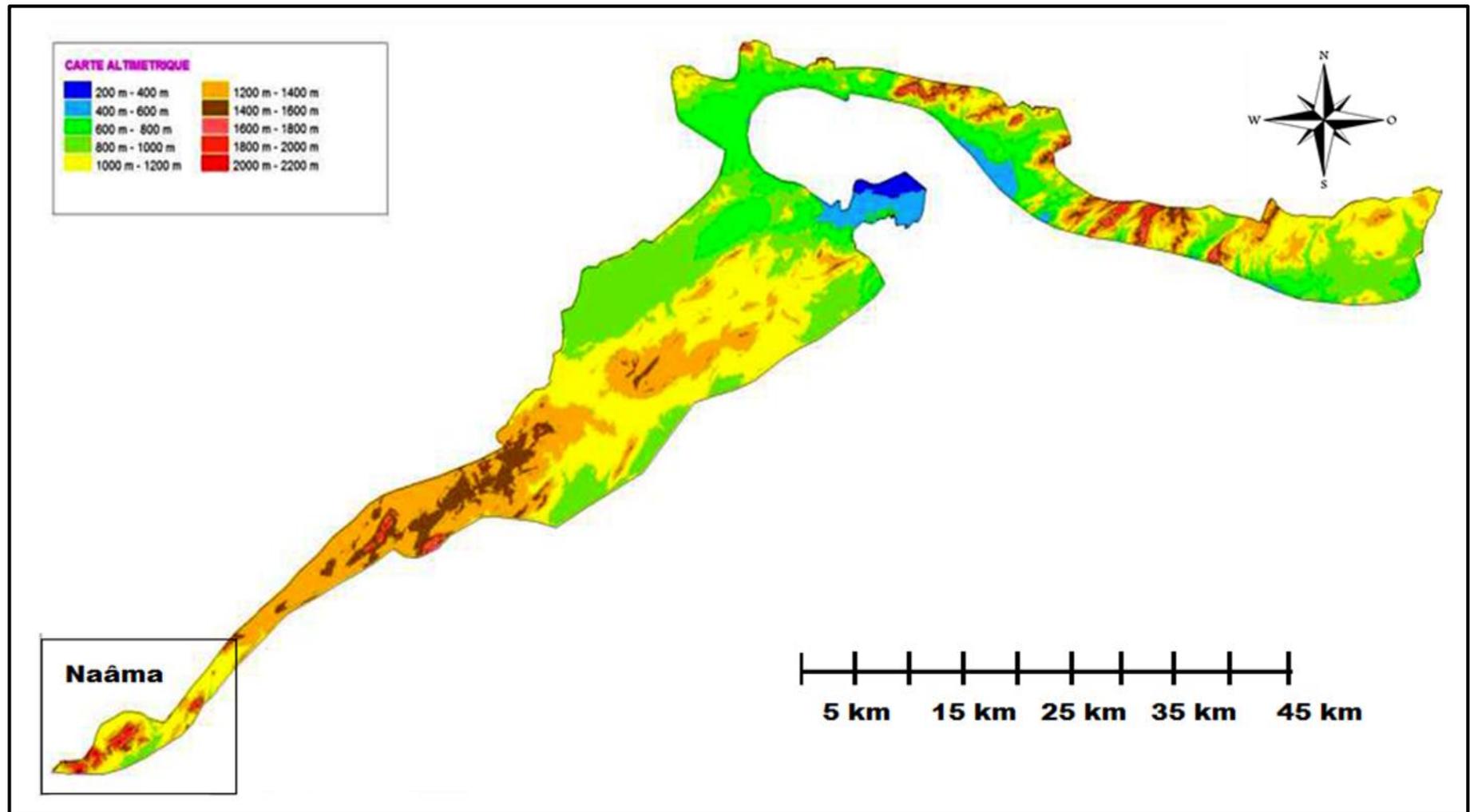


Figure n°4 : La carte altitude du Barrage vert (BNEDER, 2014).

Le Barrage vert, une forte présence des reliefs montagneux (Fig. 5), qui correspondent globalement à des zones d'assez haute altitude avec des versants à pente plus ou moins forte. Les plus hauts sommets correspondent le plus souvent à des affleurements rocheux dénudés et escarpés. Ces reliefs montagneux occupe une superficie importante, elle est de **1 400 450 hectares**, ce qui représente **37.85%** du totale de la zone d'étude.

Par ailleurs les glaciers sont omniprésents. Les glaciers prédominent ils représentent plus de **53%** du total, ils s'étendent sur **1 961 740 hectares**. Pour ce qui est des autres formes géomorphologiques présentes dans la zone d'étude les plaines hautes plaines steppiques occupent une superficie de **234 580 ha**, soit **6,34%** du périmètre d'étude, dont (**24 050 ha**, soit **10.25%**) de cette unité sont des zones inondables, une bonne partie de ces plaines est situées dans les wilayas de Djelfa et de Msila.

Autre forme géomorphologique, les plaines hautes plaines steppiques occupent une superficie de **234 580 h**, soit **6,34%** du périmètre d'étude, dont **24 050 hectares** soit **10.25%** de cette unité sont des zones inondables. Une bonne partie de ces plaines est situées dans les wilayas de Djelfa et de Msila.

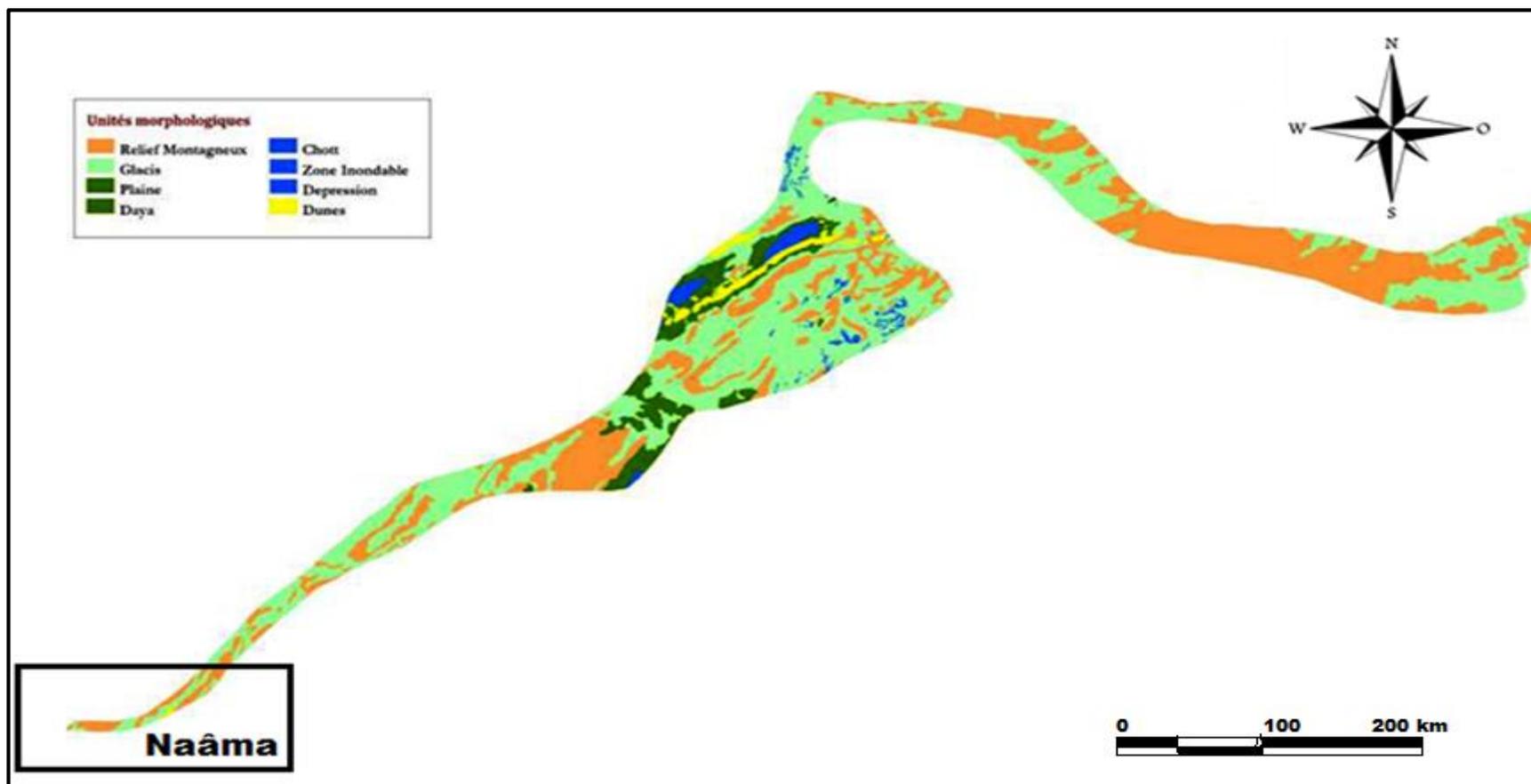


Figure n°5 : La carte morphologique du Barrage Vert (BNEDER, 2014).

I.3. Les pentes :

Les différentes pentes sont extraites numériquement du MNT, il est adopté quatre classes des pentes qui participent à une meilleure caractérisation du relief et qui peuvent rendre un aperçu sur les possibles vocations des terres à partir de leurs configurations morphologiques. La distribution spatiale de ces configurations est reproduite dans la carte (Fig. 6). Ces classes s'articulent comme suit :

- Pentes faibles inférieures à **12%** occupe à **81.5%**, ceci correspond parfaitement à la configuration du terrain et aux unités morphologiques qui constituent la zone du barrage vert où les zones de glacis et de plaines représentent **60%** des terrains, seulement cette catégorie de terres pourrait être "inapte" aux reboisements.
- Pentes moyennes comprises entre **12 %** et **25%** détient **12.9%** de l'assiette globale et constitue une zone de transition vers les hauts de versants de montagnes.
- Pentes fortes et très fortes comprise **25%** et **40%** sont présentes mais restent peu représentées **4.2%**. Elles correspondent aux sommets dénudés et escarpés des hautes montagnes.
- Pentes très fortes, supérieures à **40%**.

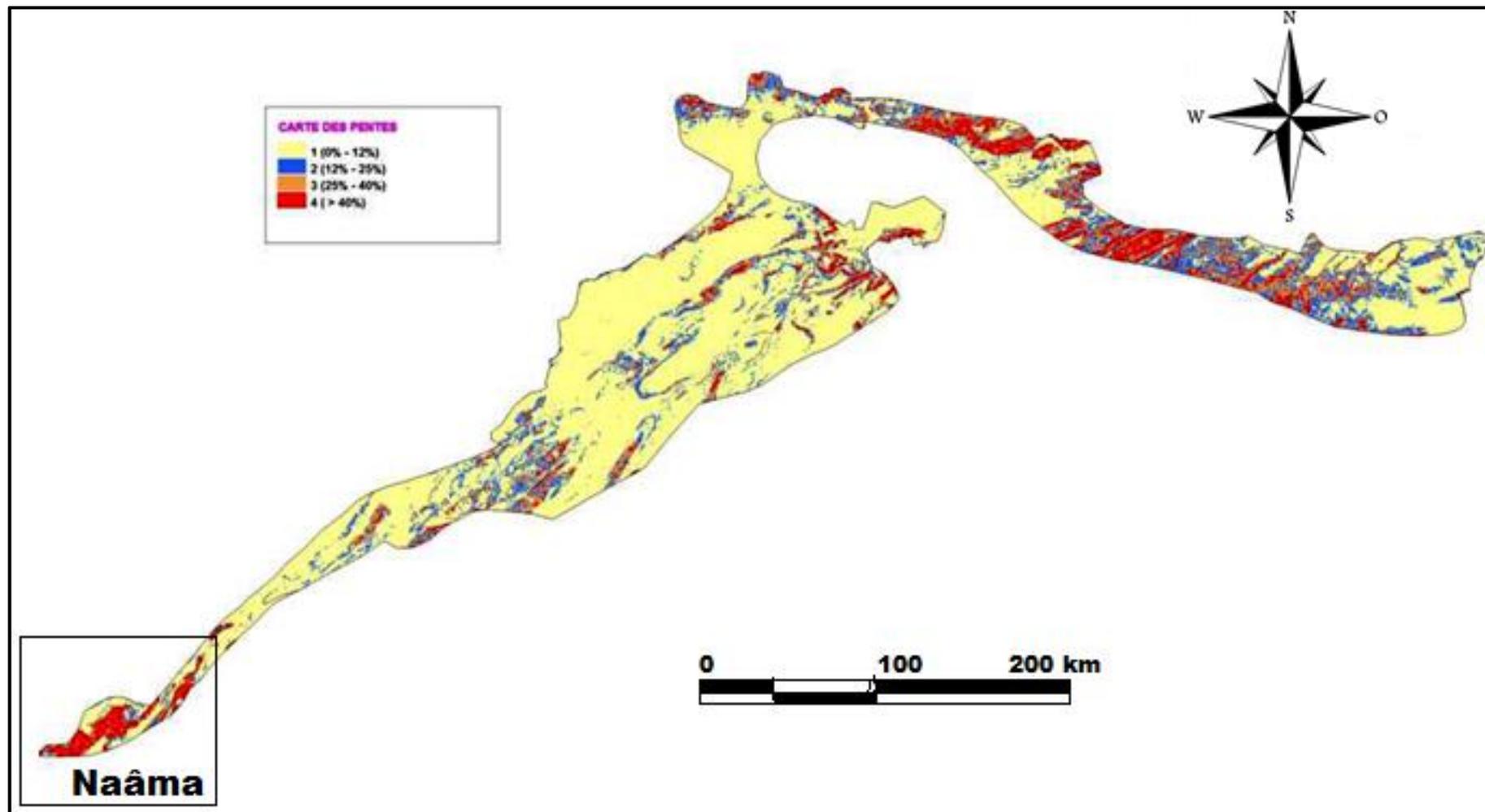


Figure n°6 : La pente du barrage vert en Algérie (BNEDER, 2014).

I.4. Bilan de réalisation :

Selon (Kadhi et al., 2006), le barrage vert est composé désormais d'une bande discontinue de cultures irriguées à haute valeur ajoutée (maraîchage, cultures fourragères et arboriculture fruitière pour l'amélioration des revenus des populations locales), de parcours aménagés et gérés de façon rationnelle (plantations d'arbustes fourragers et mises en défens) et des plantations forestières.

Le présent d'un bilan de réalisation est entamé dans le tableau 1. Il reprend toutes les plantations effectuées sur l'aire du barrage vert : le reboisement, les plantations fourragères, la mise en défens des parcours, de travaux de fixation des dunes et de développement de l'arboriculture.

Tableau n°1 : Répartition des plantations par programme du barrage vert (BNEDER, 1981).

Programme	Action	Surface de réalisation (ha)	Surface de planimétrie (ha)	Taux%
Barrage vert	Reboisement	76700	59037.43	85.5%
	Plantation pastorale	8369	8379.11	12.1%
	Traitement de dune	540	892.52	1.3%
	Plantation fruitière	338	338	0.5%
	Plantation mixte	281	377.82	0.5%
Total		86138	69024.88	31.9%

(Source BNEDER, 1981)

Le programme du barrage vert n'occupe en fin de compte, même pas le **31,9%** du total des réalisations, dans l'aire qui lui est dédiée et n'arrive qu'en 2^{ème} de position. Le reboisement en essences forestières (essentiellement le pin d'Alep) arrive très largement en premier avec **85,5%**, suivi des plantations pastorales avec **12,1%**. Reste le **2,4%** est partagé entre les fixations de dunes et les plantations fruitières.

Tableau n°2 : Répartition les superficies (ha) des plantations dans chaque wilaya.

Action	Batna	Bouira	Djelfa	El Bayadh	khenchla	Laghouat	Médéa	M' sila	Naâma	Tébessa	Nationale
Reboisement	30217.06	3887.01	40848.78	19391.22	9193	21777.75	6714.48	17919.89	43.85	14500.63	164493.67
Traitement de dune			5744.66	501.29		459.71		1870.88	290		8866.87
Plantation pastorale	4913.16	249.98	3365.31	3880.40	881.77	798.60		987.85	50	1931.25	17058.32
Plantation fruitière	1533.93	523.99		129.45	477.59	550.06	365.27	1247.39	400.04	1583.41	6811.13
Plantation mixte						280.73		3191.23			3471.96
Fixation de berge							133.59	76.38			209.97
Plantation de Bousque				2.36							2.36
Mise en défends	700.33			6000.11	3945.32			4022.26		950.10	15618.12
Total	37364.48	4660.98	49959.08	29904.83	14497.68	23866.85	72113.34	29315.88	783.89	18965.39	216532.40

(Source BNEDER, 1981).

Le tableau 2 montre que :

Le reboisement et la reconstitution des massifs forestiers perdus sont inscrits en première ligne avec le taux le plus fort à l'échelle nationale. Aussi, la notion première de reboisement était la création de rideau d'arbres forestiers en travers de l'avancée du désert, partout de protection contre l'érosion hydraulique et éolienne.

Les plantations pastorales associées aux mises en défends des nappes et parcours d'alfa, Ce domaine particulier n'est pas l'exclusivité de la DGF car une autre institution spécialisée du MADR, qu'est le HCDS, y est plus présente et participe activement à l'amélioration et la protection des terres steppiques à usage pastoral. Ces dernières sont, actuellement les plus vulnérables aux phénomènes de désertification.

Les fixations de dunes assez timides, dans l'ensemble ne renseignent pas sur l'étendue de cette formation morphologique et ses impacts néfastes sur l'environnement, sur les infrastructures de base et sur l'activité humaine, essentiellement agricole. Les mouvements de masse des sables qui s'apparentent aux phénomènes précurseurs de la désertification, devraient retenir plus d'attention afin que les moyens de lutte soient à la mesure de leur nocivité.

Enfin, les plantations fruitières surtout à la faveur des nouvelles politiques de développement rural initiées depuis l'année **2000**, connaissent un essor sans précédent et commencent à prendre place dans les coutumes et pratiques agricoles des populations des régions que parcours du Barrage vert. Dans le même sillage, les plantations mixtes (forestière-fruitière) sont en phase expérimentale (principalement dans la wilaya de Msila) et leurs résultats encouragent à un élargissement de l'expérience vers des régions à caractère montagneux où la pratique arboricole est maîtrisée telles que Batna, Khenchela, Bouira, Médéa.

I.5. Les essences du Barrage vert :

BNEDER (1981), les principales des espèces a été réalisées dans le Barrage vert sont :

I.5.1. Les résineux :

Le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) : Dans les **100 mille hectares** de reboisement qui avaient été concrétisés se composent principalement de Pin d'Alep. Le choix posé sur cette espèce s'explique par le fait que le Pin d'Alep prospère facilement dans cette région **Greco (1996)**.

L'évolution de l'utilisation du pin d'Alep dans les reboisements est : 1970-1981 : **100%**, 1982 : **90%**, 1983 : **70%**, 1984 : **65%**, 1985 : **50%** (**A.N.F., 1991**)

Durant ces dernières années, le reboisement avait changé d'ampleur, en utilisant des espèces variées comme brise-vent dans les régions pastorales, autour des villages en tant que ceinture verte, aussi dans les zones forestières ; Dans l'espoir d'acquérir plusieurs objectifs, notamment, la protection et la production de bois et de fourrage :

- **Le pin Brutia (*Pinus brutia*)** : est une sous espèce du pin d'Alep ; Il est actuellement planté à titre expérimental.
- **Le Pin Maritime (*Pinus pinaster*)** : est spontané dans l'est de l'Algérie ; il convient pour les terrains légers siliceux et bien drainés.
- **Le Pin Pignon (*Pinus pinea*)** est une essence introduite. Ce demande un sol profond peu chargé en calcaire, il résiste en vent.
- ***Pinus radiata*** : Arbre à croissance très rapide mais s'élaguant mal, utilisé dans les sols profonds et frais du littoral.
- **Le Pin des Canaries (*Pinus canariensis*)** et **le Pin de Coulter (*Pinus coulteri*)** : grand arbre à planter dans les sols profond calcaire du littoral.
- **Le cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica*)** : est un grand arbre à croissance lente à planter en altitude plus de **1000 m**, la multiplication se fait par semis direct ou par repiquage de plants de deux ans élevés en godet ou en tube de polyéthylène.
- **Le Cyprès vert (*Cupressus sempervtens*)** : est une essence frugale de plaine et montagne (**800 à 1000 m**). L'arbre, à la rigueur, se contente de sols rocheux fissurés, utilisé aussi dans les plaines comme brise- vent, sa croissance rapide sur rootage.

I.5.2. Les feuillus : Comme :

- **L'Eucalyptus**
- **Le peuplier d'Italie ou noir (*Populus nigra*)** à forme pyramidale une variété, est adaptée aux hauts plateaux.
- **Le Peuplier Raverdeau** : est originaire du sud constantinois.

I.5.3. Les arbres fruitiers :

En plus d'espèces fruitières tels de vergers d'oliviers, d'amandiers et de caroubiers dans les conditions favorables ainsi créés restitue au terrain une productivité accrue et garantit pour l'avenir la rentabilité des travaux de premier établissement. Dans la région des Hauts-Plateaux où domine l'économie pastorale, on se préoccupe aussi de mettre en place des arbres tels que le figuier de Barbarie, le mûrier, le frêne, le févier inerme, susceptibles à la fois de fixer le sol et de fournir des rations fourragères de complément pour la nourriture du bétail.

I.5.4. Les plantations herbacées :

La plantation herbacée se multiple soit par semis directe ou par replantation d'éclats de touffes. Dans les hauts plateaux, les herbes vivaces sont utiles pour reconstituer et enrichir les parcours à condition qu'elles essaient facilement (**BNDER, 1981**). Ce genre des plantations se basait principalement sur quelques espèces comme :

- ***Atriplex halimus*** : rustique vis-à-vis du climat et du sol, il supporte bien la salinité, la valeur nutritive est **0.26 U.F/kg M.S**
- ***Atriplex nummularia*** : plus résistant à l'aridité qu'*Atriplex halimus*, il fournit un bon fourrage, la valeur nutritive est **0.30 U.F/kg M.S.**
- ***Acacia aneura*** : assez résistant à la sécheresse et au froid, c'est un fourrage apprécié par les moutons, qui en apprécient même les gousses. La valeur nutritive est **0.23 U.F/kg M.S.**
- ***Acacia salicina*** : xérophile et tolérant le calcaire, il est bien apprécié par les troupeaux. La valeur nutritive est **0.28 U.F/kg M.S.**

I.6. Les plantations du barrage vert par périodes :

A travers le tableau 3, il est reproduit le parcours historique des campagnes de reboisements et d'interventions dans le territoire découpé par le barrage vert.

La décennie **1962-1980**, coïncidant avec le lancement les premières années de mise en œuvre du Barrage vert, est la plus prolifique en termes de réalisation des reboisements, Dans cette décennie accuse des autres actions hors reboisement, à savoir les traitements de dunes, les plantations mixtes et les plantations fruitières. Les plantations pastorales n'étaient pas encore entreprises.

La période **1981-1991**, les diverses institutions proposant de multiples aménagements agro-sylvo-pastoraux que devraient contenir le Barrage vert, ont été réalisés **8505,1 ha** d'amélioration pastorale, et **4132,6 ha** des fixations de dunes, **32,02 ha** de plantation fruitières, la création de deux points d'eau, avec des corrections torrentielles sur près de **3600 km**. Ceci montre clairement la nouvelle optique prise dans le Barrage vert. A savoir un aménagement intégré des zones steppiques pour la promotion et la satisfaction des besoins socioéconomiques.

Dans la première décennie ayant suivi l'indépendance, ne peut tenir la comparaison avec les autres périodes, à cause du faible volume des réalisations qui la caractérise.

En période entre **2001-2012**, Les taux des réussites tous les types des plantations battent tous les records. Elle est enregistré la meilleure diversification des actions du Barrage vert, où les reboisements n'occupent de **53%**. Avec les autres actions occupent : les plantations fruitières de **6103,75 ha**, suivies des plantations pastorales de **4639,55 ha**, les fixations de dunes **3439,85 ha** et les plantations mixtes à **3094,14 ha**.

Tableau n°3 : Taux de réussite les types des plantations par période.

Périodes	Actions						
	Reboisement	Traitement de dune	Plantation pastorale	Plantation fruitière	Plantation mixte	Fixation de berge	Plantation de bosquet
1962-1970	8259	150,22					
1971-1980	65064,99	443,11		299,98	377,82		
1981-1990	30954,56	4132,6	8505,1	32,02			
1991-2000	29446,87	3561,62	400,93	369,38			
2001-2012	29800,86	3439,85	4639,55	6103,75	3094,14	209,97	2,36
Total	163526,28	11727,4	13545,58	6805,13	3471,96	209,97	2,36
Taux de Réussite %	82,05	5,88	6,79	3,414	1,74	0,105	0,0011

(Source BNEDER, 2014)

II. Présentation du Barrage vert dans la wilaya de Naâma :

II.1. Les plans d'aménagements :

La wilaya de Naâma est concernée par plusieurs plans des programmes de développement, Dans ce passage, nous allons nous limiter à ceux liés au reboisement.

II.1.1. Le plan national de reboisement (PNR) :

La wilaya de Naâma a été concernée par programme nationaux de développement (Plan triennal, quadriennal, quinquennal etc.), articulé sur trois types :

- La lutte contre la désertification sur **10.000 ha** à raison de **500 ha** par an, dont la fixation des dunes constitue l'action principale ;
- Les ceintures vertes sur **2.000 ha** autour des agglomérations et localités à raison de **100 ha/an** ;
- Le reboisement récréatif sur **120 ha** à raison de **06 ha/an** ;

La moyenne annuelle de réalisation n'est pas toujours respectée pour diverses raisons d'ordre :

- Technique : Moyens de réalisation, problème d'approvisionnement en plants, procédures de passation des marchés.
- Climatique : Période de sécheresse.

II.1.2. Le plan d'action national pour la lutte contre la désertification (PANLCD) :

Les objectifs de ce plan, le processus de son élaboration, les mécanismes et les modalités de sa mise en œuvre et de son suivi-évaluation sont susceptibles de faire l'objet d'une étude approfondie.

Dans la wilaya de Naâma, le premier programme de lutte contre la désertification a été enregistré en 1985 coïncidant avec la création de la wilaya, dont la fixation des dunes demeure la principale action réalisée ; Le volume annuel accordé à la wilaya diffère d'une inscription à l'autre allant de **400 ha** à **5000 ha**, avec un rapprochement entre les prévisions et les réalisations (**Zair, 2011**),.

II.1.3. Le plan national de développement agricole et rural (PNDA) :

L'objectif du PNDA vise dans ses finalités stratégiques l'amélioration durable de la sécurité alimentaire. Au titre de ce plan, **la conservation des forêts de wilaya de Naâma en 2000**, a été concernée par la reconversion d'un volume de reboisement et la fixation des dunes en plantation fruitière qualifiée de « plantation utile et économique » dont l'équivalent de **1455 ha** ont été réalisés au profit des fellahs de la wilaya.

II.1.4. Plans quadriennaux :

La wilaya de Naâma a été concernée par le deuxième plan quadriennal **1974-1977**, visait à :

- Consolider la portée économique des actions forestières ;
- Amorcer la réalisation de programmes intégrés de développement ;
- Multiplier et spécialiser les structures de réalisation (création des E.M.I.F.O.R) ;
- la spécialisation des structures de l'O.N.T.F dans les grands projets

II.1.5. Programmes spéciaux :

Ces programmes ont été conduits de **1970** à **1977** parallèlement à la période des plans quadriennaux. Les objectifs étaient surtout d'ordre social. Ils visaient à compléter à l'échelon local, l'effort national de développement du secteur agricole par des actions de reboisement et de **DRS** (défense et restauration du sol) en accordant la priorité à la promotion de l'espace et du monde ruraux les plus défavorisés, par la réalisation d'actions forestières.

Pour ces programmes, le secteur des forêts a connu la réalisation de **2600 ha** de plantations (tous les types confondus) soit **2,5 %** des réalisations nationales (**Zair, 2011**).

II.1.6. Le programme des grands travaux :

Belaaz (2003), Ce programme qui fût lancé en **1994**, comprend plusieurs actions qui touchent les zones steppiques dont **65.000 ha** de plantation forestière nouvelle et **7 900 ha** de plantation fourragère.

Dans la wilaya de Naâma, la réalisation de ce programme centralisé fût confiée en totalité aux deux structures étatiques : l'ONTF et l'EMIFOR.

L'opération « Consolidation et extension du barrage vert » qui a touché la wilaya de Naâma s'articulait sur quatre actions dont la plantation consistait à la fixation des dunes sur **7000 ha**. Le volume réalisé a atteint **5200 ha**. Sur le plan social, ces chantiers ont participé à la création d'emploi temporaire allant jusqu'à **500** ouvriers par jour (campagne **1994/1995**).

II.1.7. Le programme complémentaire de soutien à la croissance (PCSC) :

Outre les opérations d'infrastructures, le secteur des forêts a enregistré **12** opérations de plantation forestière pour une superficie totale de **2000 ha** échelonnées sur cinq ans dont certains projets sont en cours de réalisation.

II.1.8. Le programme spécial des Hauts Plateaux :

Il a été lancé en **2006**, et financé sur un fonds spécial, ce programme est destiné au développement des zones des hauts plateaux. Dans ce cadre, la conservation des forêts a enregistré deux opérations de plantation : Fixation des dunes sur **300 ha** et fourniture de brise vent sur **1000 km** accompagnées des opérations de correction torrentielle, réalisation de **02** brigades forestières et création de **02** pépinières, Ce programme a permis le renforcement des infrastructures forestières pour assurer une meilleure prise en charge des actions de reboisement.

II.2. Délimitation du Barrage vert :

Dans la wilaya de Naâma, le projet du Barrage vert a été installé le long Mont de Ksour pas loin de la limite nord de la wilaya de Béchar, sur une longueur plus étroite de **6 à 12 km** ; il s'étendant sur le territoire de l'ensemble des communes : Sfissifa, Tiout, Ain sefra, Asla-nord ainsi la frange méridionale de Naâma, débordant, même, sur le bout sud-est de la commune d'Ain ben khelil. Dans Ces zones traitées sont sujettes à des mouvements incessants de sables.

La conservation forestière de la wilaya de Naâma a demandé l'élargissement de la limite origine du Barrage vert vers dans le nord (le territoire délimité représente presque sept fois **658400 ha** de l'aire originellement circonscrite **94872 ha**).

Les principes des essences du Barrage vert dans la wilaya de Naâma sont : Pin d'Alep, Eucalyptus, Tamarix et Cyprès.

II.3. Bilan réalisation :

Lutte contre la désertification demeure l'axe principale autour duquel sont orientés tous les programmes de développement du secteur de l'agriculture en général, et du secteur forestière en particulière :

L'évolution dans la nature des programmes passant de l'aménagement et la mise en valeur dans les années **60** à la protection dans les années **70**, la sauvegarde au cours des années **80** et arrivant à la lutte à partir des années **90** témoigne de l'évolution tragique du phénomène de la désertification et explique le changement dans le temps et dans l'espace de la nature des interventions menées par l'administration des forêts.

En analysant les travaux réalisés à travers la wilaya de Naâma, nous pouvons faire ressortir quatre périodes distincts :

- Période de **1972 à 1980**
- Période de **1981 à 1993**
- Période de **1994 à 2000**
- Période de **2000 à ce jour.**

II.3.1. Période de 1972 à 1980 : Cette période est caractérisée pour la réalisation de quatre formes de reboisement, il s'agit de (Tableau 4, annexes) :

- **Les ceintures vertes :** est une plantation d'arbres autour des agglomérations qui vise à protéger les villes et leurs périphéries de l'ensablement et de l'érosion. La ceinture verte est aussi destinée à la protection d'infrastructures publiques spécifiques comme les routes (**Anonyme, 2006**).

D'après **Zair (2011)**, la ceinture verte ce sont des plantations réalisées au tour des agglomérations, elles ont été créées pour humaniser les centres de vie et fixer les sols aux alentours. Il a été réalisée sur volume de **929 ha** sont réparties sur **08** communes à travers **15** impacts avec un taux réussite de **39%** réalisé à base de Pin d'Alep et de Cyprés.

- **Les boisements de masse :** Il a été effectué sur des vastes étendues de terrains de parcours très dégradés, sur un volume de **2480 ha** avec un taux de réussite de **48%** réalisés, sont répartis sur **02** communes au niveau de **04** impacts. Ce type de boisement est réalisé à base de Pin d'Alep en association quelque fois à l'Eucalyptus, il a pour objectif d'accroître la superficie forestière qui joue un rôle protecteur (**Zair, 2011**).
- **Les bandes forestières :** sont des plantations de forme linéaire installées le long des principaux axes routiers et conçues comme de véritables corridors forestiers. Dans la wilaya de Naâma, a été réalisé sur **822 ha** avec un taux de réussite de **45%** sont localisés dans **03** communes le long de la RN6. Ces bandes forestières constituent à l'âge adulte des points d'ombre recherchés par les usagers de la route. Elles permettent également de briser la monotonie due au manque de relief (**Zair, 2011**).
- **Les boisements pastoraux :** La conservation des forêts de la wilaya de Naâma a initié un programme de boisements dits pastoraux dont l'objet est de créer des forêts paysannes pour servir d'abri au cheptel notamment en période chaude. Il a été réalisé sur **1130 ha** avec une réussite de **17%** sont au niveau de la commune d'El Biodh et Ain Sefra.

II.3.2. Période de 1981 à 1993 : Cette période a connu une certaine diversité dans les espèces et dans les opérations (Tableau 5, annexes) :

- **Fixation de dunes :** En **1886** le premier essai de fixation de dune au niveau de la zone de Mekter à Ain Sefra par le capitaine français GODRON dont les techniques utilisées consistaient à une fixation mécanique par l'étalage d'une couche de fumier suivi d'une fixation biologique par bouturage, semis et plantation, à base de diverses essences telles que le peuplier d'Italie, l'olivier de bohème, le tremble, le robinier faux acacia, le févier d'Amérique, le Tamarix (**Riston, 1890**).

Depuis **1985**, la conservation des forêts de la wilaya de Naâma a entamé les premières opérations de fixation des dunes dont les superficies augmentaient d'une année à l'autre avec l'utilisation de la méthode biologique basée sur la plantation uniquement (**Zair, 2011**). Il été réalisée sur **9460 ha** avec au taux de réussite de **51%** et réalisés principalement à base de Tamarix. Elles sont localisées dans **05** communes à travers **09** impacts. Le tamarix est une essence principale utilisée dans la fixation des dunes à travers, la plus rustique des essences dans les dunes continentales, et sa régénération par boutures se fait sans grands frais tel le cas du *Tamarix articulata* (**Greco, 1966**).

- **Ceinture verte :** Il a été réalisé sur un volume **350 ha** sont réparties sur **02** communes avec un taux réussite de **21%**, réalisé à base de Pin d'Alep et de Cyprès.
- **Populi-culture :** Il a été réalisé au niveau de la commune d'Ain Ben khelil sur la superficie de **23 ha** à **2%** de réussite
- **Repeuplement ;** Le mot repeuplement concerne plus particulièrement les travaux de semis et plantations exécutés en forêt, soit pour compléter une régénération naturelle insuffisante, soit pour regarnir les vides et clairières, soit pour introduire dans les peuplements des essences plus précieuses (**Boudy, 1952**).

En **1992**, il a été réalisé au piedmont de Djebel Aissa dans la station d'Ain Sefra à base de *Pinus halepensis* Mill., *Pistacia Atlantica*, et en **2005** à proximité du monticule de Djebel Anitar dans la station de Mecheria à base de *Pinus halepensis* Mill. (**Zair, 2011**),

II.3.3. Période de 1994 à 2000 : Cette période a connu le lancement du programme grands travaux forestiers dont la principale opération consistait à la consolidation et l'extension du Barrage vert (Tableau 6, annexes).

➤ **Le reboisement :** À partir des années **2000**, a été réalisé au niveau de **02** communes sur une superficie de **350 ha**, à base des essences : de Pin d'Alep, Cyprès et Casuarina. Sur le **20 km** au nord du chef-lieu de wilaya de Naâma, ce type de plantation a été réalisé pour coloniser les terres dénudées et traiter le couloir d'ensablement qui menace le sud de l'agglomération de Mecheria, le centre d'enfouissement technique et la localité de Touadjer (**Zair, 2011**).

➤ **La fixation de dune :** Le **1892 ha** ont été réalisées dont le taux de réussite est de **17%**. Elles sont localisées principalement au niveau de **06** communes à travers **13** impacts. Les espèces utilisées Tamarix.

A partir de **2003**, l'administration a introduit le procédé mécanique qui consiste à un carroyage à base de palmes sèches. Les opérations de fixation sont localisées au niveau des zones dunaires et visent à assurer la stabilisation des formations éoliennes qui menacent généralement les agglomérations, les infrastructures de base et les équipements publics.

II.3.4. Période de 2000 à 2005 : Les opérations durant cette période ont été inscrites dans le cadre de la lutte contre la désertification (Tableau 7, annexes).

➤ **Bande vertes :** Ce programme constitue un prolongement aux bandes forestières réalisées dans les années **70**. Cette forme de plantation est réalisée à proximité des routes nationales et chemins de wilaya, sur **480 ha** en cours de réalisation, réparties sur **03** communes. En plus du Pin d'Alep qui est utilisé à faible pourcentage, le Tamarix occupe plus de **60 %** des plantations.

➤ **Brise-vent :** Sur **730 km** réalisés au niveau des exploitations agricoles à base de Casuarina dont la réussite est estimé à **61%**.

➤ **Fixation de dune :** Sur **100 ha** localisées au niveau de Mekmen Ben Amar avec un taux de réussite actuel de **60%** réalisés à base de Tamarix.

Deuxième Partie

Analyse et synthèse des données du milieu

Chapitre I

Milieu Physique

I.1 Situation géographique :

La wilaya de Naâma dispose d'un grand ensemble d'écosystèmes, elle est abritée des influences atlantiques par le moyen Atlas Marocain et des influences méditerranéennes par l'Atlas tellien ; mais elle est en contact direct avec les influences sahariennes par la présence de certains passages qu'offre l'Atlas Saharien (Bensaid, 2006 & Haddouche, 2009). Géographiquement, la wilaya de Naâma et la zone d'étude sont situées entre les parallèles suivantes (Fig. 7) :

La wilaya de Naâma :

✚ 32°08'45" et 34°22'13" de latitude Nord

✚ 0°36'45" et 0°46'05" de longitude Ouest

Elle s'étend sur une superficie de 3 millions d'hectares.

La zone d'étude : est localisée dans la wilaya de Naâma, la partie occidentale du Sud-ouest algérien.

✚ Nord-Ouest : Latitude 34° 20' 00" N ; Longitude 1°45' 00" W

✚ Nord-Est : Latitude 34°20' 00" N ; Longitude 0°10' 00" W

✚ Sud-Est : Latitude 31°10' 00" N ; Longitude 0°10' 00" W

✚ Sud-Ouest : Latitude 31°10' 00" N ; Longitude 1°45' 00" W

Elle s'étend sur une superficie de 7962.17 Km², soit 26.70% du territoire de la wilaya de Naâma, administrativement elle appartient à quatre zones d'études la plus touchés par le reboisement (découpage administratif de 1984 institué par la loi 84-09 du 04 avril 1984).

Tableau 7. Distribution de la superficie totale dans la zone d'étude

Communes	Naâma	Mécheria	Ain sefra	El Biodh	Zone d'étude
Superficie en km ²	2525,93	703,12	1004,94	3728,18	7962.17
Surface occupée (%)	31.72%	8.38%	12.62%	46.82%	100%

La wilaya de Naâma est limitée géographiquement :

✚ Au Nord par Tlemcen et Sid Bel Abbas

✚ À l'Est par la wilaya d'El- Bayadh

✚ Au Sud par wilaya de Bechar

✚ À l'Ouest par la frontière Algéro-marocaine par une bande frontière longue de 275 Km.

La zone d'étude est limitée :

✚ Au Nord par l'Atlas tellien Tlemcen et Sid Bel Abbas ;

✚ Au Sud par l'Atlas Saharien commune : Asla, Tiout, Moghrar, Djeniane Bourzeg, Sfissifa ;

✚ À l'Ouest les chotts Gharbi et les communes : Mekmen-Ben-Amar, Kasdir, Ain-Ben-Khelil ;

✚ À l'Est par les chotts Chergui wilaya d'El- Bayadh.

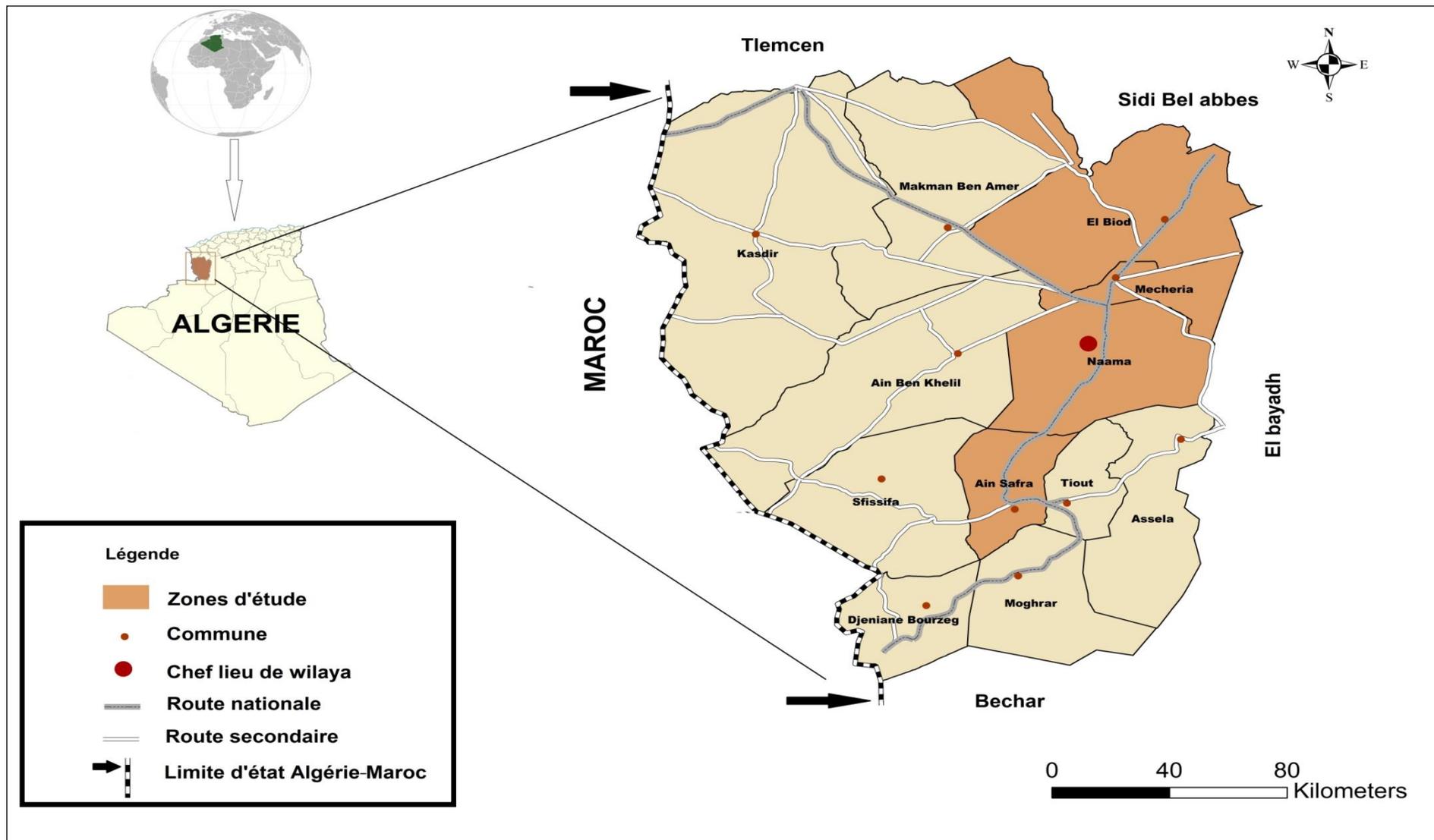


Figure n°7 : Situation géographique de la zone d'étude et wilaya de Naâma.

I.2. Cadre géologique :

La géologie est à la fois la description des roches qui composent le globe terrestre (lithosphère) et la reconstitution de leur histoire.

La zone d'étude s'organise autour de deux grandes unités structurales qui se succèdent du nord au sud : les hautes plaines et l'Atlas Saharien constitué par les monts des Ksour (Fig.8).

I.2.1. Les hautes plaines : sont formées par un matériel sédimentaire du mésozoïque transgressif, sur un socle primaire qui affleure à la faveur de cassures :

- ✚ Trias : se présente sous un faciès argileux violacé, verdâtre, riche en gypse fibreux, en haute et en cristaux de quartz. Ces dépôts sont parfois associés à des roches volcaniques (dolérites) dans lesquelles s'intercalent des niveaux carbonatés (**Haddouche, 2009**) ;
- ✚ Jurassique : la série est composée d'un Lias inférieur et moyen essentiellement carbonaté, suivi d'un Lias supérieur formé de mairies rouges à passées dolomitiques, il occupe les reliefs des hautes plaines tels que le Djebel Antar, djebel Amrag et Djebel Hafid, Djebel Souigua, djebel Melah. Par ailleurs, les dépôts du Dogger et du Malin sont représentés principalement par des dolomies ;
- ✚ Quaternaire : les dépôts du Quaternaire correspondent généralement à des alluvions anciennes des oueds (galet + sable + limons anciens), d'apports Alluvions récentes (sable + argiles), Calcaire lacustre, d'apports éolien comme des accumulations sous forme de dunes de sable (au Nord-Ouest du Djebel Antar, à l'Est du Djebel Amrag, au Sud-Ouest de sebkhat en Naâma).

Cet espace steppique à topographie monotone constituant l'essentiel des terrains de parcours, destiné essentiellement au pastoralisme, se sont trouvées à la limite de deux socles, de l'Atlas tellien d'une part, et de l'Atlas saharien d'autre part. Il regroupe la zone d'étude de Mécheria, El Biodh, Naâma.

I.2.2. L'Atlas Saharien : l'analyse structurale a permis de faire ressortir les grands traits géologiques, particulièrement les structures synclinales, formant de vastes plaines, comblées par des formations continentales du Crétacé inférieur et qui sont le siège des grands écoulements d'eau (**Hamidi, 2014**).

Sur le plan stratigraphique, deux grandes formations du secondaire affleurent : le jurassique au niveau des anticlinaux et le crétacé au niveau des synclinaux. Quant aux autres formations, on citera particulièrement :

- ✚ Le miocène continental dans la partie Nord-Ouest du Djebel Talrhemt ;
- ✚ Le miopliocène n'est présent que dans la partie Sud de la région et quelques plaques le long de l'Oued El Rhouiba ;
- ✚ Le Quaternaire couvre toutes les parties basses ;
- ✚ La dépression située entre Ain sefra et Mécheria limitée au Nord-Ouest par un alignement de petits Djebel (Djebel Gaaloui, Djebel El Arar, Djebel Kerrouch, Djebel Bou Rhenissa, Djebel Guetob El Hamara ect.) dont les formations sont jurassiques, est occupée par des dépôts continentaux du pliocène et quaternaire.

Les formations sédimentaires qui constituent les monts de l'Atlas saharien s'échelonnent du Trias au Cénozoïque avec des affleurements essentiellement du Jurassique et du Crétacé (M.A.T.E., 2015).

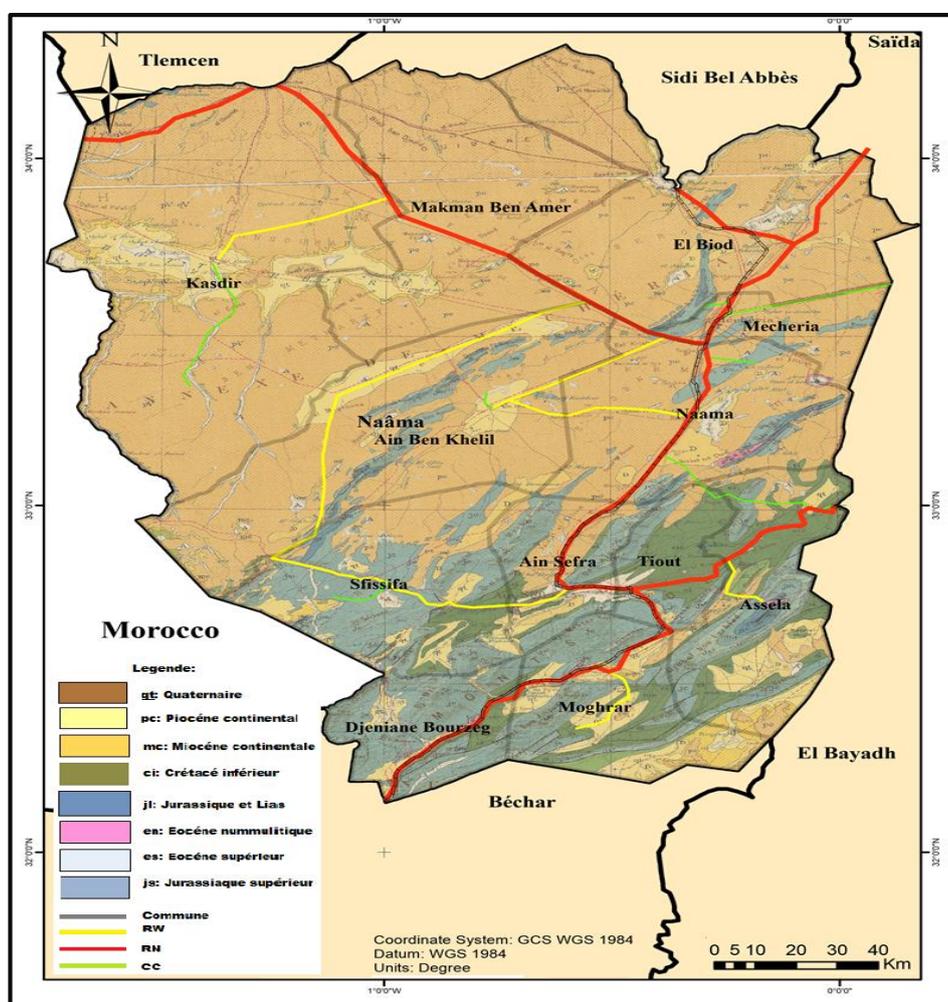


Figure n°8 : Carte Géologique de wilaya de Naâma (Extrait de la carte géologique de l'Algérie d'après Augustin et de Flotte de Roquevaire, 1923)

I.3. Cadre géomorphologique :

La géomorphologie est l'étude scientifique de formes du relief qu'est influencée sur le développement du sol. Spatialement la wilaya de Naâma est constituée par un ensemble d'unités différentes du point de vue de leur forme structurelle, leur genèse, leur lithologie et leur morphogenèse. Selon les travaux des auteurs : (Tricart, 1969 ; Pouget M., 1971 et 1980 ; Djebaili et al, 1982 ; Callot, 1987 ; Kadi Hanifi & Achour, 1998 ; Bensaid, 2006) nous nous sommes distingué les principales unités géomorphologiques qui composent la zone d'études :

I.3.1. Les reliefs

D'après Belgat (2001) « les processus de morphogenèses s'exercent en effet sur le même milieu et sont influencés par les mêmes facteurs (climat, végétation, roche mère, temps et l'homme), de sorte qu'ils interfèrent constamment sur l'évolution d'un sol. Les formes de relief sont indissociables l'un de l'autre car elles résultent toutes deux d'une infinité d'interactions s'exerçant simultanément ou de façon concurrentielle dans le temps et dans l'espace ».

(Remaoun, 1998 ; Bensaid, 2006 ; Haddouche, 2009), signalent que les djebels de la zone d'étude se présentent sous forme d'ensembles massifs à structures complexes et plus ou moins allongées et étirées suivant l'axe général du plissement Sud-Ouest et Nord-Est. Ces structures sont généralement liées à la tectonique, à la lithologie et à l'érosion. Elles sont constituées de roches dures (calcaire, calcaire dolomitique et grès) d'âge Jurassique dont la pente des versants est généralement forte.

I.3.1.1. Les hautes plaines :

L'anticlinal plus septentrional correspond au djebel Antar, petit chaînon avancé de l'Atlas Saharien à tracé en forme d'arc de cercle ouvert vers le Nord-Ouest et dont l'altitude n'atteint pas les 2000 mètres.

I.3.1.2. Les Monts de Ksour :

L'anticlinal d'âge Jurassique culminant à **2136 m** de djebel Mogrhad d'orientation Sud-Ouest Nord-Est. Il a été affecté par un accident tectonique ayant provoqué un décalage de continuité dans sa partie Sud-Ouest (cuvette de Mekhizéne). Elle abrite deux entités montagneuses alignées d'Ouest en Est

-L'entité nord regroupe par :

-  Djebel Amour **2169m**;
-  Djebel Mzi **2187m**;
-  Djebel Mir **2109**;
-  Djebel Mekter **2062m**;
-  Djebel Aissa **2236m**.

-L'entité sud regroupe par :

- ✚ Djebel Moghrad dont le point culminant, Ras Touil est à **2136m** ;
- ✚ Djebel Bou Amoud à plus **1600m** ;
- ✚ Djebel Bou Lerhfad **1690m**.

I.3.2. Les dépressions

Ce sont des zones d'épandage où s'accumulent les eaux de ruissellement. Les eaux de ruissellement empruntent les lits d'oueds à fond plat largement encaissé pour s'accumuler finalement dans des dépressions endoréiques. Dans la zone d'étude nous distinguons les dépressions (Chott, Sebkhat) et les dayas.

- ✚ Les chotts et les sebkhas sont des dépressions salées où l'on rencontre une steppe à halophytes. En effet, le paysage géographique d'hautes plaines est marqué par la présence des dépressions (chott chergui, dépression de Naâma au Sud) et les dayas.
- ✚ Les dayas sont de petites dépressions peu profondes. Les sols de dayas sont généralement plus profonds par rapport aux glacis encroûtés, ils sont occupés par l'armoise blanche (*Artemisia herba Alba* : Chih). Toutefois, la céréaliculture trouve sa place dans ces dépressions ainsi que sur les rebords. Elles sont mises en culture après avoir été défoncées ou routées pour rompre la croûte. Dans la région d'Ain sefra nous distinguons deux dépressions non salées de dimension variables :
 - Dépression de Faidjet el Betom et celle Tiout : orienté Sud-Ouest à Nord-Est entre les deux massifs montagneux parallèles (Djebel Aissa à l'Est et Djebel Moghrad à l'Ouest).
 - Dépression occupe le fond d'un couloir montagneux djebel Aissa au Nord et djebel Mekter au Sud, s'étend sur une longueur de 30 km et une largeur de 24 km et elle est drainée par l'oued Breidj.

I.3.3. Les formations et accumulations éoliennes

En fonction de la nature et de l'âge du dépôt (**Pouget, 1971 & Bensaid, 2006**) distingue les trois formes d'accumulation sableuses suivantes :

I.3.3.1. Accumulations anciennes (matériau éolien) : représenté par les champs de dunes formés aux piémonts des djebels, ce sont deux types :

- ✚ Formation au Nord de Mécheria plus précisément à l'extrémité septentrionale de Djebel Antar un champ de dunes s'est formé de la même orientation que Djebel Antar ;
- ✚ Formations dans les monts des ksours des champs de dunes sont fréquents et ils se localisent surtout dans les piémonts Nord de l'Atlas saharien.

I.3.3.2. Accumulation anciennes (matériau éolien gypseux) : comprennent l'ensemble des accumulations qui sont présente sur les bordures du chott Chergui (zone de Feggara à El Biodh) et sur les bords Sud et Est de sebkhat Naâma.

I.3.3.3. Accumulations récentes : sont fortement liées aux régimes des fréquences des vents efficaces à la nature des substrats géologiques et à la nature des obstacles (touffes de végétations, chaînons de montagnes, bloc, reg, remblais de carrière etc.) responsables de leur formation d'autre part.

I.4. Cadre hydrographiques :

Malgré l'aridité du climat, la région est pourvue d'eau souterraine importante accumulée par les chaînes atlasiques, selon **Le Houerou (1975)**, les chaînes atlasiques constituent l'essentiel des châteaux d'eau qui alimentent le ruissellement et les nappes souterraines.

Les réseaux hydrographiques sont caractérisés par leur densité et par l'existence des oueds qui sont d'origine pluviale ou souterraine qui proviennent soit directement, soit par ruissellement (Fig. 9).

I.4. 1. La zone des hautes plaines steppiques

Cette zone, qui s'inscrit dans l'aire géographique du grand bassin versant de Chott Chergui, présent un réseau hydrographique peu développé ; elle se caractérise par une topographie relativement plane et parsemée de dépressions (Chott Gharbi, dépression de Naâma), ce qui à l'origine du caractère endoréique de ces oueds.

Ces derniers sont à écoulement diffus et intermittents, ils prennent naissance en général sur les reliefs de l'Atlas saharien et terminent leur course dans la plaine au niveau des dépressions :

- ✚ Le Chott El Gharbi à l'ouest.
- ✚ Le Chott El Chergui au nord-est.
- ✚ La Sebkha de Naâma au sud-est

I.4. 2. La zone des monts des Ksour

De par son relief montagneux, cette zone présente un réseau hydrographique plus important, plus dense et plus hiérarchisé que celui de la zone nord.

Parmi les principaux oueds de la zone, on cite :

- ✚ Les oueds Tirkount, qui draine les djebels : M'zi et Mekter ;
- ✚ Les oueds Breidj et Mouilah, qui drainent les écoulements des Monts des Ksour et qui se joignent au niveau de l'agglomération de Ain sefra, pour donner naissance à l'oued portant le nom de la ville :
- ✚ L'oued Rhouiba :
- ✚ L'oued Namous, qui constitue plus au sud, vers l'Erg occidental, la zone d'épandage des eaux des monts des Ksour qui parviennent à la plaine présaharienne (**Abada, 1998**).

- ✚ L'ensemble des oueds sont définis par un écoulement endoréique
- ✚ L'oued El Breidj a un écoulement sud-ouest/nord-est
- ✚ Les oueds Ed Douis et El Rhouiba ont un écoulement de direction nord-est/sud-ouest.

Sur le plan hydrologique :

Boudjadja et al. (2005), les ressources en eaux souterraines de la wilaya de Naâma proviennent de plusieurs systèmes aquifères dont la formation est favorisée le contexte géologique.

Selon l'étude hydrogéologique sur la région réalisée par (**Mansour, Issaadi, Stamboul et Zerouial, 2008**) on considère que le potentiel en eaux souterraine relève de deux domaines.

- ✚ Les nappes profondes, exploitées principalement par les forages,
- ✚ Les nappes phréatiques, exploitées principalement par les sources.

D'une manière générale, les travaux de l'Agence Nationale des Ressources Hydraulique (A.N.R.H) font état de quatre aquifères principaux :

- ✚ La nappe de Chott Chergui ;
- ✚ La nappe de Chott Gharbi ;
- ✚ La nappe du synclinal de Naâma ;
- ✚ La nappe du synclinal d'Ain Sefra, les Monts des ksour dont les bassins d'alimentation sont particulièrement étendus, renferment des systèmes aquifères aux structures et formations litho stratigraphiques complexes **Mansour (1993)**. La majorité de ces aquifères sont des multicouches, à nappe libre, intercalés par des formations semi perméables (**Ait Driss et al, 1995**).

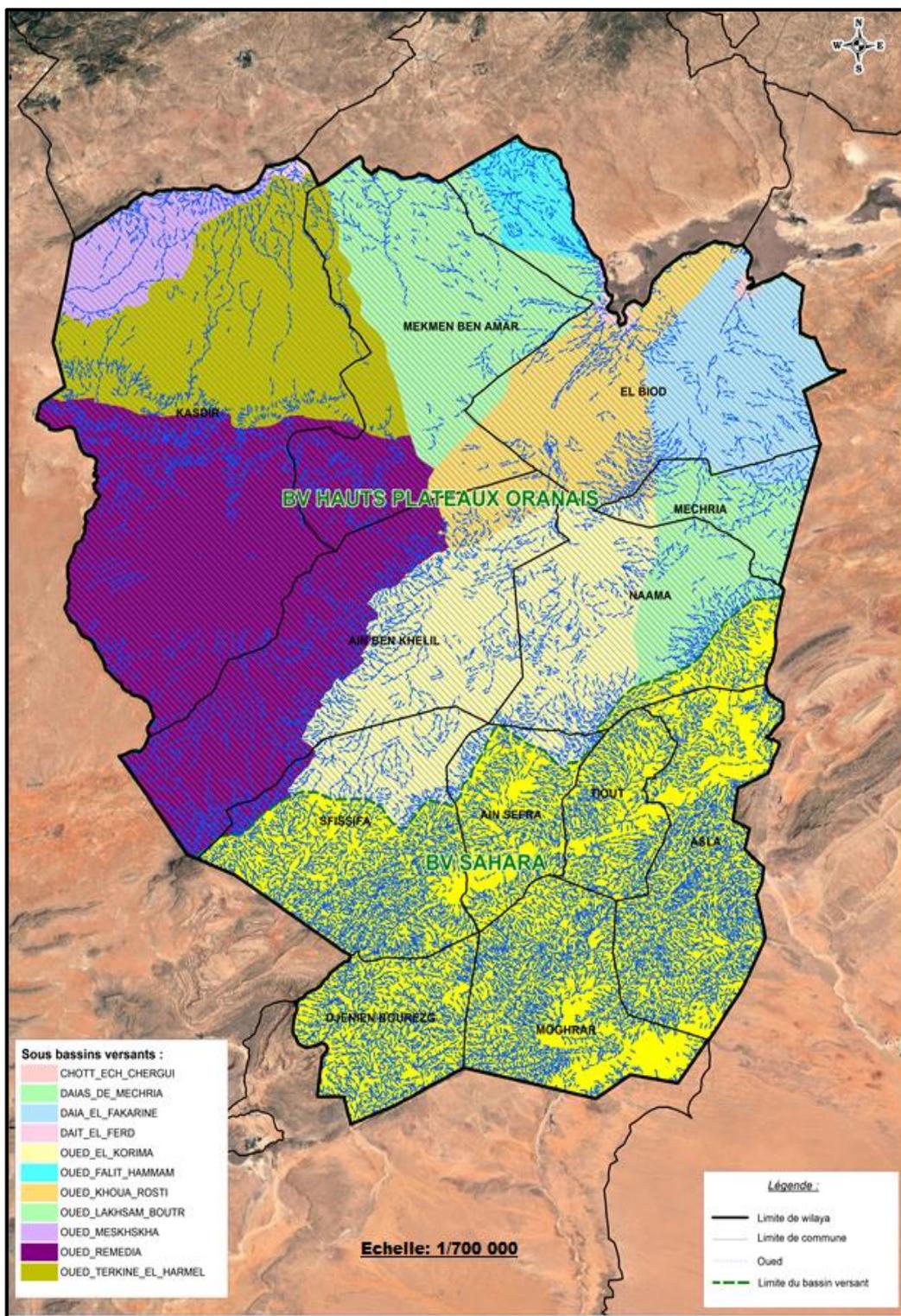


Figure n°9 : Carte hydrographie de la wilaya de Naâma

I.4.1. Resource en eau :

Le sous-sol de la wilaya renferme des grandes potentialités hydriques qui sont toutefois très peu exploitées. Les réserves hydriques souterraines sont localisées sur l'ensemble du territoire de wilaya, notamment autour de :

- ✚ Chott El-Gherbi
- ✚ Chott Echergui
- ✚ Le synclinal de Naâma
- ✚ Les aquifères de la vallée de Ain-Sefra et Tiout

Des études hydrogéologiques seront toutefois nécessaires si l'on souhaite tirer un réel profit de ces réserves. Le secteur de l'hydraulique connaît actuellement une phase de rénovation, de réhabilitation et d'extension destinées à renforcer les infrastructures existantes, et ce par le recours aux différents programmes mis en œuvre (PSD, PCD, FSDRS, Programme d'urgence...).

Tableau n 08 : La répartition des forages par la zone d'étude.

Communes	Nombre de forages	Débit (L/S)	Destination (L/S)	
			AEP	Irrigation
Naâma	100	371	136	235
Mécheria	125	645	312	333
Ain Sefra	243	1164	244	920
El Biodh	88	161	48	113
Total	515	2295	742	1553

(Source DAS, 2018)

Tableau n 09 : La répartition des puits par la zone d'étude.

Communes	Nombre de puits	Débit (L/S)	Destination (L/S)	
			AEP	Irrigation
Naâma	103	52		52
Mécheria	70	35	0	35
Ain Sefra	317	159		159
El Biodh	52	30	5	25
Total	542	276	5	271

(Source DAS, 2018)

I.5. Cadre pédologique :

Le sol reste l'élément principal de l'environnement, qui règle la répartition des espèces végétales. La distribution des différents sols est en relation étroite avec la situation géomorphologique (**Pouget, 1980**).

Selon **Kadi Hanifi (1998)**, l'est un milieu en équilibre souvent fragile qui ne peut être mis en valeur de façon efficace et durable qu'après une connaissance approfondie.

D'après les travaux de : **Gaucher, 1947 ; Durand, 1958 ; Dresch, 1960 ; Sogreah, 1971 ; Ruellan, 1971 ; Pouget, 1980 ; Alcaraz, 1982 ; Ozanda, 1983 ; Djebaili, 1984 ; Halitim, 1985, et plus récemment, Benabadji et al., 1996 ; Adi, 2001 ; Bensaid, 2006 ; Merzouk et al., 2009 ; Haddouche, 2009**. Les sols de la steppe de la wilaya de Naâma sont en général peu épais, caractérisés par une évolution beaucoup plus régressive que l'inverse (la morphogenèse qui l'emporte sur la pédogenèse) :

I.5.1. Sols minéraux bruts :

Ce sont des sols squelettiques de type de profil (A) C développés sur les formations superficielles minces. Ils sont représentés deux groupes s'y distinguent :

Le groupe de lithosols correspondant aux affleurements de roches dures (grès, calcaire, conglomérat).

Le groupe régosol lié aux affleurements de roches tendres (marne) du jurassique et du crétacé inférieur (**Djebaili, 1984**).

Les sols de cette classe sont définis par :

- ✚ Sols minéraux bruts d'érosion : Ces sols 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 *Juniperus oxycedrus*.
- ✚ Sols minéraux bruts d'apport alluvial : Se rencontrent au niveau les lits caillouteux des oueds qui sont colonisés par *Nerium oleander* à la limite nord du bioclimat aride et par *Retama retam* dans l'étage aride (**Pouget, 1977**)
- ✚ Sols minéraux bruts d'apport éolien : Liées aux microdunes et aux nebkhas de sols mobiles. Ces sols sont occupés par une végétation psammophile à *Aristida Pungens* et *Arthrophytum Scoparium*

I.5.2. Sols peu Evolués

Ce sont des sols de type de Profil AC, contenant un taux la matière organique dans les **20 cm** supérieurs et/ou puis de **1 à 1.5%** de matière organique sur plus de **2 à 3 cm**. Ce sont des sols bruts d'érosion sur roche-mère dure, des sols minéraux bruts d'apport alluvial et des sols bruts d'apports éoliens. Ils occupent les Djebels et les affleurements rocheux et dans les chenaux et terrasses d'oueds alluvionnés ainsi que les dayas (**Regagba, 2012**).

- ✚ Les sols peu évolués d'apport alluvial qui constituent les lits majeurs des oueds et se localisent le long de réseau hydrographique ;
- ✚ 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 colluvial à profil très faiblement développé, constitué d'un mélange de pierres de gravier et de sable, occupent particulièrement les piémonts des djebels et les cônes.

I.5.3. Sols calcimagnésiques

La classe de sols calcimagnésiques occupe la majeure partie de la zone d'étude. Ils sont couverts par des groupements variés à base de *Stipa tenacissima* et *Artemisia herba-alba*. Elle est représentée par plusieurs types de sols : les rendzines, sols bruns calcaires et sols bruns calciques, sols à encroûtement gypseux. Ce sont des sols plus profonds à dalle, croute ou encroutement calcaire sur les glacis encroutés du Quaternaire ancien et moyen dans les dayas et les chenaux d'oueds (**Regagba, 2012**)

I.5.4. Sols salsodiques (sols halomorphes)

Servant (1975), a utilisé le terme de sols salsodiques au lieu de sols halomorphes en raison de leur caractère salé et sodique. Cette même terminologie a été reprise par (**Duchauffour, 1984**). Parmi ces sols les plus connus sont les Solonetz et les Solontchak définis par l'école russe.

Les sols salsodiques regroupent donc les sols salins (Solontchak sodique) à profil AC, les sols salins à complexe calcique (Solontchak calcique) et les sols salins à alcalis (Solontchak - Solonetz) à profil A (B) C. Ces sols sont généralement profonds et localisés dans les Chotts et les Sebkhas. Ils sont pauvres en matière organique, leur salinité est chlorurée, sulfatée, sodique et magnésienne.

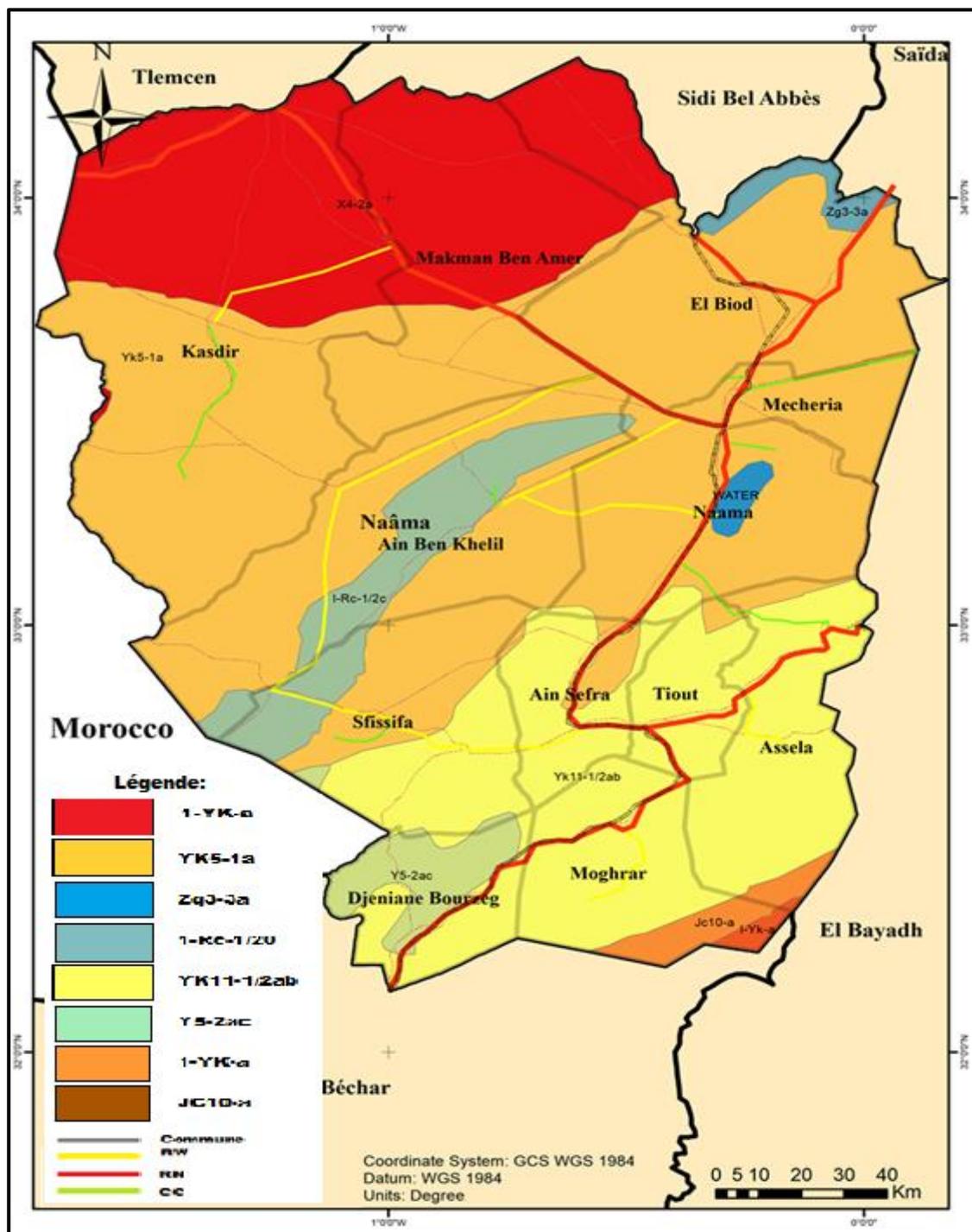


Figure n°10 : Carte des sols de la wilaya de Naâma (Extrait la carte mondiale des sols 1/5000 000 (FAO-Unesco, 1975).

Chapitre II

Etude socio-économique

I. Introduction :

Les transformations socio-économiques des zones arides ont fait l'objet de nombreuses analyses, lesquelles font ressortir des mutations profondes caractérisées par le passage d'une utilisation extensive des ressources naturelles, dans le cadre d'un mode de vie nomade et semi-nomade, à une occupation et une utilisation relativement intensives de l'espace suite à la sédentarisation des populations locales, le développement de l'arboriculture et une diversification de l'activité économique (**Benabdeli, 2000**).

La connaissance d'étude socio-économique est donc fondamentale pour la caractérisation des grandes tendances en zones steppiques, et pour la planification des programmes participatifs qui se basent sur l'amélioration des revenus de la population concernée et la protection du milieu.

Selon **Molinier et Vigue (1979)**, plusieurs grandes étapes ont ponctué les relations entre l'homme et les milieux naturels depuis son apparition sur terre.

Les conditions climatiques ont été à l'origine des migrations des populations certainement du Sahara vers le Nord. D'après **Le Houérou (1993)**, note dans la plupart des zones arides mondiales, la population s'accroît au rythme exponentiel de 2,5% à 3,5% et parfois plus.

Les zones où les risques de désertification sont les plus aiguës sont aussi celles où la pression démographique est la plus intense.

La zone d'étude n'est plus écartée des conséquences nuisibles de la pression anthropique sur les écosystèmes naturels, pour cela une étude socio-économique nous a paru nécessaire.

II. La population :

II.1. Evolution de population :

L'évolution de la population de la wilaya de Naâma est hétérogène dans l'espace. Elle diffère d'une commune à l'autre (Tab. 10 : annexes ; Fig. 13).

D'après le recensement général de la population et de l'habitat (Fig. 11), **RGPH de 2008** de la wilaya de Naâma compte **274067** habitants, un tiers (**1/3**) est concentré dans les communes de Mècherai et Ain-Sefra, dont la superficie ne dépasse pas **6%** de la superficie totale.

. Le taux d'accroissement annuel global moyen de la population de la wilaya de Naâma reste élevé, avec la cadence d'accroissement est homogène durant la période allant de **1977** à **2008** ; la population de la wilaya de Naâma était de **82 555** habitants en **1977**, elle a connu une augmentation de **165 578** habitants lors du **RGPH** de 1998 avec un taux d'accroissement de l'ordre de **3.37 %** . La population a atteint **192 891** habitants au **RGPH de 2008** avec un taux de croissance moyen de l'ordre de **3.10%**, et **5.89 %** entre les **RGPH 2008** et l'année **2017**.

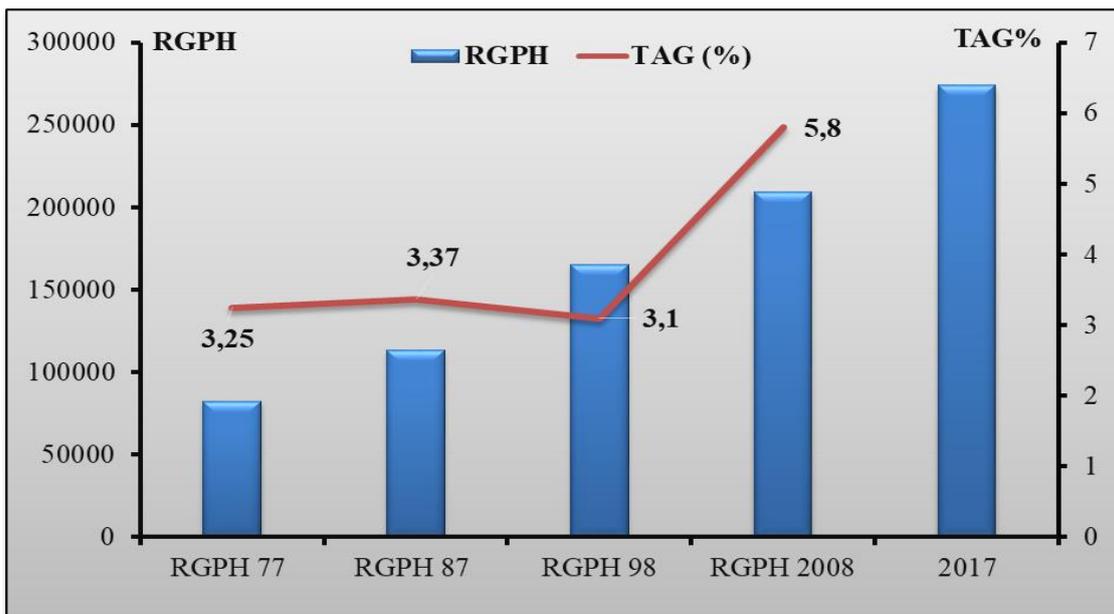


Figure n°11 : Le taux d'accroissement entre RGPH de la wilaya de Naâma (Source : DPA, 2017).

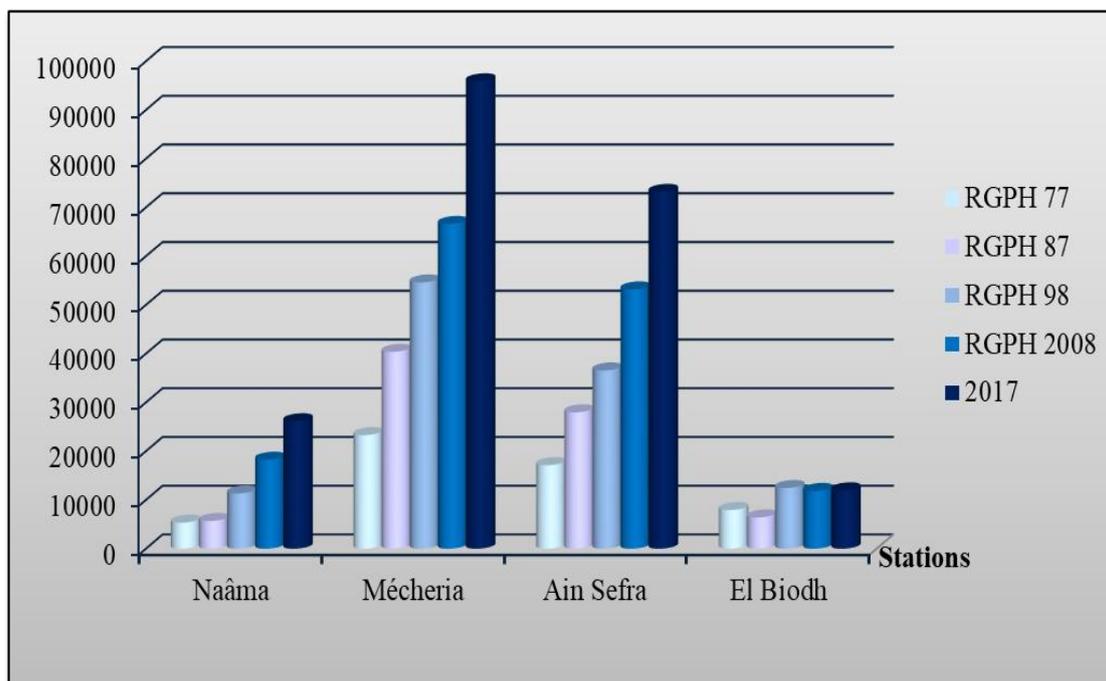


Figure n° 12 : RGPH de la zone d'étude par les communes (Source : DPA, 2017).

La croissance de la population sera différente au niveau des communes en égard du taux d'accroissement démographique enregistré en leur zone. De ce fait, la zone d'étude est distingué que sur les quatre communes, deux d'entre elles enregistrent des taux supérieurs à la moyenne de la zone d'étude : Ain Sefra avec 3,4%, Mécheria avec 3,2%, et l'autres ont enregistré des taux compris entre 2,6% de Naâma et 1,80% d'El Biodh.

II.2. Répartition de la population :

La répartition spatiale de la population dépend principalement du lieu de travail et du degré de développement des transports.

L'examen de la répartition de la population par commune dans la zone d'étude (Tab.11, annexes), expose que la population est concentré dans les deux stations à taux élevé de la densité Mécherai **120 hab/km²** et Ain Sefra **68.08 hab/km²**, dont la superficie ne dépasse pas **6%** de la superficie totale. Ce phénomène est dû essentiellement aux inscriptions des nouveaux nés dans les centres sanitaires dont disposent les villes de Mécherai et Ain Sefra d'un côté et à l'exode rural vers les centres urbains de l'autre.

La station d'El Biodh enregistre une population peu importante par rapport aux autres stations, à taux faible de la densité **3.21 hab/km²**. Sachant que le pastoralisme constitue l'activité principale de ces populations déterminant un mode de vie, il y a tout lieu d'élaborer des plans de gestion qui tiennent compte des impératifs de la préservation de la biodiversité en incluant les effets du pastoralisme sur l'environnement.

La croissance démographique des zones steppiques est plus forte que celle enregistrée dans le reste du pays, a concerné aussi bien la population agglomérée que la population éparse (**Nedjraoui & Bédrani, 2008**). Cette pression démographique soumet le milieu à une exploitation excessive qui travaille à la fragilisation de l'écosystème. Selon **Le Houerou en 1983**, où il a noté que dans la plupart des zones arides, la population s'accroît au rythme exponentiel de **2,5%** à **3,5%** par an, et parfois plus.

Dans la wilaya de Naâma, la population avec sa forte concentration au niveau des stations a entraîné une urbanisation des massifs boisée et reboisées, avec une régression du tapis végétal et une utilisation de l'espace agricole, traduisent un peu de réussite des surfaces reboisées.

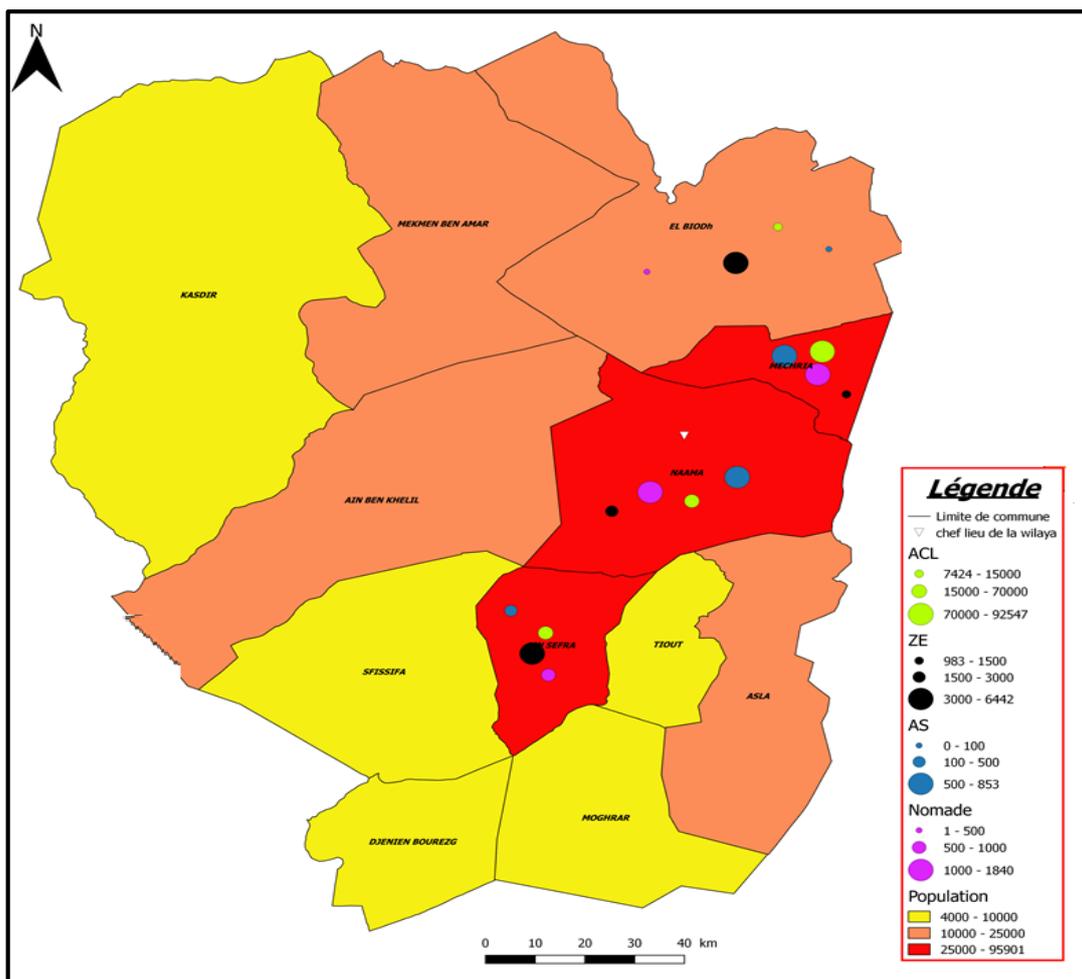


Figure n°13 : Carte de population de la wilaya de Naâma.

III. L'agropastoralisme et utilisation de l'espace :

III.1. Evolution de l'effectif du cheptel :

Depuis des siècles, l'élevage est la principale économie de la steppe algérienne qui représente l'adaptation la plus appropriée à l'extrême variabilité des pluies et à la fragilité de la couverture végétale, toute la vie de l'éleveur est basée sur l'entretien de son troupeau qui lui assure, ainsi qu'à sa famille, la majeure partie de sa fortune et de son prestige (Yerou, 1998).

Le cheptel a connu des fluctuations importantes que différentes raisons écologiques ou socioéconomiques peuvent expliquer (Boukhobza, 1982).

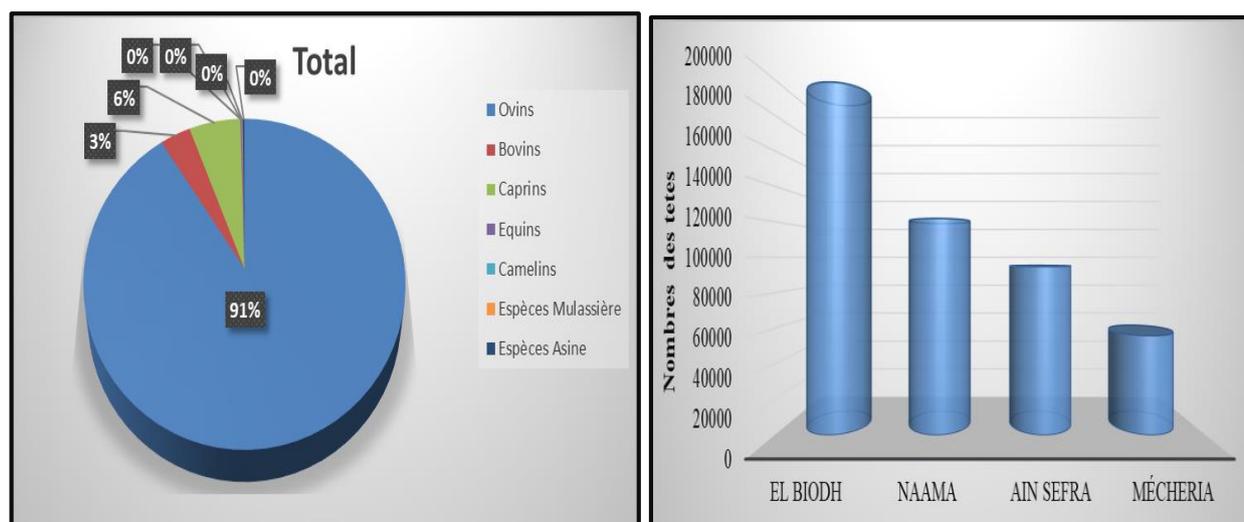


Figure n°14 : Répartition du cheptel dans la zone d'étude.

A la lecture (Tab. 12 : annexes ; Fig. 14), nous pouvons constater que la pratique de l'élevage constitue l'activité de base d'une grande partie de la population rurale de la zone steppique. Selon les données en peut prononcer que, dans l'ensemble des populations, la wilaya de Naâma est représenté par les ovin **1473829 têtes**, les caprin **88397 têtes**, les bovin **88397 têtes** et camelin **1069 têtes**. Ces chiffres font ressortir l'importance qu'occupe le cheptel ovin au niveau de la région qui se positionne sur le premier plan.

En effet, **6700** éleveurs exercent activité de la pratique de l'élevage avec un cheptel ovins occupe le premier rang avec **91.84 %**, en deuxième rang les caprins avec **6%** puis les bovins avec **2.3%**, alors que les autres l'élevage (équins, camelins, espèces mulassière et asine) représentent un effectif faible.

Le cheptel sont concentré à la partie nord de la station d'El Biodh par une charge très élevée. Le cheptel a tendance à exercer une pression de plus en plus importante sur les espaces agricoles et steppique avec toutes les conséquences qui en découlent.

Les conséquences écologiques de l'action des troupeaux sur le milieu naturel sont bien connues : dégradation des sols par érosion, solifluxion et piétinement, surconsommation des espèces appétences, diminution de capacités de régénération des végétaux (**Perevolotsky & Seligman, 1998**).

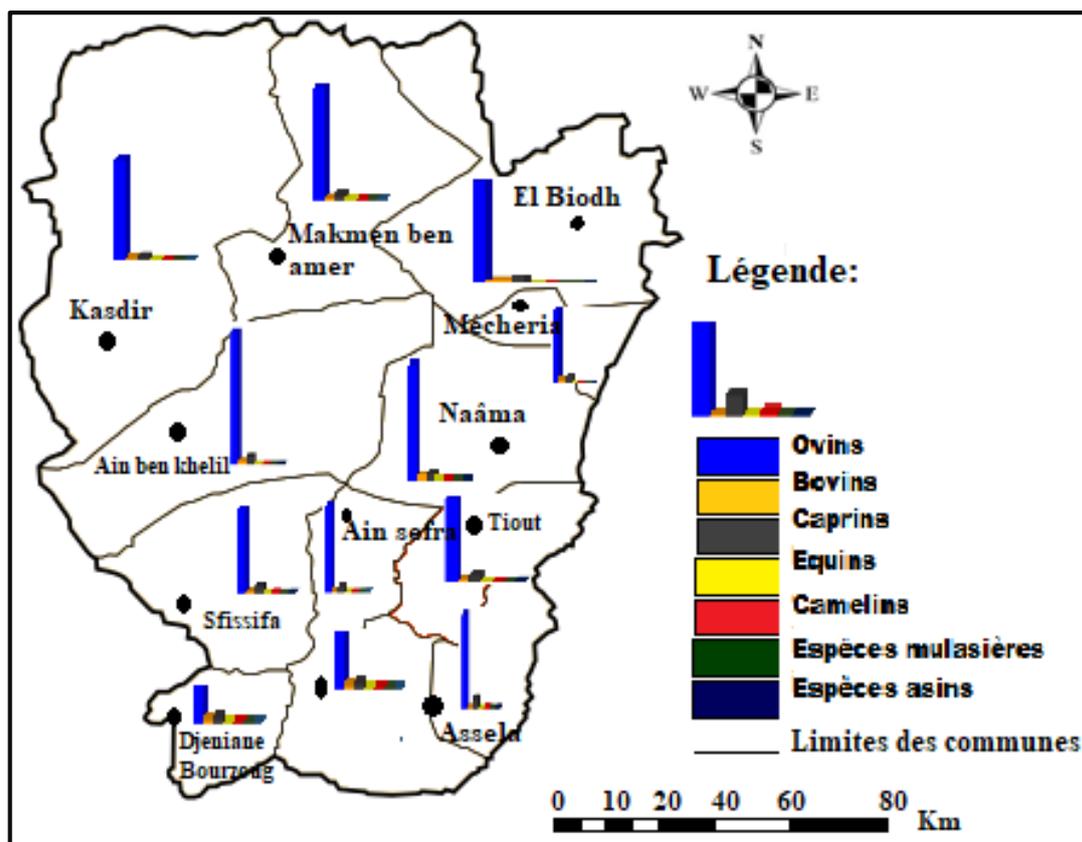


Figure n°15 : Carte représente la répartition du cheptel de la wilaya de Naâma par commune.

III.2. La charge animale :

Boukhobza (1982), estime que cet indice est un bon indicateur pour juger le degré de dégradation des parcours. Le calcul de la charge pastorale par rapport au total des espaces de pâture a donné des résultats reflétant mieux la réalité du terrain.

Tableau n°13 : La charge cheptel par les espaces pâtures dans la zone d'étude.

Communes	Pacage Parcours		Charge/Herbacées	Charge/Terres improductives	Charge/terre en repos
	Surface	(têtes/ha)			
Naâma	187831	0.645	99.68	56.26	72.03
Mécherai	35431	1.56	53.16	51.74	82.49
Ain Sefra	50044	1.85	65.03	150.89	197.42
El Biodh	283175	0.68	83.33	39.65	52.72
Total	556481	4.73	75.3	298.54	404.66

(Source : DSA ,2017)

La charge du cheptel dans la zone d'étude est de **4.73 tête/ha** soit nombre total de cheptel **471004 têtes** contre la surface de pacage et parcours **556481ha**. Dans la zone steppique Algérienne estimé la charge normale étant de **4 tête/ha** au maximum lors d'une bonne année pastorale (Automne pluvieux-printemps pluvieux), **1 tête/ha** en année moyenne (A.P+P.S) et moins de **1 tête/ha** en année pastorale médiocre (A.S+P.S) (**khelifi, 1999**),

Pour savoir les lieux où le surpâturage peut constituer un danger à court ou à moyen terme nous avons calculé la charge animale par rapport à chaque type de terrains de pâtures possible à part. Donc nous avons concerné que, les indices de charges supérieures à la norme pour les communes de Mécheria et d'Ain sefra, montrent dans ces communes le plus exposées au danger des conséquences des surpâturages.

Selon **Aidoud, (1989)**, l'impact du surpâturage sur la végétation se traduit par :

- Le développement dominant des espèces indésirables, refusées ou très peu consommées par les ovins ;
- La régression du couvert végétal en général, et particulièrement les pérennes ;
- Le développement d'une flore post-pastorale riche en thérophytes, favorisée par la concentration des animaux (plantes nitrophiles).

La dégradation des parcours et de la steppe en général est la résultante de cette surexploitation des ressources essentiellement à travers le surpâturage, mais aussi par le défrichement de milliers d'hectares en faveur des cultures céréalières.

IV. Occupation du sol :

IV.1. Les terres agricoles (SAT) :

L'agriculture et le pastoralisme considèrent comme les vocations économiques principales, elles sont passées par plusieurs crises surtout celles liées aux conditions climatiques et le phénomène de l'ensablement. La répartition des terres dépend des potentialités naturelles et des types d'utilisation agricole.

Tableau n°14 : La répartition des terres agricoles en ha de la zone d'étude.

Communes	S.A.U					Terres impro-ductives	Paccages et parcours	Total SAT
	Cultures Herbacées	Terres au repos	Arbo. et vignoble	Total SAU				
				Total	Dont irriguée			
Naâma	1222	1691	379	3300	1268	4	187831	191135
Mécherai	1052	678	354	2086	1095	4	35431	37521
Ain sefra	1457	480	1551	3207	2792	11	50044	53262
El Biodh	2382	3765	731	6881	1957	4	283175	290060
Total	6113	6614	3015	15474	7112	23	556481	571978

(Source : DSA ,2017).

L'analyse de la répartition des superficies agricoles (Tab. 14), montre que :

- ✚ La surface agricole totale **S.A.T** regroupe les parcours qui occupent la grande superficie **556481 ha**, est très importante dans la zone d'El Biodh **50.88 %** et faible dans Ain Sefra avec **6.63 %**. Cette surface agricole est très importante dans la zone d'El Biodh **290060 ha**, et faible dans station de Mécherai avec **37521 ha** et dans Ain sefra avec **53262 ha**.
- ✚ La superficie agricole utile **S.A.U** couvre **15474 ha**, est caractérisée par une production végétale basée essentiellement sur le maraîchage et le fourrage.

D'après les tableaux 15 (a, b) montre que :

- ✚ Les céréales sont très peu représentées dans la zone d'étude, totalisent une surface de **767 ha** (Tab. 15 a, b : annexes) ; Dans la wilaya de Naâma la céréaliculture, est représentée par deux types de cultures qui sont l'orge et l'avoine, parmi les céréales cultivées, c'est l'orge qui prédomine en raison de la place qu'occupe cette céréale dans l'alimentation du cheptel ovin.
- ✚ Les cultures maraîchères occupent une surface de **1292 ha** et la production est de **182382 quintaux** avec une large prédominance pour les cultures d'hiver.

Le cheptel dans la zone d'étude est composé de **471004 têtes**. La production fourragère est estimée de **729685 quintaux** pour les quatre communes, à la surface fourragère est de **2607 ha**. Celle-ci est importante surtout pour d'El Biodh **95877 quintaux**, en ce qui concerne les fourrages rencontrés par ordre d'importance en trouvent, l'orge en vert, la vesce avoine et la luzerne.

IV.2. Les terres forestières :

Le domaine forestier, qui regroupe les forêts et les nappes alfatières, présente un intérêt particulier sur les plans environnemental et économique (économie pastorale et fabrication de la pâte à papier à partir de l'alfa). Au niveau de la wilaya de Naâma, il totalise une surface de **573.850 ha**, dont **258 304 ha** de forêt et **436 250 ha** d'alfa (Fig.16).

La couverture forestière (forêts, maquis et broussailles) occupe une surface de **258 304 ha** composée de **23 %** de matorral (peuplements naturels), et **5%** de boisement réalisés à travers la wilaya sous diverses formes : bandes forestières, ceintures vertes, fixations des dunes, boisement de masse, boisement pastoral, repeuplement, plantation pastorale (Tab.16).

Les conditions climatiques sévères (climat semi-aride sec), les espèces les plus fréquentes sur le territoire de la wilaya de Naâma sont de type xérophile, représentées principalement par les chênaies et les pinèdes. Au niveau des zones de dépressions, généralement humides, on rencontre d'autres espèces telles que : Tamarix, Peuplier, Pistachier, etc. La répartition spatiale de ces espèces dépend des conditions édaphiques particulières à chaque zone et souvent ces espèces forestières sont associées à des espèces steppiques arborées.

La superficie d'Alfa occupe **436250 ha** soit **72%** de territoire. Selon **Bouchetata (2005)**, note qu'en l'espace dans la période entre 1980 à 2000 deux espèces dans la wilaya de Naâma (*Stipa tenacissima* et *Artemisia herba alba*) ont perdu une grande partie de leur territoire, et dans certains espaces, elles ont complètement disparus.

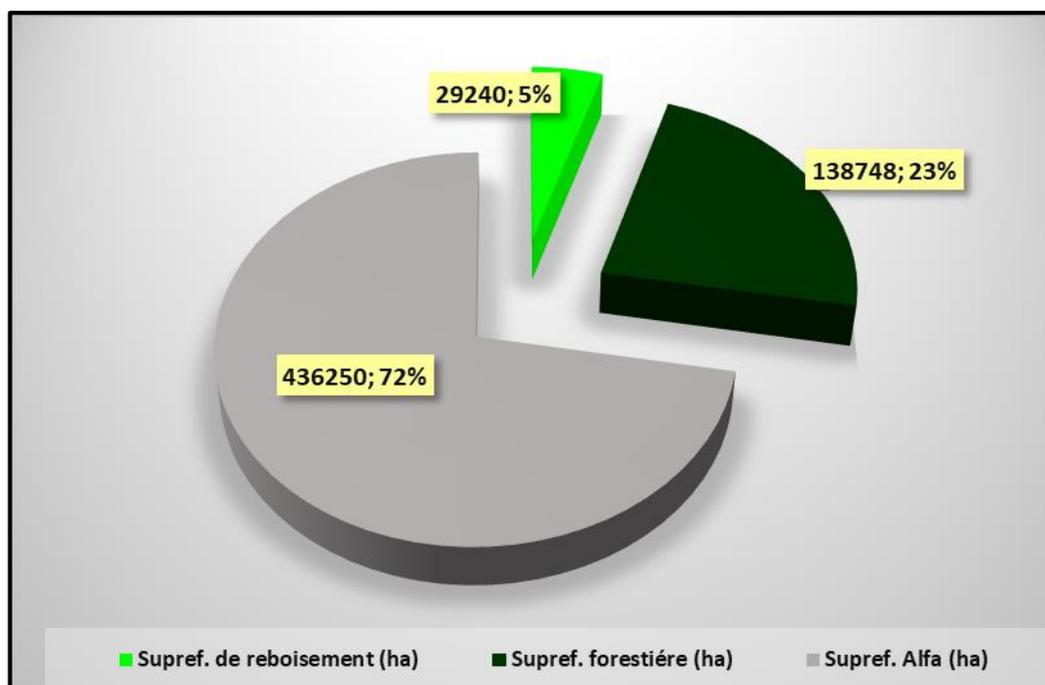


Figure n°16 : Superficie d'espace de la wilaya de Naâma

Dans la zone d'étude, l'occupation des sols est marquée par l'importance de la superficie des formations forestières qui occupe **116829 ha**, se répartit élever dans la station de Ain Sefra de **73757 ha**, elles reposent sur un massif montagnard de Djebel Morghad, Djebel Mekter (Fig.17).

Le parc national de Djebel Aissa (**décret exécutif 03-148 du 29/03/2003**) d'une superficie de **24.400 ha**, est caractérisé par le point culminant de la wilaya de Naâma **2236 m** ; Il renferme une biodiversité remarquable à savoir le pin d'Alep à l'état naturel en plus du pistachier de l'Atlas (*Pisatcia atlantica*).

Au niveau des plaines, le bétoum constitue actuellement des formations résiduelles au niveau des dépressions alluviales à sol lourd inondées en hiver (dayas) en association généralement avec le jujubier.

La strate arbustive de la végétation psammophile est représentée par les peuplements de Tamarix (*Tamarix ssp*) et de Retam (*retam retam*), les superficies plus élevées localisés dans la station d'Ain sefra (Tamarix de **1198.5 ha**, Retam **43196 ha**) ; Dans la station d'El Biodh, la surface Retam de **20600 ha** tend à coloniser les terrains de parcours situés à proximité de la grande et ancienne fixation des dunes.

A l'échelle de la zone d'étude, le taux de boisement avoisine les **13.15%** à superficie de **17690 ha**. Le Pin d'Alep c'est la seule espèce dont la superficie est en constante augmentation depuis des décennies, en relation directe avec les nombreux programmes de reboisement initiés.

Par contre la surface l'Alfatier est omniprésente au niveau de tout le territoire de la zone à l'exception de la station d'Ain sefra de **10732 ha** et de **19893 ha** de la station de Mécherai, où l'on constate une nette régression de cette espace.

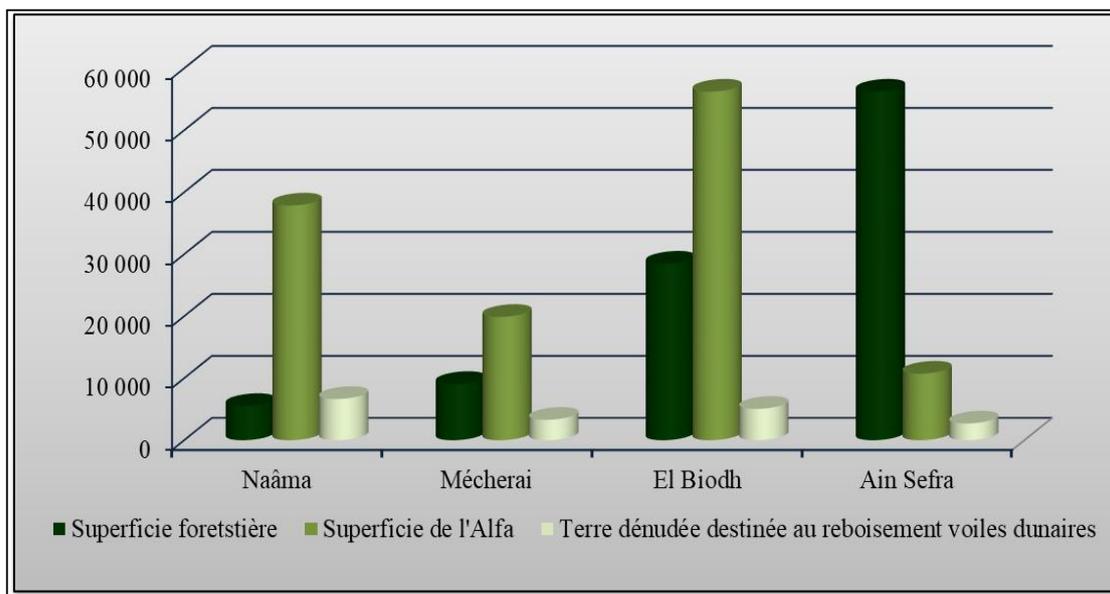


Figure n°17 : La répartition de la superficie l'Alfa et la superficie forestière de la zone d'étude

Tableau n°16 : Répartition de la l'espace alfatière et forestière de la wilaya de Naâma.

Zones	Communes	Les espèces forestières							Superficie forestière totale (Ha)	Terre dénudée destinée au reboisement + voiles dunaires	Total général	Superficie alfa (Ha)
		Pin d'Alep	Cyprès	Eucalyptus	Tamarix	Rétame	Genévrier	Chêne vert				
Zone steppique	Naâma	310,5	98,5	70,0	2 045	200	250	150	5 519	6 644	12 163	37 866
	Mecheria	1 866	37,6	55,5	220,3	0	2 900	100	9 069	3 295	12 364	19 893
	Ain-Ben-Khalil	60	0,0	0,0	2 078	1 000	3 800	2 500	39 310	8 000	47 310	76 256
	Mekmen-Ben-Amar	83	14,0	8,0	390	0	0	0	495	1 400	1 895	41 793
	Kasdir	31	30,5	24,5	118	0	0	0	222	300	522	117 874
	El-Biodh	470	84,0	28,0	1 981	20 600	0	0	28 484	2 695	31 179	56 243
Monts des Ksour	Ain-Sefra	87	1,4	7,4	1 198,5	43 196	2 040	1 020	73 757	5 056	78 813	10 732
	Tiout	100	0,0	0,0	0	9 526	480	240	18 026	100	18 126	7 198
	Sfissifa	0	0,0	0,0	50	0	1 840	920	22 850	200	23 050	50 857
	Moghrar	0	0,0	0,0	0	45 672	0	0	45 672	500	46 172	0
	Asla	0	0,0	0,0	0	100	0	0	100	650	750	17 538
	Djenien-Bourezg	0	0,0	0,0	0	0	1 500	750	14 800	400	15 200	0
Total		3 007	266	193,4	8 081,1	120 294	12 810	5 680	258 304	29 240	287 544	436 250,0

(Source conservation de forêt, 2017).

V. Conclusion :

Les facteurs socio-économiques ont un lien direct ou indirect dans le dysfonctionnement du système pastoral et se situent à des niveaux divers. Au cours de cette partie nous avons vu que ces facteurs notamment :

- La sédentarisation de la population nomade ;
- L'évolution et l'accroissement de la population ;
- L'élévation d'élevage ovin, et la charge du cheptel par type l'espace de pâtures.
- Les terres agricoles sont rares, elles sont circonscrites dans les dayas, pour la zone des hautes plaines steppiques, et au niveau des terrasses alluviales, pour la zone des monts des Ksour.

Ils Ont entraîné un déséquilibre et une dégradation souvent irréversible des écosystèmes pastoraux et la chute de leur productivité.

Chapitre III
Étude Bioclimatique

I. Introduction :

Les objets essentiels de l'écologie méditerranéenne ont été de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat vu sous l'angle biologique : le bioclimat (**Aidoud, 1997**).

Le climat est un facteur déterminant qui se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des systèmes écologiques (**Thinthon, 1948**), qui conditionne le développement des êtres vivants végétaux en particulier (**Belhattab, 1989**).

De nombreuses études analytiques et synthétiques sur le climat steppique et saharien de Algérie ont été réalisées par plusieurs auteurs sont : **Seltzer, 1946 ; Bagnouls et Gaussen, 1958 : « Carte des précipitations d'Algérie », Dubief, 1959-1963 ; Steward, 1968-1970 : Chaumont et Paquin, 1971 : « Carte des précipitations d'Algérie », ANRH, 1973 ; Roche, 1973 sur : « Climat de Sahara », Pouget, 1980 ; Halimi, 1980 ; Djebaili, 1984 ; Djellouli, 1990 ; Le Houérou et *al.*, 1979-1995 ; Bouzza et Benabadji, 1995-2000 sur : « La steppe d'Algérie », Aidoud et *al.*, 2006 ; Hirèche et *al.*, 2007 ; Djellouli et *al.*, 2016 ; l'ensemble de ces auteurs s'accorde à reconnaître le climat des zones steppiques caractérisé essentiellement par :**

- Faibles précipitations présentant une grande variabilité inter mensuelle et interannuelle.
- Régimes thermiques relativement homogènes mais très contrastés, de type continental.
- Le climat varie du semi-aride inférieur frais au nord à l'aride inférieur tempéré au sud.

Dans cette partie nous essayerons de développer une synthèse bioclimatique pour de connaître les particularités de chaque station de point de vue climat. Afin de déterminer dans quel étage climatique les peuplements végétaux du Barrage vert peut se développer.

II. Méthodologie :

Sur le plan biogéographique, la région d'étude appartient à la zone méditerranéenne, au secteur des hauts plateaux et au secteur de l'Atlas saharien selon les subdivisions de **Quézel & Santa (1962-1963)**.

Sur le plan climatique, La zone d'étude est dépourvue de postes d'observations météorologiques. La caractérisation climatique et la définition des bioclimats sont basées sur les données des stations les plus proches :

- Hauts plaines steppiques : il est couvert par deux stations météorologiques (Naâma, Mècheria).
- Atlas saharien (Monts de Ksour) : il est couvert une seule station d'Ain sefra.

Le choix de ces stations correspond à la prise en compte certains descripteurs à savoir :

- La variation géographique régionale du point de vue altitude, longitude et latitude ;
- La distance par rapport à la mer ;
- Les positions topographiques qui sont assez diversifiées.

Le tableau suivant mentionne les principales caractéristiques des stations des références. Ces données ont été fournies par l'O.N.M (l'Office National de la Météorologie de Naâma).

Tableau n°17 : Données géographiques des stations météorologiques (O.N.M de Naâma).

Stations	Latitudes	Longitudes	Altitudes (m)
Naâma	33°16' N	00° 18'W	1166m
Mécheria	33° 31'N	00°17'W	1149m
Ain-Sefra	32° 45'N	00° 36'W	1058m

La présente étude est basée aussi sur la comparaison des conditions climatiques entre deux périodes avec l'intervalle de 28 ans ; l'une ancienne (1913-1938), qui a été obtenue à partir du recueil météorologique de **Seltzer (1946)**, et l'autre récente, qui a été fournie par l'Office National de la Météorologie (**O. N. M., 2019**).

III. Résultats et discussion :

III.1. Précipitation :

III.1.1. Les régimes pluviométriques :

La pluviosité comme étant le facteur primordial qui permet de déterminer le type du climat **Djebaili (1978)**. Elle varie en fonction de l'éloignement de la mer et l'exposition des versants par aux vents humides (**Djebaili, 1984**). Cette dernière agit d'une manière directe sur la végétation et le sol.

En effet le régime pluviométrique contribue dans une proportion importante au maintien et la répartition du couvert végétal. Elle est évaluée en (mm) par mois, par saison et par an.

D'après **Halimi (1980)**, les régimes pluviométriques se trouvent sous l'influence de deux groupes de facteurs :

- Les facteurs géographiques : altitude, latitude, distance à la mer et orientation des versants.
- Les facteurs météorologiques : masses d'air, centres d'action et trajectoire des dépressions.

La situation géographique de la région d'étude permet d'observer un gradient pluviométrique décroissant du Nord au Sud (Tab.18) ; dans la partie Nord des hautes plaines steppiques Mécheria et Naâma, la pluviométrie annuelle varie entre **238.64** à **218.66 mm/an**. En effet, à Ain Sefra la

moyenne annuelle des précipitations est égale à **201.20 mm/an**. Cette variabilité se traduit par une diminution de précipitations qui caractérise la nouvelle période augmentant le degré d'aridité.

Tableau n° 18 : Moyennes annuelles des précipitations des deux périodes.

Stations	Anciens périodes (mm)	Nouvelles périodes (mm/an)
Mécheria	293	238.64
Naâma	309	218.66
Ain Sefra	192	201.20

III.1.2. Régimes mensuels :

Les régimes des précipitations mensuelles sont à l'origine de l'écoulement saisonnier, des régimes de cours d'eau, de l'adaptation de la végétation et de l'agriculture (**Djebaili, 1978**).

Les tableaux 19 et les figures (18, 19, 20), qui suivent mettent en évidence les particularités des précipitations mensuelles enregistrées dans chaque station de référence.

À travers, l'analyse les données des précipitations (ancienne et nouvelle période), on constate que :

- La variation temporelle des pluies est caractérisée par des tendances qui se différent d'une station à l'autre. La répartition des pluies mensuelles est irrégulière dans les trois stations.
- Pour la station de Naâma le mois d'octobre est le plus pluvieux durant la nouvelle période et celui de décembre pour l'ancienne période.
- Pour la station de Mécheria le mois de novembre est le plus pluvieux durant les deux périodes.
- Le mois de Novembre constitue le mois le plus pluvieux durant l'ancienne période et le mois de janvier pour la nouvelle période pour la station d'Ain sefra.
- La saison estivale se caractérise par des précipitations faibles pour la station d'Ain sefra, alors que les deux autres stations sont plus arrosées.

Tableau n°19 : Données climatiques des stations météorologiques (variation des précipitations pour l'ancienne et la nouvelle période).

Stations	Périodes	Mois												Cumul
		J	F	M	A	M	J	Juill.	A	S	O	N	D	
Naâma	Nouvelle période 1990-2018	13.92	15.10	23.55	18.94	17.13	13.45	5.00	17.91	22.82	30.89	26.79	13.6	218.66
	Ancien période 1913-1938	32	22	33	22	35	23	9	7	24	30	35	37	309
Mécheria	Nouvelle période 1990-2018	18.23	18.25	26.17	24.34	20.22	9.54	5.08	12.37	26.31	33.99	27.79	16.35	238.65
	Ancien période 1913-1938	21	24	32	29	25	14	5	8	34	29	43	29	293
Ain Sefra	Nouvelle période 1990-2018	15.60	11.89	22.59	17.69	18.93	7.64	4.39	15.20	21.56	33.47	22.02	10.22	201.20
	Ancien période 1913-1938	10	10	14	9	15	28	8	7	15	29	29	18	192

(Source : Données climatologiques d'après O.N.M, 2019)

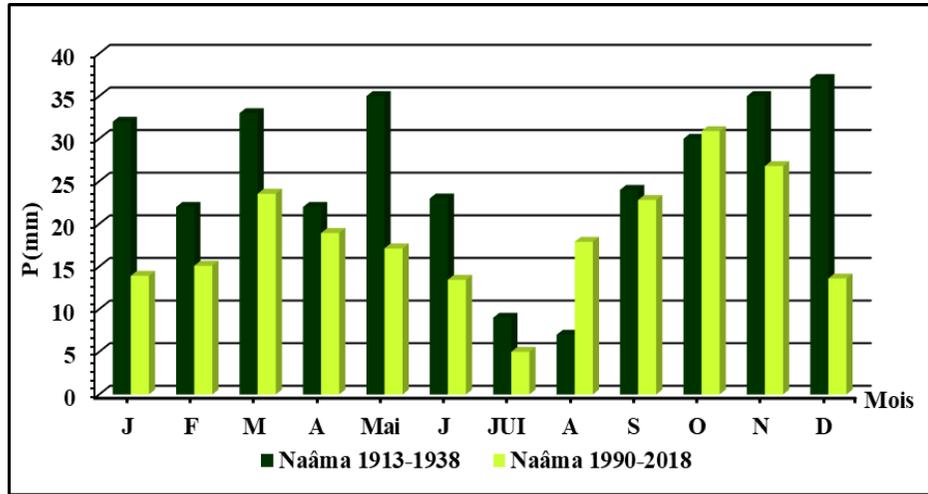


Figure n° 18 : Répartition mensuelle de la pluviométrie dans la Station de Naâma

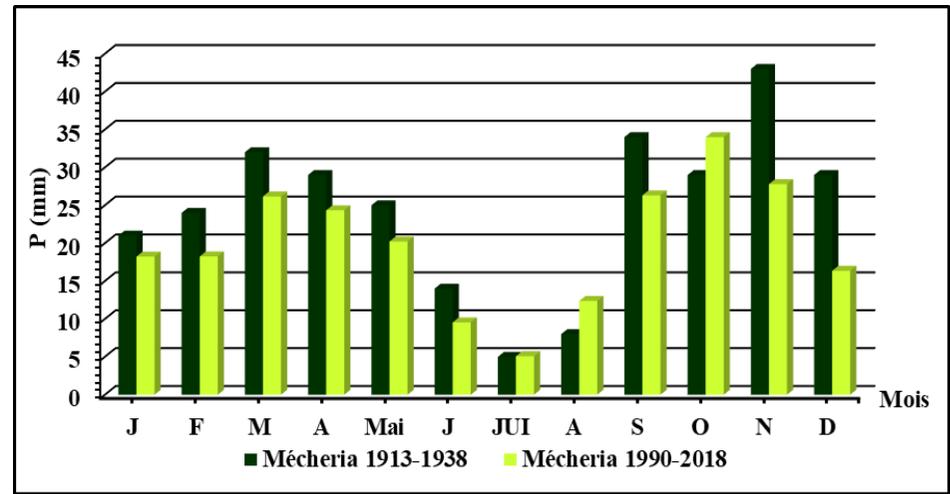


Figure n° 19 : Répartition mensuelle de la pluviométrie dans la Station de Mécheria

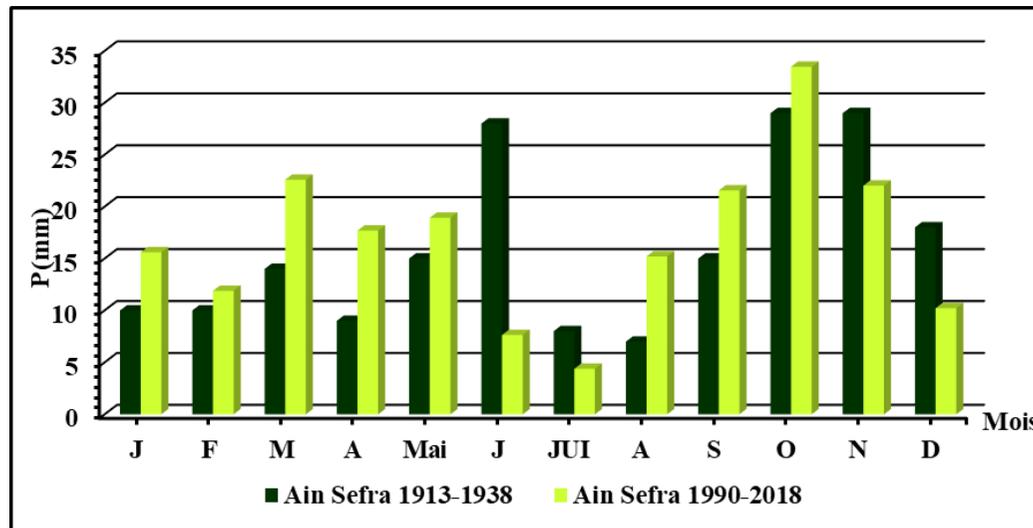


Figure n° 20 : Répartition mensuelle de la pluviométrie dans la Station de Ain Sefra

III.1.3. Régimes saisonniers :

Musset en 1935, a défini la première notion du régime saisonnière, il a calculé la somme des précipitations par saison, et a effectué le classement des stations par ordre de pluviosité décroissante en désignant chaque saison par la lettre initiale **P.H.E.A** désignant respectivement le printemps, l'hiver, l'été, l'automne.

La répartition saisonnière des pluies est particulièrement importante pour le développement des annuelles, et surtout les pluies de l'automne et du printemps car elles conditionnent leurs extension (Corre, 1966).

À cet effet, nous avons calculé pour la station de Naâma, Mécherai et Ain Sefra, la quantité des pluies pour les quatre saisons.

- Automne (**A**) : Septembre, octobre, novembre ;
- Hiver (**H**) : Décembre, janvier, février ;
- Printemps (**P**) : Mars, avril, mai ;
- Eté (**E**) : Juin, juillet, août.

Grâce à cette méthode les régimes saisonniers peuvent être classés en fonction des valeurs représentées dans le tableau 20 pour les trois stations.

Tableau n°20 : Variations saisonnières des précipitations des stations Météorologiques.

Stations		Répartition saisonnière des pluies (mm)				Cumul	Types
		P	A	E	H		
Mécheria	AP	86	106	27	74	293	APHE
	NP	70.73	88.09	26.99	52.83	238.64	APHE
Naâma	AP	90	89	39	91	309	HPAE
	NP	59.62	80.5	36.36	42.62	218.66	APHE
Ain Sefra	AP	43	73	38	38	192	APHE
	NP	59.21	77.05	27.23	37.71	201.2	APHE

AP : Ancienne période (1913-1938) ; NP : Nouvelle période (1990-2018).

P : Printemps ; A : Automne ; E : Eté ; H : Hiver

Les variations saisonnières des précipitations pour les deux périodes (1913-1938 et 1990-2018) ont été élaborées graphiquement ci-dessus (Fig. 21, 22, 23).

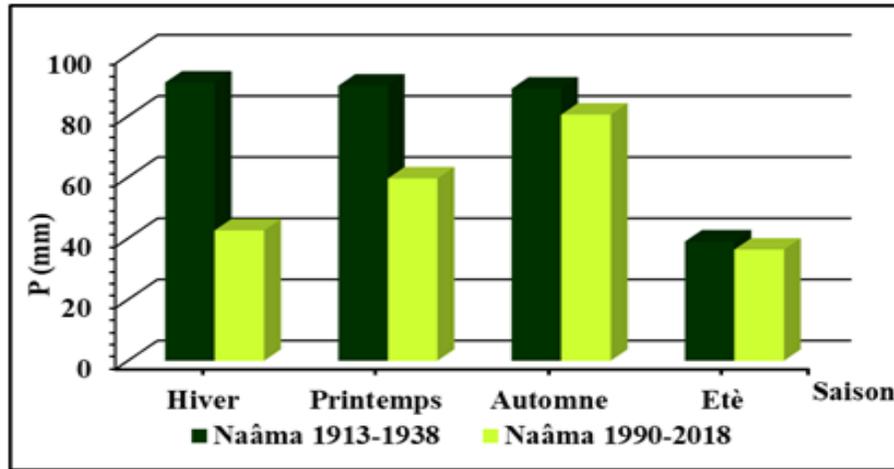


Figure n°21 : Régime pluviométrique saisonnier pour la station de Naâma

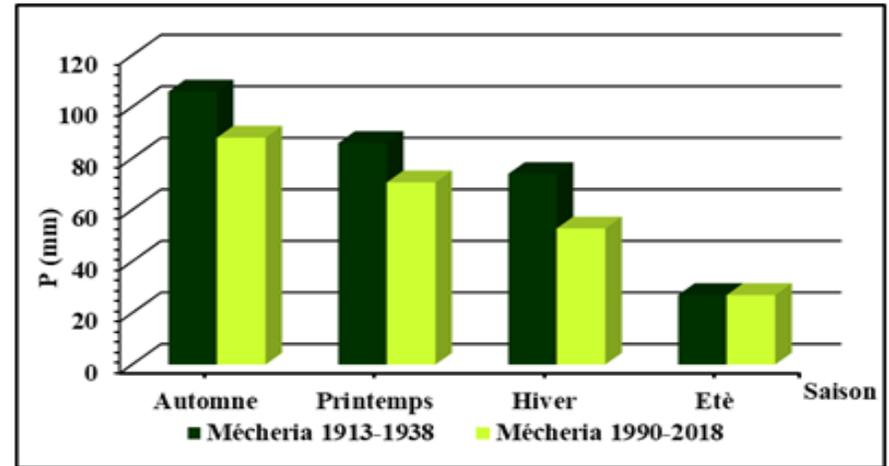


Figure n°22 : Régime pluviométrique saisonnier pour la station de Mécheria

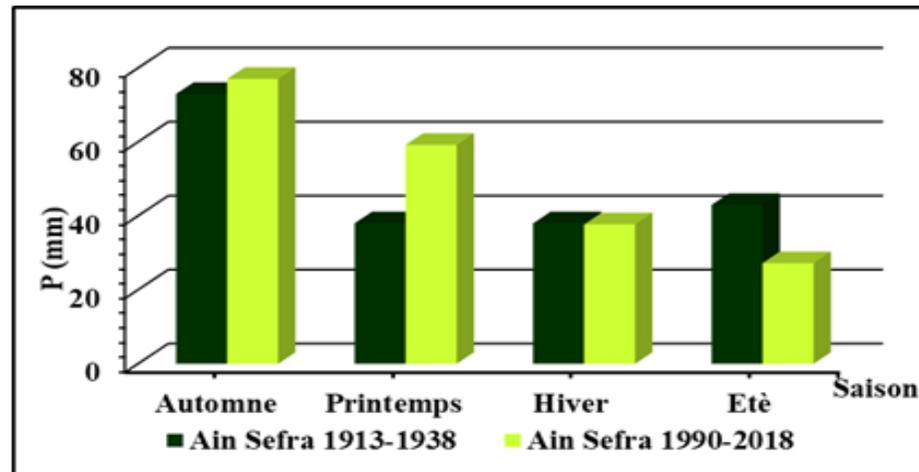


Figure n° 23 : Régime pluviométrique saisonnier pour la station de de Ain Sefra

Au cours des 28 dernières années, la totalité des stations sont soumises au maximum d'automne. Nous constatons que les pluviométries les plus importantes sont celles qui tombent en Automne et au printemps, par rapport à celles de l'hiver.

- Les formules saisonnières la station de Naâma (**HPAE** contre **APEH**) sont deux régimes bien différents, l'un à pluies dominantes d'hiver, l'autre à pluies dominantes d'automne :

- Durant l'ancienne période, la pluviométrie moyenne hivernale correspond à un pourcentage presque similaire au pourcentage de précipitation printanière. À premier maximum hivernal où le maximum annuel intervient au cours des mois décembre- janvier. Les deux maximums saisonniers (hivernal et printanier) permettent à plusieurs essences végétales tel le pin d'Alep (*Pinus halepensis* Mill.) (**Alcaraz, 1982**).
- La nouvelle période est caractérisée par un maximum automnal correspondant en générale à des pourcentages (**80.5%**) par rapport à la quantité totale moyenne enregistrée au cours de l'année.

- Durant les deux périodes (1913-1938) et (1990-2018), la station de Mécheria caractérisée par le type saisonnier **APHE**, avec une abondance pluviale et une sécheresse associée à un second maximum de précipitation en printemps et un second minimum en hiver.

- La station de Ain Sefra a subi la même répartition saisonnière de type **APHE** durant l'ancienne période et la nouvelle période, ceci confirme la dominance des pluies d'automne et de printemps.

Toutes les stations, la saison la plus sèche est l'été, ce qui est l'une des caractéristiques principales du climat méditerranéen (**Daget, 1977**).

III.2. Le facteur thermique :

Ce facteur a été défini comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable (**Peguy, 1970**). Elle intervient dans le déroulement de tous les processus, la croissance, la reproduction la survie et par conséquent la répartition géographique générant les paysages les plus divers (**Soltner, 1992**). Selon **Emberger (1955)**, a utilisé des significations biologiques pour connaître les variations thermiques.

- **M** : moyenne des maxima du mois le plus chaud (°C),
- **m** : moyenne des minima du mois le plus froid (°C),
- **M-m** : amplitude thermique (indice de continentalité).

La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance de quatre variables au minimum :

- ✿ Les températures moyennes mensuelles ;
- ✿ Les températures maximales (M) ;

- ✿ Les températures minimales (m) ;
- ✿ Amplitude thermique.

III.2. 1. Température moyenne mensuelle :

Ils ont une influence considérable sur l'aridité du climat. Les variations des températures moyennes mensuelles des stations météorologiques (Tabl.21 et fig.24, 25), permet de constater qu'il y a une éventuelle augmentation de la température durant la nouvelle période par rapport à l'ancienne, mais cette augmentation ne s'exprime pas par la même façon pour les trois stations :

↳ Naâma :

Les températures moyennes mensuelles sont comprises entre **6.01°C** et **28.4°C** pour l'ancienne période et entre **6.8°C** et **30.41°C** pour la nouvelle période.

↳ Mécheria :

Les températures moyennes mensuelles sont comprises entre **6.2°C** et **27.4°C** pour l'ancienne période et entre **7.28°C** et **31.06°C** pour la nouvelle période.

↳ Ain Sefra :

Les températures moyennes mensuelles sont comprises entre **6.06°C** et **28.4°C** pour l'ancienne période et entre **9.1°C** et **32.21°C** pour la nouvelle période.

La comparaison entre la moyenne des températures annuelles des deux périodes nous a permis de confirmer la présence d'une modification climatique qui témoigne de l'accroissement des températures moyennes annuelles d'environ de **0.99** la station de Naâma, **2.02** la station de Mécheria et **3.16** de la station de Ain Sefra.

Tableau n°21 : Températures moyennes mensuelles pour les deux périodes.

Stations	Périodes	Mois											Moy (°C)	
		J	F	M	A	M	J	Juill.	A	S	O	N		D
Naâma	1913-1938	5,82	7,45	11,21	14,84	19,53	24,91	29,12	27,92	22,56	17,21	10,7	6,68	16,49
	1990-2018	6.8	8.26	11.8	16.27	20.8	25.89	30.41	28.58	23.78	18.2	11.38	7.87	17.52
Mécheria	1913-1938	6,52	8,24	11,57	14,81	19,39	24,91	29,11	28,13	22,79	17,5	11,09	7,44	16,79
	1990-2018	7.28	8.84	12.14	17.15	22.15	26.01	31.05	28.7	24.05	18.1	11.26	7.84	17.89
Ain Sefra	1913-1938	6,97	9,02	12,86	16,6	21,28	26,69	30,72	29,28	24,24	18,39	12,01	7,86	17,99
	1990-2018	9.16	10.1	13.75	19.89	23.12	27.86	32.31	29.74	27.57	19.93	13.14	9.25	19.65

Tableau n°22 : Températures moyennes mensuelles pour la nouvelle période.

Stations		Mois											Moy (°C)	
		J	F	M	A	M	J	Juill.	A	S	O	N		D
Naâma 1990-2018	T (°C)	5,82	7,45	11,21	14,84	19,53	24,91	29,12	27,92	22,56	17,21	10,7	6,68	16,49
	TM (°C)	12,05	13,8	17,64	21,55	26,77	32,33	36,85	35,49	29,81	23,68	16,94	13,18	23,34
	Tm (°C)	0,22	1,35	4,5	7,81	12,18	16,94	20,7	19,96	15,59	10,82	4,76	1,43	9,68
Mècheria 1990-2018	T (°C)	6,52	8,24	11,57	14,81	19,39	24,91	29,11	28,13	22,79	17,5	11,09	7,44	16,79
	TM (°C)	12,12	13,97	17,73	21,35	26,43	32,28	36,82	35,55	29,75	23,64	16,93	13	23,29
	Tm (°C)	1,84	3,03	5,84	8,56	12,82	17,62	21,51	20,81	16,1	11,88	6,25	2,88	10,76
Ain Sefra 1990-2018	T (°C)	6,97	9,02	12,86	16,6	21,28	26,69	30,72	29,28	24,24	18,39	12,01	7,86	17,99
	TM (°C)	13,85	15,82	19,47	23,39	28,33	34,1	38,25	36,87	31,57	25,53	18,89	14,89	25,08
	Tm (°C)	1,07	2,44	6	9,37	13,77	18,43	21,85	20,9	16,78	11,53	5,61	2,11	10,82

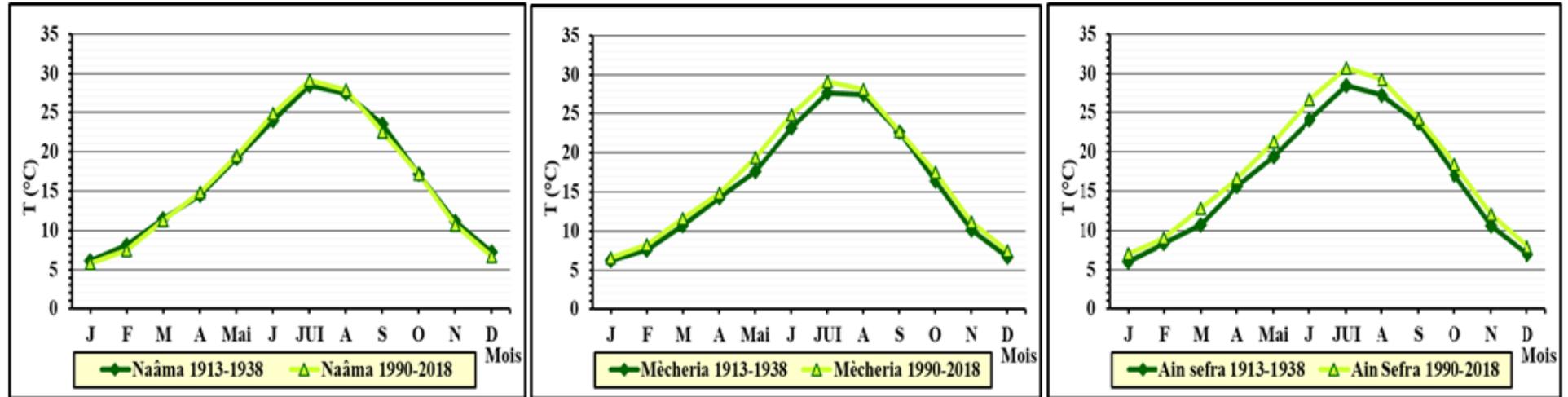


Figure n°24 : Températures moyennes mensuelles des périodes (1913-1938) et (1990-2018).

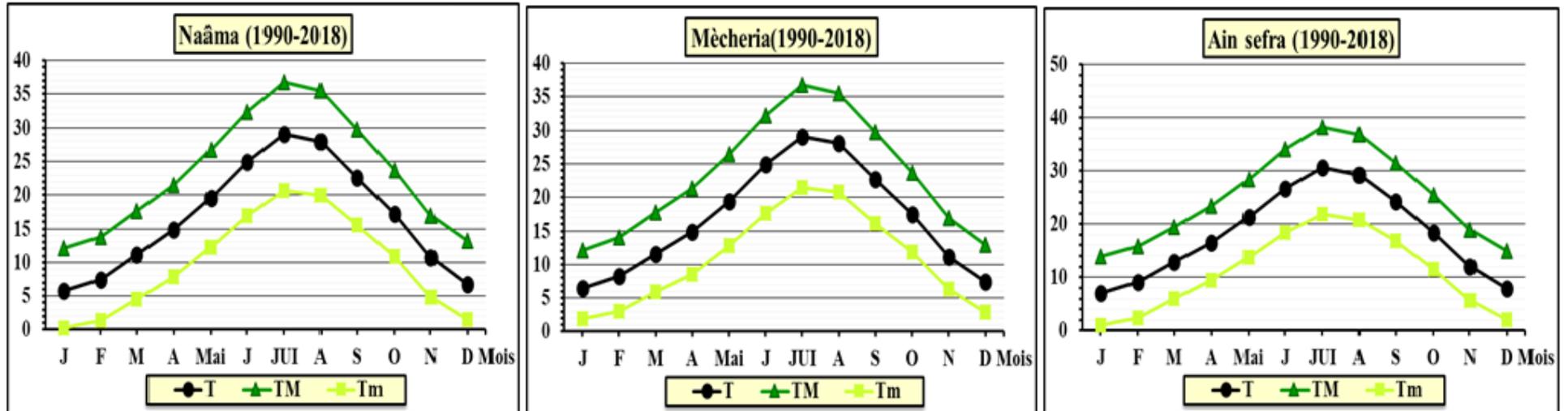


Figure n°25 : Variation des minima, les maxima et les températures moyennes mensuelles de la période (1990-2018).

III.2. 2. Moyenne de minima du mois le plus froid « m » :

L'analyse des données climatiques montre que la température minimale du mois le plus froid est enregistrée au mois de janvier pour les trois stations de références, « m » varie entre **1.84°C** à Mécheria et **1.07°C** à Ain Sefra, la répartition des basses températures enregistrées au niveau de la station de Naâma à **0.22°C**.

III.2. 3. Moyenne de maxima du mois le plus chaud «M » :

Les températures les plus élevées sont enregistrées généralement pendant les trois mois successives (Juin, Juillet, Août) pour les trois stations de références. L'analyse des maxima fait ressortir la notion d'aridité climatique qui tend à se renforcer du nord au sud de la région de Naâma.

III.2. 4. Amplitude thermique, indice de continentalité :

La continentalité est exprimée par l'amplitude thermique moyenne extrême (M-m). Elle est corrélative de la continentalité (**Emberger, 1955**). Or, un des caractères des climats continentaux est le grand écart thermique entre l'hiver et l'été (**Ozenda, 1991**).

La classification thermique du climat proposé par (**Debrach, 1953 ; Alcaraz, 1982**) basée sur la définition du climat en fonction des écarts thermiques (M-m). Quatre types de climats peuvent être distingués à partir de l'amplitude thermique.

- ✱ **Climat insulaire :** $M-m < 15^{\circ}\text{C}$
- ✱ **Climat littoral :** $15^{\circ}\text{C} < M-m < 25^{\circ}\text{C}$
- ✱ **Climat semi- continental :** $25 < M-m < 35^{\circ}\text{C}$
- ✱ **Climat continental :** $M-m > 35^{\circ}\text{C}$.

Où :

M : La moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en °C

m : La moyenne des températures minimales du mois le plus froid en °C

Tableau n°23 : Indice de continentalité de DEBRACH.

Stations	Périodes	M °C	m °C	M-m (°C)	Types de climats
Mécheria	1913-1938	35.1	1.5	33,6	Semi-continental
	1990-2018	36.82	1.84	34.98	Semi-continental
Naâma	1913-1938	38.9	-3.9	42,8	Continental
	1990-2018	36.85	0.22	36.63	Continental
Ain Sefra	1913-1938	37.6	-0.3	37,9	Continental
	1990-2018	38.25	1.07	37.18	Continental

Après avoir analysé les données (Tab.23), nous constatons que les stations (Ain sefra et Naâma) sont influencées par un climat continental ($M-m > 35^{\circ}\text{C}$) pour l'ancienne et la nouvelle période. À l'exception pour la station de Mécheria où nous notons une influence du climat semi-continentale durant pour deux périodes.

L'augmentation des températures moyennes annuelles est la conséquence d'un déplacement parallèle des maxima et des minima, laquelle de leur décalage respectif vers les hautes et les basses températures, ce qui répondrait à une augmentation des phénomènes de continentalité, et favorables à l'accentuation des phénomènes de désertification.

IV. Synthèse bioclimatique :

La synthèse bioclimatique met en évidence les différentes caractéristiques du climat qui permettent de délimiter les étages de végétation (Rivas-Martínez, 1981 ; Dahmani, 1997).

Pour mettre en évidence la signification des moyennes des données climatiques nous avons utilisé deux indices en région méditerranéenne : La période sèche déterminée à l'aide du diagramme ombrothermique de Bagnouls et Gaussen (1953) et le climagramme associé au quotient pluviométriques d'Emberger (1933-1955) qui demeure l'indice le plus efficace dans la description du climat méditerranéen.

Avant de procéder aux calculs des indices, nous avons fait appel à d'autres classifications climatiques (Tab.24).

IV. 1. Classifications des ambiances bioclimatiques en fonction des précipitations annuelles :

La délimitation des étages des végétations a été faite selon (Rivas-Martínez, 1981 ; Dahmani, 1997).

Tableau n°24 : Classification des étages bioclimatiques en fonction des précipitations

Étages bioclimatiques	Humide (H)	Subhumide (S-H)	Semi aride (S-A)	Aride (A)	Aride inférieur (A-F)	Aride moyen (A-M)	Aride supérieur (A-S)	Saharien (S)
P (mm)	1200-800	600-800	400-600	100-400	100-200	200-300	300-400	<100

Globalement, les stations météorologiques de la région d'étude connus un décrochement d'un étage vers un autre, ils sont classés dans l'étage **Aride moyen**.

IV. 2. Classification des ambiances bioclimatiques en fonction de "T" et "m" :

Rivas-Martinez (1981), utilise la température moyenne annuelle "T" avec la température moyenne des minima comme critère de définition des étages de végétation.

- **Thermo-méditerranéen** : $T > 16^{\circ}\text{C}$ et $m > +3^{\circ}\text{C}$
- **Méso-méditerranéen** : $12^{\circ}\text{C} < T < 16^{\circ}\text{C}$ et $0^{\circ}\text{C} < m < +3^{\circ}\text{C}$
- **Supra-méditerranéen** : $8^{\circ}\text{C} < T < 12^{\circ}\text{C}$ et $-32^{\circ}\text{C} < m < 0^{\circ}\text{C}$

À partir de cette échelle, nous avons affecté à chaque station son étage de végétation correspondant durant les deux périodes (1913-1983) et (1990-2018).

Tableau n°25 : Étages bioclimatiques des stations météorologiques de la zone d'étude pour l'ancienne et la nouvelle période

Stations		T (°C)	m (°C)	Étages de végétation
Mècheria	AP	15.8	1,5	Méso-méditerranéen
	NP	16.79	10.76	Thermo-méditerranéen
Naâma	AP	16.5	-3,9	Thermo -méditerranéen
	NP	16.49	9.68	Thermo-méditerranéen
Ain sfera	AP	16.4	-0,3	Thermo -méditerranéen
	NP	17.99	10.82	Thermo-méditerranéen

Dans notre cas toutes les stations des références appartiennent à l'étage thermo-méditerranéen où : ($T > 16^{\circ}\text{C}$) et ($m > 3^{\circ}\text{C}$) pour la nouvelle période (Tab.25).

IV. 3. Indice d'aridité de De Martonne :

De Martonne (1926), a défini cet indice d'aridité utile pour évaluer l'intensité de la sécheresse, exprimé par le rapport entre la hauteur moyenne des précipitations annuelles et la moyenne des températures annuelles. Cet indice est formulé comme suit :

$$\text{Indice d'aridité } (I) = \frac{P}{T+10}$$

P : Précipitation moyenne annuelle en (mm).

T : Température moyenne annuelle en (°C). Où :

- $20 < I < 30$: Climat tempéré
- $10 < I < 20$: Climat semi - aride
- $7.5 < I < 10$: Climat steppique
- $5 < I < 7.5$: Climat désertique
- $I < 5$: Climat hyper - aride

Tableau n °26 : Indice de De Martonne (1926).

Stations		Température moyenne (°C)	Précipitations (mm)	$I=P/(T+10)$	Type de climat
Mécheria	AP	15.8	293	11.35	Semi-aride
	NP	16.79	238.64	8.90	Steppique
Naâma	AP	16.5	309	11.66	Semi-aride
	NP	16.49	218.66	8.25	Steppique
Ain Sefra	AP	16.4	192	7.27	Désertique
	NP	17.99	201.20	7.18	

L'analyse comparative de l'indice d'aridité de De-Martonne entre les deux périodes nous permet d'avancée que (Fig. 26) :

- ↳ Tous les stations de références ont subi une diminution de leur indice, provoque l'augmentation de l'aridité durant les périodes récentes qui s'accroît du Nord au Sud, cela est dû à la sécheresse induite par l'abaissement des précipitations et l'élévation des températures.
- ↳ L'indice de De Martonne des stations steppiques oscillent entre **11.35** à Mécherai et **11.6** à Naâma durant l'ancienne période appartenant au niveau du semi-aride à drainage temporaire, elles ont traduit aux climats steppiques à écoulement temporaire.
- ↳ La diminution de l'indice de De Martonne durant la nouvelle période à (**I=7.18**), traduit que la station de Ain Sefra reste dans un climat de type désertique à écoulement temporaire.

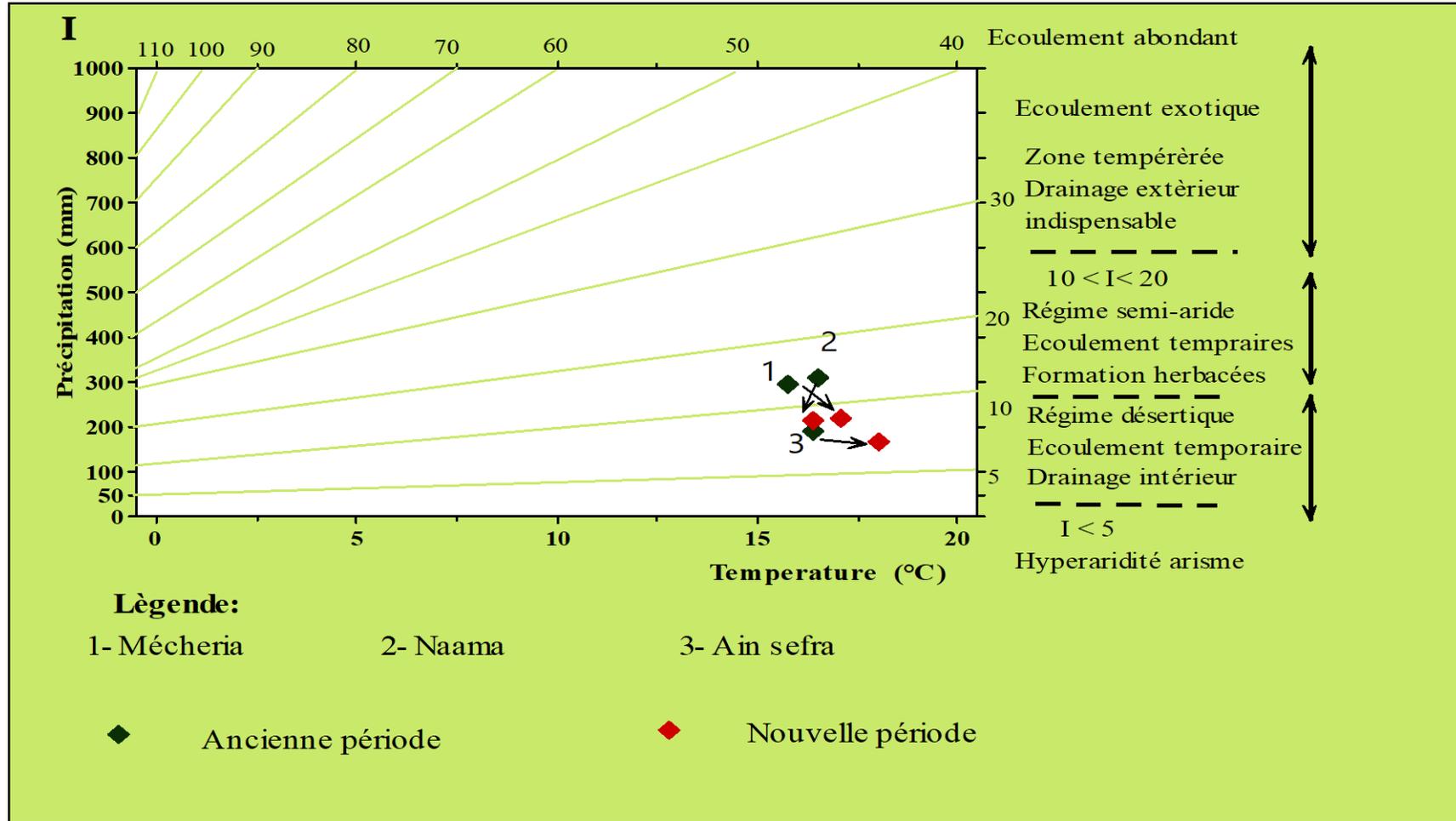


Figure n°26 : Indice d'aridité de De Martonne.

IV. 4. Indice xérothermique d'Emberger :

Emberger (1942), l'indice de sécheresse estivale est le rapport entre les valeurs moyennes des précipitations estivales P en (mm) et la moyenne des maxima thermiques de la période estivale en M (°C).

$$I_s = P / M$$

Où :

Pe : La somme des précipitations moyennes estivales en (mm)

M : Moyenne des températures maximales du mois le plus chaud en (°C)

Selon **Emberger (1942)**, le climat ne peut être qualifié méditerranéen du point de vue phytogéographique que si ($I_s < 7$).

Tableau n° 27 : Indices de sécheresse.

Stations	Périodes	Pe (mm)	M (°C)	Is
Naâma	1913-1938	39	38.9	1.56
	1990-2018	36.36	36.85	1.07
Mècheria	1913-1938	27	35.1	0.76
	1990-2018	26.99	36.82	0.73
Ain sefra	1913-1938	43	37.6	1.14
	1990-2018	27.23	38.25	0.71

Dans notre cas, les valeurs de cet indice de sécheresse confirment la déficience des précipitations ; les fortes chaleurs ainsi que l'étendue de la saison sèche plus de 6 mois, d'où une aridité apparente et une sécheresse accentuée.

L'indice xérothermique diminue légèrement vers le sud avec l'altitude sur l'atlas saharien puis augmente nettement en se rapprochant de la steppe.

IV. 5. Diagrammes Ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN :

Pour rendre les données climatiques plus significatives, plusieurs auteurs ont proposé des indices climatiques, qui sont de/85s combinaisons des moyennes des différentes composantes du climat notamment la température et les précipitations (**Emberger, 1955**).

Selon **Bagnouls et Gausсен (1953)**, un mois est dit biologiquement sec si le total mensuel des précipitations exprimées en millimètres est égal ou inférieur au double de la température moyenne, exprimée en degrés Celsius (°C) ; cette formule « $P \leq 2T$ » permet de construire des diagrammes ombrothermiques traduisant la durée de la saison sèche d'après les intersections des deux courbes.

La surface du polygone est utilisée comme « indice d'intensité de sécheresse » (**Panini & Amandier, 2005**). À ce sujet **Dreux (1980)**, montre que le climat est sec quand la courbe des températures est au-dessus de celle des précipitations et humide dans le cas contraire.

D'après **Gausson (1963)**, ce diagramme permet de connaître également la marche des températures au cours de l'année. Nous avons établi les diagrammes ombrothermiques de trois stations pour les deux périodes (1913-1938) et (1990-2018) (Figures n°10).

Le diagramme ombrothermique des deux périodes (1913-1938) et (1990-2018) met en évidence deux saisons distinctes :

➤ **Saison humide :**

Pour l'ancienne période :

- Naâma : possède **05** mois, allant du mois de janvier à la mi-mars et du début du mois d'octobre à la fin décembre ;
- Mécheria : possède **07** mois, allant du mois de janvier jusqu'au du mois d'avril et du mois d'octobre à la fin décembre ;
- Ain Sefra : possède **03** mois, allant de la mi-octobre à la fin décembre.

Durant la nouvelle période, la période humide est assez courte ; elle varie de **05** mois (janvier, février, mars, octobre, novembre, décembre) pour la station de Mécherai, et 4 mois (mi-octobre jusqu'à le mois mars) pour la station de Naâma, un mois janvier jusqu'à mi-février pour la station de Ain Sefra.

➤ **Saison sèche :**

Pour l'ancienne période, l'ensemble des stations étudiées présentent une saison sèche qui varié de :

- Naâma : mi-mars jusqu'au début du mois d'octobre ;
- Mécheria : Avril jusqu'au du mois d'octobre ;
- Ain Sefra : janvier jusqu'au du mois d'octobre.

Pour la nouvelle période, l'interprétation des diagrammes montre que cette surface est nettement plus grande pour l'ensemble des stations par rapport à l'ancienne période. Nous avons constaté que la période sèche s'étale le long de l'année avec une intense sécheresse au mois de mai à juillet dans l'ensemble des stations, et avec l'augmentation entre les mois se différents d'une station à l'autre comme suit :

- Mécheria : possède **07** mois de sécheresse qui s'étalent de janvier à mois d'octobre
- Naâma : les mois de sécheresse qui s'étalent de mois mars à mi-octobre
- Ain sefra : possède **10** mois de sécheresse qui s'étalent de janvier à novembre.

Ainsi, ces dernières années nous assistons effectivement à des périodes sèches plus au moins dures par rapport aux nouvelles périodes (1990-2018). Donc, les nouvelles périodes sont des périodes sèches plus dures par rapport aux périodes précédentes.

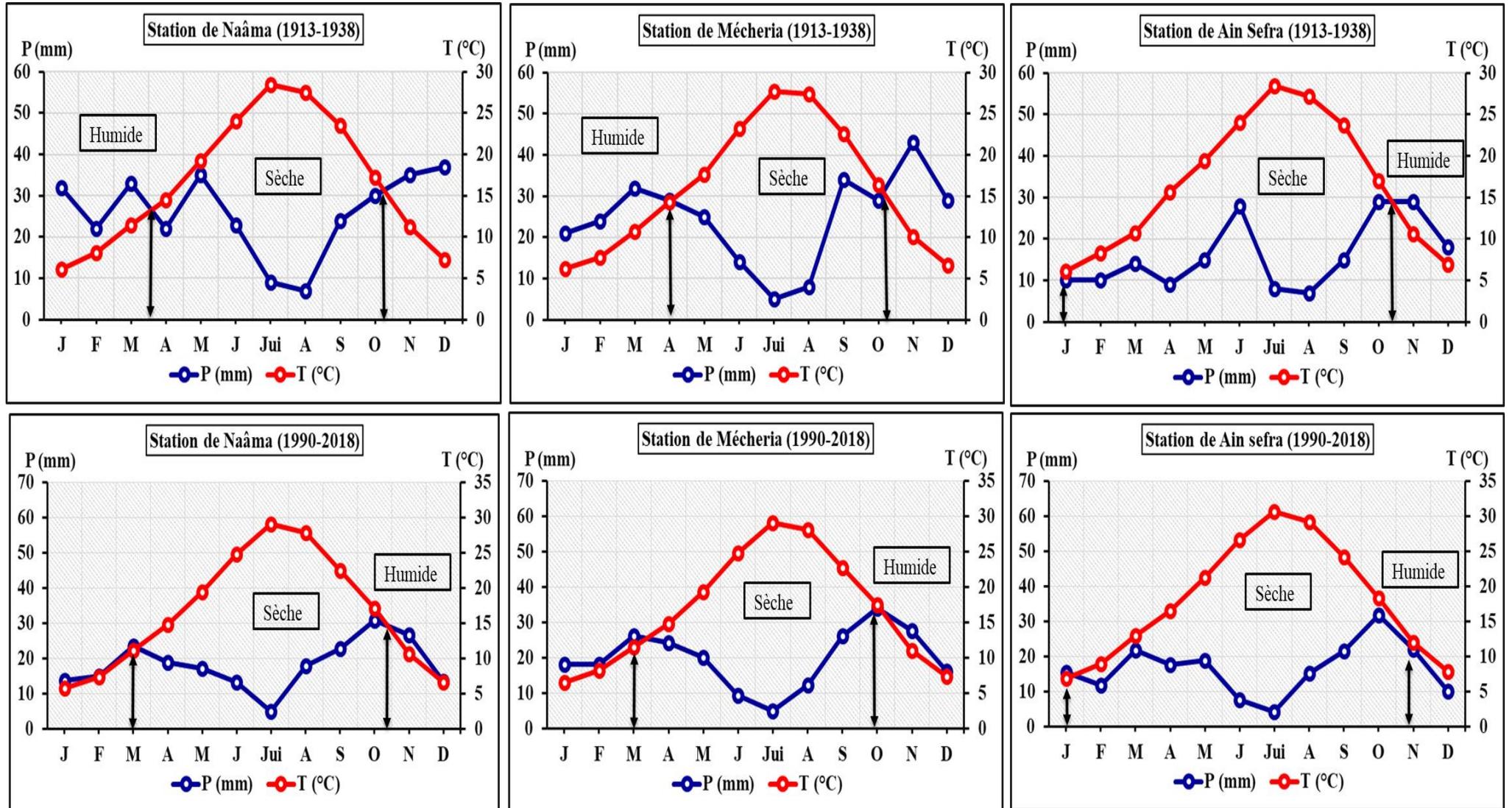


Figure n°27 : Diagrammes Ombrothermiques pour les trois stations durant l'ancienne période et la nouvelle période.

IV.6. Quotient pluviométrique d'EMBERGER :

Selon d'Emberger (1952-1955), le quotient pluviothermique (Q_2) correspond à une expression synthétique du climat méditerranéen. Ce quotient est généralement le plus utilisé dans les régions de l'Afrique du Nord, en basant sur des critères liés aux précipitations annuelles moyennes (P en mm), à la moyenne des minima du mois le plus froid de l'année (m), et à la moyenne des maxima du mois le plus chaud (M), selon la formule (Benabadji & Bouazza, 2000b).

$$Q_2 = \frac{1000P}{\frac{(M-m)(M+m)}{2}} = \frac{2000P}{(M^2 - m^2)}$$

Où :

P : pluviosité moyenne annuelle en (mm).

M : moyenne de températures maximales du mois le plus chaud (degrés Kelvin)

m : moyenne de températures minimales du mois le plus froid (degrés Kelvin).

$T (^{\circ}k) = T ^{\circ}C + 273,2$.

Tableau n°28 : Quotient pluviothermique d'Emberger.

Stations		P (mm)	M (°C)	m (°C)	Q2	Étages bioclimatiques
Mècheria	AP	293	35.1	1,5	29.93	Semi-aride inférieur
	NP	238.64	36.82	1.84	23.32	Aride supérieur
Naâma	AP	309	38.9	-3,9	24.85	Aride supérieur
	NP	218.66	36.85	0.22	20.46	Aride inférieur
Ain sefra	AP	192	37.6	-0,3	17.35	Aride inférieur
	NP	201.20	38.25	1.07	18.46	Aride inférieur

L'application du quotient pluviothermique sur les données représentées (Tab.28), a révélé que la diminution de la valeur de Q_2 entre les deux périodes a provoqué un décalage des étages bioclimatiques auxquelles appartiennent les trois stations :

- ☞ La station de Mécheria de l'étage semi-aride supérieur à hiver frais vers l'aride supérieur à hiver frais ;
- ☞ La station de Naâma de l'aride supérieur à hiver froid vers l'aride inférieur à hiver frais ;
- ☞ La station d'Ain-Sefra de l'étage aride inférieur à hiver Froid vers l'étage aride à hivers frais ;

Ces données montrent que l'aridité domine la wilaya de Naâma actuellement.

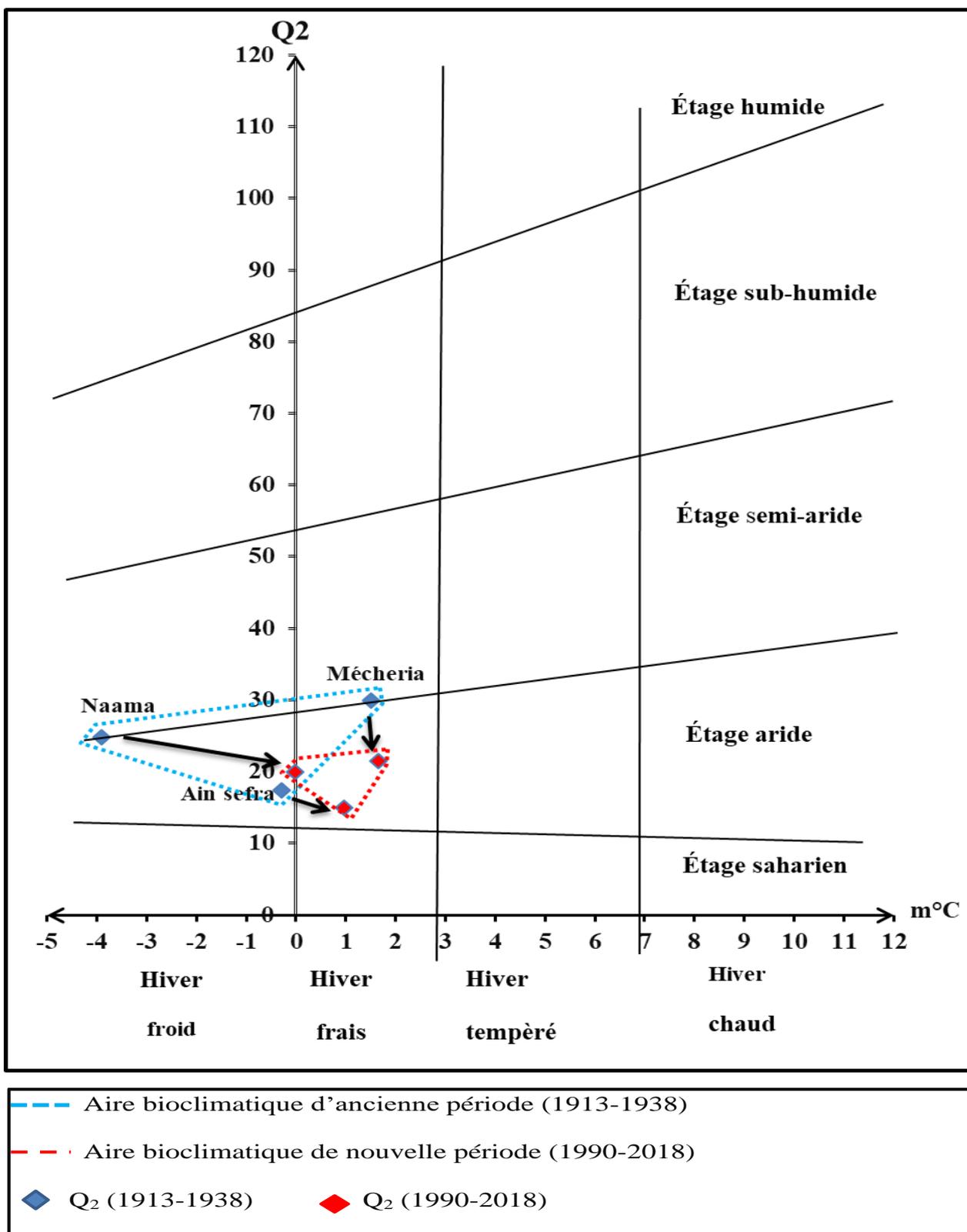


Figure 28 : Climagramme du quotient pluviothermique d'Emeberger (Q2).

V. Autres facteurs climatiques :

V.1. Les vents :

Halitim (1988), les vents des régions arides sont les principaux facteurs de l'édification des reliefs (dunes), et dans la dégradation des sols (vannage) et la destruction de celle-ci d'une part ; et d'autre part dans la dissémination des grains des végétaux et les grains du pollen. Aussi le vent est responsable de l'ensablement et de leur origine (**Demangeot, 1981**) Cité par (**Benouis, 2006**).

À l'intérieur de la région aride où le couvert végétal fût dégradé, le vent est considéré comme agent dynamique principal de l'érosion éolienne traduite par la formation des aires sableuses et la stérilisation des terres steppiques.

Notre analyse anémométrique effectuée sur les deux stations de Mécheria et d'Ain-Sefra a montré que la résultante des vents est d'ouest avec un basculement du nord vers le sud pendant les saisons. De même, l'étude réalisée par **Callot (1987)** a révélé la direction du nord-nord-ouest.

Tableau n°29 : Moyennes mensuelles de la vitesse (m/s) des vents de la période (1990-2018).

Stations		J	F	M	A	Mai	J	Juill.	A	S	O	N	D	moy
Naâma	V	2,63	2,92	3,44	3,83	3,84	3,44	3,26	3,06	2,99	2,59	2,7	2,5	3,1
	Vmax	40	33	27	32	36	28	41	32	31	35	29	30	32,8
Mécheria	V	4,25	4,42	4,61	4,68	4,54	4,45	4,26	4,02	3,88	3,66	3,9	4,04	4,2
	Vmax	39	37	42	34	32	35	33	34	37	34	39	37	36,08
Ain Sefra	V	2,06	2,3	2,7	3,09	3,15	2,82	2,48	2,37	2,31	2,09	1,88	1,84	2,4
	Vmax	28	28	28	90	40	32	31	38	33	28	29	27	36

La période (1990-2018) (O.N.M 2018)

Dans la wilaya de Naâma, les vents sont fréquents et leur vitesse est importante durant les mois janvier à Naâma, septembre pour les deux stations Mécheria et Ain sefra.

a) Vents dominants : Il souffle fréquemment dans les directions instables et à différentes intensités en fonction des saisons :

- Les vents dominants sont de direction Nord-Ouest durant l'automne et l'hiver (humides et froids).
- Les vents dominants sont de direction Nord-Est durant l'été sont secs
- Les vents de direction Sud-ouest sont secs et chauds appelé (sirocco), fréquent en printemps et en été où le sirocco devient très desséchant.

D'après les résultats (Tab.29), nous indiquons les vitesses moyennes enregistrées pour chaque mois dans la période (1990-2018). Le maximum de vitesse des vents est de **90 m/s** dans la station d'Ain sefra et de **42 m/s** à station de Mécheria, de **41 m/s** au mois de juillet à station de Naâma.

b) Le sirocco :

Le sirocco est un vent chaud et sec qui souffle soit directement du Sud, soit du Sud-Est, soit du Sud-Ouest (Halimi, 1980 in Madoui, 1995).

En effet, sur un total de jours, le sirocco souffle le plus en été pratiquement **56.88 jours**, avec un maximum de **108 jours** dans la station de Mécheria, **63 jours** dans la station Naâma et **60 jours** dans la station d’Ain sefra à mois d’aout. Pendant cette saison le sirocco souffle violemment, il provoque l’entraînement des matériaux sableux sans cohésion et de ce fait, responsable de la sculpture des formations dunaires (Tab.30, 31, 32 annexes).

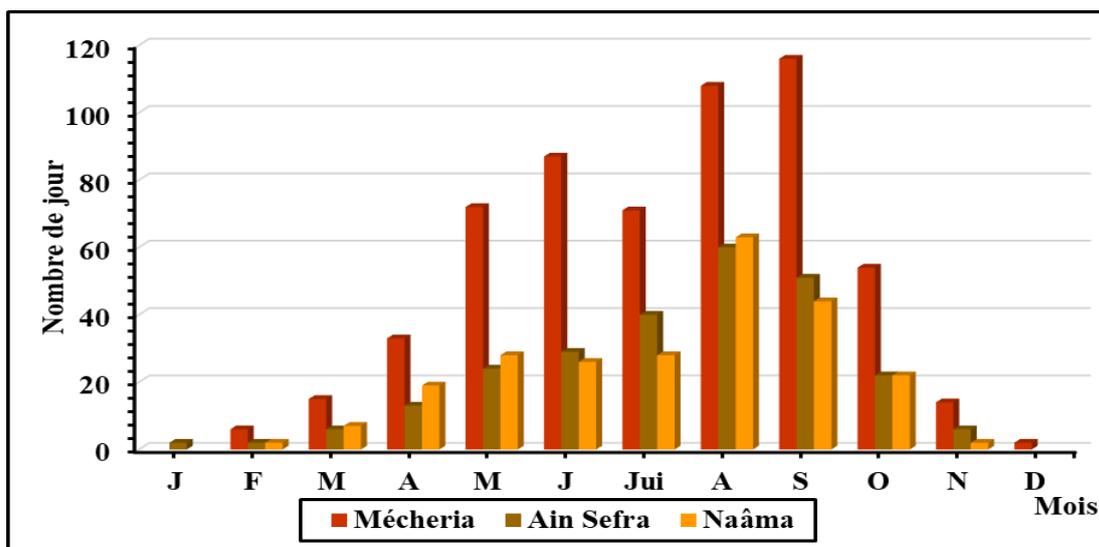


Figure n°29 : Nombres des jours des vents durant la période (1990/2018)

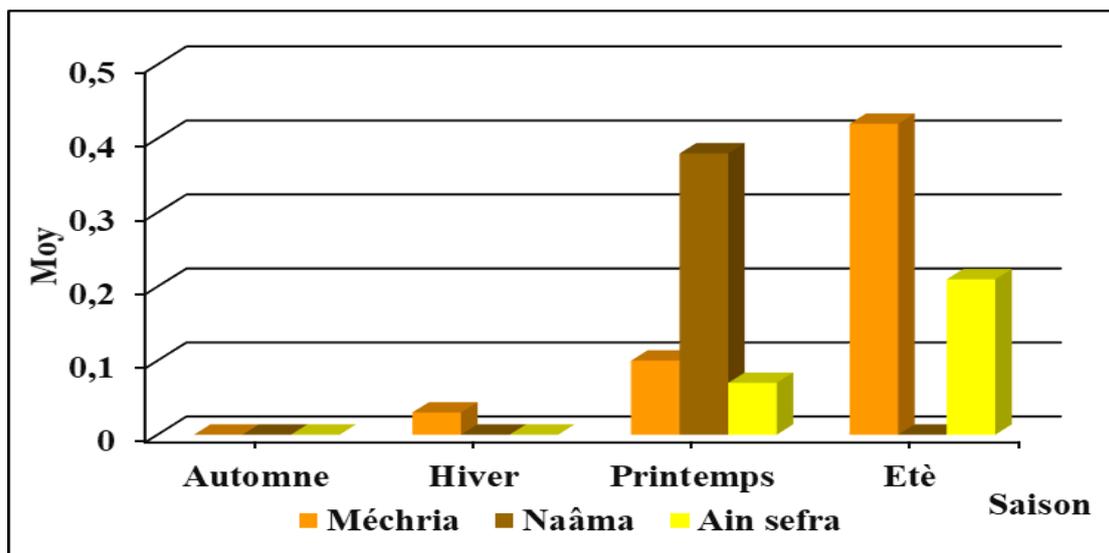


Figure n°30 : Moyennes mensuelles de sirocco durant la période (1990/2018).

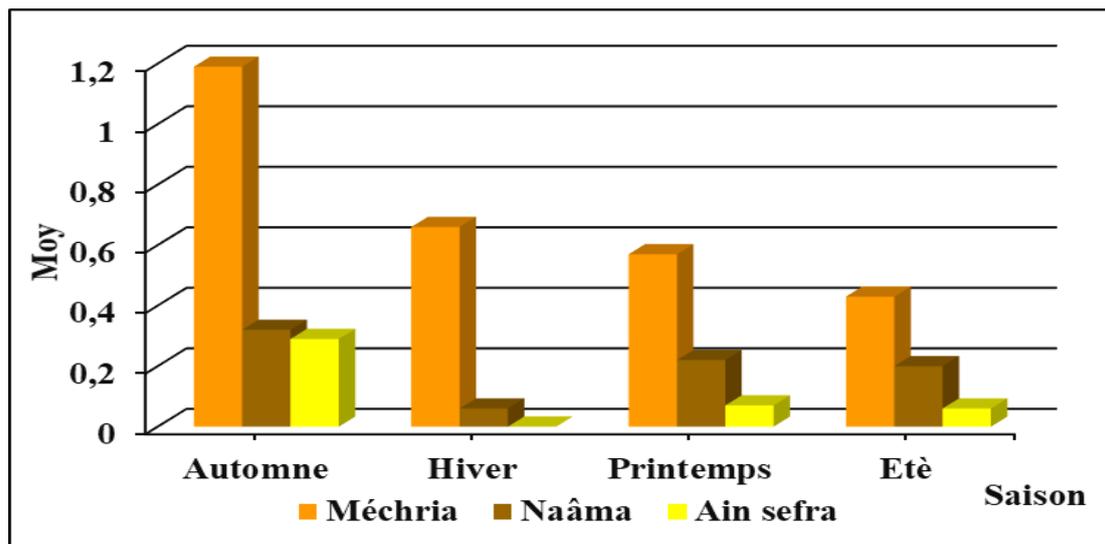


Figure n°31 : Moyennes mensuelles la tempête de sable durant la période (1990/2018)

V.2. Enneigement :

Selon **Le Houeron et al. (1975)**, la durée de l'enneigement est d'un à deux mois. Pour le nombre de jours de neige, la wilaya de Naâma est très froide en hiver, au point d'enregistrer des chutes de neige.

Leur fréquence annuelle est en moyenne de **87 jours** de neige par an pour la station de Mécheria, à **46 jours** la station de Ain Sefra, et **43 jours** pour les hautes plaines du sud oranais Naâma (Tab.33)

Tableau n°33 : Moyennes mensuelles de neige durant la période (1990-2018).

Stations	J	F	M	A	M	J	Jui	A	S	O	N	D	moy
Naâma	0,64	0,61	0,32	0,04	0	0	0	0	0	0	0	0,78	0,2
Mécheria	0,86	0,45	0,38	0,07	0	0	0	0	0	0	0,04	0,57	0,2
Ain sefra	0,41	0,45	0,28	0	0	0	0	0	0	0	0,07	0,46	0,14

La période (1990-2018) (O.N.M 2018)

V.3. Gelée :

D'après **Stewart (1969)**, la topographie influence considérablement la fréquence et l'intensité de gelées. Les stations d'études subissent des gelées importantes et fréquentes en hiver et même au début du printemps. Leur fréquence est évaluée en moyenne à **31.1 j/an** pour la station de Mécheria et **38.3 j/an** pour la station de Naâma et **27 j/an** dans la station d'Ain Sefra durant la période (1990-2018) (O.N.M 2018). Dans le peuplement végétal du reboisement, les gelées influent négativement d'une manière considérable sur la reprise des jeunes plants.

Le risque des gelées commence lorsque le minimum de température tombe au-dessus de **10° C**, il dure tant que ce minimum reste inférieur à cette valeur. Les jours plus froids ont été enregistrés dans les

dates suivants : (-21.7°C) **18/08/2002** à station de Naâma, (-8.1°C) **08/01/2005** à station de Ain sefra le jour plus froid, et (-9.4°C) **06/01/1991** à station de Mécheria.

V.4. Humidité atmosphérique

L’Humidité a une grande importance pour la végétation forestière, c’est la source de toutes les précipitations, elle contrôle en outre pour une large part les taux d’évaporation du sol et de la couverture végétale.

L’évolution mensuelle de l’humidité calculée dans les stations des références sur une période de 29 ans (1990-2018) est représentée dans la figure 32 (Tab.34 annexes), qui montre que l’humidité est souvent supérieure à **40 %** sauf en été avec les valeurs minimales au mois de juillet de l’ordre **29.03 %** de la station de Mécheria et **26.9%** de la station d’Ain sefra et **23.8%** de la station de Naâma.

Les valeurs maximales du mois de décembre sont de **68,7 %** de la station de Mécheria, **67.3%** de la station de Naâma et **64.2%** de la station d’Ain sefra ceci indique que l’atmosphère se trouve dans un état plus ou moins proche de la condensation.

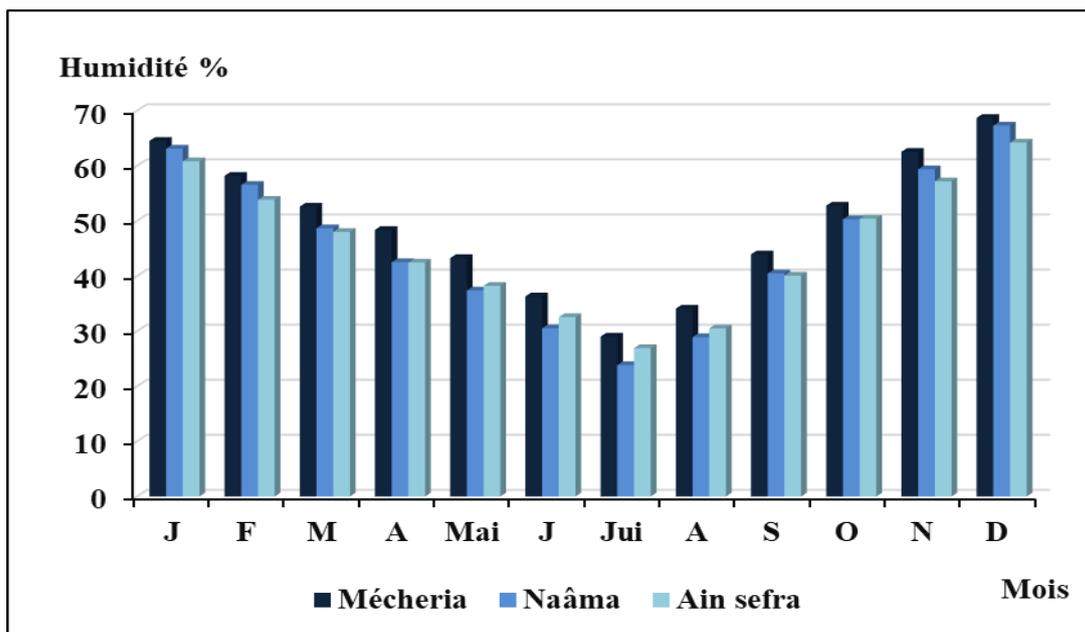


Figure n°32 : Moyenne mensuelle de l’humidité durant la période (1990-2018).

VI. Conclusion :

Dans ce chapitre, nous avons comparé du point de vue climatique entre deux périodes différentes une ancienne (1913-1938) et une nouvelle période (1990-2018).

- Le climat de la région d'étude relève une irrégularité très importante entre ses différentes zones, deux étages bioclimatiques bien distincts et qui sont : le semi-aride et l'aride, caractérisé par deux saisons :
 - Saison hivernale : très courte et froide, elle s'étale de Mars à Novembre, est caractérisée par l'irrégularité pluviométrique.
 - Saison estivale : longue et sèche, elle est caractérisée par la moyenne des précipitations et de fortes chaleurs et s'étale sur 7 mois, pour la station de Mécheria, le 10 mois pour la station de Naâma et dans la station d'Ain sefra la saison estivale se prolonge tous l'année ce qui impose à la végétation une forte évapotranspiration.
- Actuellement, toutes les stations qui couvrent l'aire actuelle de reboisement sont caractérisées par le régime saisonnier constant à **APHE**. Les précipitations saisonnières montrent que globalement les saisons automnales (A) et hivernales (H) sont les plus arrosées. L'été sous le climat méditerranéen, la saison la plus chaude et la moins arrosée (**Daget, 1977**).
- Selon la classification thermique de **Debrach (1959)**, une continentalité accentuée est bien définie pour les trois stations.
- La classification bioclimatique en fonction de la température moyenne annuelle et de « m » montre que les stations des références appartiennent à l'étage thermo-méditerranéen.

L'utilisation du quotient pluviothermique d'Emberger dont l'application est propre aux régions méditerranéennes permet de classer les stations des références dans l'étage bioclimatique semi-aride à hiver tempéré. Cette classification repose sur une moyenne de 29 ans, condition de temps nécessaire et suffisant pour une caractérisation fiable du climat de la région de Naâma.

Troisième Partie

Méthodes d'études

Présentation la zone d'étude

I.1. Choix des stations :

Pour avoir des informations fiables nous avons été guidés par les stations où les reboisements ont été effectués depuis **1973** dans la wilaya de Naâma.

Les cartes satellitaires et les informations nous ont été fournies par l'administration de la conservation de forêt de Naâma pour la réalisation de notre étude. Cette étape a été suivie par des sortie sur terrain afin de choisi les stations d'études. Ces dernières sont basées sur un certain nombre des paramétrés à savoir :

- ✚ Etudes des sols
- ✚ Mesure dendrométriques,
- ✚ Analyse floristique.

Neuf stations ont été sélectionnées à travers la wilaya de Naâma selon un transect Nord/Sud, se situant dans quatre communes à savoir :

- ✚ El Biodh
- ✚ Mécheria
- ✚ Naâma
- ✚ Ain Sefra

Pour cela la présentation sera comme suit :

- ✚ Commune d'El Biodh : une seule station d'El Biodh au centre-ville.
- ✚ Commune de Mécheria : trois stations : Djebel Antar, Draa el Aoud, Draa El Aoued-El Biodh.
- ✚ Commune de Naâma : trois stations : Horchia, Touadjer, Suigua.
- ✚ Commune d'Ain Sefra : deux stations : Ain Sefra (centre-ville), Mekalis.

I.2. Physiographie des stations choisies :

Pour mieux apprécier la diversité biologique et paysagère de la zone d'étude nous allons présenter la caractérisation de chaque station.

I.2.1. Commune d'El Biodh :

Située au Nord-Est de la wilaya de Naâma, elle est limitée au Nord par la wilaya de Sidi Bel Abbes et à l'Ouest par commune de Mekmen Ben Amar et Ain Ben Khellil, à l'Est par la wilaya d'El Bayadh, et au Sud par la commune de Mécherai (Fig 33).

À distante de **5 km** de la station de El Biodh, ils ont été prévus deux projets (la ceinture vert et la fixation de dune).

Le premier projet constitue la ceinture vert à base des plantations du Pin d' Alep (*Pinus halepensis* Mill.), d'une étendue de **150 ha** remonte à **1972-1974**, il présente une bonne reprise et une croissance plus généreuse pour les peuplements du Pin d'Alep, à cause au caractère superficiel du plan d'eau de la nappe phréatique.

Ces coordonnées géographiques sont comprises entre **33°45'48''** de latitude Nord et **0°7'60'** de longitude Ouest, avec une orientation Nord-ouest. Elle culmine à une altitude variée entre **1000-1064 m**. Elle est caractérisée par une végétation clairsemée composée principalement des espèces telles que :

- *Salsola vermiculata*,
- *Lygeum spartum*,
- *Atractylis serratuloides*,
- *Thymelea microphylla*,
- *Peganum harmala*.

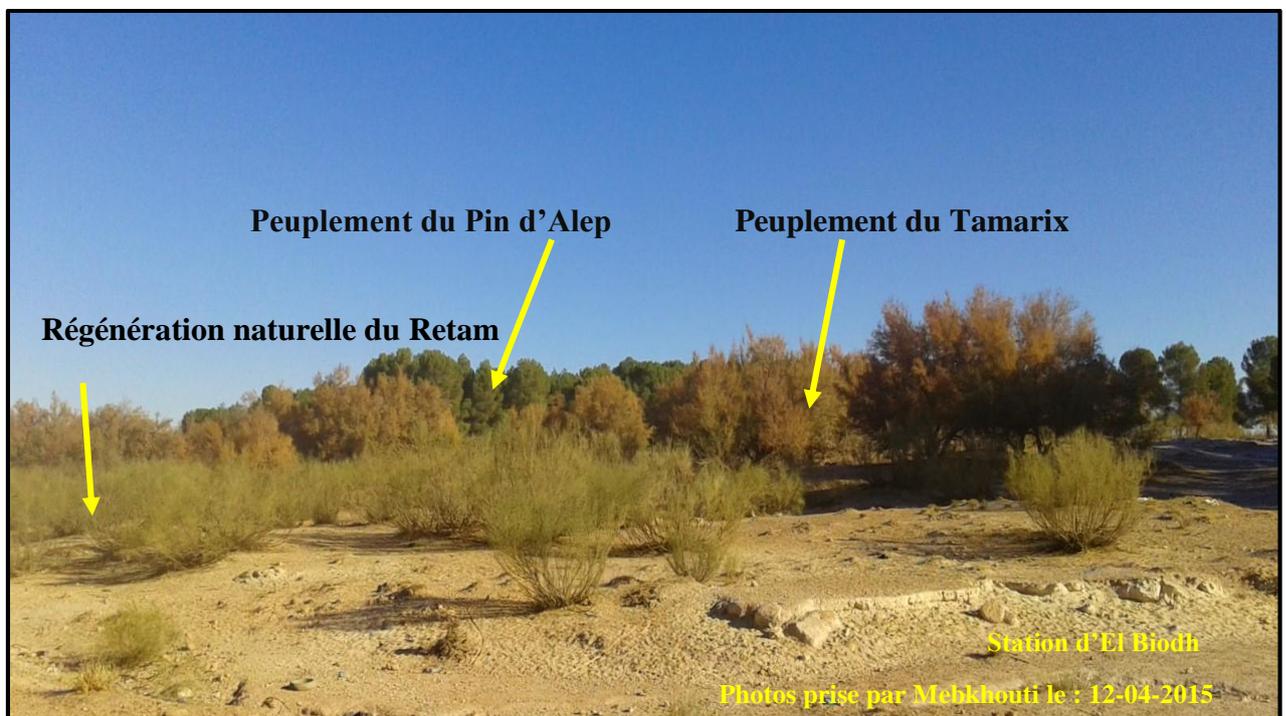
On note la présence de *Zygophyllum cornitum*, et de *Limoniastrum gyanianum*.

À côté le rideau biologique formé par la pineraie de la ceinture verte, les plantations de Tamarix (*Tamarix Articulata*) sont poursuivies sur un sol sablonneux et chargé en sel, en raison de la proximité du Chott Chergui, qui a été implanté depuis 1985.

Ces coordonnées géographiques sont comprises entre **33°46'49''** de latitude Nord et **0°11'36'** de longitude Ouest, avec une orientation Nord-ouest. Elle culmine à une altitude entre **1049-1057 m**.

Elle est caractérisée par la présence d'espèces psammophyles telles que *Thymelia micropyhylla* et en plus du *Lygeum spartum* qu'on le retrouve également au niveau des bandes de Tamarix.

Dans la même station, a été régénéré deux espèces du Retam (*Retama retam*) et du Drinn (*Aristida pungens*), aux débuts des formations dunaires (Photos 1).



Photos n°1 : Plantations végétales dans la station d'El Biodh.

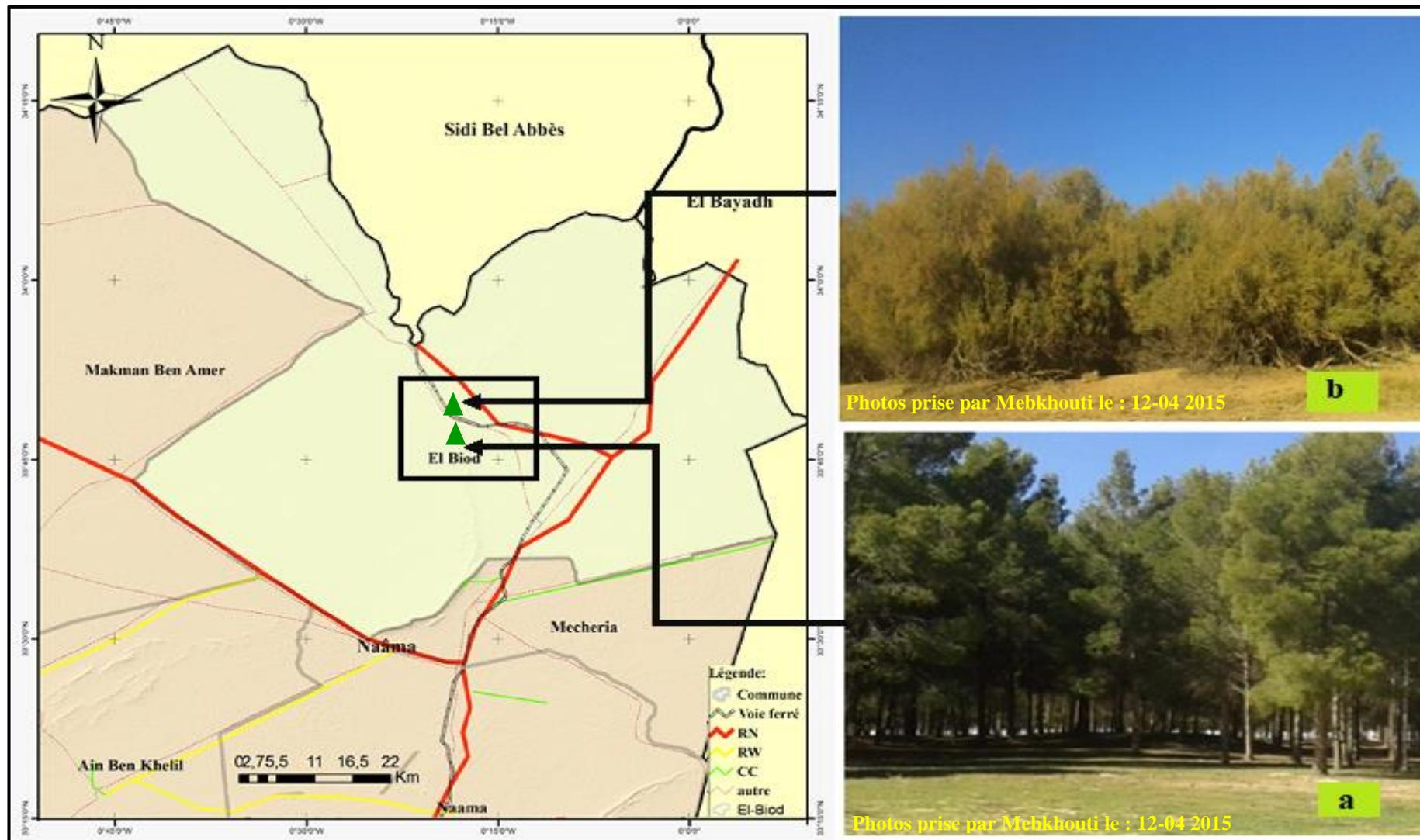


Figure n°33 : Carte de la station d'El Biodh

(a : Ceinture vert par *Pinus halepensis* Mill ; b : Fixation de dune par *Tamarix articulata*).

I.2.2. Commune de Mécherai :

Elle appartient à la wilaya de Naâma, Elles sont limitées au Nord par la commune d'El Biodh et à l'Ouest par la commune d'Ain Ben khelil, à l'Est par wilaya d'El Bayadh, au Sud par la commune de Naâma (Fig. 34).

I.2.2.1. Station de Draa el aoud :

Elle s'éloigne de **11 à 12 Km** de la commune de Mécherai. La superficie totale de plantation du Pin d'Alep est estimée à de **2000 pts/ha** qui a été implanté en **1975**.

Ces coordonnées géographiques sont comprises entre **33°35'56,98'** de latitude Nord et de **0°12'16, 20''** de longitude Ouest. Elle se trouve entre **1080-1110 m** d'altitude, avec une pente de **5° à 10°**. Elle est limitée au :

- Au Nord par Djebel Anter ;
- À l'Est par commune d'El Biodh.
- À l'Ouest par la ville de Mécherai.

Elle est caractérisée par la présence d'espèces :

- *Salsola vermiculata*,
- *Peganum harmala*,
- *Atractylis serratuloides*

I.2.2.2. Station de Djebel Antar :

Le peuplement du Pin d'Alep de forme de boisement de masse est situé au niveau du piémont du versant, à **7 km** vers le Nord- Ouest de la Ville de Mécherai, du côté droit près d'une carrière de gravier. Il occupe une superficie totale de peuplement est de **2000 ha** qui a été implanté en **1973**. Ce site est plus exposé aux différents stades de l'érosion hydrique à savoir les stries et les rigoles.

Ces coordonnées géographiques sont comprises entre **33°27'33°42'** de latitude Nord et de **03°0'25''** de longitude Est. La tranche altitudinale de la station varié entre **1200-1260 m**, avec une pente varie entre **5° à 15°**.

Elle est limitée géographiquement :

- Au Nord-Ouest par la commune Ben Amar ;
- À l'Est par la commune d'El Biodh ;
- Au Sud par la commune de Naâma.

Ce type de reboisement a pour l'objectif d'accroître la superficie forestière, elle joue un rôle protecteur contre les éboulements et les érosions édaphiques qui proviennent de Djebel Anter.

Le couvert végétal est composé d'arbustes tel que :

- *Pinus halepensis*,
- *Quercus ilex*,
- Oxycèdre *Juniperus oxycedrus*.

La végétation herbacée composée par :

- *Stipa tenacissima*,
- *Artemisia herba alba*,
- *Ulex boivini*,
- *Calycotome Spinosa*

I.2.2.3. Station de Draa El Aoud-El Biodh :

Les plantations de Pin d'Alep de forme bande forestière, se trouve à une distance de **4 km** avant la station d'El Biodh. Avec une orientation Nord-est. Il occupe une superficie totale de peuplement Pin d'Alep est de **180 ha** qui a été implanté en **1973**.

Ces coordonnées géographiques sont comprises entre **33°41'10,91'** de latitude Nord et de **0°09'49,78''** de longitude Ouest. La tranche altitudinale de la station varié entre **1080** et **1050 m**, avec la pente entre **5°** à **10°**.

Elle est limitée géographiquement par:

- Au Nord par Djebel Antar ;
- À l'Ouest par boisement de Draa al aoud ;
- À l'Est par la station de d'El Biodh.

Le couvert végétal est composé d'arbustes tel que : *Pinus halepensis*.

La végétation herbacée composée de :

- *Lygeum spartum*
- *Atractylis serratuloides*
- *Salsola vermiculata*
- *Noaea micronata*

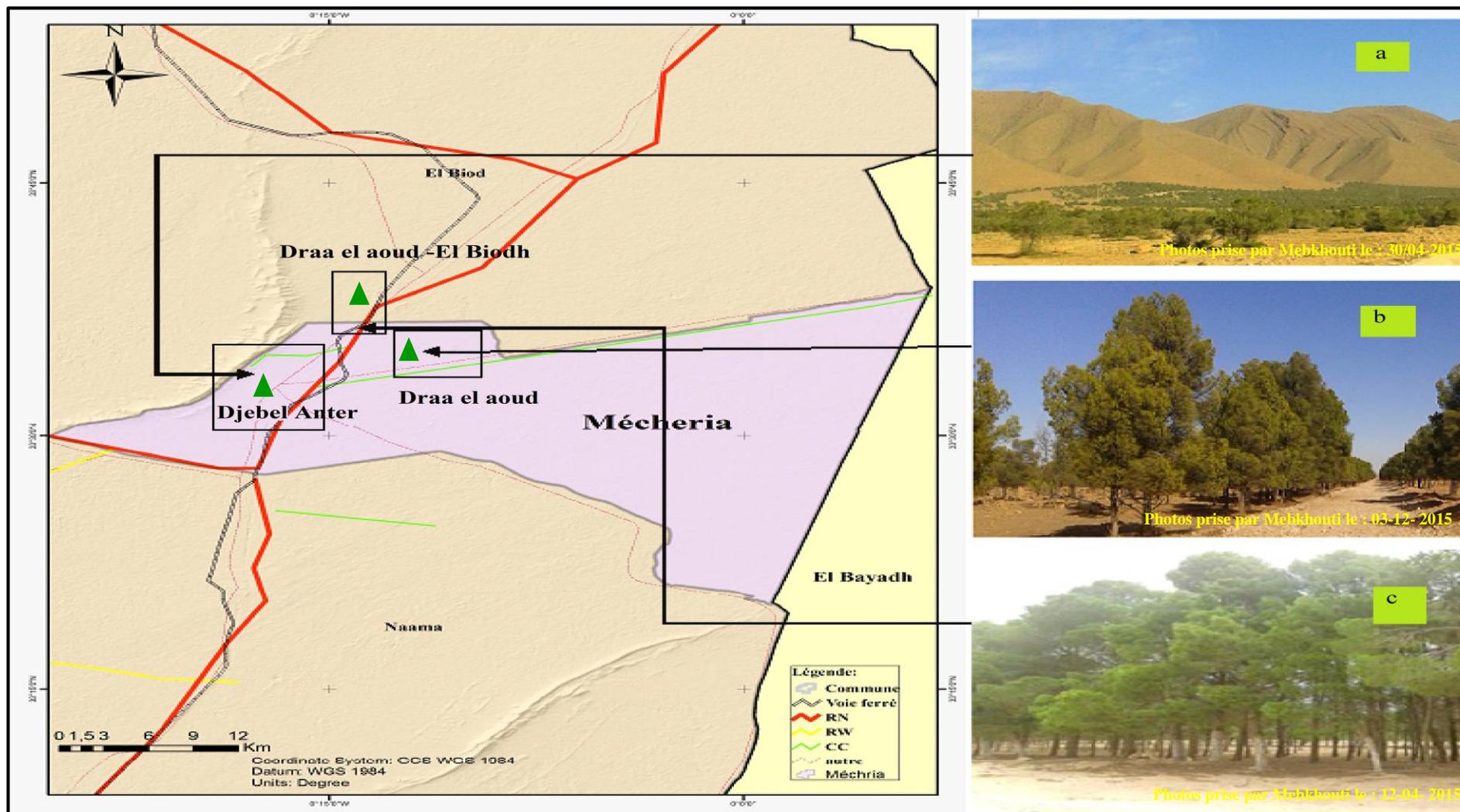


Figure n°34 : Carte la commune de Mécheria

(a : Boisement forestier de Djebel Anter ; b: Boisement forestier Draa el aoud ; c : Bande forestier Draa el aoud-El Biodh).

I.2.3. Commune de Naâma :

Elle constitue trois stations, sont situés le long de l'axe routier N°26 reliant deux communs (Naâma et Ain sefra), sur une distance de **81.1 km**. À proximité des axes routiers, les reboisements sous forme des bandes, constituant de meilleurs peuplements d'abri pour les usagers (Fig. 35).

I.2.3.1. Station de Touadjer :

Les peuplements du Pin d'Alep se situe à **20 km** au Nord du chef-lieu la wilaya de Naâma, localisé entre la **RN 6** et le chemin de wilaya menant vers la commune de Touadjer. Ils couvrent une superficie de **168.3 ha**.

Ces coordonnées géographiques sont comprises entre : **33°36' 38"** de latitude Nord et **0°13' 42"** de longitude Ouest, avec une altitude varié entre **1137-1150 m**, la pente varié entre **5° à 10°**.

Elle est limitée géographiquement :

- Au Nord par la commune de Mécherai ;
- À l'Ouest par la commune d'Ain Ben khelil ;
- À l'Est par la wilaya d'El Bayadh ;
- Au Sud par la commune de Horchia.

Les végétaux sont dominés par une formation : Pin d'Alep avec quelques les pieds d'Eucalyptus, Tamarix, Cyprés (qui a été planté ça fait deux ans) ; La végétation herbacée dominés par :

- *Noaea macronata*
- *Marrubium deserti*,
- *centaurea cancellata*,
- *Stipa parviflora*
- *Salsola vermiculata*,
- *Plantago albicans*,
- *Diplotaxis tenuifolia*,
- *Lygeum spartum*.

I.2.3.2. Station de Horchia :

Située avant le village de Naâma à environ **14 km**, avec une orientation Nord-est. Il occupe une superficie totale le peuplement de Pin d'Alep est de **39 ha** qui a été implanté en **1973**.

Ces coordonnées géographiques sont comprises entre : **33°19'07,76"** de latitude Nord et **0°18'18,49"** de longitude ouest, avec une altitude varié entre **1180-1188 m**.

Elle est limitée géographiquement :

- Au Nord par la commune de Toudjer ;
- À l'Ouest par la commune d'Ain Ben khelil ;
- À l'Est par la wilaya d'El Bayadh ;

- Au Sud par la ville de la commune de Naâma.

Le couvert végétal est composé d'arbustes tel que : Pin d'Alep, quelque les pieds d'Eucalyptus, et les pieds de Tamarix et Cyprées vert qui ont été implanté en **2004**,

La végétation herbacée sont dégradées composées essentiellement de :

- *Artemisia herba-alba* Asso.,
- *Peganum harmala* L.,
- *Lygeum spartum*,
- *Salsola vermiculata*,
- *Noaea mucronata*,
- *Helianthemum virgatum*

I.2.3.3. Station de Suigua :

Ce site est une bande verte, situé au long de l'axe routier **RN°26** reliant deux communs (Naâma et Mekalis), constitue quatre bandes des peuplements à base de Pin d'Alep. Les coordonnées géographiques des bandes testées sont :

- Bande verte A comprises entre **33°13'22°,25'** de latitude Nord et de **0°20'24,32''** de longitude Ouest. Elle se trouve à **1177m** d'altitude, couvrent une superficie **50 ha** ;
- Bande verte B comprises entre **33°10'50°,69'** de latitude Nord et de **0°22'10,36''** de longitude Ouest. Elle se trouve à **1184 m** d'altitude, couvrent une superficie **13.6 ha** ;
- Bande verte C comprises entre **33°03',36°08'** de latitude Nord et de **0°27'01,33''** de longitude Ouest. Elle se trouve à **1273 m** d'altitude, couvrent une superficie **30 ha** ;
- Bande verte D comprises entre **33°00',37°63'** de latitude Nord et de **0°29'22,86''** de longitude Ouest. Elle se trouve à **1293 m** d'altitude, couvrent une superficie **17.3 ha**.

Les végétaux sont dominés par:

- *Pinus halepensis*,
- *Atractylis serratuloides*.
- *Lygeum spartum*.
- *Salsola vermiculata*.

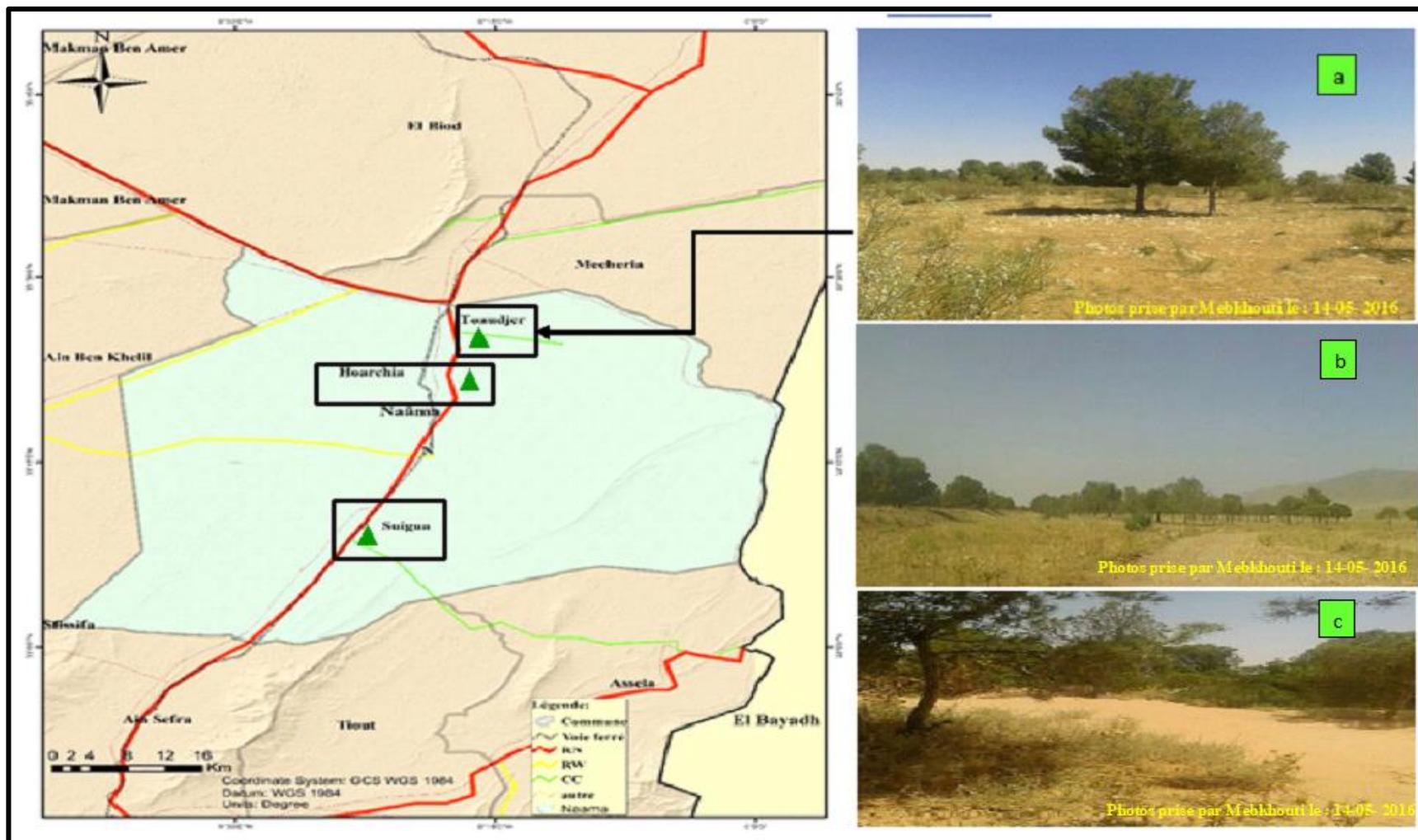


Figure n° 35 : Carte la commune de Naâma

(a : Bande forestier la station de Touadjer ; b : Bande forestier la station de Horchia ; c : Bande forestier la station de Suigua).

II.2.4. Commune d'Ain sefra : Elle se trouve dans le Monts de Ksour au Sud de commune de Naâma (Fig.36).

II.2.4.1 Station d'Ain sefra :

Elle constitue la limite sud de la zone d'étude, proche de la ville d'Ain sefra. Elle présente deux formes des plantations :

- Ceinture verte à base de Pin d'Alep, couvre une superficie de **23 ha** qui a été implanté en **1973**, à l'exposition Sud-est.
- La fixation de dune à base de Tamarix a été implantée en **1988**.

Ces coordonnées Lambert sont comprises entre : **32°45'00"** de latitude Nord et **00°36'59"** de longitude Ouest avec une altitude varié entre **1150-1178 m**.

Caractérisé par l'existence de :

- *Pinus halepensis*
- *Atriplex halimus*
- *Atriplex glauca*
- *Suaeda fruticosa*
- *Frankenia thymifolia*
- *Aristida Pungens*.

II.2.4.2. Station de Mekalis :

Elle est située au Nord de la commune d'Ain Sefra à distance de **26.94 km**, et à **35.8 km** Sud du chef-lieu de wilaya de Naâma. Les peuplements du Pin d'Alep sous forme de bande forestière couvrent une superficie **37 ha**, qui a été implanté en **1973**.

Ces coordonnées géographiques sont : **32°59'48"** de latitude Nord et **0°30'51,06"** de longitude Ouest, à une altitude variée entre **1100-1200 m**. Nous avons constaté un forte l'ensablement entrainant un recouvert assez important des peuplements du Pin d'Alep. Les végétaux de reboisement sont dominés par :

- *Pinus halepensis*,
- *Thymelea microphylla*,
- *Cleome arabica*.

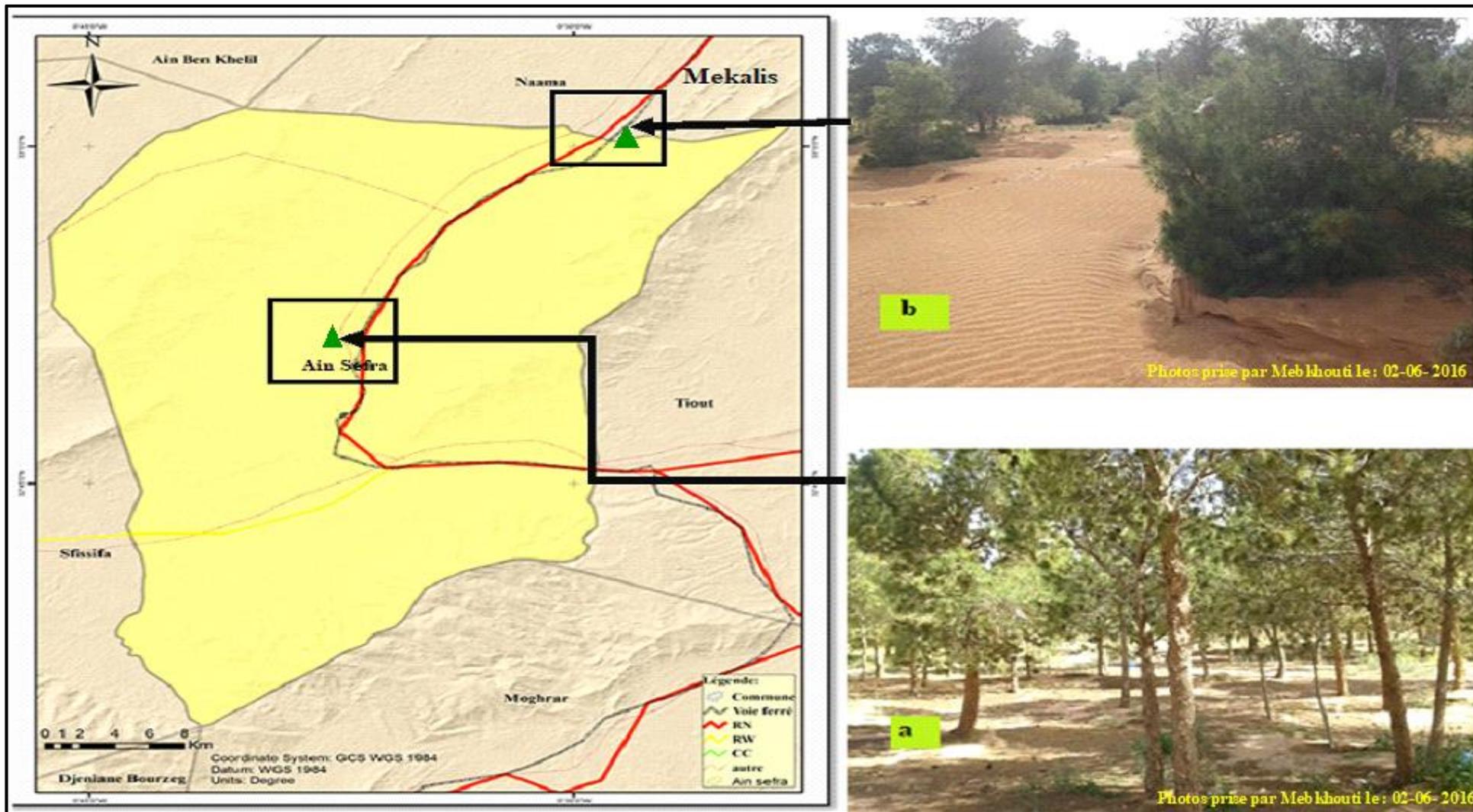


Figure n°36 : Carte la commune d'Ain Sefra

(a : Ceinture vert de la station d'Ain sefra ; b : Bande forestier la station Mekalis).

II.3. Echantillonnage et installation des placettes :

La plupart des inventaires forestiers sont fondés sur des échantillonnages qui consistent à choisir des aires limitées représentatives de l'ensemble de la forêt.

Le type d'échantillonnage préconisé dans de telle situation est l'échantillonnage stratifié (**Rondeux, 1993**). Elle peut être aléatoire, simple et systématique avec ou sans stratification (**Gaudin, 1996**).

Le type d'inventaire adopté est l'échantillonnage aléatoire stratifié couvrant géographiquement la surface homogène, car il permet un échantillonnage proportionnel aux groupes des placettes homogènes.

Ce type d'échantillonnage s'efforce de couvrir au maximum la variabilité en termes de sol, d'altitude, d'exposition et de densité dans la zone d'étude. Dans la mesure, le choix s'est porté sur les peuplements les moins perturbés par le pâturage, le feu ou d'autres actions anthropiques.

Dans notre cas, pour une bonne représentation des peuplements et afin d'obtenir le maximum d'informations nous avons fractionné chaque station d'étude en trois placettes de forme rectangulaires (Fig.37). Ainsi, les stations ont été divisées en **27 placettes** d'une surface de **100 m x 20 m** (soit **2000 m²**) chacune et sont disposées dans des zones structurellement homogènes.

Dans chaque placette ont été mesurées des variables dendrométriques, les analyses pédologiques, analyse floristique.

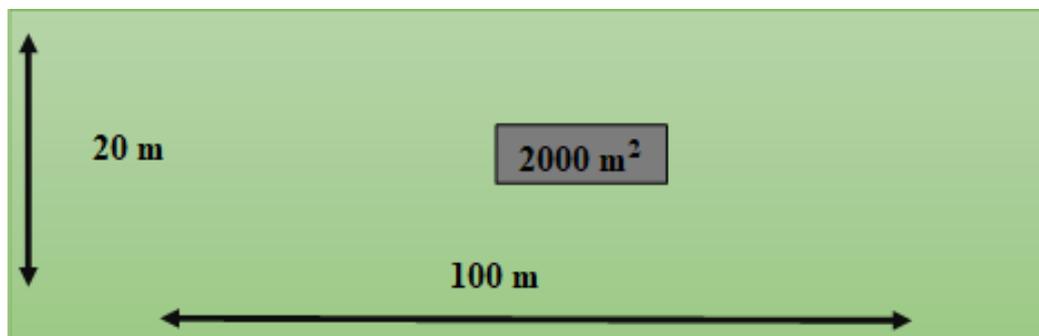


Figure n°37 : Forme des placettes.



Figure n°38 : Placettes dans la station d'El Biodh

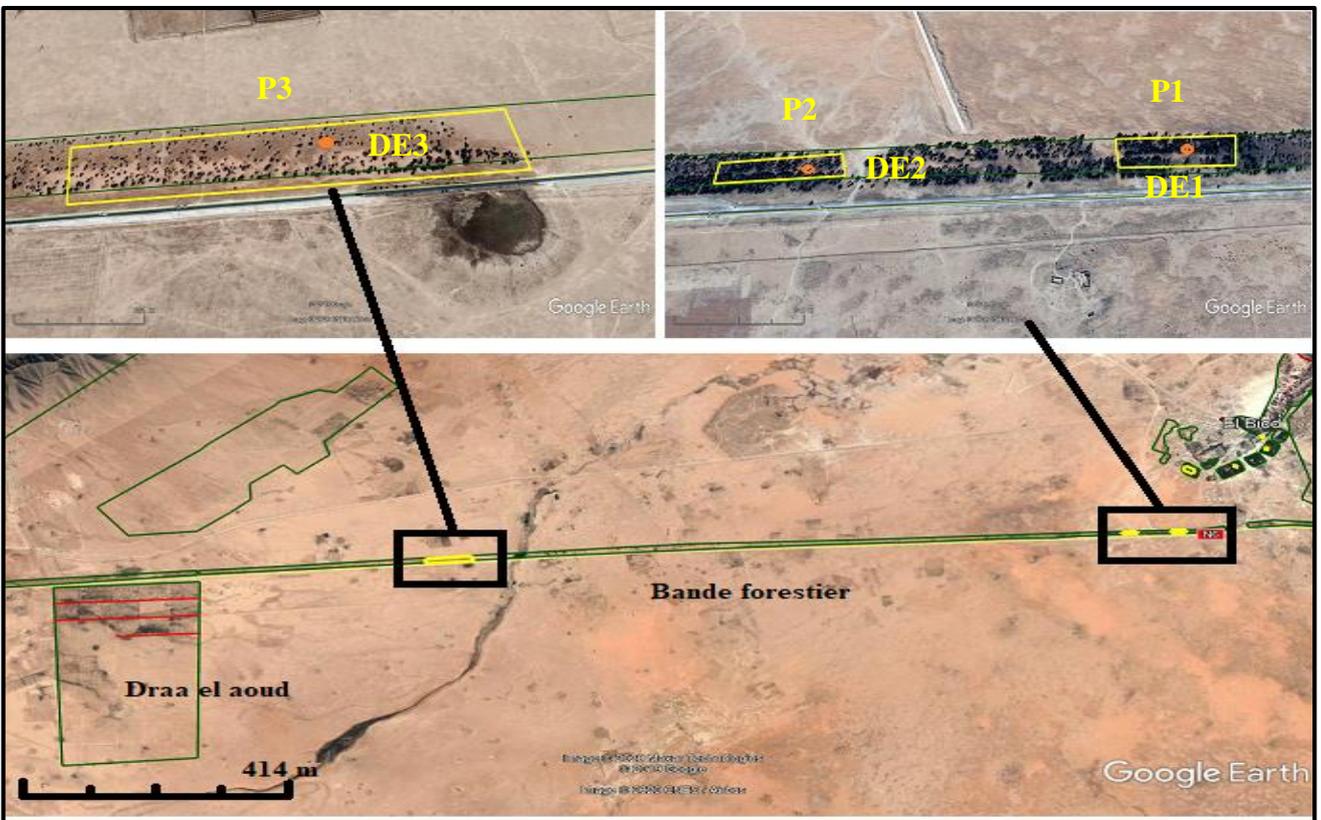


Figure n°39 : Placettes dans la bande forestier entre Draa el aoud et El Biodh

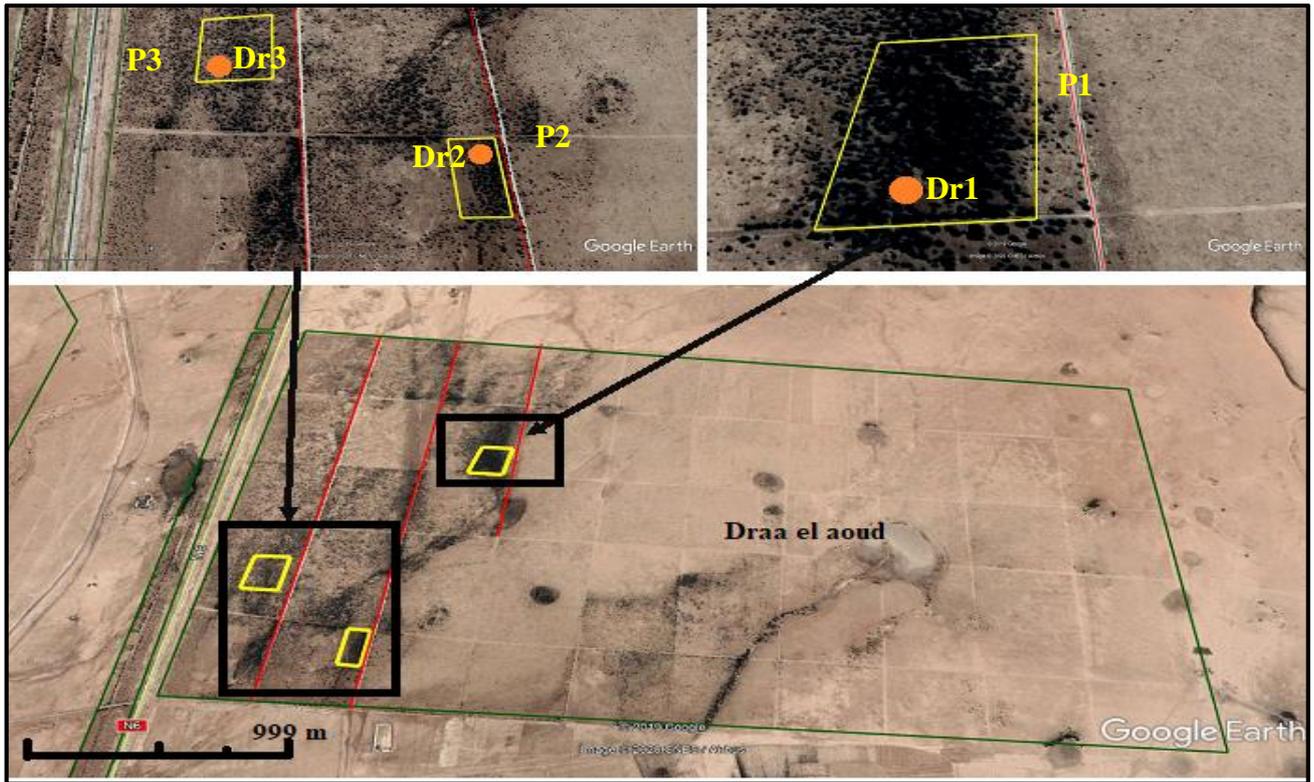


Figure n°40 : Placettes dans la station de Draa el aoud

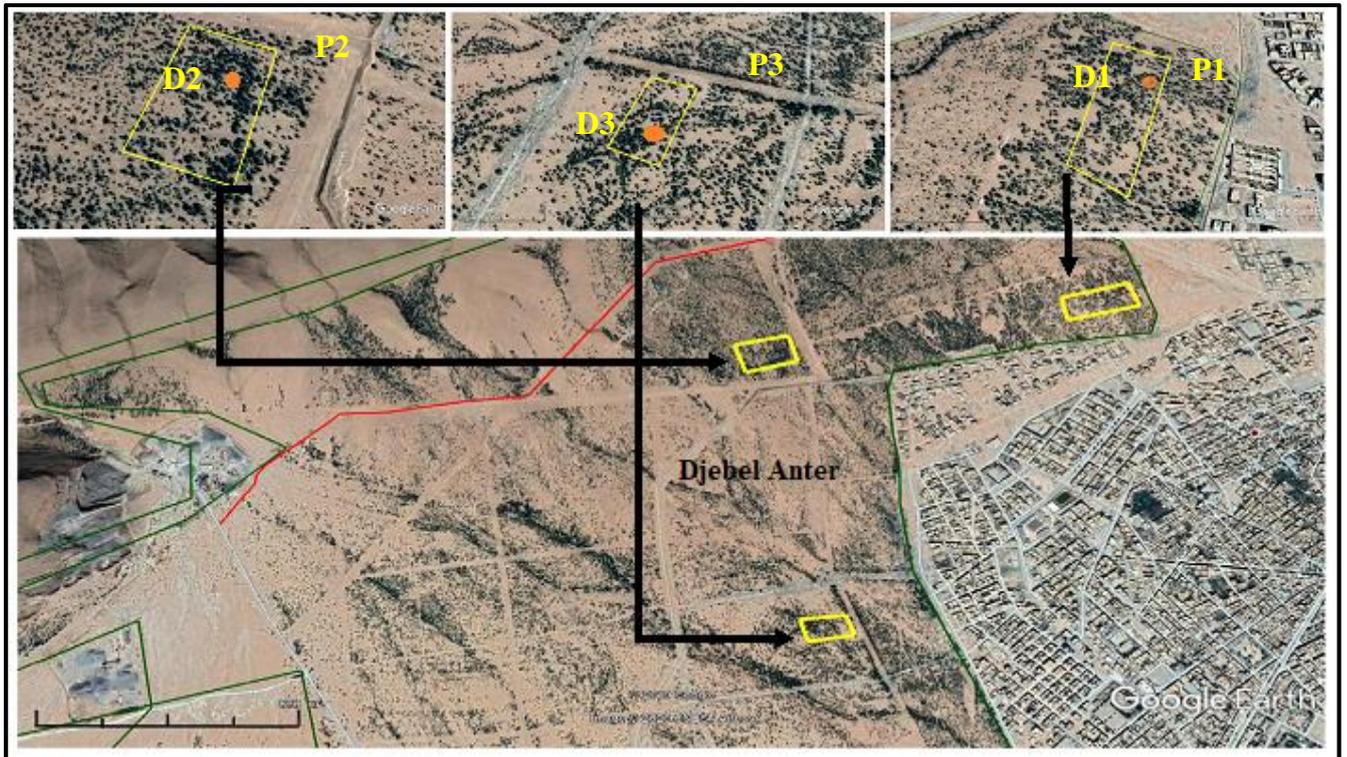


Figure n°41 : Placettes dans la station de Djebel Ante

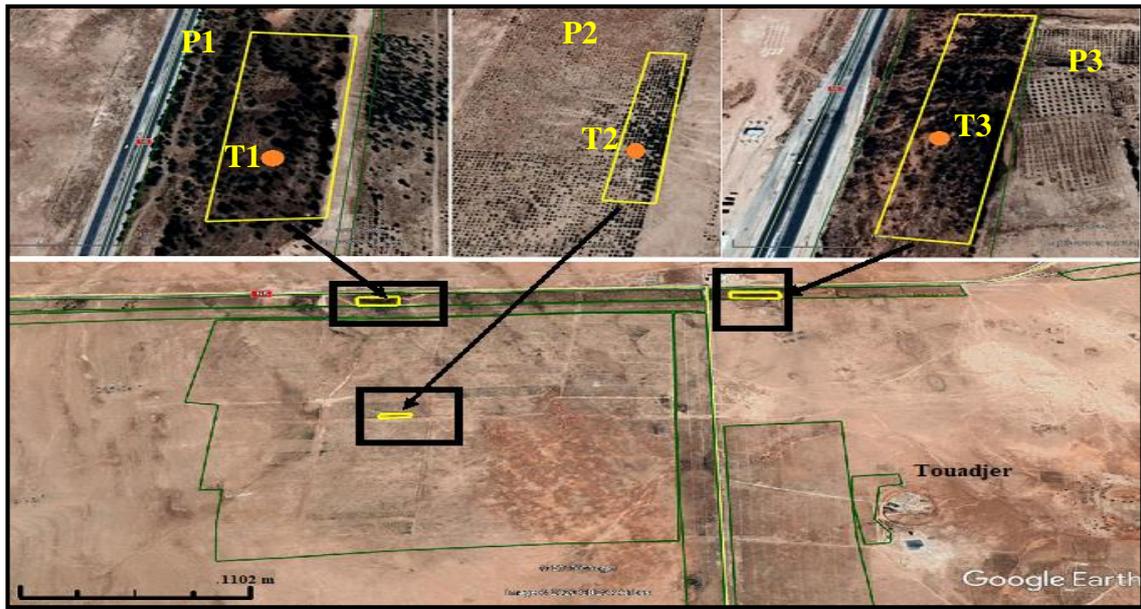


Figure n°42 : Placettes dans la station de Touadjer



Figure n°43 : Placettes dans la station de Hourchia

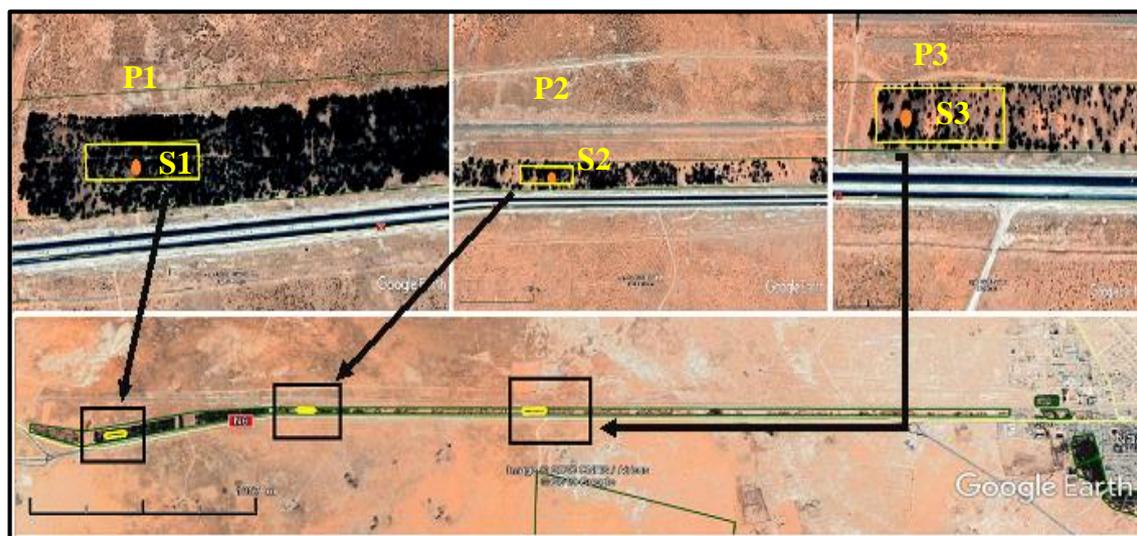


Figure n°44 : Placettes dans la station de Suigua

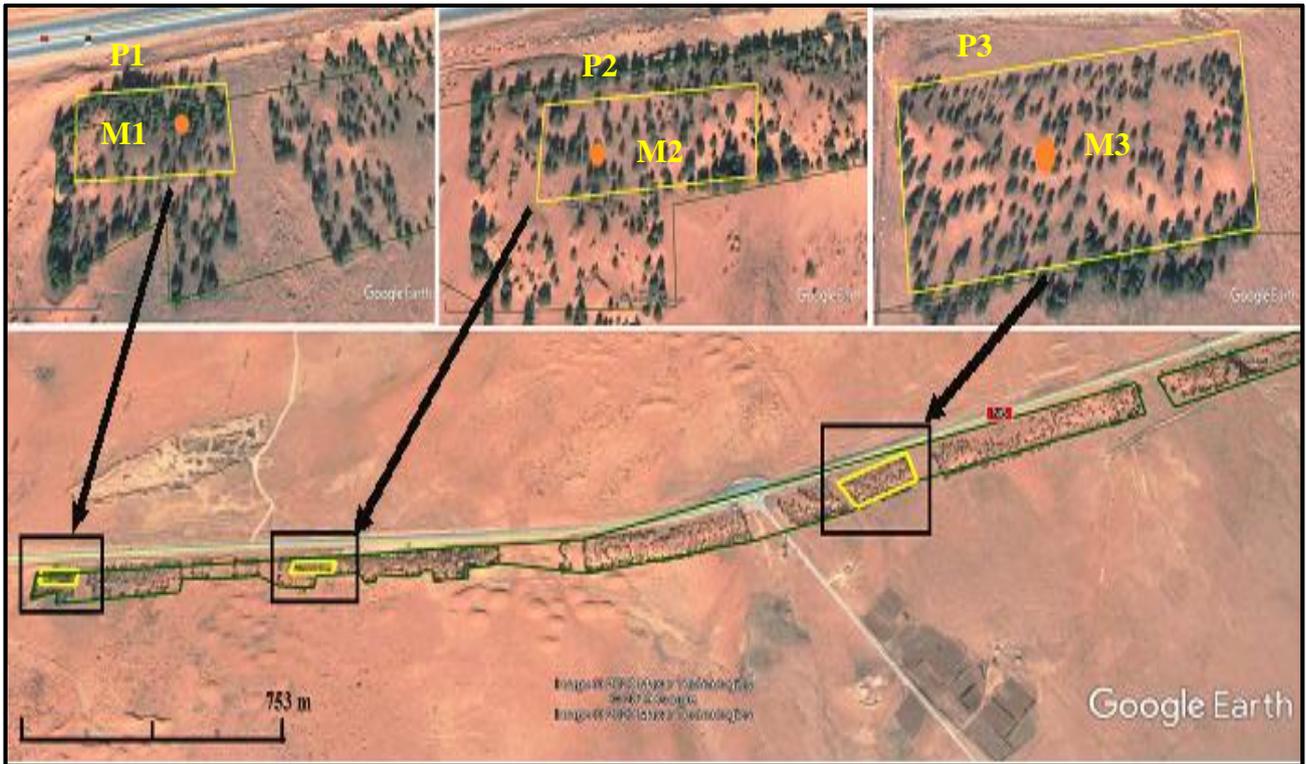


Figure n°45 : Placettes dans la station de Mekalis

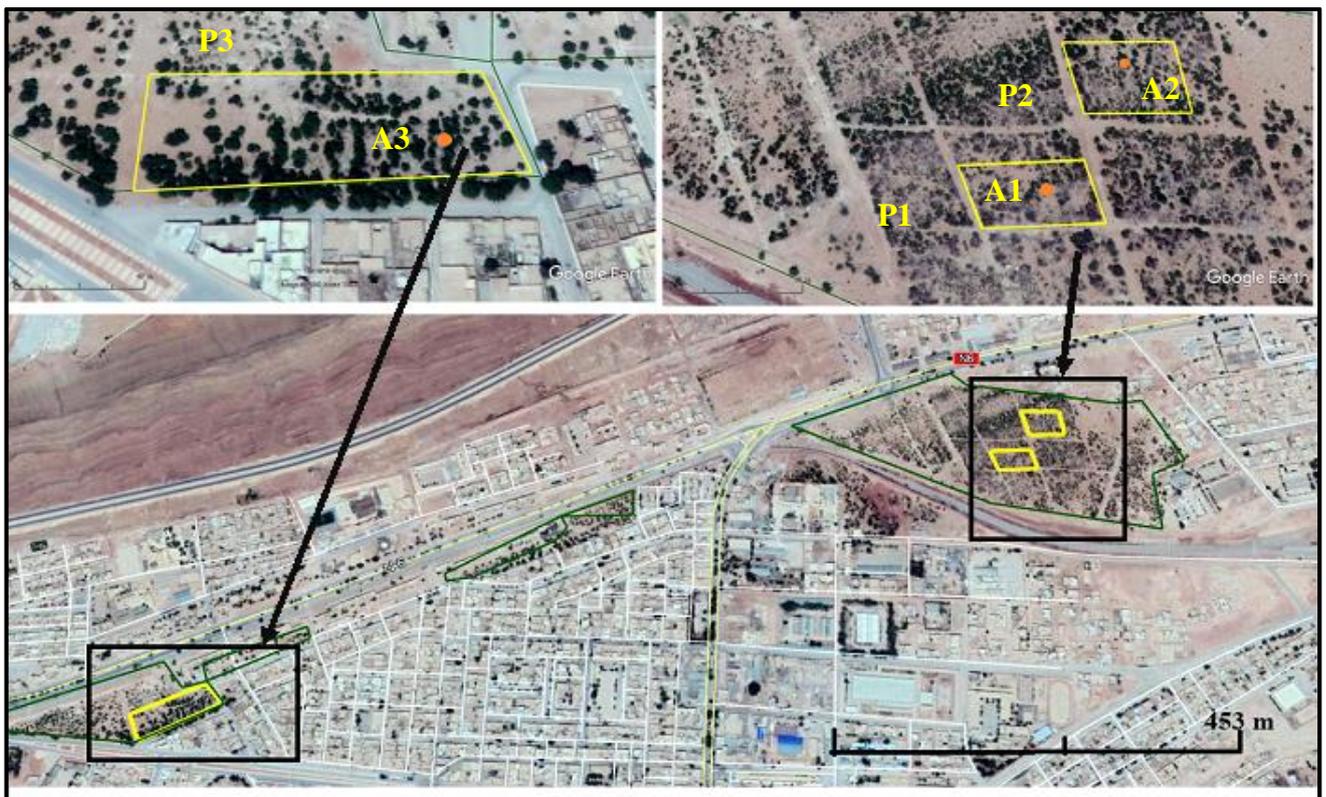


Figure n°46 : Placettes dans la station d'Ain sefra



Placettes d'échantillons



Profils du sol

Approche édaphique

I. Introduction :

La pédologie est la science des sols qui étudie leurs caractéristiques physiques, chimiques et biologiques ainsi que leurs évolutions (**Mrabet, 2003**).

Le sol est la formation naturelle de surface, à structure meuble, d'épaisseur variable, résultant de la transformation de la roche-mère, sous-jacente sous l'influence de divers processus physique, chimique et biologique (**Fauck, 1972**).

Duchaufour (1998) souligne que le sol est une réserve de substances nutritives et un milieu stable pour l'activité biologique.

Le sol des zones steppiques ont été étudiée par de nombreux auteurs, pédologues: **Ozenda, 1954; Djebaili, 1978; Pouget, 1980; Djebaili et al, 1983; Benabadji et al., 1996 et 2004 ; Haddouch, 2009:** ont permis les sols steppiques sont squelettiques, pauvres et fragiles à cause de la rareté de l'humus et de leur très faible profondeur, ils se présentent sous forme de mosaïque allant des sols anciens aux sols récents peu évolués.

En effet, l'existence de bons sols est très limités, ces derniers sont destinés aux cultures et se localisent dans les dépressions, les lits d'Oued, les dayas et les piémonts de montagne du fait que leur situation permet une accumulation d'éléments fins et d'eau (**Nedjraoui, 2004**).

Dans ce chapitre, il est question de voir l'état des variables édaphiques et leur action sur le comportement de peuplements reboisés.

II. Prélèvement des échantillons :

Pour le pédo-phytosociologue, le choix de l'emplacement du profil à réaliser, est conditionné essentiellement d'une part par la composition floristique du groupement végétal que l'on se propose d'étudier du point de vue pédologique, et d'autre part par la nature du substratum sur lequel s'est formé le sol (**Aubert, 1986**).

Pour notre étude, **27** échantillons de sols ont été prélevés et analysés juste au-dessous des pieds des plantations. Ces échantillons ont été effectués sur les peuplements du reboisement qui couvrent la zone d'étude, avec un creusement dans la Rhizosphères (**10 à 30 cm**) ; Seuls les horizons superficiels sont importants pour la végétation, la couche la plus superficielle où se développent les plantules issues des germinations (**Halitim, 1985**).

Afin d'avoir une appréciation plus fine sur la composition des sols nous avons travaillé sur les paramètres physico-chimiques. Dans cette approche les méthodes classiques sont utilisées pour dégager les différentes caractéristiques retenues.

Les paramètres physico-chimiques nous avons déterminés :

- Granulométrie ;
- Humidité ;
- Conductivité électrique (C.E) et le p H ;
- Carbone organique ;
- Matière organique (M.O) ;
- Calcaire actif (CaCO₃).

Les analyses du sol ont été effectuées au niveau du laboratoire de pédologie à l'université Abou Bakr Belkaid Tlemcen (Faculté des Sciences).

III. Paramètres physico-chimiques

III.1. Analyses physiques :

III.1.1. Granulométriques :

L'analyse granulométrique est l'opération consistant à étudier la répartition des différents grains d'un échantillon, en fonction de leurs caractéristiques (poids, taille, etc.) (**Gutierrez S., 2000**).

Le principe est utilisé la méthode internationale de la pipette de Robinson basée sur la loi de Stokes (**Baize, 2000**). Elle consiste à séparer la partie minérale du sol en fractions selon les dimensions des particules et à déterminé en poids les proportions relatives de ces fractions. Afin de pouvoir déterminer la texture des sols.

L'échelle utilisée est celle **d'Atterberg** qui donne cinq classes particules :

- Argile : 0 - 2µm
- Limon fin : 2 - 20 µm
- Limon grossier : 20 - 50 µm
- Sable fin : 50 - 200 µm
- Sable grossier : 200 µm - 2mm
- Cailloux : 2mm-2cm
- Pierres : >2cm

III.1.2. Humidité :

L'humidité du sol est un autre facteur prépondérant car l'eau met en solution les éléments minéraux et stimule la vie microbienne. Selon **Aubert (1978)**, C'est la quantité d'eau en pourcent retenue par la terre séchée à **105°C**. Cette humidité peut être calculée de la manière suivante:

$$H(\%) = (P_2 - P_3 / P_3 - P_1) \times 100$$

- **P₁** : le poids de la capsule vide.
- **P₂** : le poids de la capsule vide+10g de terre fine.
- **P₃** : le poids obtenu (capsule vide + terre séchée à l'étuve à 105 °C).

III.2. Analyse chimique :**III.2.1. Mesure de pH_{eau} :**

Le pH est défini par la concentration des ions H⁺ d'un milieu et détermine l'acidité ou la basicité de ce milieu.

Le principe consiste à mesurer la force électromotrice d'une solution aqueuse du sol (Rapport Eau/Sol) est égale à **2,5** à l'aide d'un pH-mètre :

-Prendre **20g** de terre fine séchée à l'air (éléments **2 mm**), ajouter **50 ml** de l'eau distillée, On met le mélange à l'agitateur pendant **2 mn**. Ensuite, on le laisse **30 mn** pour la sédimentation des particules du sol. On ne prend que la solution filtrée et on mesure le pH à l'aide d'un pH-mètre.

Le pH d'un sol est très important du point de vue alimentations des plantes puisque la disponibilité des éléments nutritifs y dépend (**Bates, 1973**).

Tableau n° 35 : Réaction du pH dans le sol.

p.H	Réaction dans le sol
<4.0	Très fortement acide
4.0 -4.9	Fortement acide
5.0-5.9	Acide
6.0-6.9	Légèrement acide
7.0	Neutre
7.1-8.0	Légèrement alcalin
8.1-9.0	Alcalin
9.1-10.0	Fortement alcalin
>10.0	Très fortement alcalin

III.2.2. Mesure de la conductivité électronique:

La détermination de la salinité d'un sol est fondée sur le principe de l'extraction d'un électrolyte en mesurant la concentration en éléments dissous par diverses méthodes (**Montoroi, 1997**).

Elle est estimée à partir des valeurs de **CE** mesurées au laboratoire à **25°C** sur des extraits aqueux (extrait 1/5 et extrait de pâte saturée). Les mesures ont été réalisées à l'aide d'un conductimètre en plongeant l'électrode dans le surnageant. Les résultats sont exprimés en (**mS/cm**) et appréciés en classes de salinité (Fig 47).

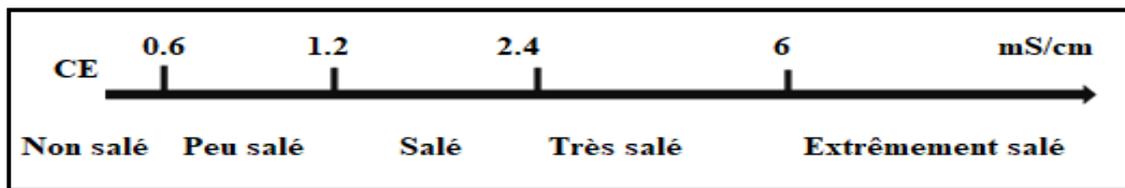


Figure n°47: Echelle de salure en fonction de la conductivité de l'extrait aqueux au 1/5 : Relation de **Richards in Aubert (1978)**

III.2.3. Mesure matière organique :

La détermination de la matière organique, est effectuée par la méthode de **Walkley et Black (Duchaufour, 1991)**. Cette méthode base sur l'oxydation à froid du carbone par le bichromate de potassium 1 N (**K₂Cr₂O₇**), dans un milieu sulfurique. Le bichromate (**K₂Cr₂O₇**) non transformé, est titré en retour (action réductrice) par du sulfate de fer (**Fe₂SO₄**) en présence de diphénylamine comme indicateur, dont la couleur passe du bleu foncé au bleu vert. On peut calculer le pourcentage de la matière organique selon la formule suivante :

$$\% \text{Cox} = \frac{c \cdot 4 \cdot 0,3}{g} \cdot 100$$

$$\% \text{MO} = \% \text{Cox} \cdot 1,724$$

Où :

- **c** : en ml, volume de bichromate de potassium versée.
- **4** : conversion en 0,1N
- **0,3** : conversion en mg
- **g**: prise d'essai mg.
- **% Cox** : pourcentage de carbone oxydé

Les valeurs obtenues sont exprimées en pourcentage de classes suivant une échelle conventionnelle (Tab.36).

Tableau n° 36 : Echelle d'interprétation de matière organique

Taux de Cox(%)	Humus (%)	Quantité
<0.60	<1	Très faible
0.60 à 1.15	1 à 2	Faible
1.15 à 1.75	2 à 3	Moyenne
1.75 à 2.30	3 à 5	Forte
>2	>5	Très forte

III.2.4. Dosage du calcaire total :

Parmi les différents éléments chimiques qui entrent dans la composition du sol, le calcaire joue un rôle essentiel non seulement dans la nutrition des plantes mais encore dans la pédogenèse (Duchaufour 1984).

Méthode de « **calcimètre de Bernard** » consiste à mesurer le pourcentage de calcaire total contenu dans l'échantillon afin d'apprécier leur activité.

Le dosage des carbonates de calcium CaCO_3 consiste à répandre une certaine quantité d'acide chlorhydrique sur un échantillon du sol, va produire un dégagement d'un certain volume de CO_2 qui dépend de la quantité de calcaire total présente dans le sol, cette réaction dépend de la température ambiante et de la pression.



$$\text{CaCO}_3\% = \frac{V \times \mu}{P \times v} \times 100$$

- V : volume de CO_2 dégagé
- μ : Poids de CaCO_3 pur
- V : volume de CaCO_3 pur
- P : Poids de l'échantillon.

Tableau n°37 : Classification des sols suivant la teneur en % de carbonate (Lambert, 1975).

Carbonate (%)	Charge en calcaire
< 5	Légèrement pourvue de calcaire
5-10	Peu calcaire
10-25	Moyennement calcaire
25-50	Hautement calcaire
>50	Fortement calcaire

Tableau n°38 : Analyses physico-chimiques du sol des échantillons.

Stations	El Biodh			Draa el aoud-El Biodh			Draa el aoud			Djebel Anter			Touadjer			Horchia			Suigua			Mekalis			Ain sefra			
Echantillon	E1	E2	E3	DE1	DE2	DE3	Dr1	Dr2	Dr3	D1	D2	D3	T1	T2	T3	H1	H2	H3	S1	S2	S3	M1	M2	M3	A1	A2	A3	
Sable (%)	76,5	78,5	67,5	70,1	75	80,1	73,7	50,7	60	66	56	62	80,4	76,6	83	70	82	88	75,5	79	72	87,5	77	78	72,3	62,6	52,6	
Limon (%)	15	23,5	34,2	24	30	20	12,5	45	30	30,2	29	21	15	20	10	22	14	16	20	18	18	16	18	25	15,6	29	31	
Argile (%)	6,75	9,5	15,2	8	4	5	10	8	12	9,5	15,2	13	4,6	5,4	7	10	8	4	6	6,5	10	6	9,5	8	8,66	10,3	16,6	
Texture	Limono-sableuse			Limono-sableuse			Limono-sableuse						Limono-sableuse									Limono-sableuse						
p.H	7,25	7,15	7,4	7,38	7,85	7,3	7,3	7,6	7,4	7,3	7,8	7,62	7,5	7,8	8,08	7,3	7,6	7,2	7,5	7,4	7,6	7,2	7,11	7,9	7,74	7,79	7,6	
Appréciation	Légèrement alcalin- alcalin																											
E.C(mS/cm)	0,4	0,3	0,4	0,6	0,6	0,7	0,4	0,5	0,6	0,6	0,55	0,6	0,66	0,56	0,5	0,5	0,4	0,7	0,6	0,4	0,6	0,7	0,55	0,6	0,73	0,5	0,46	
Appréciation	Non sal- Peu salé																											
Humidité%	10,9	13,7	21,7	7,07	6	5,1	9	5,8	6	18	9,05	11	10,6	16	13	3,5	13,5	7	9	7,55	6	6,73	11,1	9	8	9,2	11,8	
Appréciation	Faible																											
CaCO ₃ %	12	16,4	16,07	10,6	20,3	32,3	12,9	23,8	34	7	15,25	11	10	21	27,6	15,5	23	40	13,2	25,3	31	18,3	16,5	13	16	12,6	13,4	
Appréciation	Moyennement calcaire- Hautement																											
C%	0,7	0,6	0,25	0,6	0,3	0,16	0,5	0,45	0,25	1	0,6	0,7	0,53	0,36	0,23	0,65	0,35	0,2	0,45	0,3	0,42	0,6	0,4	0,4	0,86	0,53	0,33	
OM	1,2	1	0,43	1,03	0,51	0,27	0,86	0,77	0,43	1,7	1,03	1,2	0,9	0,6	0,3	1,1	0,6	0,34	0,77	0,55	0,72	1	1	0,6	0,6	0,9	0,5	
Appréciation	Très faible- Faible																											

Mesures Dendrométriques

I. Mesures dendrométrique :

L'inventaire et la description des peuplements sont un préalable indispensable à toute démarche de gestion forestière et de planification sylvicole (**Huart et al., 2004**).

On s'intéresse à réaliser cet inventaire pour mettre en évidence la structure, la densité du peuplement et la différence du point de vue développement pour chaque station. Au niveau de chaque placette deux types de variables sont collectées :

I.1. Les variables topographiques : sont les plus déterminants et peuvent avoir une influence sur la croissance du pin d'Alep, il s'agit :

- L'Exposition et altitude : selon **Hadjadj (2016)**, l'altitude conditionne les températures et la pluviométrie, en effet une augmentation d'altitude provoque une augmentation des précipitations et une diminution des températures. Ainsi l'altitude est responsable de l'étagement de la végétation en zone de montagne
- La pente et l'affleurement rocheux (estimé à l'œil nu) : La pente joue un rôle important dans le bilan hydrique des sols, ainsi l'exposition est un facteur déterminant pour les végétaux héliophiles.

I.2. Les variables dendrométriques :

La structure des peuplements est définie comme étant la manière avec laquelle sont agencées les variables dendrométriques d'un peuplement (**Stewart et Roustide, 1974**).

Les arbres de chaque placette ont fait l'objet de mesures qui ont porté sur les paramètres dendrométriques suivant (Fig.48) :

- **Hauteur** : est la caractéristique la plus importante à mesurer ou à estimer en vue de terminer le volume à certain condition, elle joue un rôle essentiel dans la caractéristique de la productivité des milieux forestiers (**Rondeaux, 1993**).
- **Circonférence à 1.30 m du sol** : La mesure de la circonférence est faite à l'aide d'un ruban gradué ou mètre, son utilisation nécessite toutefois des précautions à prendre, sinon on risque de sous-estimer ou alors de sur estimer la valeur réelle.
- **Diamètre (D) à 1,30m** est estimé à l'aide du compas forestier ;
- **Le houppier** : La configuration des houppiers, liée à l'essence et à la compétition entre arbres, rend parfois difficile l'estimation de leur diamètre, d'autant plus que celle-ci doit, en outre, être effectuée sur arbre debout. Le diamètre sera mesuré au décamètre et tiendra compte de la projection horizontale du houppier. Selon **Rondeaux (1993)**, indique qu'au plus la surface projetée s'éloigne de celle d'un cercle, au plus il convient d'augmenter le nombre de diamètres à mesurer. On peut ainsi estimer la surface du houppier à partir de 4 rayons

$$Sp = \pi \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n r_i^2$$

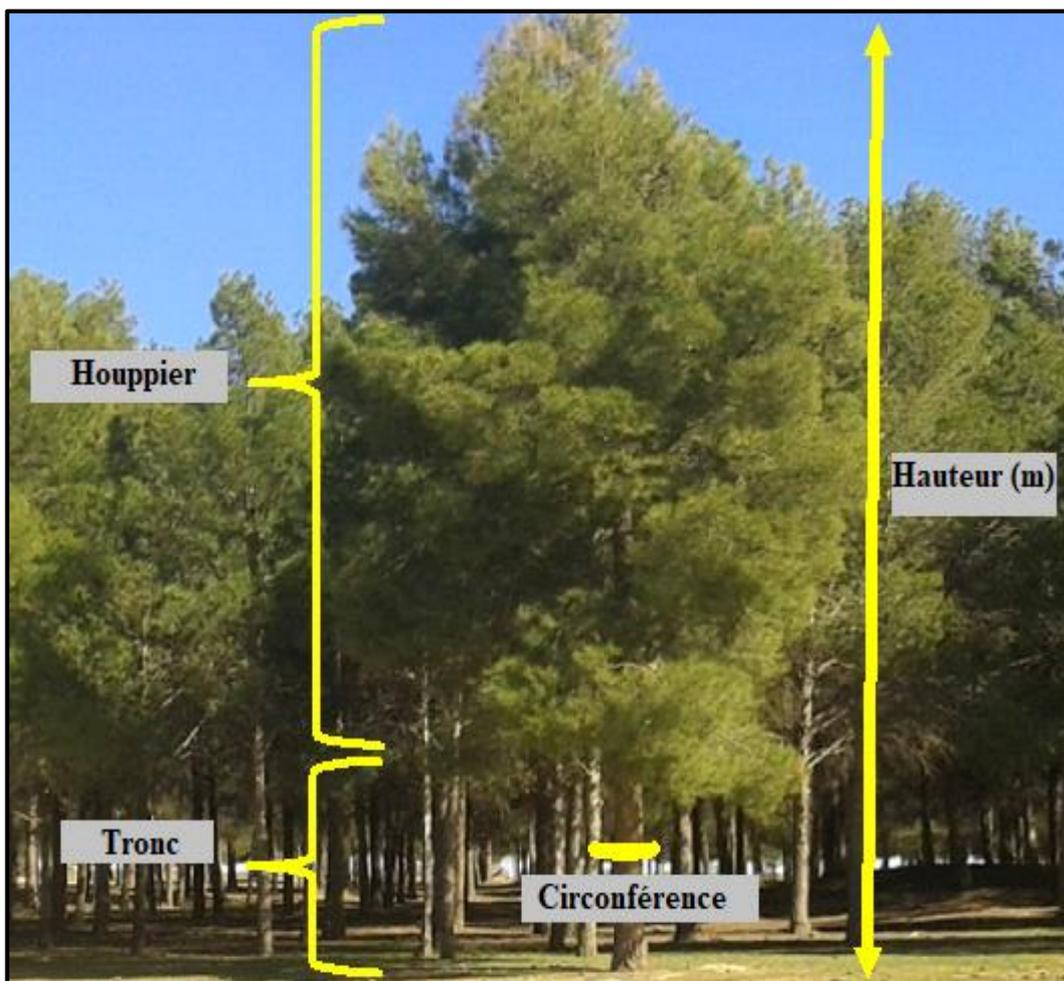
$$Dh_1 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot Sp}$$

- **Sp** : la surface de la projection horizontale ou la cime
- **N** : nombre de rayon **r**
- **Dh** : diamètre moyen de houppier.

Les outils utilisés pour réaliser nos objectifs sont:

- GPS ;
- Cordage pour délimiter un carré d'échantillonnage ;
- Compas forestier pour la mesure du diamètre à 1.30m ;
- Blum Liess pour la mesure de la hauteur totale ;
- Les mesures sont consignées sur des fiches

Après collecte des données, tous les informations sont recopiées sur le tableau Excel afin de faciliter leur traitement et représenter les différentes caractéristiques dendrométriques des peuplements du reboisement (Tab. 39).



Photos n°2 : Paramètres dendrométriques mesurés sur terrain.

I.3. Variables transformées (structure spatiale) :

I.3.1. Densité d'un peuplement :

C'est un paramètre important, permettant d'évaluer le facteur compétition dont son influence sur la croissance, la production et la structure des peuplements.

La densité par placette correspond au nombre de sujets existants. Elle est définie par le nombre total de tronc d'arbre par unité de surface (**Favrignon, 1998**).

$$d(\text{tronc/ha}) = \frac{n}{S_p}$$

- **d** : densité (tronc/ha).
- **n** : nombre de tronc.
- **S_p** : surface de la placette.

I.3.2. Facteur d'élancement :

L'élancement ou la stabilité d'un peuplement est donnée par la valeur du coefficient d'élancement et qui le rapport hauteur-diamètre (**Robisoa et al. 2008**).

Le facteur d'élancement c'est la hauteur totale de l'arbre sur le diamètre à 1,30m :

$$F = \frac{h}{d}$$

- **F < 100** : Peuplement régulier et stable avec un couvert complet et dense.
- **F > 100** : Peuplement régulier est instable.

III.3. **Surface terrière** : Révélée par la surface terrière G en m²/ha et est calculée par la formule :

$$G = \sum \pi d^2/4$$

- **d** : diamètre de l'arbre en mètre (m).

Analyse floristique

I. Introduction :

La végétation est définie comme un ensemble de plantes réuni dans une même station par suite d'exigences écologiques identiques ou voisines (**Ozenda, 1962**).

Au Maghreb, de nombreux travaux phyto-sociologiques concernant les structures forestières, pré forestières et pré steppiques ont été réalisés dont les plus importants sont ceux de : (**Maire, 1926 ; Braun-Blanquet, 1931, 1949 & 1953 ; Schmid, 1966 ; Guinochet, 1951 ; Long, 1954 ; Quézel, 1956 ; Debazac, 1959 ; Nègre, 1964 ; Le Houérou, 1969 ; Celles, 1975 ; Djebaili, 1978, 1984 & 1990 ; El Hamrouni, 1978, 1992 ; Guinochet, 1980 ; Abdessemed, 1981 ; Zéraïa, 1981 ; Barbéro & al., 1981 ; Achhal, 1979, 1986 ; Saoudi, 1983 ; Dahmani, 1984, 1997 ; Quézel & al., 1986 ; Khelifi, 1987 ; Benabid 1988 et 2000 ; Sadki, 1980 ; Quézel & al., 1989 ; Ghazouli, 1989 ; Aimé, 1991 ; Meddour, 1994 ; Yahi, 1995 ; Aidoud-Lounis, 1997 ; Kadi-Hanifi, 1998 ; Boussof, 2004**)

La zone steppique, nombreux travaux relatifs à l'étude de la végétation et les facteurs pédoclimatiques on peut citer ceux: (**Dejebaili, 1978 ; Nedjraoui, 1981 ; Aidoud, 1989 ; Kadi-Hanifi et Achour, 1998 ; Le Houerou, 1998- 2000**), les potentialités pastorales des steppes Algériennes sont dominées par quatre grands types de formations végétales steppiques : graminéenne à base d'Alfa, chamaéphytique à base d'Armoise blanche, les steppes à sparte.

Parmi les travaux récents sur la diversité floristique de la région sud-ouest oranais sont : **Benabadji 1991 et 1995 ; Bouazza 1991, 1995 ; Hasnaoui, 2008 ; Aboura 2011 ; Amara 2013 ; Henaoui 2013**.

Le paysage steppique du Sud-ouest Algérie est le théâtre d'un déséquilibre écologique néfaste et continu qui résulte de la très forte pression anthropique qu'elle subit, d'une part, et de leur faible production d'autre part (**Haddouche, 2009**).

Dans les hautes plaines sud oranaises l'aridité du climat ne permet pas le développement d'un couvert végétal capable de protéger la surface du sol. La plus part des espèces, en ce milieu, un faible taux de recouvrement, une physionomie de steppe sauf dans les montagnes où subsistent les restes de forêt primitives abattues par l'homme à base de *Pinus halepensis* et *Juniperus phoenicea* (**Bensaid, 2006**).

Pour l'étude de la phyto-diversité, on a procédé à un échantillonnage où l'emplacement de nos relevés s'est fait d'une manière aléatoire tout en respectant le critère d'homogénéité structurale floristique et écologique.

L'échantillonnage a porté sur les formations à Pin d'Alep de l'étage bioclimatique aride de la région de Naâma dans ses variantes chaudes, fraîches et froides.

II. Caractérisation floristique des stations d'études :

II.1. Répartition des relevés

Le choix des stations a été imposé naturellement par la présence spatiale de Pin d'Alep, qui regroupe neuf stations sont retenues sur la base de l'homogénéité floristique.

Dans la région de Naâma, des coordonnées géographiques ont été levées à l'aide d'un GPS.

Nous avons constaté que la période la plus propice pour la zone d'étude s'étale depuis mi-avril jusqu'à mi-juin permettent de confirmer l'identification de certaines espèces.

II.2 Méthode de réalisation des relevés floristiques :

L'analyse de la structure végétale a été faite par la méthode des relevés floristiques qui consiste à lister toutes les espèces (**Guinochet, 1973**). Le principe de la méthode consiste à faire la liste des espèces présentes sur des surfaces de taille croissante (**Gounot, 1969**).

Actuellement, L'inventaire concerne essentiellement les groupements à Pin d'Alep. Les relevés floristiques ont été réalisés selon la méthode de Braun-Blanquet (1932). Ces relevés ont été réalisés sur une surface susceptible de contenir la quasi-totalité des espèces présente sur la surface de floristiquement homogène d'environ 100 m² (**Gounot, 1969 ; Guinochet, 1973 et Djebaili, 1978**). Cette L'aire minimale renferme toutes les espèces d'un groupement végétal donné (**Dajoz, 1996**).

Tous les relevés sont accompagnés des caractéristiques de la station prise en considération : Localisation géographique de la station,

- Topographie (pente, exposition) et L'altitude,
- La nature du substrat, Le recouvrement,
- Le type physionomique de la végétation

Celui-ci, peut être établi à partir des divers documents et études existant sur la région étudiée :

- Carte topographique 1/50.000 de la zone d'étude,
- géologiques, pédologiques, photographies aériennes.

Chaque relevé de végétation consiste à faire un inventaire exhaustif de toutes les espèces végétales rencontrées selon les strates.

Pour donner une image plus fidèle de la végétation réelle, chaque espèce est accompagnée d'un indice d'abondance-dominance allant de 1 à 5 sur l'échelle **de Braun Blanquet (1951)**

- + : individus rares très rares avec un recouvrement très faible.
- 1 : individus assez abondants, avec un recouvrement faible inférieur à 5%.
- 2 : nombre d'individus avec un recouvrement de 5 à 25% de la surface.
- 3 : nombre d'individus avec un recouvrement de 25 à 50% de la surface.
- 4 : nombre d'individus avec un recouvrement de 50 à 75% de la surface.
- 5 : nombre d'individus avec un recouvrement dépassant 75%de la surface.

La sociabilité : correspond toujours au second indice, dans le cas d'un recouvrement très faible, elle est alors représentée par un signe (+) traduisant à la fois le recouvrement très faible et la présence d'individus isolés. Il dépend beaucoup plus du mode de propagation propre de l'espèce que les conditions du milieu. **Brun-Blanquet (1951)** propose l'échelle suivante :

L'échelle de cet indice est comme suit :

- 1 : individus isolés
- 2 : en groupes
- 3 : en troupes
- 4 : en petites colonies
- 5 : en peuplements denses

La fréquence : Ce caractère est utilisé dans l'analyse statistique de la végétation. La fréquence d'une espèce exprimée par le nombre de « n » fois qu'elle est présente sur un nombre total de « N » de relevés effectués, exprimé en pourcentage (%).

En **1920, Durietz** a proposé 5 classes :

- Classe 1 : espèces très rares ; $0 < F < 20 \%$
- Classe 2 : espèces rares ; $20 < F < 40 \%$
- Classe 3 : espèces fréquentes ; $40 < F < 60 \%$
- Classe 4 : espèces abondantes ; $60 < F < 80 \%$
- Classe 5 : espèces très constantes ; $80 < F < 100 \%$

II.2.1. Détermination floristique :

La réalisation de ce catalogue a été faite à partir des prospections du terrain au cours des années (2015- 2017-2019) qui nous ont permis de constituer un herbier

Pour la détermination de nos échantillons d'herbier, nous avons utilisé les ouvrages suivants :

- La flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales de **Quèzel et Santa (1962,1963)** (tome I et tome II).
- La flore du Sahara de **(Ozenda, 1991)**.
- Herbier du labo de botanique de l'Université Abou Bekr Belkaid de Tlemcen.

III. Analyse floristiques multivariée :

Cette analyse porte principalement sur le traitement statistique des tableaux de relevés floristiques afin d'appréhender la dynamique des groupements végétaux dans la zone d'étude et de mettre en évidence des gradients écologiques par le biais d'analyses statistiques multivariée.

Les relevés réalisés, ils ont été traités par l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C) combinée à la classification hiérarchique ascendante (C.A.H).

- L'A.F.C permet de rechercher les affinités qui existent entre les espèces et/ou les relevés.
- Le C.A.H permet d'élaborer des groupements de relevés et d'espèces afin de faciliter l'interprétation des contributions de l'analyse factorielle des correspondances (A.F.C).

III.1. L'Analyse Factorielle des Correspondances (A.F.C)

L'A.F.C est une méthode standard pour analyser un jeu de données floristiques simple (relevés x espèces), est l'analyse multivariées la plus indiquée dans le cas d'un gradient floristique prédominant, traduisant une réponse uni modèle de la végétation (**Ter Braak et al., 1988 ; Hill, 1973**).

Cette méthode a été utilisée par beaucoup de chercheurs dans les travaux phytoécologiques : **Hadjadj Aouel 1988 ; El-Hamrouni 1992 ; Bouazza 1991 ; Benabadji, 1995 ; Hasnaoui 2008 ; Meziane, 2010 ; et Babali, 2014...**, pour ne citer que ceux-là.

L'analyse factorielle des correspondances offre également d'autres grandes possibilités; en effet elle permet de traiter conjointement les variables floristiques et les variables écologiques (**Djebaili, 1984**).

III.2. Classification Ascendante Hiérarchique (CAH) :

Cette technique consiste à agréger progressivement les individus selon leur ressemblance, mesurée à l'aide d'un indice de similarité ou de dissimilarité (**Meddour, 2006**).

Khater (2004), souligne que c'est une analyse descriptive qui permet de visualiser les regroupements des individus analysés en fonction des distances ou dissimilitudes entre les différents éléments, sous forme d'un arbre de classification ou dendrogramme.

III.3. Codage :

Pour le traitement des données par logiciel, nous avons transcrit celle-ci en matrice codé. Chaque espèce inventoriée dans notre zone d'étude a été codée selon la première lettre caractérisant taxon suivie par un chiffre selon l'ordre de répétition de taxon correspondant, de la manière suivante :

Code	Taxon
A1	<i>Ajuga iva</i>
A2	<i>Alyssum alpestre</i>
B1	<i>Bromus rubens</i>
B2	<i>Bupleurum lucidum L</i>
C1	<i>Catapodium loliaceum</i>
C2	<i>Centaurea pomeliana</i>

V. Traitement des données :

Tous les résultats déterminés ont été traités statistiquement. Nous avons réalisé une analyse de variance (ANOVA), des différences significatives entre les différents traitements pour chaque paramètre mesuré.

Pour déterminer la dépendance et la proportionnalité inter variables, le degré de coefficient de signification des corrélations (r) est calculé au seuil de 5 % ($P = 0,05$).

Puis l'analyse en composantes principales (A.C.P) ; Cette analyse statistique nous a permis de mettre en évidence les combinaisons qui existent entre les variables étudiées. Le logiciel utilisé est Excel STAT (2015).

Les résultats, présents sous forme de courbes ou d'histogrammes, rejoignent le plus souvent des valeurs moyennes encadrées par leur écart-type, ces derniers ont été réalisés par le logiciel Excel.

Le traitement des données floristiques a été réalisé selon la méthode d'analyse multivarié (l'Analyse Factorielle des Correspondances en particulier F.A.C et la Classification Ascendante Hiérarchique C.A.H), à l'aide d'un logiciel statistique Excel STAT (2015).

Quatrième Partie

Résultats et discussions

Analyse Pédologie

I. Étude pédologie :

I.1. Analyse physique (Granulométrie) :

Les sols de la région de Naâma appartiennent aux sols steppiques, ils ne dépassent pas généralement un mètre de profondeur.

Tableau n° 40: Analysis statistic for the physical parameter of the soil

Les stations	Profils	Sable(%)	Limon(%)	Argile (%)
Ain Sefra	n=3	62,5 bc	25,20 ab	11,85 ab
Djebel Anter	n=3	61,3 c	26,73ab	12,56 a
Mekalis	n=3	80,8 a	19,66ab	7,83 abc
Draa el Aoud	n=3	61,4 c	29,1 a	10 abc
El Biodh	n=3	74,1ab	24,2 ab	10,48 abc
Suigua	n=3	75,50a	18,6ab	7,5 bc
Draa el Aoud-El Biodh	n=3	75,06a	24,6 ab	5,6 c
Horchia	n=3	80 a	17,3 ab	7,33bc
Toudjer	n=3	80a	15 b	5,66 c
Pr > F		0,007	0,388	0,053
Significatif		Oui	Non	Non

M ± StD: mean ± standard deviation ; P: probabilité; n: nombre d'échantillons de sol. Sur chaque ligne, les valeurs accompagnées de lettres a, b, c sont significativement différentes au niveau de probabilité $\alpha = 0,05$

D'après les résultats (Tab. 40), la texture de tous les échantillons présente un taux de sable élevé par rapport aux argiles et limons ; La fraction sableuse (S) correspond aux particules dont les dimensions sont comprises entre **50 µm** et **2 mm**, celle-ci oscille entre **61.3%** et **80%**. Cependant, l'Anova présente des variations hautement significatives entre les stations (**p < 0,001**).

Concernant la fraction argileuse (A), elle correspond aux particules dont les dimensions sont inférieures à **2 µm**. Le taux d'argile la plus basse (**5.6 %**) est enregistrée dans la station de Toaudjer. Les profils T1, DE1 représentent la valeur la plus faible par rapport aux autres profils. Cette variation s'est révélée très significative (**p < 0,001**).

La fraction limoneuse (L), correspondant aux particules dont les dimensions sont comprises entre **2** et **50 µm**, varie entre **15%** et **29.1%**. L'Anova montre un effet station hautement significatif (**p < 0,001**).

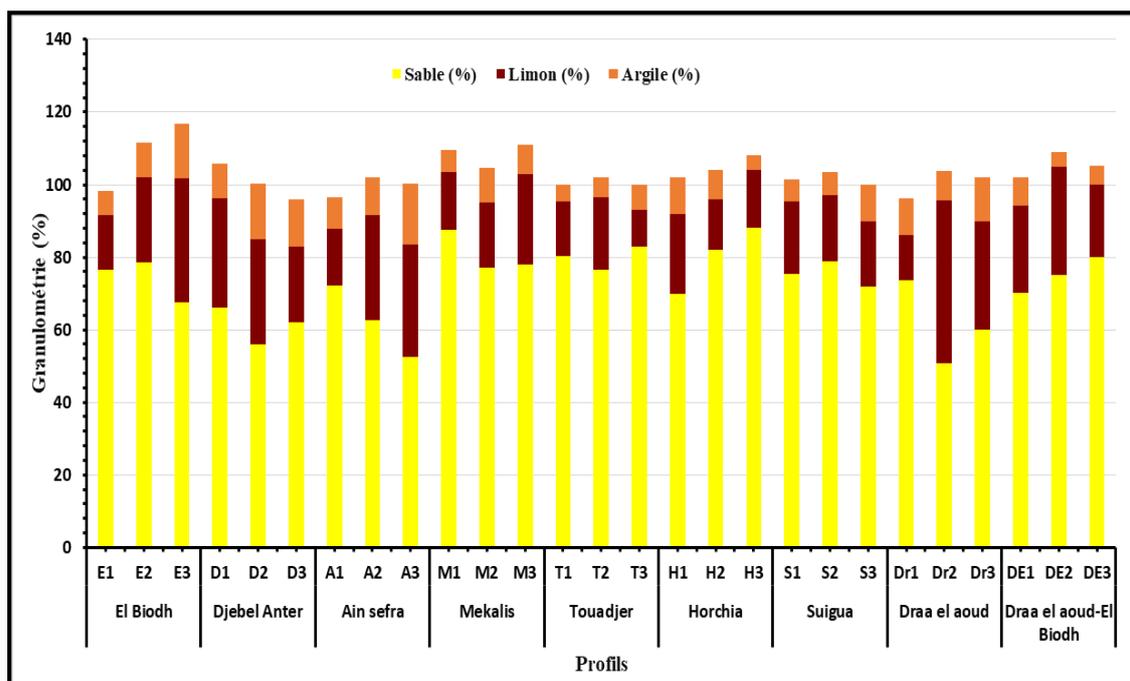


Figure n°48 : Variation des teneurs des fractions granulométriques des sols prélevés.

La projection des fractions granulométriques des sols étudiées sur le triangle textural présentent les classes texturales suivantes :

- Texture Limono-sableuse : les stations d’El Biodh, Djebel Anter et Ain Sefra, Draa Aoud
- Texture Sablo-limoneuse : les stations de Touadjer et Mekalis. Horchia, Suigua, Draa el Aoud-El Biodh.

Le faible taux d’argile serait dû au faible couvert végétal, du au pâturage extensif, qui soumit le sol à l’érosion éolienne et même hydrique entraînant ainsi des modifications très importantes dans le sol.

Selon **Kadi (1998)**, la diminution du recouvrement de la végétation réduit considérablement l’infiltration de l’eau dans le sol induisant, par conséquent, une diminution du processus d’altération, donc une baisse du taux d’argile et des réserves hydrique dans le sol.

Le taux de limon est faible ; il serait lié essentiellement à l’ensablement et à l’instabilité du sol à cause de l’érosion éolienne et hydrique qui emporte les particules limoneuses, modifiant ainsi la contribution de ces dernières aux différentes textures présentes.

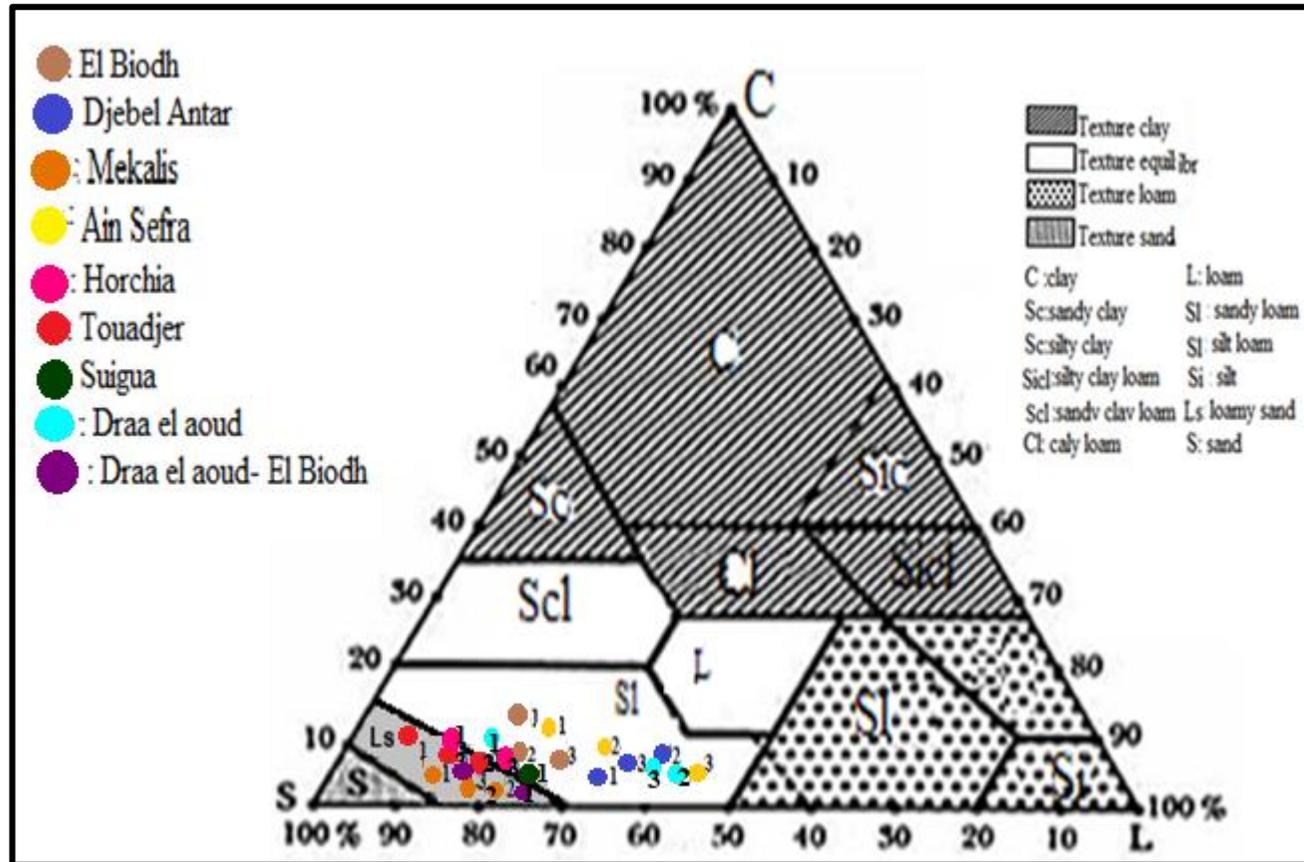


Figure n°49: Triangle textural des stations d'études

I.2. Analyse chimique :

✚ pH :

Le pH des échantillons collectés s'avère être le plus bas dans la station El Biodh avec **7.1** et le plus élevé dans la station Touadjer avec **8.08** qui montre une légère nature alcaline. Par ailleurs, les valeurs montrent une certaine homogénéité entre les stations ; Ceci est confirmé par l'Anova qui montre un effet station non significatif ($p < 0,001$).

Le pH d'un sol est très important du point de vue alimentation des plantes puisque la disponibilité des éléments nutritifs y dépend (**Bates, 1973**).

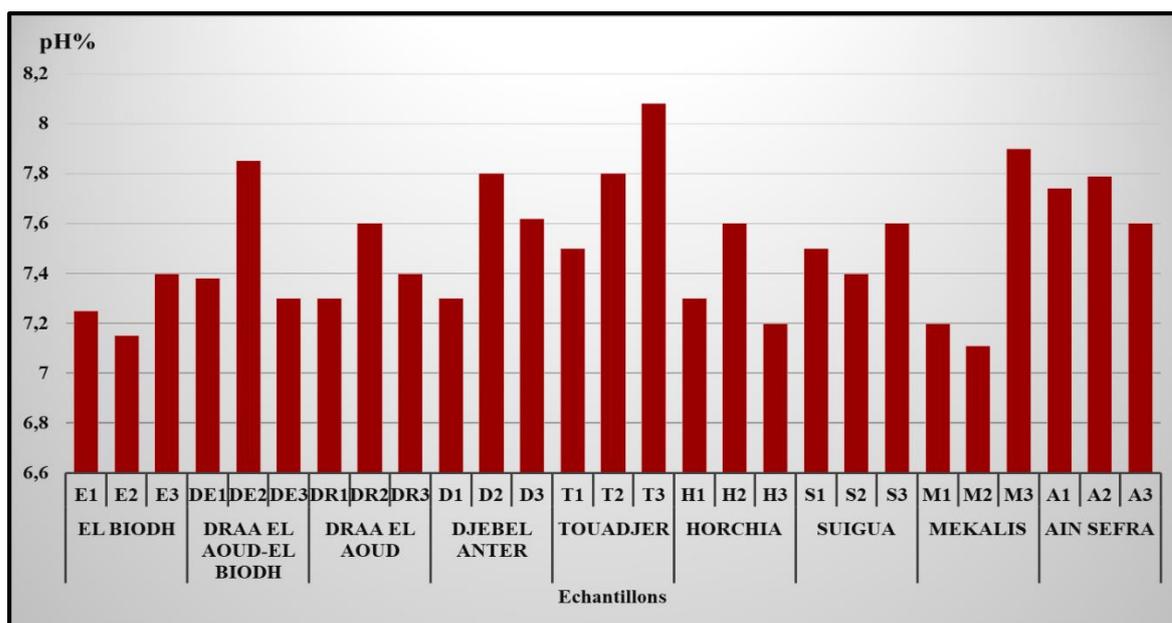


Figure n°50 : Valeur du pH de différents profils dans la zone d'étude

✚ CE :

La conductivité électrique est proche dans les neuf stations, elle est comprise entre **0,3** et **0.7 mS/cm** ce qui indique que les sols sont non salés. Cependant, dans les échantillons A1 de la station de Ain Sefra et M1 de la station de Mekalis et H3 de la station de Horchia, le sol est peu salé **0,7 mS/cm**. Cette variation des valeurs de la CE entre les stations étudiées non significative ($p < 0,001$). Selon **Shainberg et Levy (2005)**, les minéraux primaires du sol et de la roche-mère sont la source directe des sels présents dans le sol.

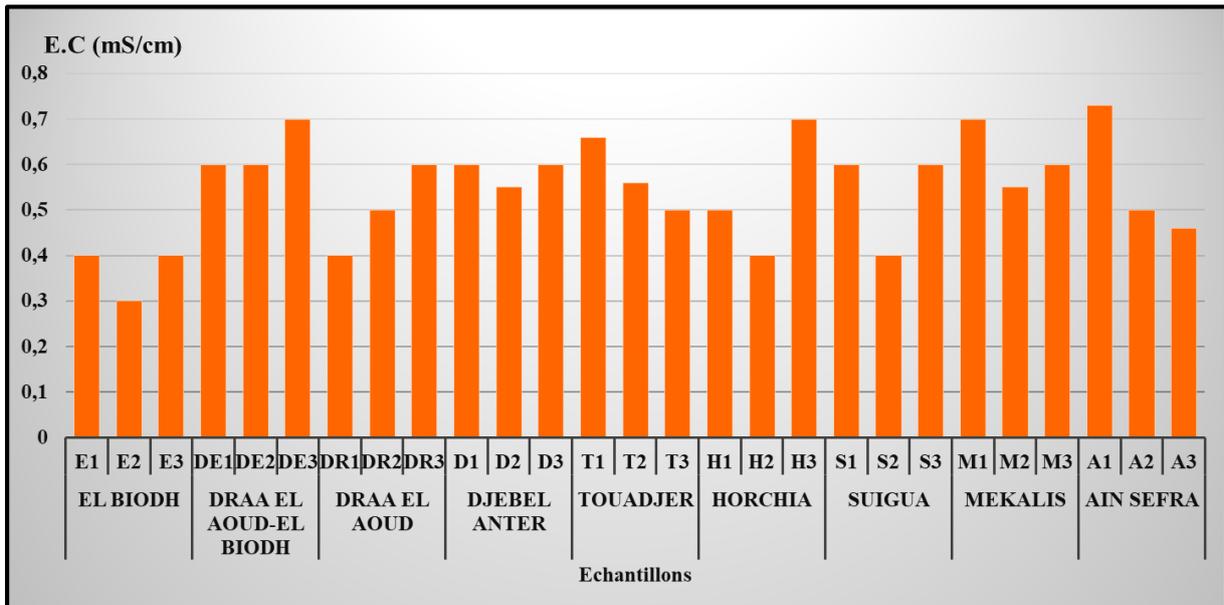


Figure n°51 : Valeur d'E.C (mS /cm) de différents profils dans la zone d'étude.

CaCO₃ :

Les profils pédologiques montrent des teneurs très élevées de calcaire, ils présentent dans l'intervalle 10-50 % des teneurs moyennes et hautement calcaire. Le taux varie entre un maximum 40 % dans la station de Horchia et un minimum de 7% dans la station Dejebel Anter. Selon Lamouroux (1968), le taux de CaCO₃ est variable avec une tendance positive vers la base du profil, il peut s'accumuler en profondeur sous forme de petits amas friables, de nodules, d'encroûtements. Les accumulations calcaires sont remarquablement bien représentées dans les stations étudiées.

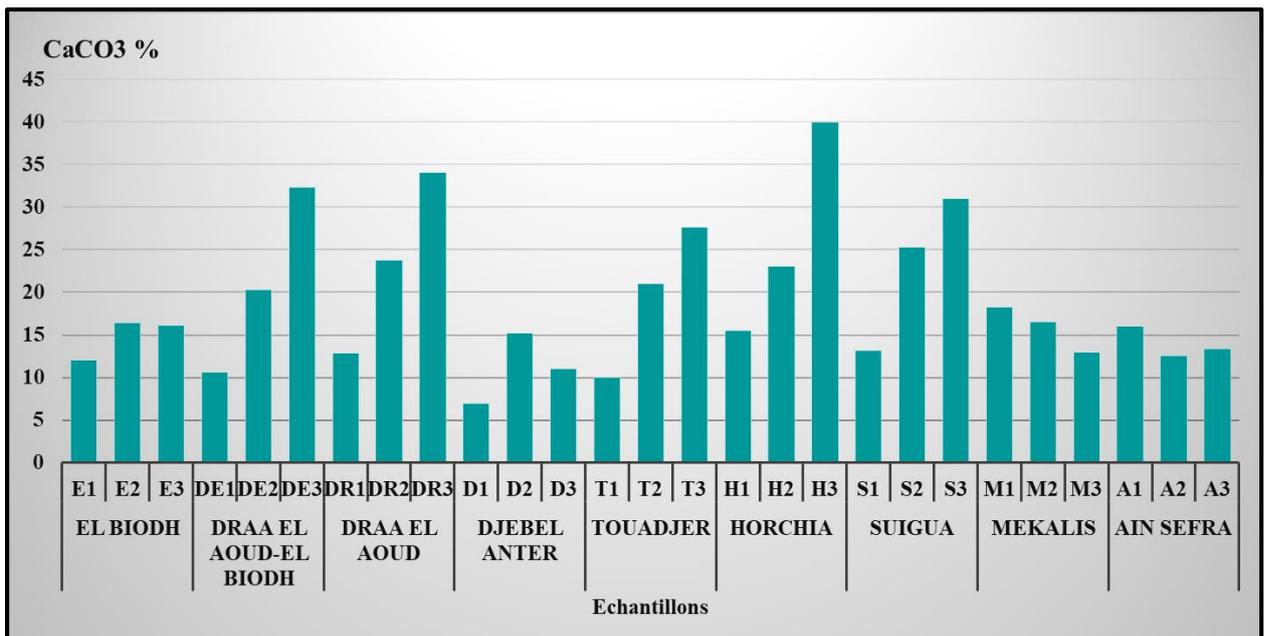


Figure n°52 : Variation de calcaire total des sols des stations étudiées.

Matière organique :

Les taux moyens de M.O sont faibles ; ils sont de **0.3% à 1.7%**. Dans la zone steppique, la couverture végétale est faible, cela entraine un pourcentage réduit en M.O. selon **Djebaili (1978)** et **Pouget (1980)**, ont rapporté des valeurs comprises entre **1% et 2%** dans les zones steppiques. D’après **Hasnaoui et al. (2014)** et **Hasnaoui et Bouazza (2015)**, rapportent que les valeurs de la M.O dans les zones steppiques ouest algériennes principalement celles réalisées dans la wilaya de Saida sont inférieures à **1%**.

Dans notre cas les résultats obtenus dans la wilaya de Naâma se rapprochent avec ceux de ces chercheurs. De nos jours la couverture végétale des écosystèmes steppiques est en perpétuelle régression ce qui entraine une réduction de la M.O.

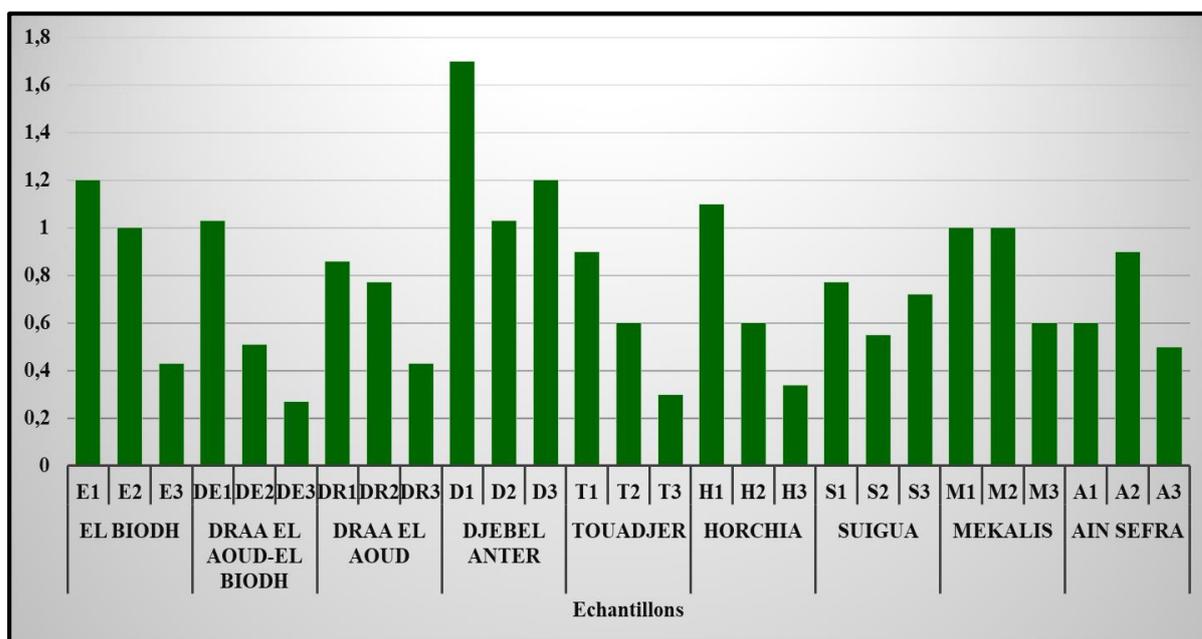


Figure n°53 : Variation de taux de matière organique (MO) des sols des stations étudiées.

Humidité

L’humidité du sol variait entre **6.07% et 15,43%** pour toutes les stations étudiées ; Cette variation des valeurs de l’humidité entre les stations étudiées est hautement significative ($p < 0,001$). Cependant, ces variations sont causées par différents facteurs : saison, climat, topographie, profondeur de la nappe phréatique. L’humidité a diminué en raison du taux d’évaporation élevé pendant la période estivale (**Halitim, 1988**).

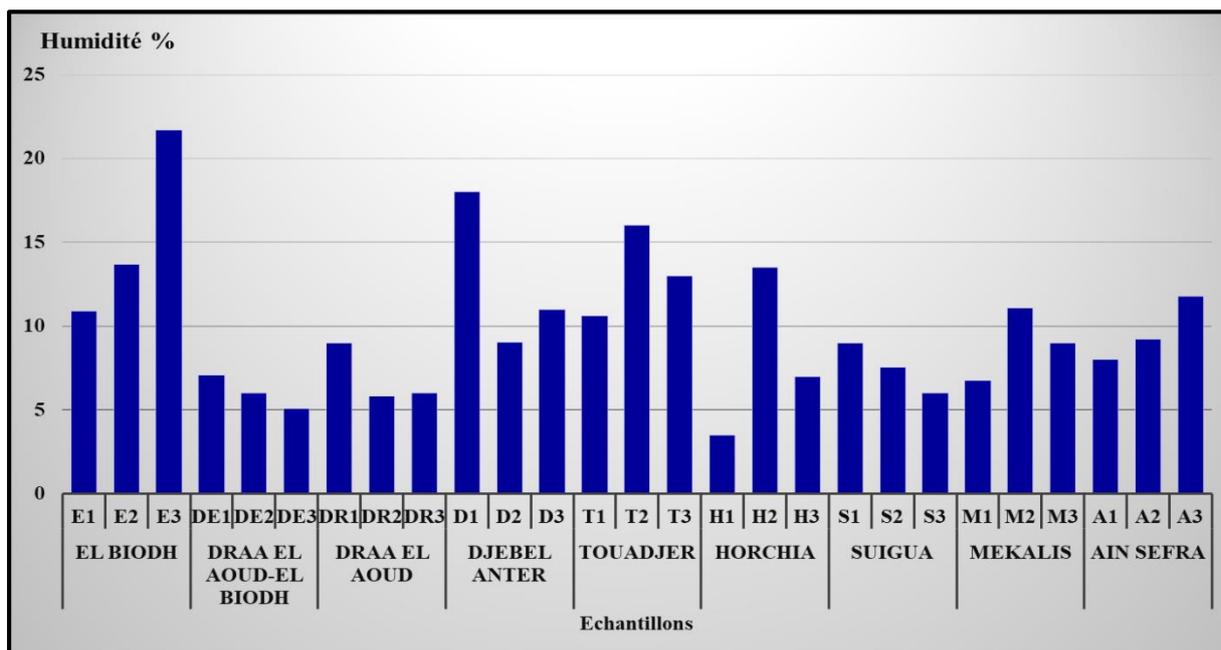


Figure n°54 : Variation de taux d’Humidité (%) des sols des stations étudiées.

I.3. Relation entre les paramètres physico-chimiques des sols étudiés :

L’interprétation de l’ACP n’a été réalisée que sur 3 premiers axes factoriels les plus fortement corrélés entre eux. Les trois premiers axes expliquent **72.51 %** de l’information (Tab. 41)

Tableau n°41 : valeurs propres et variabilité.

	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Valeur propre	3,083	2,065	1,379	1,014	0,545	0,491
Variabilité (%)	34,254	22,942	15,320	11,267	6,057	5,460
% cumulé	34,254	57,196	72,516	83,783	89,840	95,301

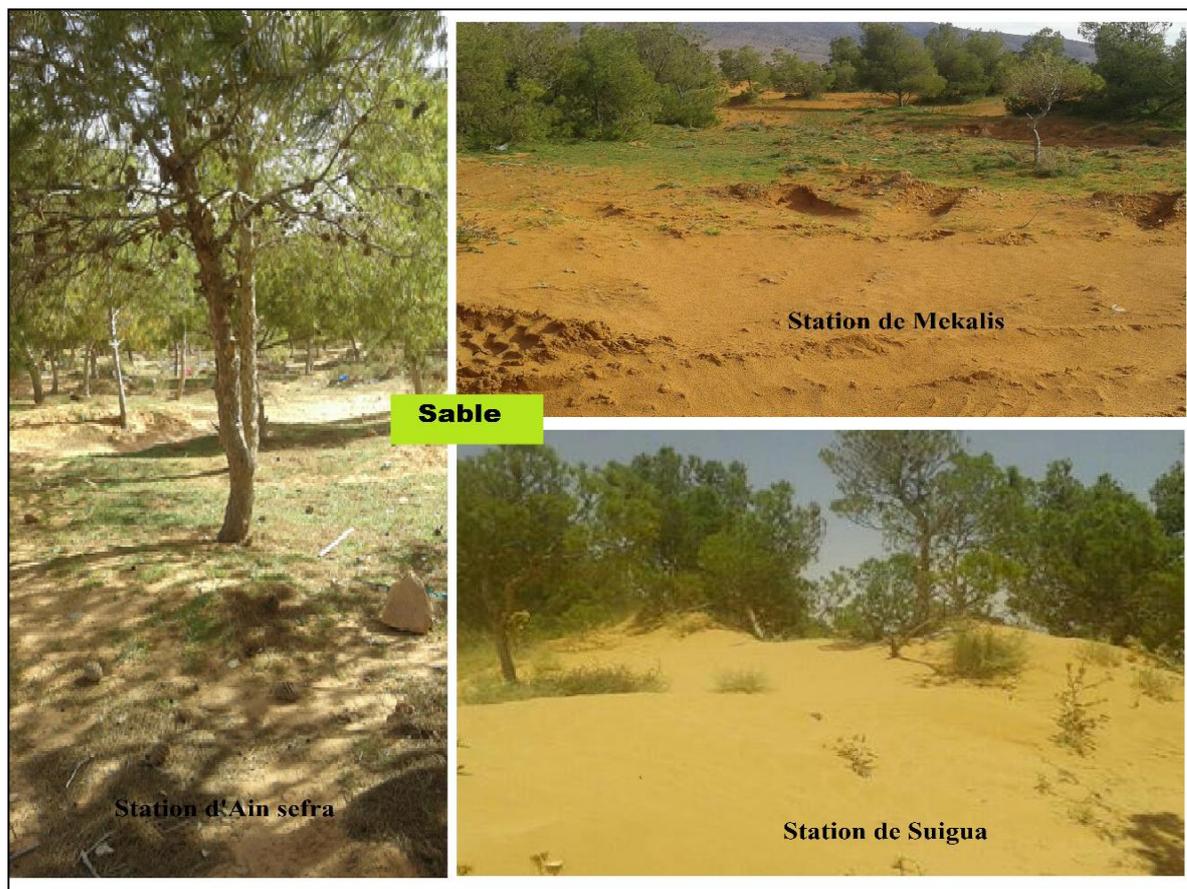
Les valeurs moyennes des valeurs propres obtenus montrent que le premier plan factoriel, constitué des axes (F1, F2) est hautement significatif ($p < 0,05$) ; il représente **57.20 %** de l’inertie totale cumulée.

Sur le premier axe explique **34.25 %** de la variabilité totale, cet axe est fortement positivement corrélé à : CaCO₃, p.H, sable, la conductivité électrique dans la mesure où ces derniers présentent les plus fortes contributions. À l’opposé de cet axe est représenté par les paramètres : MO, C %, Humidité %, Limon %, Argile %.

-Selon l’A.C.P sur l’axe 1 à coté positive, les profils des stations (M3, T2, S2, S3, H2, H3, DE2, DE3, T2, T3) sont fortement caractérisés par des sols calcaires, dans ces endroits les substrats généralement peu profonds et riches en carbonate de calcium. Cette forte teneur se trouve liée à la nature de la roche mère qui est souvent calcaire.

D'après **Ruellan (1999)**, la fraction grossière de calcaire présente dans le profil (sous forme de concrétion, ou de croute) est une particularité très commune des sols des régions arides et semi-aride, lorsque la roche mère sous-jacente présente une prédominance de formations calcaire.

On dénote que les stations (A1, S1, T1, M1) sont les plus riches en sable (Phot. 3). D'après **Gillette (1988)**, les textures de types sable-limoneuse et sableuse des textures qui représentent une certaine sensibilité à l'érosion éolienne. La dominance du sable dans les échantillons entraîne une bonne aération du sol et facilite la pénétration de l'eau dans en profondeur.



Photos n°3 : Accumulation du sable dans le peuplement du Pin d'Alep.

Sur le deuxième axe explique **22.94 %** de la variabilité totale, elle est représentée principalement :

-Limon contribue positivement, cette valeur devienne plus significative dans les stations (A3, E3, Dr2) et le sable légèrement faible.

-Sur le côté négatif de ce même axe, les paramètres Sable, MO, C% sont caractérisées respectivement par les plus faibles contributions :

- Les profils dans les stations (E1, D1, T1, M1, M2, A1) sont liés à la matière organique et au carbone plus au moins moyen par rapport les autres les profils sont faibles. Le contenu en matière organique des sols est influencé globalement par les facteurs climatiques, la végétation, la texture du sol, les conditions topographiques, influençant le microclimat, le drainage et les pratiques culturales (**Drouet, 2010**). Elle représente ainsi un indicateur important de la dégradation de la qualité des sols. Au milieu steppique la fraction organique est très faible, elle est généralement inférieure à **1%** et ne permet pas une bonne agrégation.

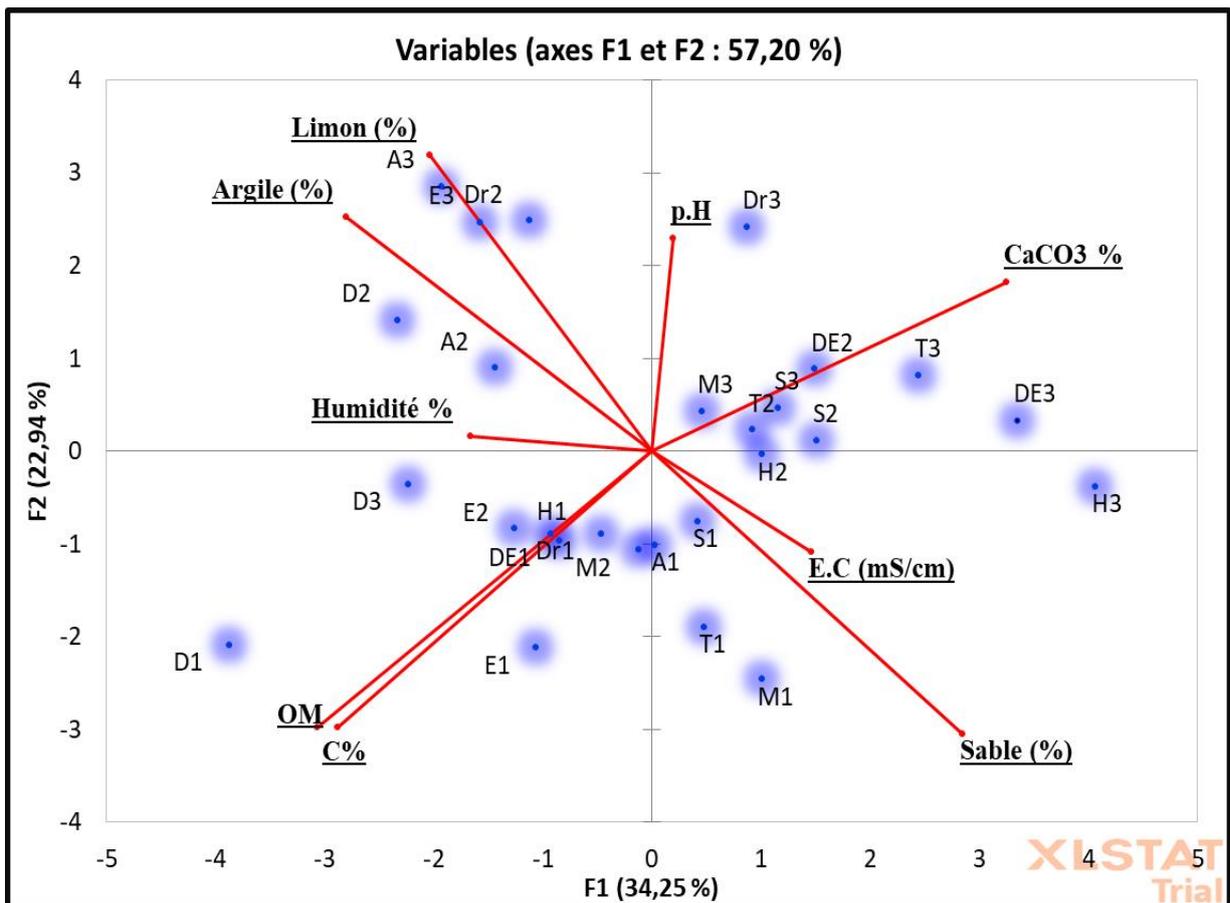


Figure n°55 : Projection des stations sur le plan 1/2

Le deuxième plan factoriel, constitué des axes (F1, F3) est hautement significatif ($p < 0,05$) ; il représente **47.57 %** de l'inertie totale cumulée (Fig. 56).

Sur l'axe 1, les stations (H2, T3, T2, S2) sont caractérisées par accumulation de sable, ceci pourrait être dû à la nature géologique et aux vents dominants qui envahissent les stations.

L'axe 3, cet axe exprime **22.94 %** de la variabilité totale. Il est positivement corrélé à l'Humidité. Ceci présentent la plus forte valeur (gradient décroissant du pôle positif au pôle négatif) et sont significative dominante dans les stations (E1, E2, E3, Dr1, M2).

Sur axe 1 et 3, on constate que les variables C.E et Humidité sont dans la même direction mais s'opposent. On peut expliquer ce phénomène par le fait que les sels très solubles s'accumulent sur les sols peu profonds en bioclimat aride. La quantité totale en sels solubles correspondant à la salinité globale du sol, elle dépend de la teneur et de la nature des sels solubles présents dans ce sol (**Guessoum, 2001**).

L'analyse de la conductivité électrique (CE) montre qu'elle est très faible, indiquant que notre sol est non salé.

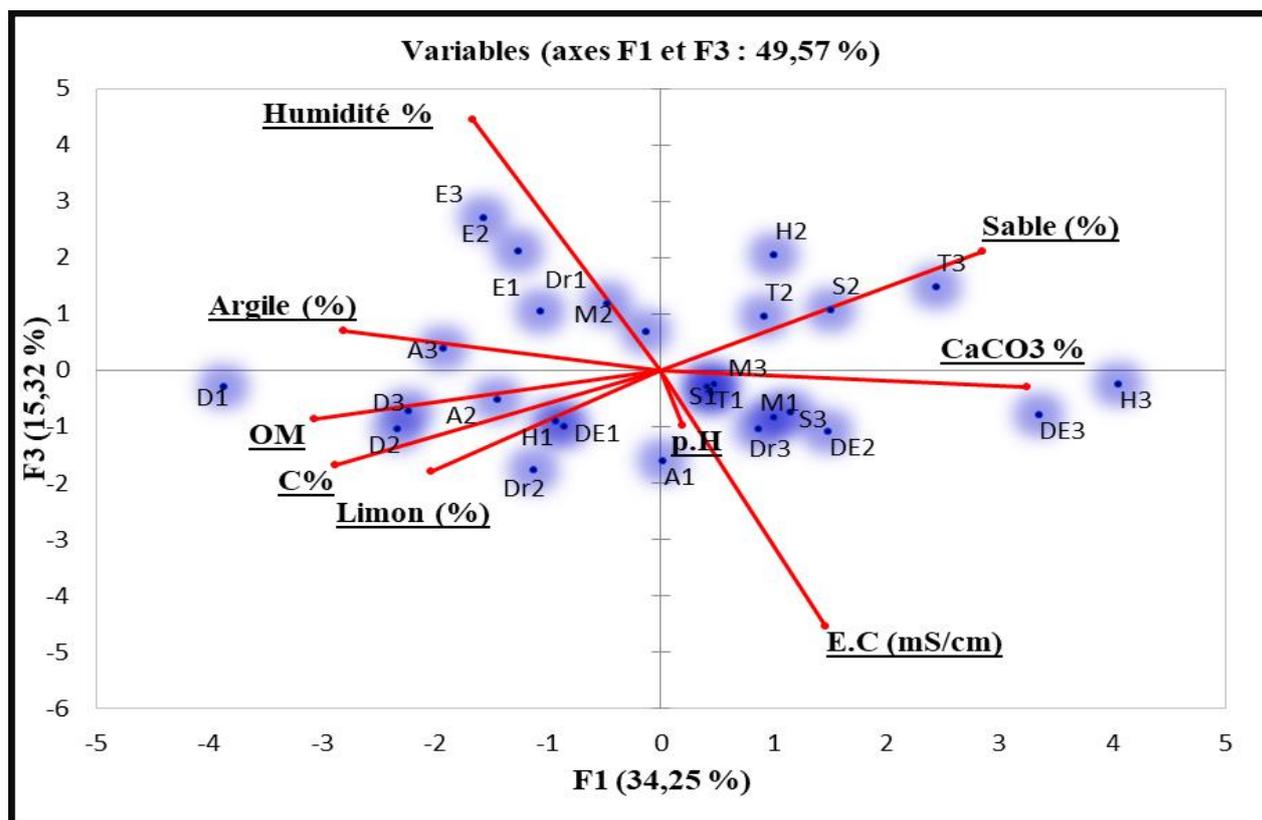


Figure n°56 : Projection des stations sur le plan 1/3.

Mesures Dendrométriques

I. Caractéristiques dendrométriques des placettes-échantillons du Pin d'Alep :

I.1. Analyse descriptive des paramètres dendrométriques :

La connaissance des paramètres dendrométriques des essences forestières en plantation est un élément important pour la prise de décision particulièrement celles relatives aux interventions sur la forêt. Dans notre cas les mesures effectuées, nous permettent d'évaluer la dynamique phénologique de Pin d'Alep dans les conditions environnementales difficiles (aridité climatique, sol peu profond etc.).

Un total de **892** pieds de *P. halepensis* ont été mesurés dans les **27** placettes. Les résultats obtenus sont renseignés dans le tableau 42.

Tableau n°42 : Caractéristiques statistiques des placettes échantillonnées

Stations	P	N	H (m)	C 1.30 cm	D (cm)	Dh (cm)	H/D	Densité (n/sp)	Altitude (m)	Pente
El Biodh	3	150	13,49 a	66,29 a	21,46 a	64,14 a	63.9a	250a	1064,3 d	8,3 ab
Djebel Anter	3	171	3,46 b	35,72 b	11,38 c	21.3 b	30.4bc	285a	1210a	13,3 a
Draa el Aoud	3	141	4,38 b	47,76 b	15,23 bc	34,69 b	28.65bc	235a	1107,6 bc	5 b
Suigua	3	66	3,94 b	45,75 b	14,49 bc	25.93b	40.02b	110b	1186.6a	6.6 ab
Ain Aefra	3	135	4,92 b	39,79 b	12,29 bc	16.8 b	27.16bc	225a	1078,3 cd	8,3 ab
D-E	3	50	3,89 b	57 ab	18,07 ab	19.6 b	21.3c	83,3 b	1077,6 cd	6,6 ab
Mekalis	3	73	3,41 b	36,7b	11,62 c	10.8 b	30.45bc	128,3 b	1124,3 b	8,3 ab
Touadjer	3	70	2,63 b	40,87 b	12,96 bc	12.5 b	20.25c	116,6 b	1137b	6,6 ab
Horchia	3	32	3,03 b	41,72b	13,24 bc	8.24 b	22.18c	53,3 b	1184,3 a	5 b
Pr > F			< 0,0001	0,002	0,001	0.000	< 0.0001	< 0,0001	< 0,0001	0,028
Significatif			Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui	Oui

P : nombre des placettes ; **N** : nombre des troncs ; **H** : hauteur ; **C1.30cm** : circonférence ; **D** : diamètre.

Les valeurs accompagnées de lettres a, b, c sont significativement différentes au niveau de probabilité $\alpha = 0,05$

L'analyse de la variance des résultats obtenus a montré que tous les paramètres mesurés sont hautement significatives ($p < 0.0001$) dans la zone d'étude.

La variabilité des hauteurs indique un très haut niveau, mais une variabilité moins marqué est observée pour les circonférences et des diamètres des troncs.

Les résultats dans le tableau 3, indiquent les plus grandes hauteurs sont enregistrées au niveau de la station d'El Biodh avec **13.49 m**, alors les plus faibles moyenne sont celles de Horchia avec **3.03 m**.

Les moyennes des circonférences varient entre **66.29** et **35.72 cm**, la valeur maximale est observée dans la station El Biodh avec **66.29 cm** par contre celle minimale dans la station Djebel anter avec **35.72 cm**.

En moyenne, les houppiers de *Pinus halepensis* se développent de façons différenciées d'une station à l'autre. Ils sont plus développés, en moyenne, au niveau des stations : d'El Biodh, de Draaa el aoud, de Suigua et moins bien au niveau des stations bandes forestières, de Mekalis, de Toudjer, de Horchia, d'Ain sфра. Les cas les plus développés sont signalés dans des conditions favorables à l'image de la station d'El Biodh où le houppier atteint **64.14 cm** de diamètres.

L'analyse de variance a révélé un effet très hautement significatif ($p < 0,005$) des deux facteurs Altitude et pente sur les paramètres dendrométriques Hauteur et Densité. Dans la tranche altitudinale 1050-1100 m enregistre des hauteurs dominantes moyennes respectives de **13,4** de la station d'El Biodh, et **3.89 m** de la station bande forestier (Draa el aoud-El Biodh), **4.92m** de la station d'Ain sфра, **4.38 m** de la station de Draa el aoud.

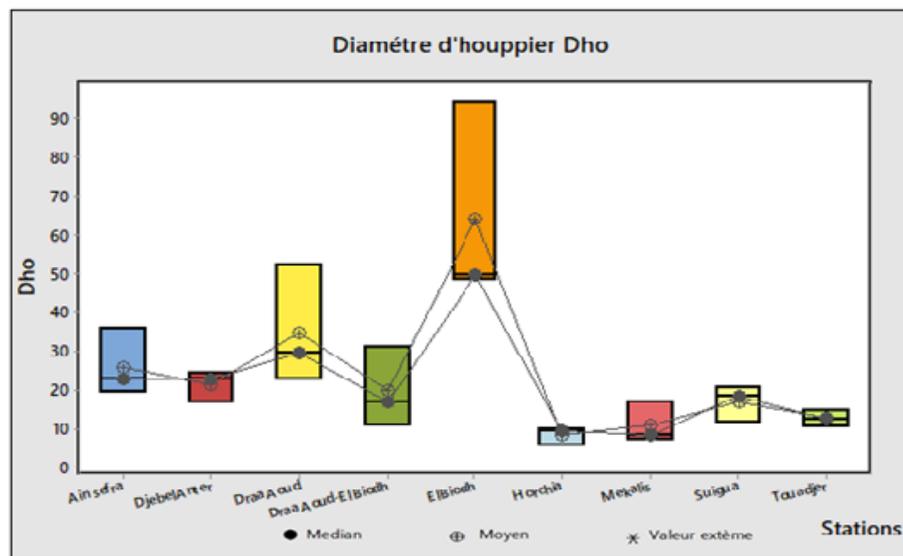
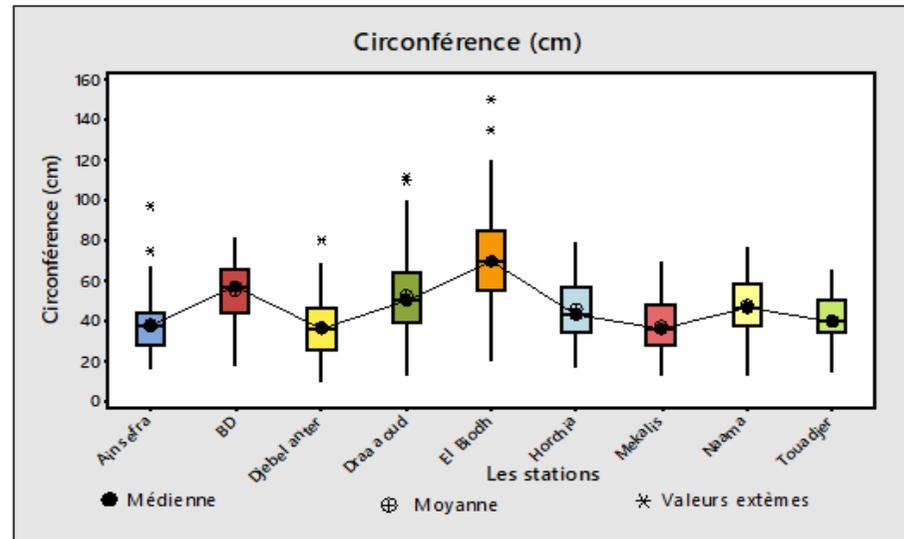
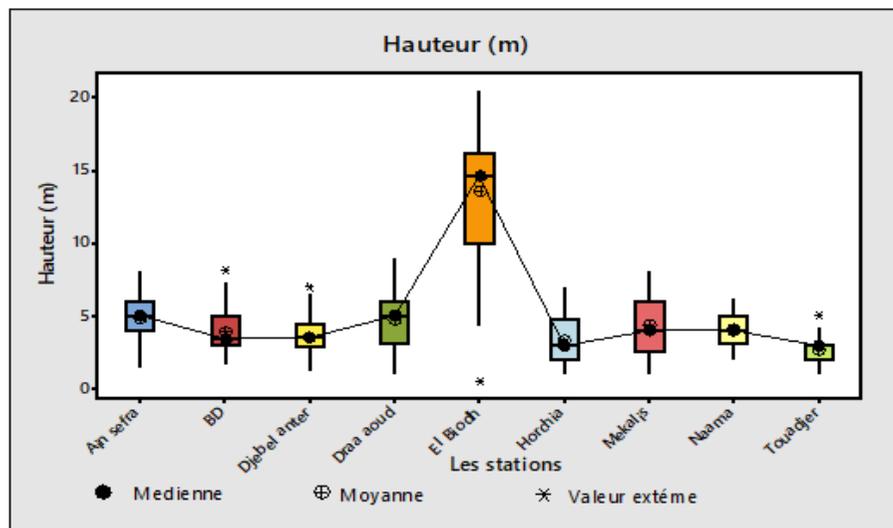


Figure n°57 : variabilité descriptive des paramètres dendrométrique

I.2. Densité et surface terrière des peuplements :

La notion de densité de peuplement est une notion dynamique, elle est modifiée au cours des années par la mort naturelle de certains arbres ou artificiellement par l'action de l'homme (Alteyrac, 2005).

La figure 58 montre que la densité des arbres la plus importante se trouve dans les stations de Djebel anter et d'El Biodh avec **285** et **250 troncs/ha**, alors que la plus faible est enregistrés dans la station de Horchia avec **53 troncs/ha**.

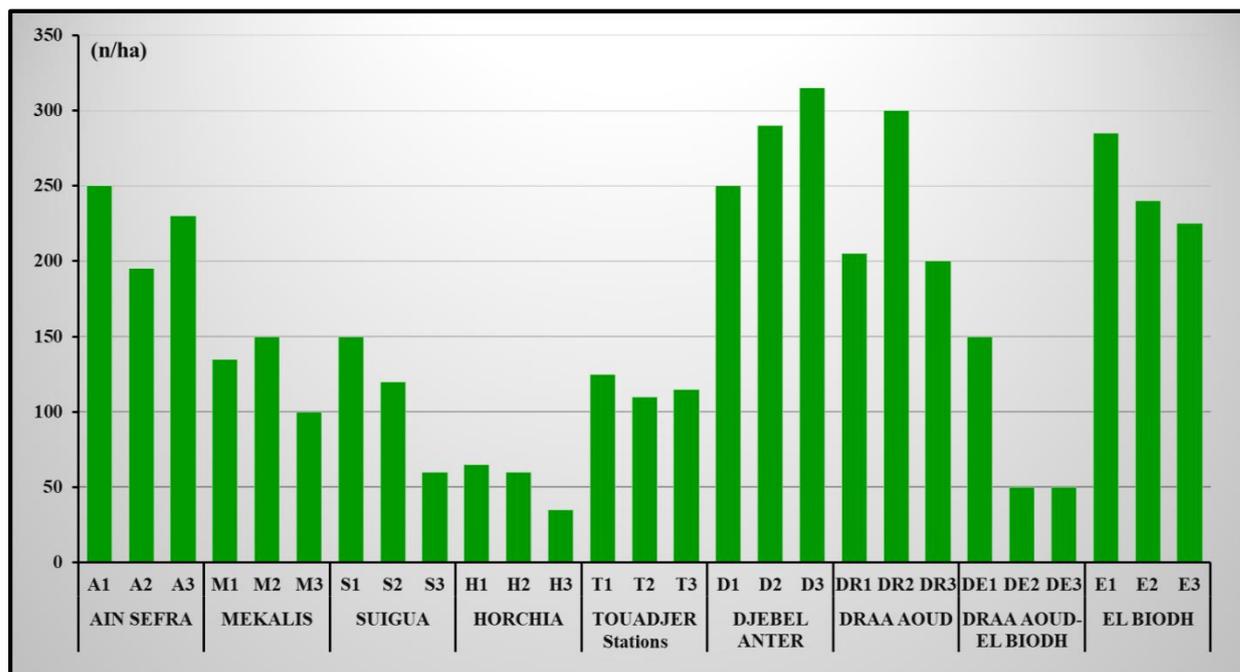


Figure n°58 : Densité des arbres de Pin d'Alep dans la zone d'étude

I.3.La surface terrière :

L'état de développement des peuplements qui détermine la surface terrière dépend de la répartition des tiges à travers les classes de diamètres (Andriamahazo, 2003).

Dans les différentes stations étudiées (Fig. 59), le diamètre moyen minimum obtenu est comprise **35.72 cm**, cela signifie que ces peuplements de Pin d'Alep sont très denses et qu'ils n'ont pas encore atteint un bon développement. En effet, plus la densité est forte, plus la croissance en diamètre est faible et inversement pour la surface terrière ce qui est le cas de station de Djebel anter.

Cependant, si cette densité est plus faible, la croissance en diamètre augmente alors que celle en surface terrière c'est le cas de la station de Horchia et Touadjer.

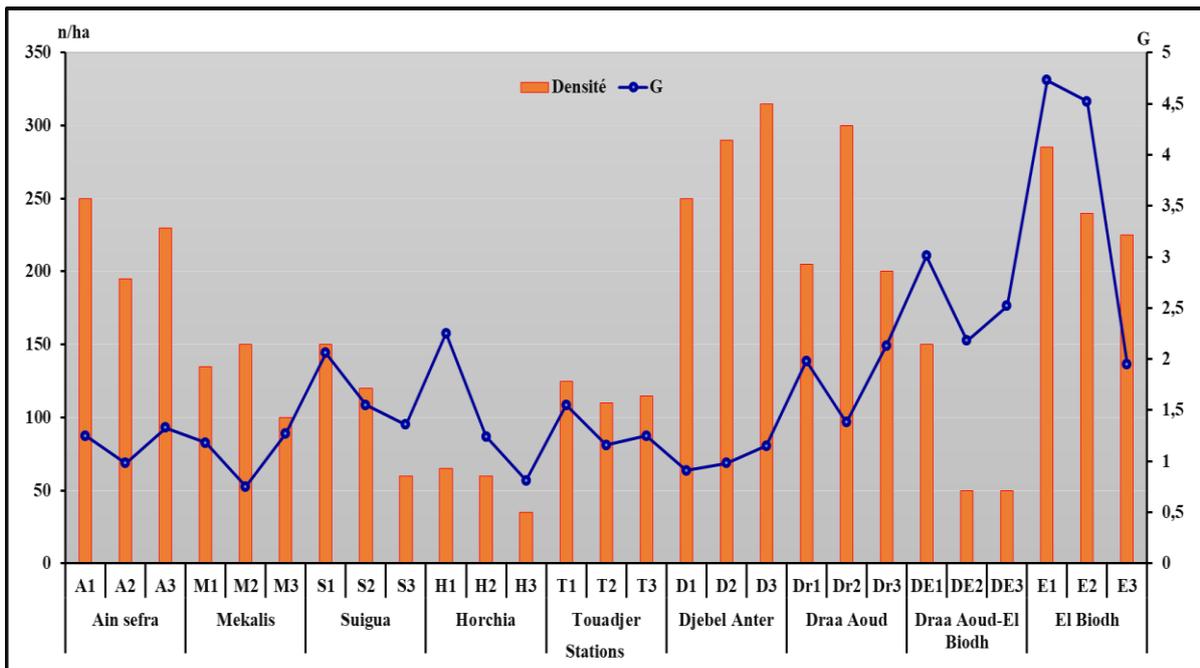


Figure n° 59 : La surface terrière en fonction de diamètre

I.4. Coefficient d'élanement ou la stabilité :

La figure 60, montre que toutes les placettes mesurées ont un coefficient de l'élanement inférieur à 100, cela signifie qu'une bonne stabilité des placettes.

Les placettes dans les stations El Biodh (E1, E2, E3), Ain sefra (A1, A2, A3), Mekalis (M2) représentent le coefficient d'élanement le plus élevé, cela permet de dire que ces peuplements sont moins stable que les précédents.

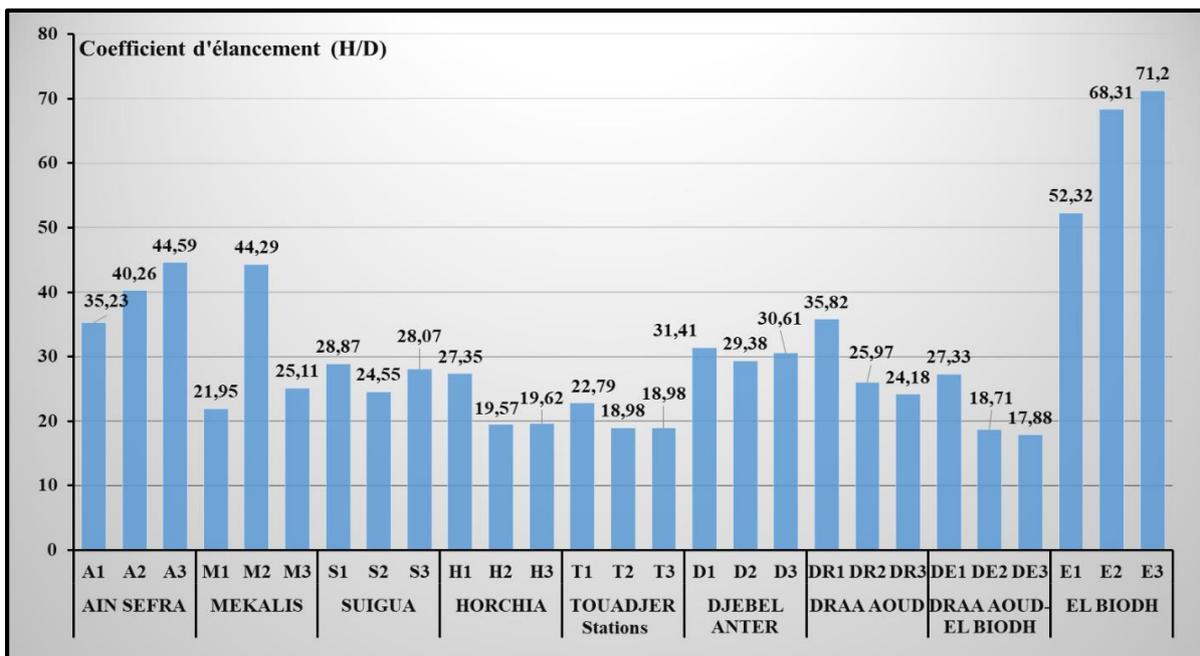


Figure n°60 : Coefficient d'élanement (H/D) par les stations.

La figure 61 expose trois stades différents :

1-Le coefficient de stabilité est inférieur **80%**, caractérisent deux classes

- Classe **[1 à 10 m]** : les troncs du Pin d'Alep bien armés pour résister aux vents, coefficient d'élanement plus faible se trouve dans la station Draa Aoud à **10,46**.

Plus ce facteur est faible plus le peuplement est stable vis-à-vis au vent.

-Classe **[10 à 20 m]** se groupe moins stable présente la station d'El Biodh

2-Le coefficient d'élanement varie entre (**80% < F < 100%**) : présente la station d'El Biodh, se localise à l'écartement de **10 à 20 m**.

3-Le coefficient de stabilité supérieur **100%**, plus ce facteur est élevé plus le tronc des arbres est élancés et instable, se présente l'écartement **9 à 20.1 m** dans les placettes d'El Biodh, et les troncs de la hauteur entre **4m à 7m** dans les stations de Mekalis, un tronc de la hauteur **6m** de la station d'Ain Sefra, **5m** de la station de Djebel Anter.

L'effet la densité n'est plus suffisant pour stabiliser le peuplement fortement fragilisé et vulnérable aux vents, si le phénomène de chablis (déracinement ou bris d'arbre sous l'action du vent) s'amorce tout le peuplement.

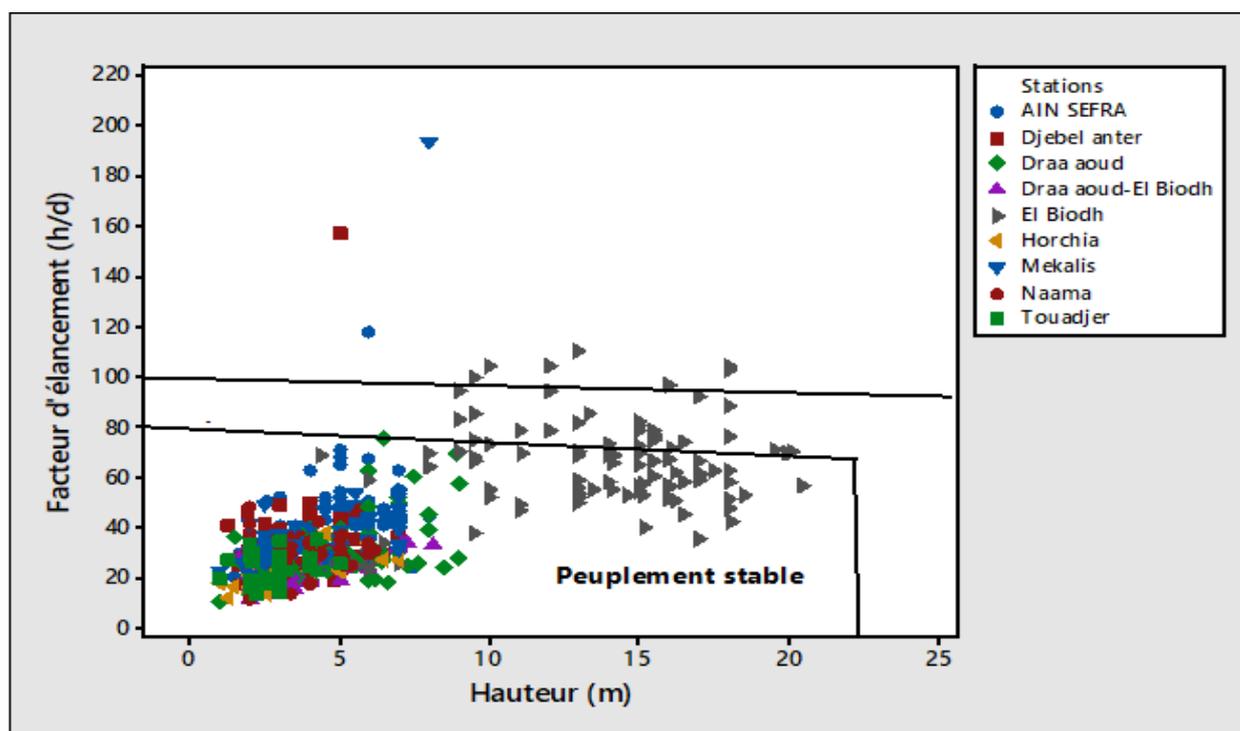


Figure n°61 : Diagnostique la stabilité du tronc dans les placettes étudiées.

II.5. La relation entre hauteur-circonférence :

L'étude des relations entre certains paramètres dendrométriques tels que HBF, la hauteur ou la surface de projection du houppier semble nécessaire pour de comprendre la structure et la dynamique des peuplements forestiers, (Shugart et al., 1981 cité par O'Brien et al. 1995).

Pour rechercher la variabilité intra-populations et les conditions de croissances, nous avons essayé d'analyser les mesures effectuées sur terrain et de rechercher les relations qui existe entre ces mesures diamètre-hauteur. Les droites de régressions linéaires obtenues ont permis de mettre en évidence certaines corrélations.

Dans cette partie, nous avons tenté d'établir une forme de modèle cohérente avec la géométrie des nuages de points, relativement simple à paramétrer et dont l'interprétation permet une intégration des facteurs biotique et abiotiques dans la croissance simultanée en hauteur et en diamètre ou circonférence.

Pour le choix de la forme du modèle hauteur-diamètre pouvant être ajusté aux données, trois critères doivent être satisfaits :

- Un ajustement correct aux nuages de point, ne présentant pas de biais flagrants.
- La recherche d'une bonne adéquation du nuage de points à la fonction choisie.
- La valeur plus élevée du coefficient de détermination **R²**

Nous avons utilisé toutes les équations possibles. Comme il été signalé, **R²** est un paramètre de contrôle de la qualité de l'ajustement mais nous l'avons utilisé comme critère de choix préliminaire des modèles. Les modèles retenus sont présentés dans chaque figure.

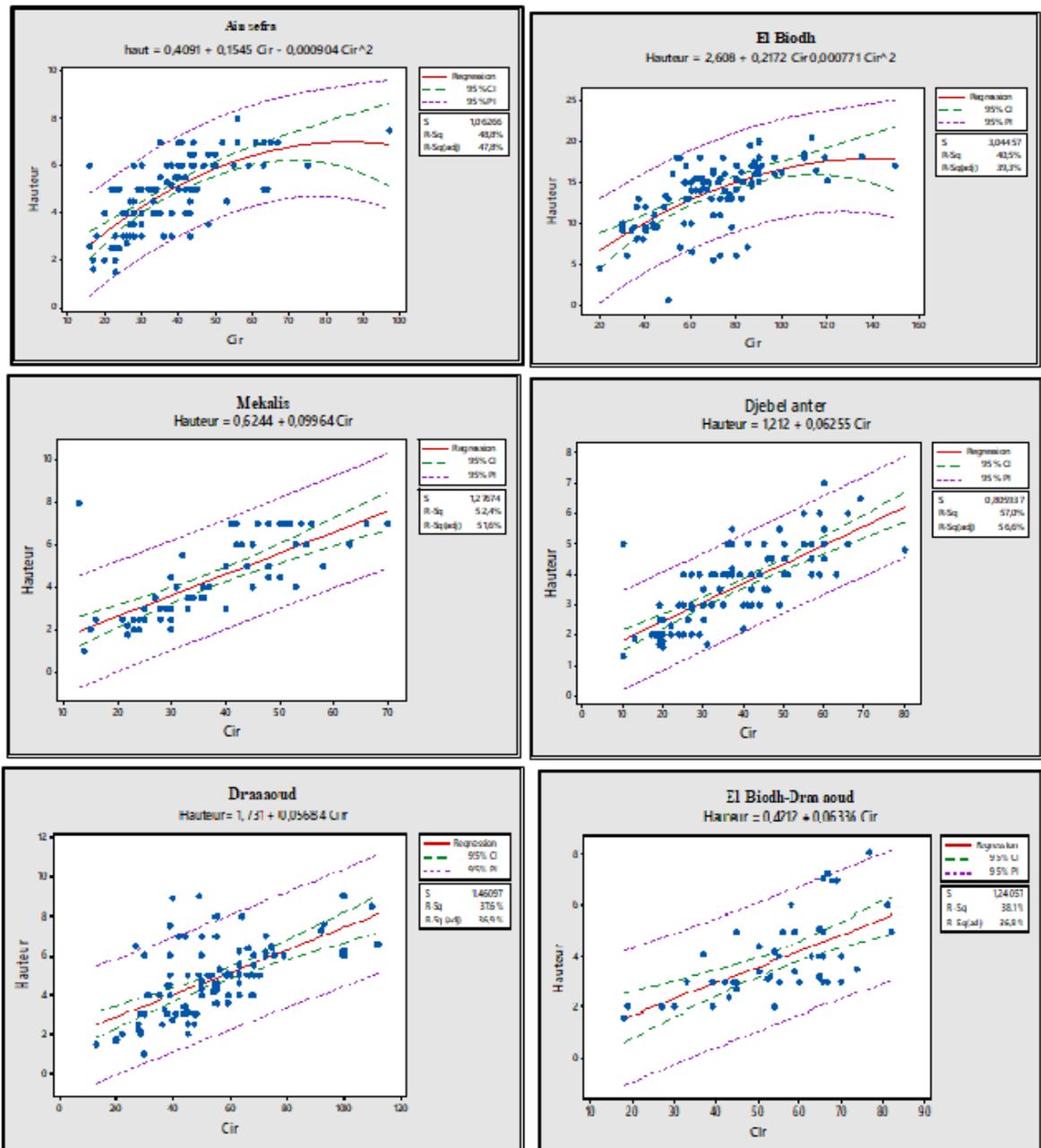
Les résultats montrent que les coefficients de corrélations obtenus sont tous supérieurs à 0.5. Les coefficients de détermination **R²** sont hautement significatifs, la plus petite valeur est enregistrée par la station de Suigua ($R^2 = 0.274$) et la plus élevé par la station Horchia (0.689)

Tableau n° 43 : Coefficients de corrélations.

Stations	P-value	Corrélation (r)
Ain sefra	0.005*	/
Mekalis	0.000*	0.72
El Biodh	0.028*	/
Djebel anter	0.000*	0.76
Draa el aoud	0.000*	0.61
B-D	0.000*	0.62
Touadjer	0.000*	0.66
Horchia	0.000*	0.84
Suigua	0.000*	0.54

Les corrélations établies entre : la hauteur et la circonférence 1.30cm, sont presque toutes en relation étroite. A ce propos **Demelon (1968)**, montre que la corrélation positive et assez large traduit la réponse de l'espèce par rapport aux conditions du milieu (texture, l'humidité...).

Dans notre Les résultats, entre les paramètres mesurés peut être expliquée par l'influence des facteurs situationnels (édaphique, microclimatique) sur la morphologie de Pin d'Alep.



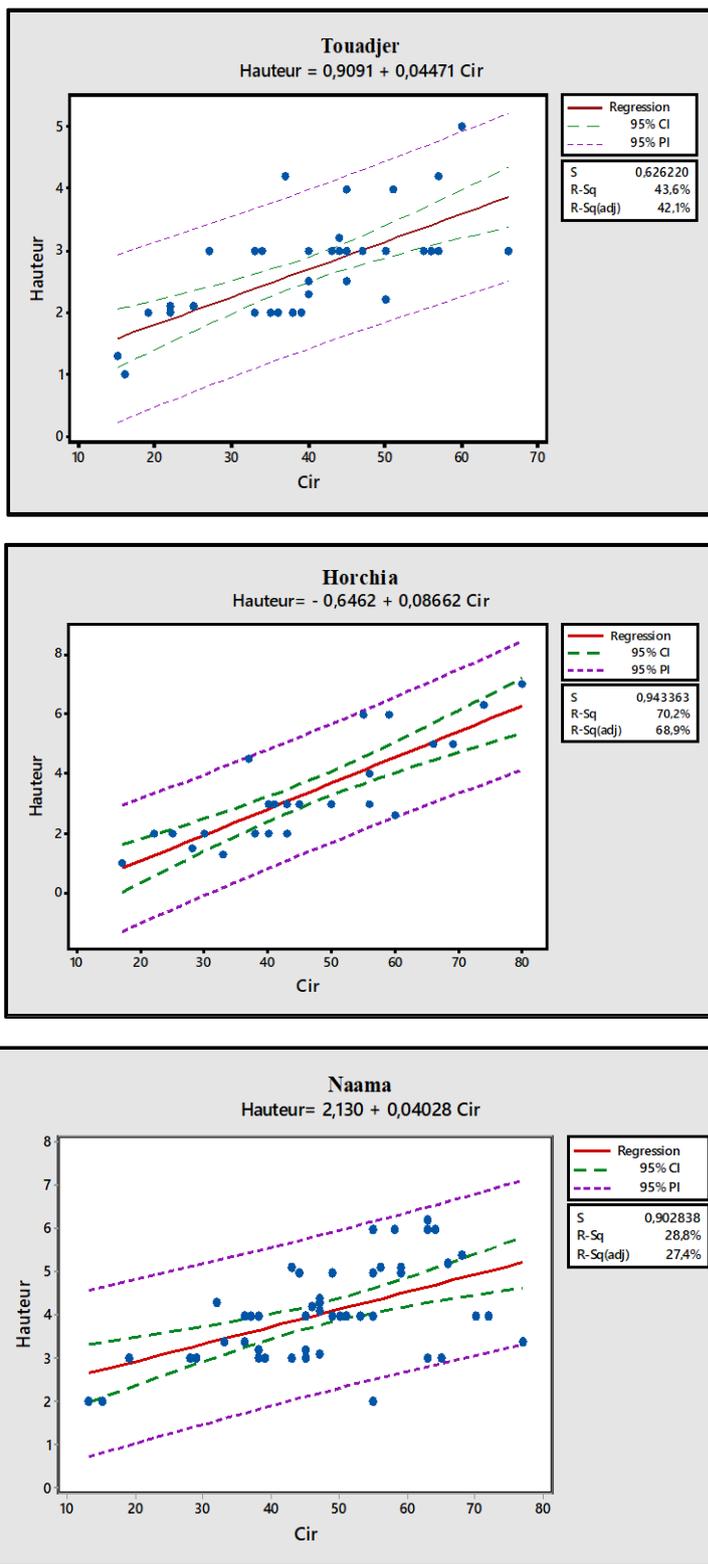


Figure n°62 : Relation Hauteur arbre-circonférence du tronc dans les stations d'études.

II.6. Affinités entre les variables et les stations :

Selon **Decourt et al, (1969)**, l'analyse en composantes principales (A.C.P) est utilisée pour dégager les affinités entre les différentes variables introduites dans cette étude et éventuellement des ressemblances entre les stations

L'examen des valeurs propres issues de l'ACP permet de retenir le plan factoriel **1*2**, qui expliquent **75.1 %** de la variance totale, soit **55.21%** pour l'axe 1 et **19.87%** pour l'axe 2. Les trois premiers axes expliquent ensemble de **88.41%**. Donc ces trois axes synthétiques résument au mieux l'information apportée par les variables initiales (Tab. 44).

Tableau n°44 : valeurs propres et variabilité.

	F1	F2	F3	F4
Valeur propre	4,418	1,590	0,825	0,631
Variabilité (%)	55,219	19,876	10,316	7,889
% cumulé	55,219	75,095	85,411	93,300

L'analyse en composantes principales (A.C.P) a été appliquée à la matrice des corrélations obtenues à partir des différentes variables centrées réduites, mesurées sur les différentes stations étudiées.

Une forte corrélation est observée entre la plus part des paramètres mesurées (Tab. 45) ; Ainsi, une corrélation négative entre l'altitude et la hauteur moyen (**r= -0.48**). Une corrélation forte positive entre la hauteur et le diamètre d'houpier et facteur d'élancement (**r= 0.896**), (**r= 0.896**) respectivement.

Tableau n°45 : Matrice de corrélations.

Variables	Hauteur	C1.30 m	Diamètre	Densité	Altitude	Pente	Dh (cm)	H/D
Hauteur	1	0,738	0,753	0,434	-0,480	0,074	0,896	0,891
C1.30 m	0,738	1	0,998	0,103	-0,512	-0,054	0,652	0,392
Diamètre	0,753	0,998	1	0,113	-0,513	-0,056	0,661	0,412
Densité	0,434	0,103	0,113	1	-0,127	0,415	0,526	0,540
Altitude	-0,480	-0,512	-0,513	-0,127	1	0,059	-0,466	-0,388
Pente	0,074	-0,054	-0,056	0,415	0,059	1	0,096	0,079
Dh (cm)	0,896	0,652	0,661	0,526	-0,466	0,096	1	0,793
H/D	0,891	0,392	0,412	0,540	-0,388	0,079	0,793	1

Les valeurs des corrélations des variables initiales avec les deux premières composantes principales sont représentées à l'intérieur du cercle de corrélation sur le plan factoriel 1-2 montré dans la figure 63. Ces cercles de corrélations permettent de donner une interprétation physique à certaines composantes principales :

Tableau n°46 : Corrélations carrées des variables initiales

	F1	F2	F3	F4
Hauteur	0,927	0,003	0,014	0,016
Circonférence	0,681	0,179	0,098	0,027
Diamètre	0,697	0,171	0,088	0,029
Densité	0,228	0,554	0,005	0,001
Altitude	0,381	0,071	0,001	0,546
Pente	0,007	0,492	0,442	0,005
Diamètre d'houpier	0,844	0,021	0,016	0,006
H/D	0,652	0,099	0,161	0,000

Le premier axe, est fortement corrélé du côté positif présentant des affinités étroites des paramètres dendrométrique suivants : hauteur, circonférence, diamètre d'houpier, facteur d'élancement, où ces derniers présentent les plus fortes contributions, regroupant les placettes de la station El Biodh. Cette station enregistre la plus grande valeur de la croissance en hauteur, les sujets de *P.halepensis* y trouvent les conditions les plus favorables (sol filtrant, densité acceptable, pente moyenne).

Les pieds du *P. halepensis* ont un bon aspect morphologique avec une hauteur moyenne de **13.49 m**. Le peuplement de *P. halepensis* est situé sur des terrains de pente faible, exposé globalement au Nord-ouest, reposant sur des sols profonds à dominance limono-sableuse ; la présence d'une quantité moyenne de limon permet de retenir l'eau entre les particules du sol.

À l'opposé de cet axe, la plus faible contribution est représentée par le facteur d'altitude, regroupant les placettes dans les stations de Mekalis, Suigua, Horchia et Djebel Anter. Les pieds de Pin d'Alep évoluent sur des sols superficiels, squelettiques, pauvres et fragiles à cause de la rareté de matière organique d'une part et par la présence d'une dalle calcaire imperméable d'autre part, ces deux éléments constituent un obstacle à la pénétration des racines ce qui induit un étalement à l'horizontale de ces dernières. Tous ces facteurs avec les vent violents sont autant des facteurs limitant le développement des arbres à cette altitude, ce que traduit la valeur de hauteur dominante moyenne la plus faible. Selon **Brochiero et al. (1999)**, dans leur étude sur l'autécologie du pin d'Alep en Provence

calcaire (France), notent que, les altitudes supérieures à **600 mètres** (haut des grands massifs) sont limitant pour le développement de l'espèce.

L'axe 2 contient **17.8%** de l'information est représenté par les paramètres de la densité et la pente, ayant des contributions plus élevées, regroupe les placettes (D1, D2, D3) de la station Djebel antar.

Les peuplements de *P. halepensis* situés sur les deux versants (Nord-est et Sud-ouest) de Djebel Antar sont les moins développés. Dans ces endroits le sol est peu profond et la pente est moyenne, ainsi que la hauteur est faible, **3.4 m**. il en est de même pour la station d'Ain Sefra ou la hauteur moyenne n'est que de **4.9 m**

Sur le côté négatif de ce même axe, la circonférence ou le diamètre sont caractérisés respectivement par les plus faibles contributions. Touadjer,

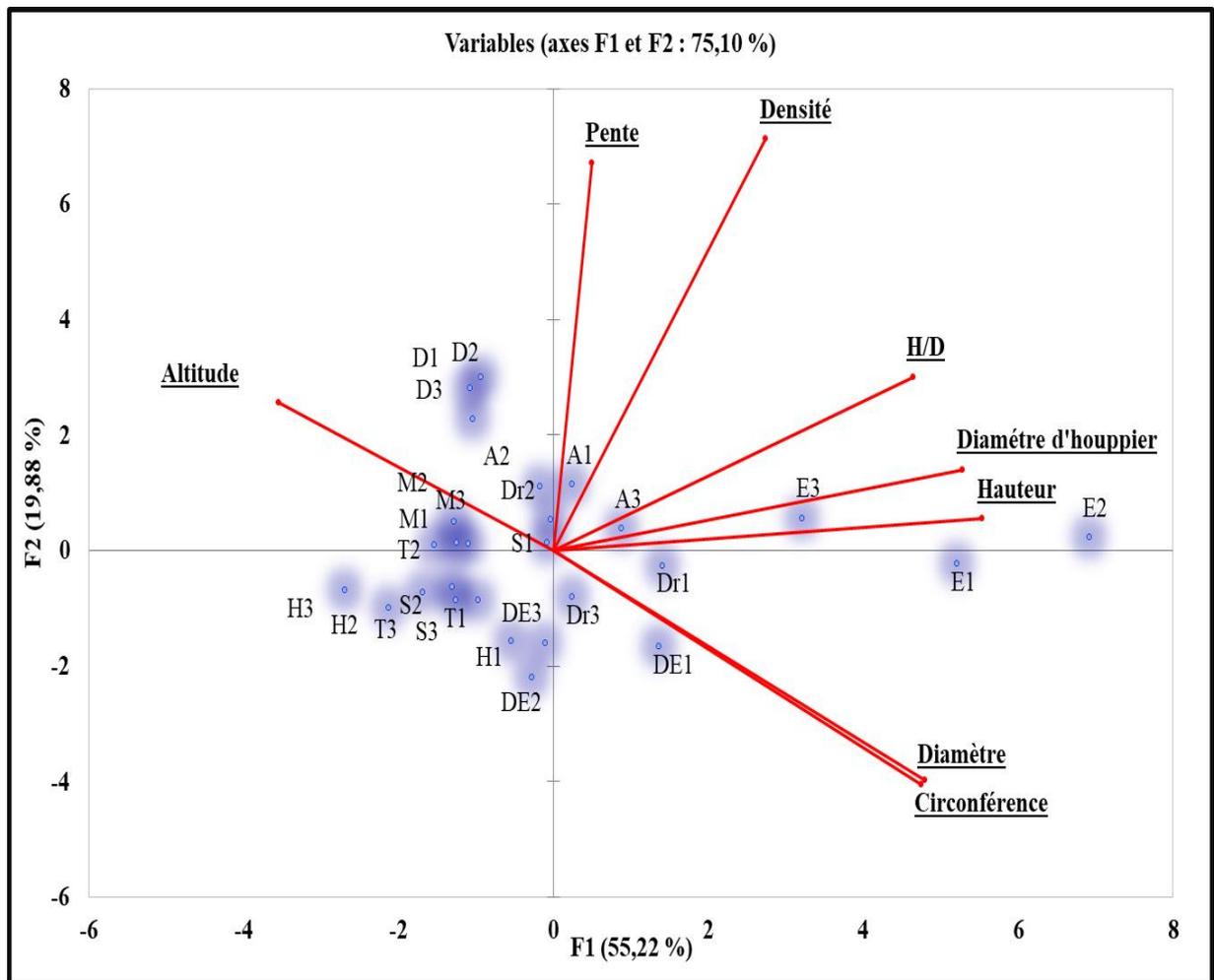


Figure n°63 : Projection les paramètres dendrométriques sur le plan 1/2.

**Diversité biologique
et
Phytogéographique**

I. Introduction :

Dahmani (1993), souligne que l'analyse de la richesse floristique des différents groupements, de leurs caractères biologiques et chorologiques permettrait de mettre en évidence leur originalité floristique, leur état de conservation et de leur valeur patrimoniale.

Pour mieux cerner la dynamique et la répartition des formations végétales, l'étude réalisée est basée essentiellement sur l'inventaire exhaustif des espèces avec une identification de leurs types biologiques, morphologiques, et biogéographiques. Aussi il nous a semblé intéressant d'étudier ensemble la végétation qui croît sous le Pin d'Alep.

Dans notre l'aire minimal, les peuplements végétaux sont très dégradés ; si la mosaïque des éléments est répétitive 100 m².

II. Composition systématique :

D'après **Gounot (1969)**, « il s'agit de recenser toutes les espèces rencontrées dans une aire représentative dans le but d'établir la liste floristique des communautés homogènes ».

Pour la zone d'étude la liste floristique étudiée comprend **20** familles et environ **78** espèces. La composition floristique de notre l'aire minimal, les peuplements végétaux sont très dégradés ; si la mosaïque des éléments est répétitive 100 m².

L'évolution des types de familles durant les années d'observations ont fait ressortir les phénomènes principaux suivants :

-Les familles : Astéracées **19** espèces, Poacées **12**, six espèces pour chaque famille (Lamiacées, Caryophyllacées), **5** espèces pour chaque famille (Cistacées, Brassicacées) ; Ces familles totalisent à elles seules **53** espèces, soit **67.08 %** de l'effectif total.

-Les autres familles (**14**) avec **26** espèces contribuent avec **33.91%** de l'effectif total :

- Quatre espèces pour la famille Résédacées,
- Trois espèces pour la famille d'Amaranthacée, Thymelaeacée et Apiacées.
- Deux espèces pour chaque famille : Boraginacées Fabacées.
- Une seule espèce pour chaque famille (Globulatiacées, Cupressacées, Malvacées, Zygophyllacées, Pinacées, Plantaginacées, Polygonacées, Lilacées, Fagaceae).

-Le cortège floristique inventorié comporte 8 familles, **19** espèces pour la station de Draa el aoud ; avec une dominance Poacées, Astéracées et Cistacées avec respectivement **35%, 20%, 15%**.

-Nous avons **11** familles, **25** espèces pour la station de Djebel anter ; avec une abondance des mêmes familles que de la station de Draa el aoud : les Poacées **28%**, les Astéracées **24%**, les Cistacées **12%**, les Brassicacées **8%** et les autres familles (5) (Pinacées, Caryophyllacées, Fagacées, Globulatiacées, Thymelaeacées) contribuent avec **4%**.

-Pour la troisième station de Touadger nous avons **19** familles, **35** espèces ; avec un important pourcentage pour la famille des Astéracées avec **19 %** ; cette station présente la diversité des familles (19) mais par pourcentages très faibles.

-Les nombres des espèces dans la station El Biodh sont faibles, deux espèces dans la famille de Poacées avec **28.57%** et une seule espèce pour chaque famille (Caryophyllacée, Astéracée, Lamiacée) soit **14,28%**.

-Les stations des bandes forestières les pourcentages des familles représentent :

- Station Draa el aoud-El Biodh : regroupe **9** familles, **24** espèces. Les familles les plus représentées sont en ordre suivantes : les Astéracées **20.8%**, les Poacées **29.16 %**, les Caryophyllacées **12.5 %**, les trois familles (Brassicacées, Cistacées, Amarathancées) représentent **8.33 %**, Apiacées et Zygophyllacées **4.16%**
- Station de Horchia : regroupe **12** familles, **35** espèces. Les familles les plus représentées sont en ordre suivantes : les Astéracées **35 %**, les Poacées **17.14 %**, les Caryophyllacées **11.42 %**, les Lamiacées **8.57 %** et le pourcentage faible représente les familles suivant : **5.71%** pour les familles (Brassicacées, Thymelaeacées), **2.85%** pour les familles (Amarathancées, Apiacées Cistacées, Lilaicées et Zygophyllacées)
- Station de Suigua : regroupe 11 les familles et 31 espèces, avec la dominance : Astéraceae, Pinaceae, Poaceae avec respectivement **41,93 %**, **3,22 %**, **19,35 %**, (Brassicaceae, Cistaceae, Caryophyllaceae) avec **6,45%**, (Amarathanceae, Apiaceae, Lamiaceae, Lilaceae, Zygophyllacées) avec **3,22 %**
- Station de Mekalis : il y a nombre des familles faibles (**4**) et **10** espèces, dominance avec Poacées **70%**.

-La dernière station de Ain sefra, il y a **6** familles ,**19** espèces ; avec une dominance, des Poacées, des Astéracées, Caryophyllacées et des Cistacées avec respectivement **42.10%**, **31.5%**, **10.52%**, et **5.26 %**.

Durant les années d’observations, il y a deux familles (Astéracée et les Poacée) sont dominées sur la zone reboisée : Ces prédomines est justifiées puisque ce sont des familles cosmopolites qui sont très répandues sur tout se la steppe et l’Atlas saharien (**Benaradj et al., 2013**). En effets, **Boudet (1978)** rapporte que les facteurs édaphiques interviennent sur le développement de la végétation, car ils caractérisent le substrat s sur lesquels on rencontre les divers pâturages.

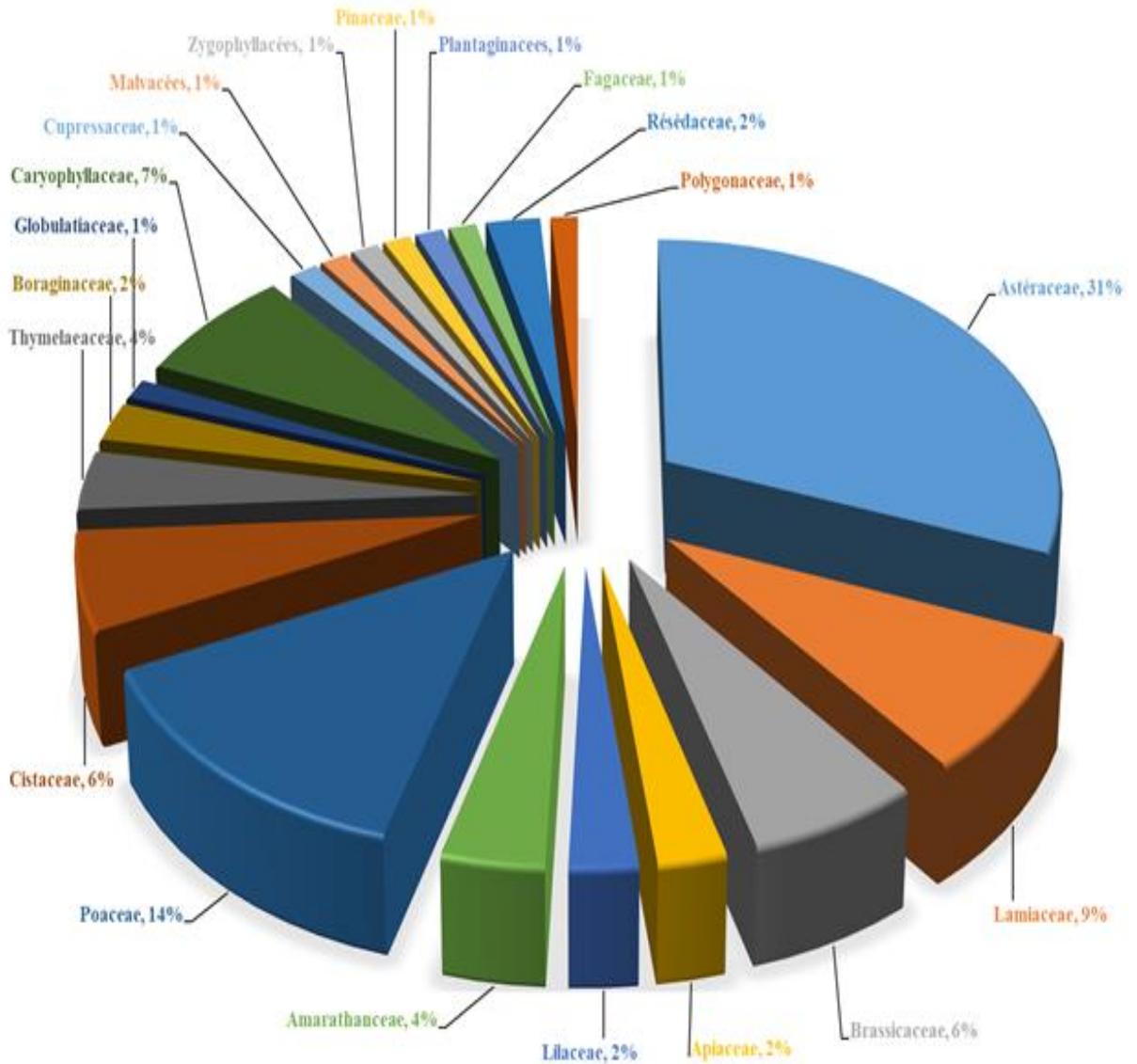


Figure n° 64 : Les familles en pourcentages de la zone d’étudiée (la zone reboisée).

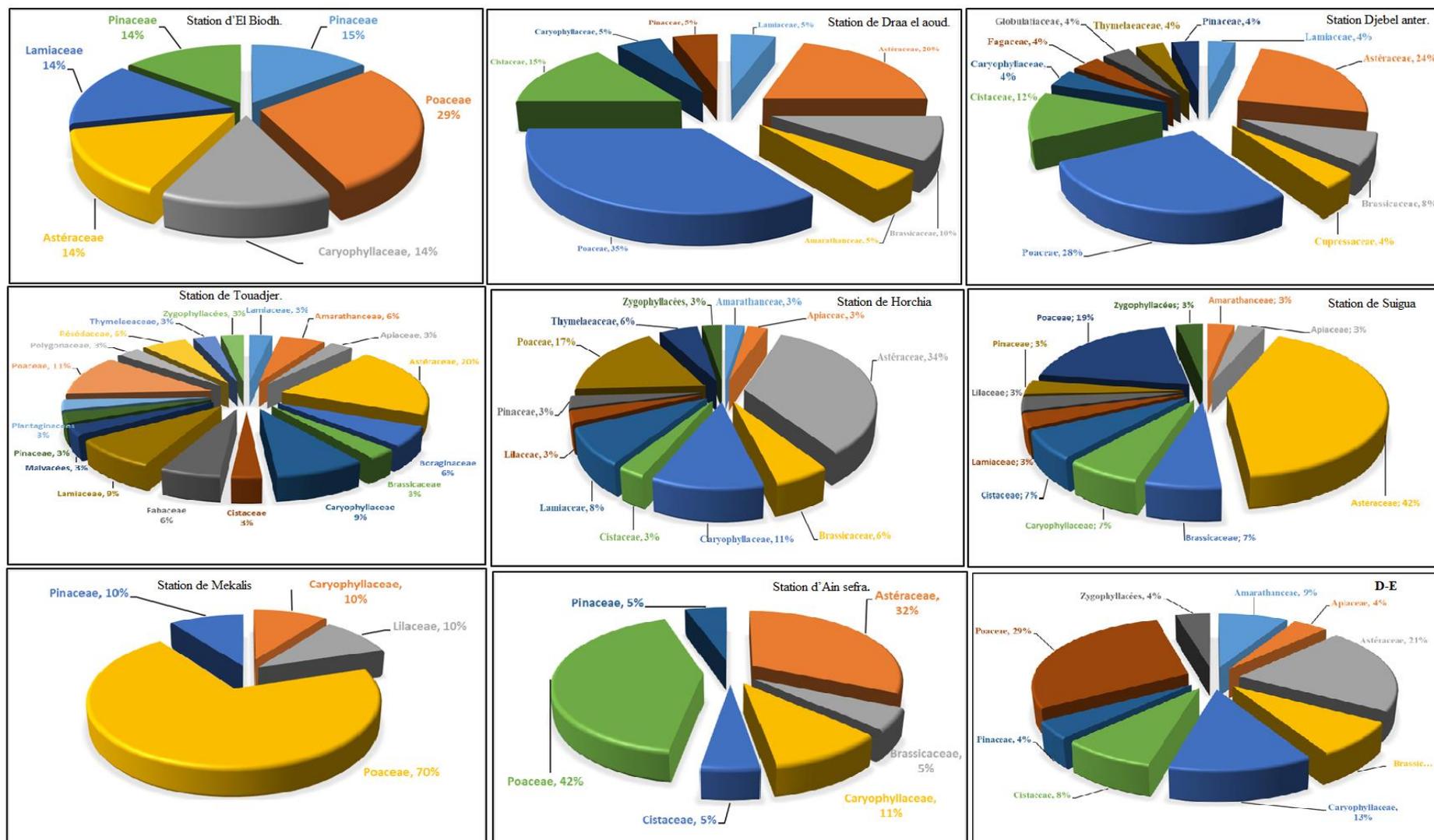


Figure n° 65 : Les familles en pourcentages des neuf stations.

III. Type biologique :

Le spectre biologique sensu **Rankier** a été retenu puisqu'il permet de mieux cerner les stratégies d'adaptation de la flore dans son ensemble aux conditions de milieu et plus particulièrement aux conditions climatiques (**Daget, 1980**). La détermination biologique des espèces inventoriés a été faite ; à partir des flores (la flore de Quèzel et Santa (**1962,1963**) et la flore du Sahara de (**Ozenda, 1991**).

La classification la plus utilisée est celle de **Raunkier (1934)**, c'est la classification des formes de vie ou bien des types biologiques, elle prend en considération la disposition des organes assurant la pérennité de la plante : Bourgeon, bulbe et les organes renfermant les tissus méristématiques.

Selon **Ramade (1981)**, on distingue, par rapport à la surface du sol, 05 grandes catégories ou de types biologiques :

✚ **Les Phanérophytes** : (Phanéros = visible, phyte = plante)

Les arbres ou des arbustes dont les bourgeons se trouvent en hiver très au-dessus de la couche de neige, c'est-à-dire à plus de 25 à 40 cm au-dessus du sol et qui assurent la protection de leurs bourgeons contre le froid en les entourant dans des enveloppes (**Mahaman, 1990**)

Ce groupe se subdivise en :

- Nanophanérophytes (NPH) : de 50 cm à 2 m.
- Microphanérophytes (MPH) : de 2 m à 8 m.
- Mésophanérophytes (MPH) : de 8 m à 30 m.

✚ **Les Chamaephytes** : (Chami = à terre)

Herbes vivaces et sous arbrisseaux dont les bourgeons hibernants sous à moins de 25 cm du dessus du sol, se qui les protège du froid et du vent car ils sont enfouis sous le neige pendant la mauvaise saison.

✚ **Les Hémicryptophytes** : (crypto = caché)

Se sont des plantes pérennes, les bourgeons de remplacement sont situés au niveau du sol et protégés par les feuilles mortes et la litière qui les recouvrent. La partie aérienne est herbacée et disparaît à la mauvaise saison.

✚ Les Géophytes :

Ces plantes pérennes dont les organes de survie sont souterrains. On distingue :

- Des géophytes rhizomateux (Gr)
- Des géophytes tuberculeux (Gt)
- Des géophytes bulbeux (Gb).

✚ Les Thérophytes : Ces plantes annuelles et assurent leur survie pendant la période défavorable sous forme de graines.

Le tableau (47, annexes) expose, la composition du spectre global accuse une prédominance des Thérophytes qui enregistrent **42.46 %**, les Chaméophytes avec **28.7%**, les Hémicryptophytes avec **24.65%**, les Géophytes avec **5.47%** et les Phanérophytes avec **4.11%**.

Le pourcentage des Géophytes Phanérophytes diminue avec l'aridité et l'ouverture du milieu, tandis que ceux des Thérophytes et Chaméophytes augmentent (**Kadi-Hanifie, 2003**).

Pour l'ensemble de la zone d'étudiée, la composition du spectre biologiques accusent sur l'ordre suivant :

- Station (Draa el aoud, Draa el aoud-El Biodh, Suigua, Horchia, d'Ain sefra) avec le type : **TH > HE > CH > GE > PH.**
- Sation Djebel anter avec le type : **CH > TH > HE > PH > GE.**
- Sation El Biodh avec le type : **TH > CH > HE > GE > PH.**
- Station Touadjer avec le type : **TH > CH > HE > GE > PH.**

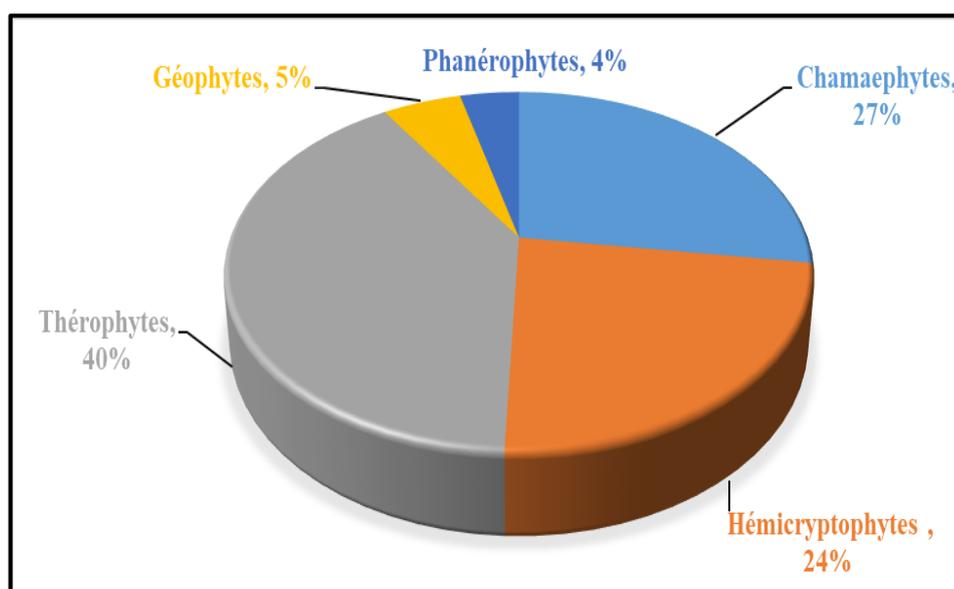


Figure n°66 : Type de biologique da la zone d'étudiée

Les Thérophytes présentent le taux le plus élevé environ dans toutes les stations étudiées. Ils varient entre **52.63%** à **32%**.

D'après **Daget (2005)**, le taux de Thérophytes est lié, quelle que soit l'échelle de l'analyse et le niveau de perception adopté, à l'ouverture de la végétation et l'humidité globale du milieu. Ils dénotent d'une certaine ouverture de ces milieux et donc de la dégradation des peuplements boisés initiaux (**Maira, 2017**), Parmi les espèces rencontrées, nous avons :

- *Poa bulbosa L.*
- *Avena sterilis.*
- *Paronychia, argentea L*
- *Astragalus armatus*
- *Eruca vesicaria L.*
- *Hordeum murinum L.*
- *Hutchinsia petraea L,*
- *Lappula redowski*
- *Malva aegyptiaca L.*
- *Minuartia montana L*

Cette richesse en thérophytes est une caractérisation des zones méditerranéennes et arides où domine un forte stress hydrique (**Daget 1980 ; Madon et Medail 1996 ; Bonnet et al., 1999 ; Hamada et al 2004 ; Aidou 2005 ; Amghar et al., 2008**).

Les Chaméphytes représentent un pourcentage important dans toutes les stations, les plus élevés enregistrés dans la station de Djebel anter avec **36%**. Ils sont mieux adaptées à la sécheresse plus que les Phanérophytes ; elles sont plus xérophiles, elles produisent beaucoup de graines (**Bouazza et Benabadjet, 2002**).

Parmi les espèces rencontrées, nous avons :

- *Alyssum alpestre subsp.*
- *Artemesia herba-alba L*
- *Atractylis serratuloides Sieb.*
- *Atriplex halimus L.*
- *Cistus salvifolius L,*
- *Fumana thymifolia L.*
- *Globularia alypum L,*
- *Helianthemum virgatum (Desf.)*
- *Micropus bombycinus L,*

Les Hémicryptophytes sont représentées par **24%**, cela peut s'expliquer par la pauvreté du sol en matière organique ; phénomène confirmé par **Barbero et al (1989)**.

Les géophytes sont faiblement représentées avec seulement **6%**. La diminution de leur nombre des géophytes renseigne sur la dégradation et l'ouverture des parcelles reboisées. **Dahmani (1996)** signale que les géophytes sont certes moins diversifiées en milieu dégradé mais elles peuvent dans certains cas de représentation tendance mono-spécifique (surpâturage, répétition d'incendies), s'imposer par leur recouvrement. Nous avons les espèces suivantes :

- *Aristida pogens*
- *Asphodelus microcarpus*
- *Dactylis glomerata L*
- *Lygeum spartum L.*

En fin, le taux des Phanérophytes est relativement faible dans l'ensemble des stations d'étudiées. Ce type est représenté par 3 espèces soit 4% de l'effectif total, le taux moyen enregistré dans la station de Djebel anter avec 3 espèces soit 12%. On peut citer : *Juniperus phoenicea L*, *Pinus halepensis L*, *Quercus ilex L*.

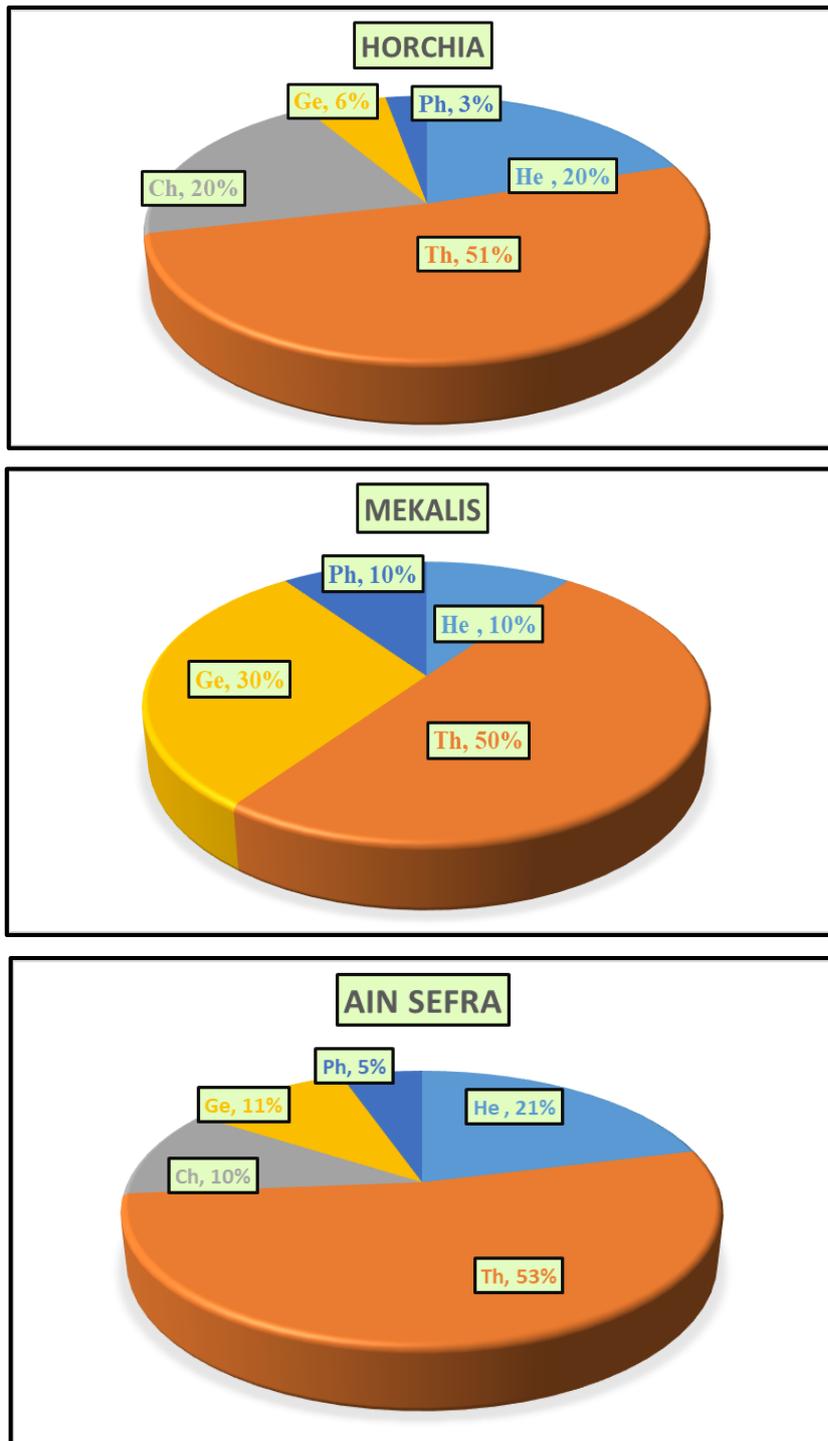


Figure n°67 : Types biologiques par les trois stations.

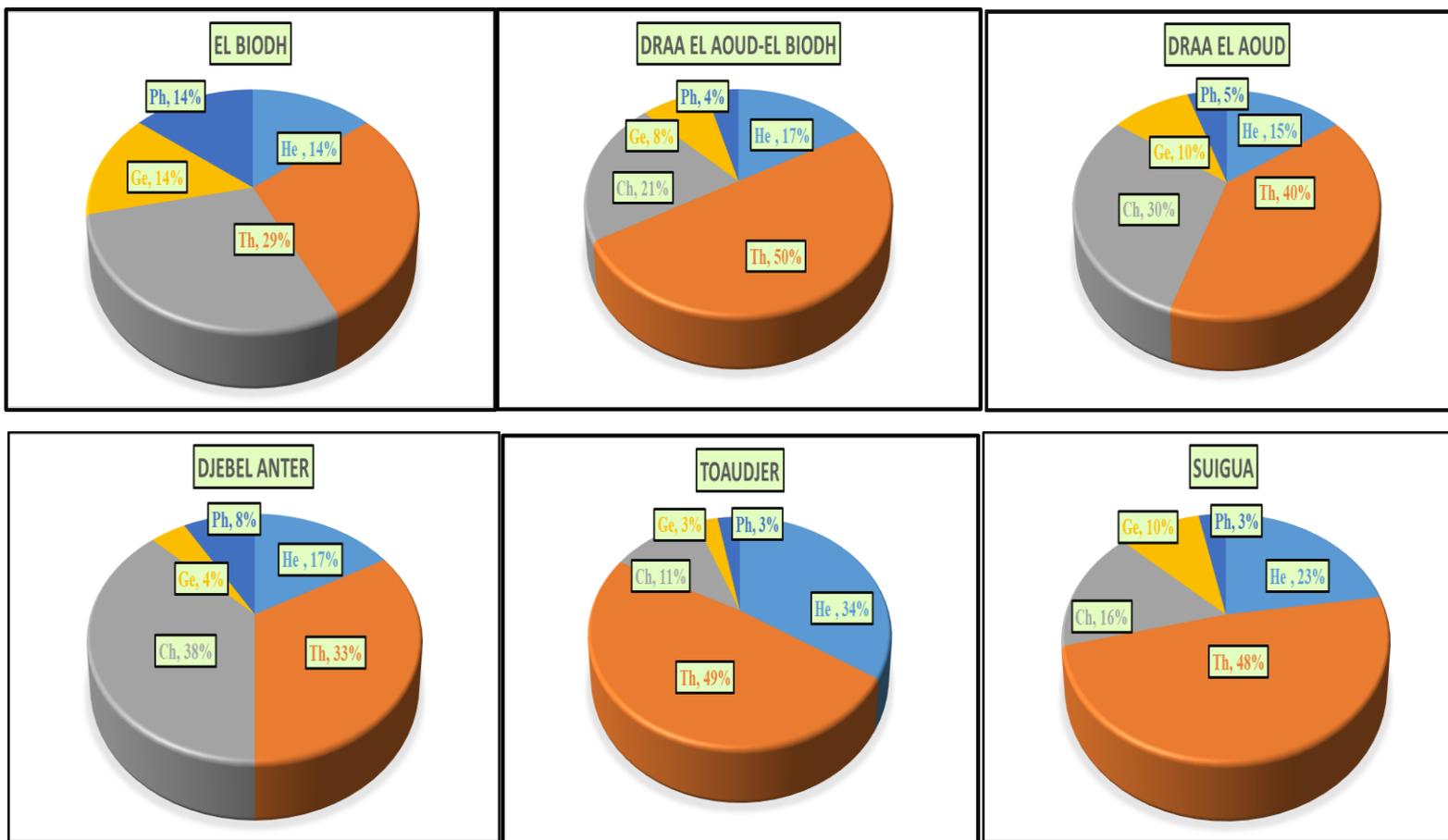


Figure n°68 : Types biologiques pour six les stations

III.1. Indice de la perturbation :

Loisel *et al.*1993, ont calculé la thérophytisation d'un milieu par un indice de perturbation donné par la formule suivante :

$$IP = \frac{\text{Nombre de chamaephytes} + \text{Nombre de thérophytes}}{\text{Nombre total des espèces}}$$

Tableau n°48 : Indice de perturbation des stations étudiées.

Stations	Draa el aoud	Djebel anter	D-E	Toaudjer	Suigua	Ain sefra	Horchia	Mekalis	El Biodh	La zone d'étude
Indice de perturbation	19,17	23,2	23,2	28,8	27,4	16,43	34,24	6,84	7.01	65.75

Le tableau 48 expose, l'indice de perturbation dans la zone étudiée avec **65.75 %**. Le taux maximal enregistré dans les stations où la densité des peuplements de *Pinus halepensis* est faible (Horchia avec **34.24 %**, Touadjer avec **28.8%**, Suigua avec **27,7%**), ce qui montre la forte dégradation des formations végétales engendrée par l'action de l'homme (défrichage, pâturage et urbanisation). La faible valeur enregistrée dans la station d'El Biodh avec **7.01%**.

La plupart des auteurs ayant travaillé en méditerranée affirment que la Thérophytisation est liée à l'aridification du climat (**Barbero & al., 1990 ; Barbero & Quézel, 1995 ; Dahmani, 1997**).

Barbero et Loisel (2001) montrent que la thérophytisation est considérée comme le stade ultime de dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces sub-nitratophiles liées aux surpâturages.

Dans les zones reboisées **Quézel, (1980)**, affirme que cette thérophytisation est catastrophique pour les jeunes plants de pin d'Alep car ils sont d'une part envahis par les annuelles, et d'autre part ils sont broutés régulièrement c'est-à-dire dès la première année.

IV. Caractéristique morphologique :

La forte dégradation agit sur la régénération des espèces. La non-régénération des vivaces entraîne ainsi des modifications qui donnent des parcours non résilients et entraîne aussi un changement dans la production potentielle et la composition botanique (Wilson, 1986).

Du point de vue morphologique, la végétation de la zone d'étude est marquée par une nette différence entre les herbacées annuelles et les herbacées vivaces (Tab. 49 : annexes).

Les herbacées annuelles restent les plus dominantes avec un pourcentage de **38 %**. Les herbacées vivaces gardent la deuxième position avec un pourcentage de **41%**. Les ligneux vivaces occupent la troisième position avec un pourcentage de **21%**.

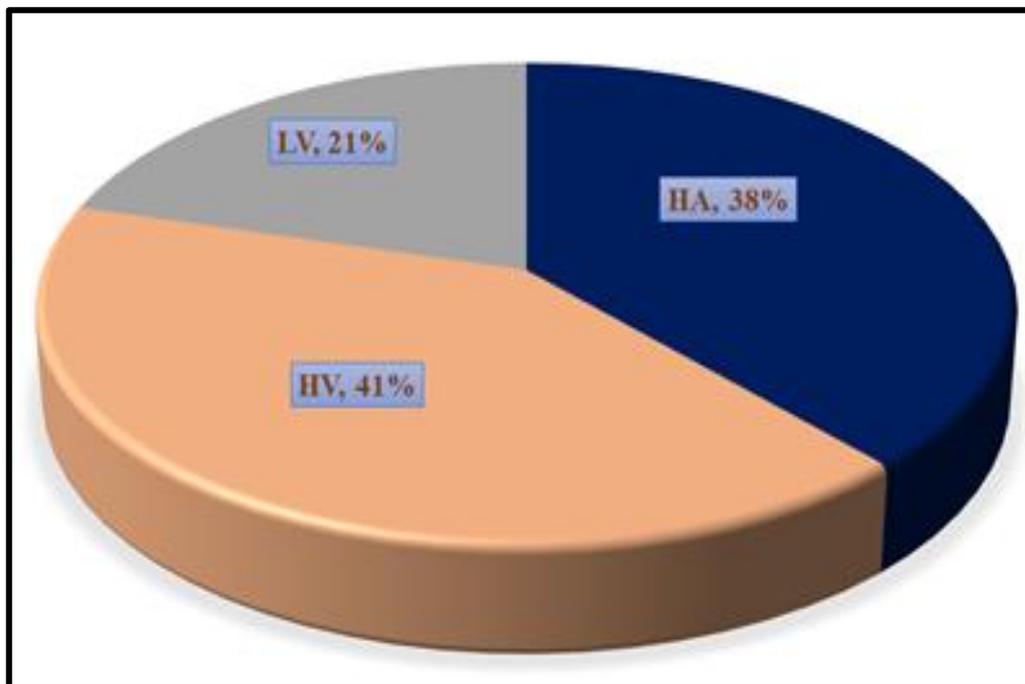


Figure n°69 : Types morphologiques de la zone d'étude

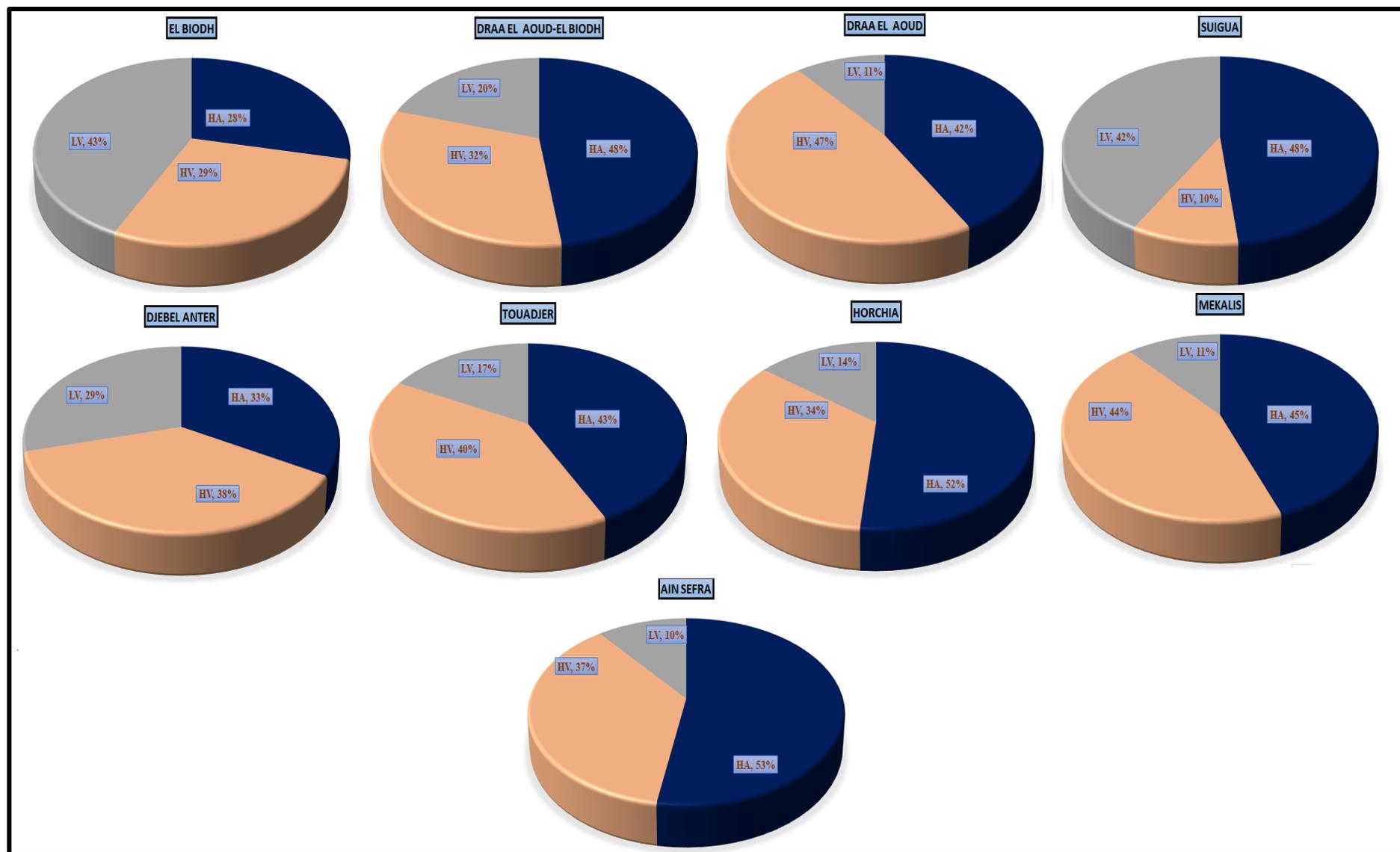


Figure n°70 : Type morphologiques des stations d'études.

V. Caractérisation Biogéographique :

La biogéographie se définit comme étant l'étude et la compréhension de la répartition des organismes vivants à la lumière des facteurs et processus présents et passés (Hengeveld, 1990).

Cette étude constitue une base essentielle à toute tentative de conservation de la biodiversité (Quezel, 1991).

L'analyse biogéographique sommaire de la flore algérienne a montré que ce dernier est de souche autochtone, essentiellement méditerranéenne, enrichie par l'apport d'éléments d'origines divers (Medjahdi, 2010).

Selon Olivier et al., (1995) montre, l'étude phytogéographique constitue également un véritable modèle pour interpréter les phénomènes de régression.

Du point de vue la répartition biogéographique, le cortège floristique de steppe arborée (*Pinus halepensis*) des zones reboisées comprend plusieurs groupes phytochorologiques (Tab. 50 : annexes ; fig.71).

Sur les 83 espèces prises en compte, 29 espèces soit 39.72 % de la liste inventoriée des zones reboisées sont des espèces de type biogéographique méditerranéen : suivies par des éléments Endémique avec 10 espèces soit 13.69 % comme : *Centaurea pomeliana*, *Helianthemum apertum Pomel*

Le type septentrional regroupe les espèces appartenant aux types phytochorologiques : Eurasiatique avec 4.1%, Paléotempéré avec 2,73%, Circum-Boréal-Méditerranéen avec 1,36%.

L'élément saharien est mieux important, on compte 4 espèces avec 5.47 % comme : *Atractylis serratuloides*, *Salsola vermiculata L.*, *Marrhubium deserti*. Ces espèces d'affinités sahariennes généralement a large répartition géographique (Benaredj, 2017). Les autres éléments (Sah-Sind Irano-Tour, Saharo-Sindien-Méditerranéen, Saharo-Méditerranéen) représentent très faible participation dans la zone reboisée, une seule espèce avec 1.36 % pour chaque élément.

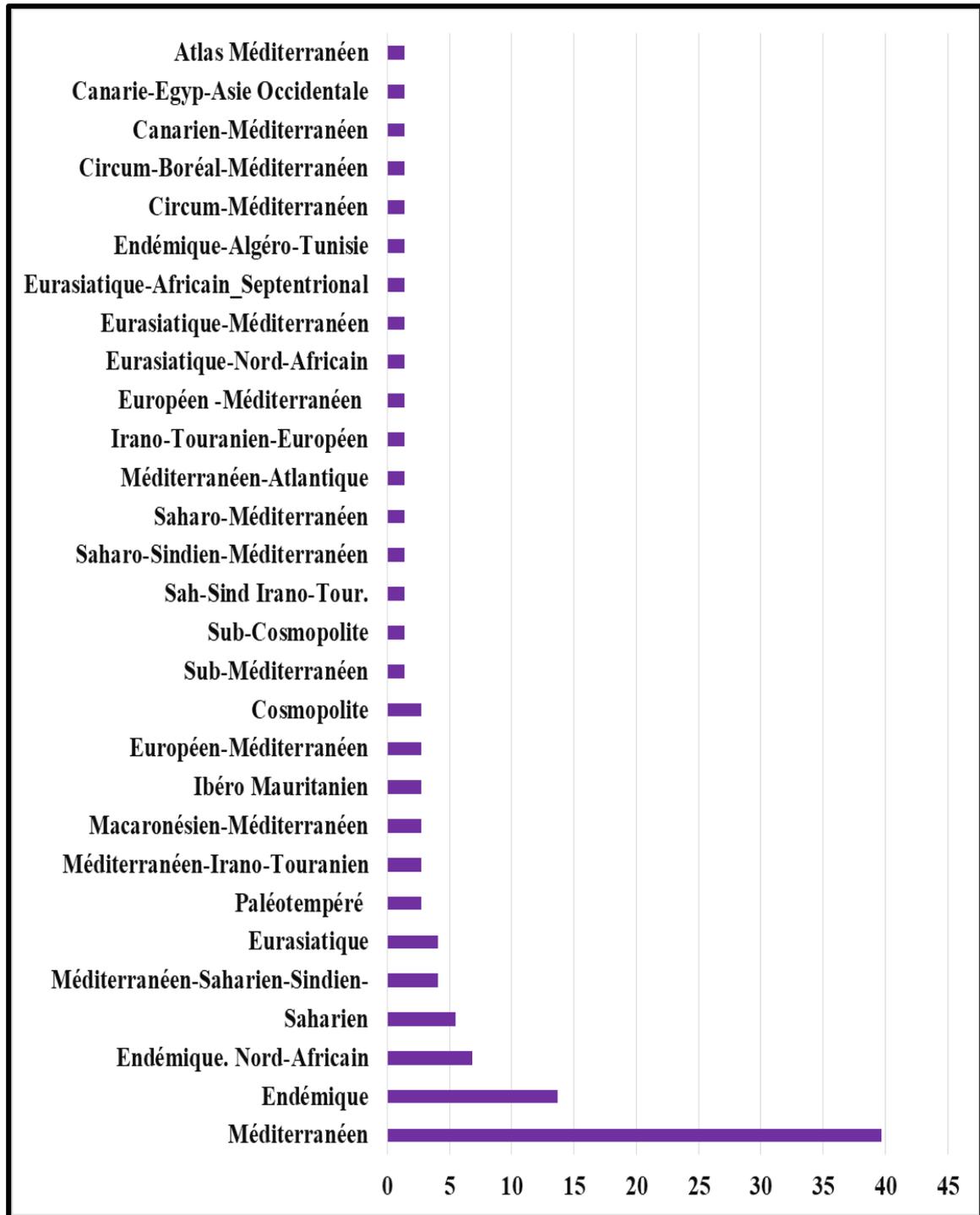


Figure n°71 : Pourcentage des différents types biogéographiques da la zone d'étude.

VI. Analyse factorielle multivariée :

VI. 1. Individualisation des groupements végétaux :

L'analyse des plans factoriels et dendrogrammes (C.A.H) a permis l'identification de trois types de noyaux (A, B et C) le plus caractéristique des groupements de *Pinus halepensis*, aux axes factoriels 1, 2 et 3 (Fig. 71). Les groupements ainsi définis sont :

➤ **Un noyau A** : Ce noyau regroupe 25 espèces. La majorité des espèces que comprend ce noyau A sont des espèces Thérophytes :

- | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| - <i>Ajuga Ivan</i> | - <i>Marrubium deserti</i> |
| - <i>Astragalus armatus</i> | - <i>Noaea mucronata</i> |
| - <i>Astragalus caprinus</i> | - <i>Paronychia, argentea L.</i> |
| - <i>Chrysanthemum coronarium L.</i> | - <i>Peganum harmala</i> |
| - <i>Cirsium syriacum L.</i> | - <i>Reseda lutea L.</i> |
| - <i>Echinops spinosus L.</i> | - <i>Reseda alba L.</i> |
| - <i>Echium vulgare</i> | - <i>Rumex pulcher L.</i> |
| - <i>Helianthemum hirtum L.</i> | - <i>Salsola vermiculata</i> |
| - <i>Helianthemum virgatum Desf.</i> | - <i>Salvia verbenaca L.</i> |
| - <i>Herniaria hirsuta</i> | - <i>Senecio vulgaris L.</i> |
| - <i>Hordeum murinum L.</i> | - <i>Spergularia diandra Guss.</i> |
| - <i>Lappula redowski L.</i> | - <i>Stipa parviflora Desf.</i> |
| - <i>Malva aegyptiaca L.</i> | - <i>Thymelaea microphylla Coss.</i> |

➤ **Un noyau B** : Ce noyau regroupe 28 espèces qui sont mettent en évidence un groupement de steppe arborée à *Pinus halepensis* :

- | | |
|---------------------------------------|--|
| - <i>Alyssum alpestre</i> | - <i>Fumana thymifolia L</i> |
| - <i>Alyssum parviflorum</i> | - <i>Globularia alypum</i> |
| - <i>Artemisia herba-alba</i> | - <i>Helianthemum virgatum (Desf.)</i> |
| - <i>Atractylis humilis</i> | - <i>Juniperus phoenicea</i> |
| - <i>Atriplex halimus L.</i> | - <i>Launaea nudicaulis L</i> |
| - <i>Avena sterilis</i> | - <i>Micropus bombicinus</i> |
| - <i>Catapodium loliaceum (Huds.)</i> | - <i>Minuartia montana L.</i> |
| - <i>Centaurea pomeliana Batt.</i> | - <i>Pinu halepensis</i> |
| - <i>Cistus salvifolius</i> | - <i>Plantago albicans L</i> |
| - <i>Dactylis glomerata L</i> | - <i>Quercus ilex</i> |
| - <i>Eruca vesicaria L</i> | - <i>Reseda luteola gussoneil L</i> |
| - <i>Ferula communis L</i> | - <i>Reseda neglecta L</i> |

- *Rosmarinus tournefortii* (Murb.)
- *Schismus barbatus* subsp.
- **Un noyau C** : Ce noyau regroupe 26 espèces
- *Ammoides atlantica*
- *Arabis auriculata*
- *Aristida pugens*
- *Asphodelus microcarpus*
- *Atractylis serratuloides* Sieb.
- *Bromus rubens*
- *Bupleurum lucidum* L
- *Echinaria capitata* L
- *Filago spathulata*
- *Helianthemum apertum*
- *Hutchinsia petraea*
- *Lygeum spartum* L.
- *Minuartia campestris*
- *Paronychia arabica* L
- *Stipa tenacissima*
- *Poa bulbosa* L,
- *Pulicaria odora* L
- *Scolymus grandiflorus* Desf.
- *Scolymus hispanicus* L
- *Senecio cineraria* L
- *Senecio glaucus* ssp.
Coronopifolius Desf.
- *Silybum marianum* L
- *Teucrium polium*
- *Thymelaea hirsuta* Endl.
- *Thymus ciliatus*
- *Xanthium spinosum* L.
- *Xeranthemum inapertum*

VI.2. Signification écologique des axes factoriels (AFC) :

Le tableau 51, expose les valeurs propres de la matrice des coefficients de corrélation, le pourcentage de variance expliquée ainsi que celui de la variance cumulée par chacun des axes.

L’A.F.C de référence a été réalisé sur matrice en absence/présence de **78** espèces (Tab.60 annexes). Les trois premiers axes factoriels expliquent **62.793** % de l’inertie totale. Les valeurs propres de la matrice montrent des résultats relativement très faibles des trois premiers axes factoriels.

Tableau n°51 : Valeurs propre et pourcentage d’Inertie de l’A.F.C.

	Axe 1	Axe 2	Axe 3
Valeur propre	0,520	0,390	0,240
Inertie (%)	28,385	21,304	13,104
% cumulé	28,385	49,689	62,793

La recherche de la signification écologique des axes factoriels s’appuiera sur la contribution des espèces foret contribution relatives dans les deux coté (négative et positive).

VI.2.1. Plan factorielle 2/1 : Explique 28.38% de l'information de l'inertie.

✚ Coté positive :

Le côté positif on trouve des espèces à forte contribution.

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| - A01 <i>Ajuga iva</i> | - E02 <i>Echinops spinosus L.</i> |
| - A09 <i>Astragalus armatus</i> | - E03 <i>Echium vulgare</i> |
| - A10 <i>Astragalus caprinus</i> | - H02 <i>Helianthemum hirtum L.</i> |
| - C03 <i>Chrysanthemum coronarium</i> | - H04 <i>Herniaria hirsuta</i> |
| - C04 <i>Cirsium syriacum L.</i> | - H05 <i>Hordeum murinum L.</i> |

✚ Coté négative :

- | | |
|---------------------------------|--|
| - <i>Cistus salvifolius</i> | - <i>Quercus ilex</i> |
| - <i>Alyssum alpestre</i> | - <i>Reseda luteola gussoneil L.</i> |
| - <i>Artemisia herba-alba</i> | - <i>Reseda neglecta L.</i> |
| - <i>Bupleurum lucidum L.</i> | - <i>Rosmarinus tournefortii (Murb.)</i> |
| - <i>Fumana thymifolia (L.)</i> | - <i>Stipa tenacissima</i> |
| - <i>Globularia alypum</i> | - <i>Teucrium polium</i> |

Du côté positive, la liaison entre les espèces et *Pinus halepensis* très faible. Ces compositions floristiques dominantes témoignent, en général, d'une tendance vers une régression qualitative importante du couvert végétal. La plupart sont constituées d'espèces indicatrices de dégradation.

Du côté négative de l'axe s'individualisé un groupe d'espèces relevant de peuplement Pré forestière caractérisées par une dominance des chaméphytes par rapport aux phanérophyles. Ce côté représente le cortège floristique est généralement composé d'espèce accompagnatrice du peuplement de *Pinus halepensis*.

➤ Plan factorielle 2/3 : Explique 28.38% de l'information de l'inertie

✚ Coté positive :

- | | |
|---------------------------------|--|
| A01 <i>Ajuga iva</i> | G01 <i>Globularia alypum</i> |
| A02 <i>Alyssum alpestre</i> | H02 <i>Helianthemum hirtum L.</i> |
| A07 <i>Artemisia herba-alba</i> | J01 <i>Juniperus phoenicea</i> |
| B02 <i>Bupleurum lucidum L.</i> | P05 <i>Plantago albicans L.</i> |
| C05 <i>Cistus salvifolius</i> | Q01 <i>Quercus ilex</i> |
| D02 <i>Daphne gnidium.</i> | R03 <i>Reseda luteola gussoneil L.</i> |
| F01 <i>Ferula communis L.</i> | R04 <i>Reseda neglecta L.</i> |
| F03 <i>Fumana thymifolia L.</i> | R05 <i>Rosmarinus tournefortii</i> |
| S12 <i>Stipa tenacissima</i> | T04 <i>Thymus ciliatus</i> |

✚ **Coté négative** : Dans ce côté, les espèces très affines des milieux ouverts

- | | |
|---------------------------------------|--|
| - A03 <i>Alyssum parviflorum</i> | - M05 <i>Minuartia montana L.</i> |
| - A04 <i>Ammoides atlantica</i> | - S04 <i>Scolymus grandiflorus Desf.</i> |
| - A05 <i>Arabis auriculata E</i> | - S06 <i>Senecio cineraria L</i> |
| - A06 <i>Aristida pугens</i> | - S07 <i>Senecio glaucus ssp. M.</i> |
| - A08 <i>Asphodelus microcarpus</i> | - S09 <i>Silybum marianum L.</i> |
| - A12 <i>Atractylis serratuloides</i> | - X01 <i>Xanthium spinosum L.</i> |
| - A13 <i>Atriplex halimus L.</i> | - X02 <i>Xeranthemum inapertum</i> |

Du côté positif, s'installent les espèces des types thérophytes dans le peuplement de *Pinus halepensis*, et la présence d'une espèce de dégradation (*Asphodelus microcarpus*), indicatrice de surpâturage ; Cette pression s'explique par la présence au niveau du territoire d'un cheptel relativement important, constitué majoritaires par les espèces ovines et bovines. Le côté négatif réunit des espèces bien adaptées à l'aridité.

Deux milieux s'opposent. Nous remarquons un gradient d'aridité allant du côté positif au côté négatif de ce l'axe.

VI.2.1. Plan factorielle 3/1 :

Les valeurs propres obtenus des axes (X1, X3) est hautement significatif ($p < 0,05$) (Fig.74) ; il représente **62.79 %** de l'inertie totale cumulée.

✚ **Coté positive** :

- B02 *Bupleurum lucidum L*
 L03 *Lygeum spartum L.*
 M04 *Minuartia campestris*

✚ **Coté négative** :

- A11 *Atractylis humilis*
 C05 *Cistus salvifolius*
 D01 *Dactylis glomerata L*
 F03 *Fumana thymifolia L.*
 L02 *Launaea nudicaulis L.*
 M05 *Minuartia montana L.*

En allant du côté positif au négatif sur cet axe nous avons une dispersion des espèces caractéristiques de la steppe arborées de *Pinus halepensis*.

Du côté négatif au positif nous rencontrons les espèces indicatrice de dégradation, occupe des stations de Horchia et de Touadger. Le peuplement de *Pinus halepensis* dans un état de dégradation avancée (milieu ouvert), la régénération est inexistante et souvent compromise par l'aridité du climat.

VII. Conclusion :

L'analyse factorielle de correspondance (A.F.C.) nous a permis de réaliser quelques analyses afin de pouvoir discriminer l'impact du reboisement sur la diversité végétale de la zone d'étude.

Dans la zone reboisées, les formations végétales sont soumises par plusieurs facteurs agissant sont :

- L'aridité et xéricité ;
- Thérophytisation ;
- L'action humaine (coupes de bois, surpâturage) ;
- L'action anthropique constitue le facteur principal de la diversité de ces formations de la zone d'étudiée.

Plus l'impact de l'homme et de ses activités est important, plus on assiste à une artificialisation des groupements végétaux qui se traduit par une disparition graduelle des espèces selon leur sensibilité

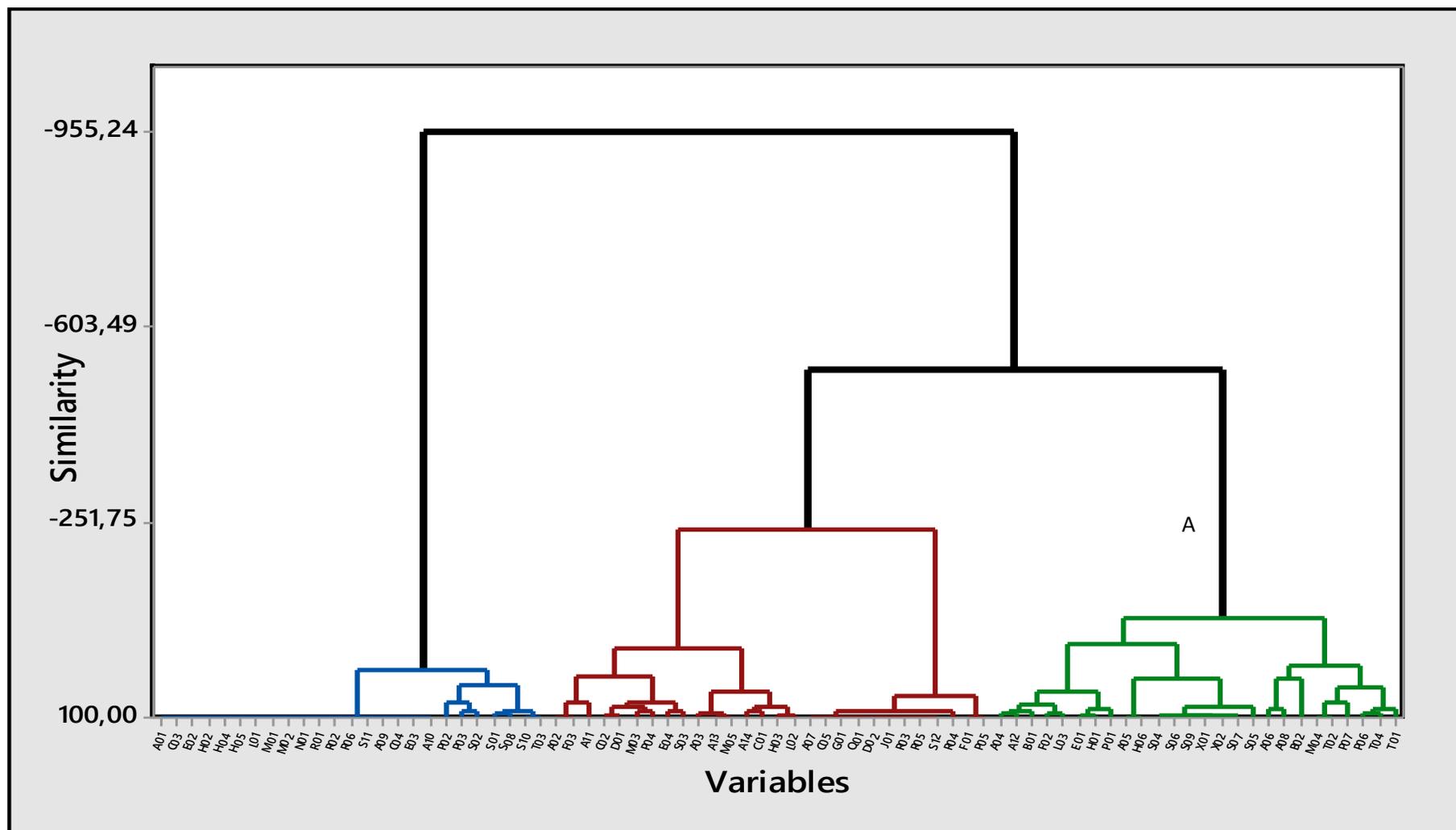


Figure n°72 : Dendrogramme de la C.A.H de la matrice totale des espèces de la zone d'étude

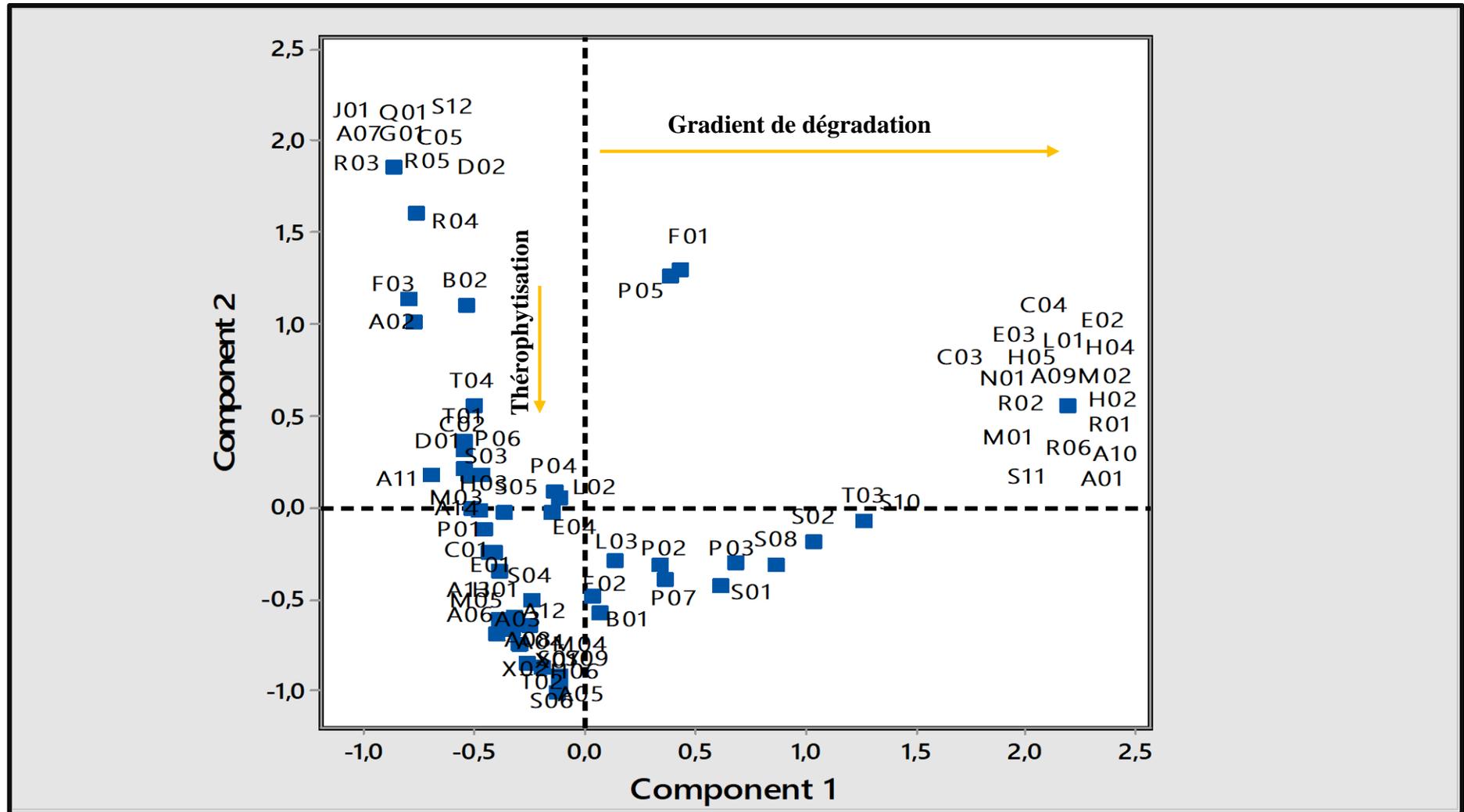


Figure n°72 : Plan factoriel 2/1 des espèces de la zone d'études

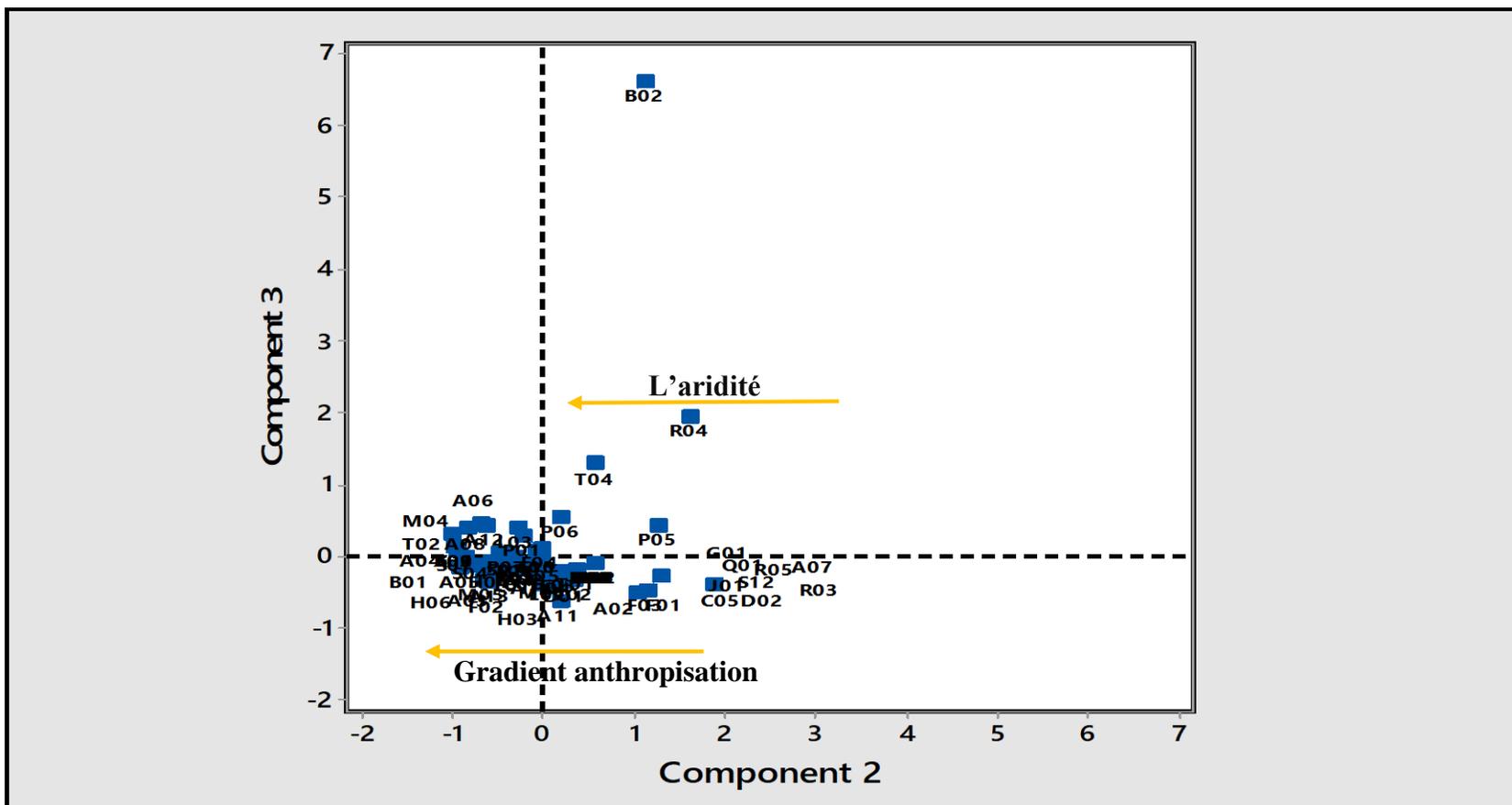


Figure n°72 : Plan factoriel 2/3 des espèces de la zone d'études

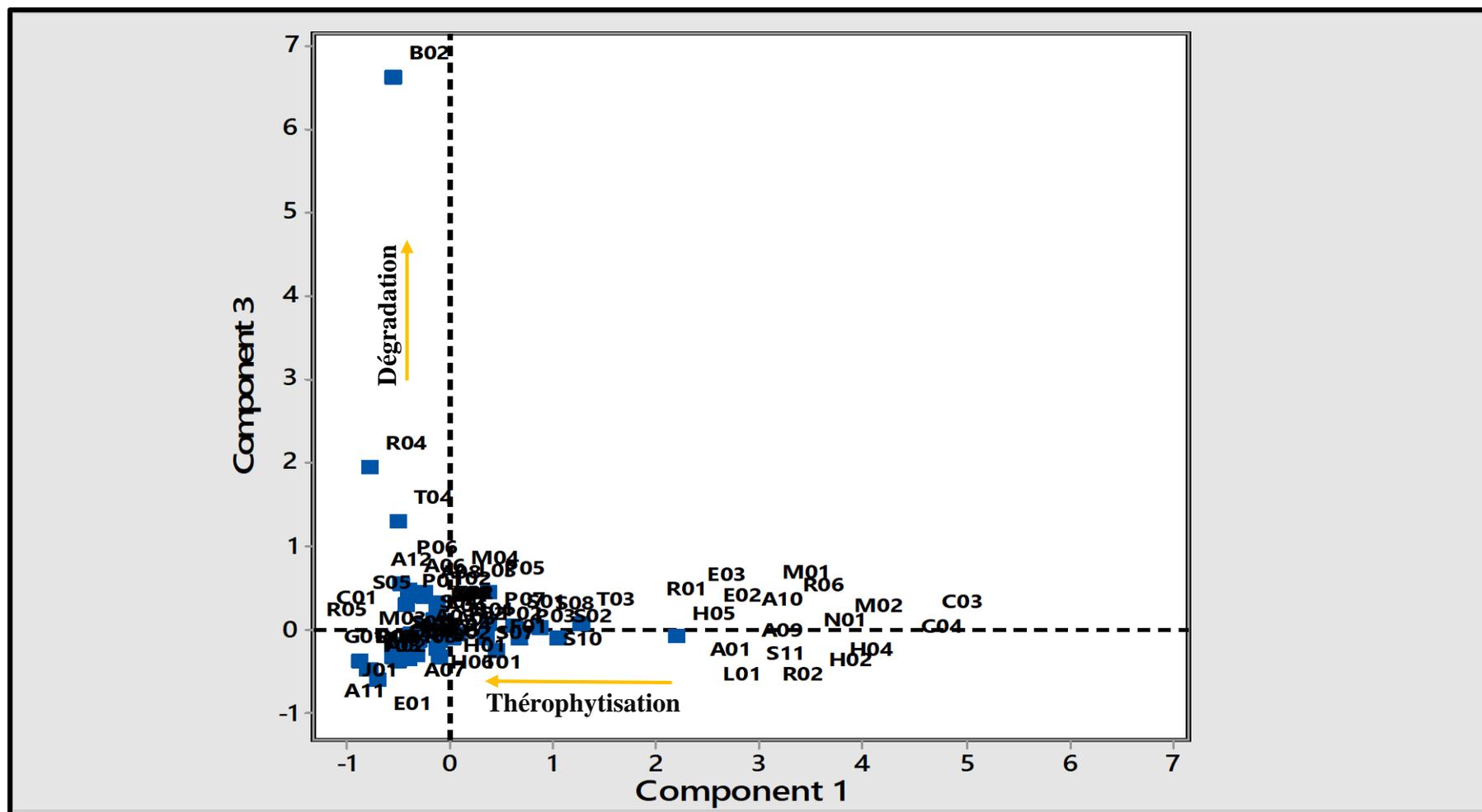


Figure n°73 : Plan factoriel 3/1 des espèces de la zone d'étude

Aspect Cartographique

I. Étude pédologie :**Introduction :**

La cartographie de la végétation constitue une approche efficace pour réaliser le plus rapidement une représentation spatiale des écosystèmes et en particulier à l'échelle régional ou géographique (**Ozanda, 1990**).

La cartographie de la végétation est utilisée dans plusieurs domaines, elle a un rôle important dans l'évolution des groupements végétaux autochtones et allochtones d'un biotope.

Dans notre cas, La cartographie s'impose sur l'ensemble de la région de Naâma concernée par les peuplements végétaux du Barrage vert. L'intérêt de cette cartographie est de constituer un document de base pour la connaissance la répartition des plantations reboisées.

Dans le cadre de cette étude, la démarche utilisée a comporté les étapes suivantes :

- Travail d'organisation : consiste à collecter et identifier le maximum d'information préalable concernant notre zone d'étude.
- Travail de terrain : consiste à faire un diagnostic exhaustif basé sur l'observation du processus aux cours des nombreuses sorties entreprises sur le terrain.

Ensuite, nous avons procédé à la délimitation cartographique des zones d'intervention (Fig.74).

La carte de la répartition de reboisement est faite à partir de l'apport géomatique à l'aide des logiciels Arc Gis (version 2015) par des techniques spatiales appliquées sur l'image satellitaire de Google Earth (version 2017).

II. Commentaire de la carte :

Dans la zone d'étude de l'étage bioclimatique aride inférieure et supérieure, les peuplements de *Pinus halepensis* est accompagné des formations végétales dans les types des plantations différents :

1- Dans la bande forestière, la strate arborée par le *Pinus halepensis* caractérise un milieu essentiellement thermophile. La strate arbustive est représentée par des espèces sclérophylles, occupe la station de Djebel anter telles que :

- Le Pin d'Alep est parfois associé au *Quercus ilex*
- Le *Juniperus phoenicea* : caractérisant les zones dégradées et pauvres en matière de sols, confirme la xéricité du milieu et sa situation dans l'étage thermo-méditerranéen).

Cela s'explique par le couvert clair du peuplement de Pin d'Alep dû à la présence de vides ce qui favorise l'installation d'un couvert végétal à base de Thérophytes, Chamaephytes et Hémicryptophytes.

2- Pour les bandes vertes des stations de Touadjer, de Horachia, de Draa el aoud et de Mekalis, la concurrence exercée par les peuplements de *Pinu halepensi* sur la strate herbacée, est caractérisée par les espèces de types biologiques indicatrices des zones dégradées, variés telles que : *Astragalus armatus* (espèce de dégradation), *Teucrium pollium*, *Thymus ciliatus*, *Asphodellus microcarpus* (espèce nitrophile de surpâturage), *Stipa tenacissima*, *Artemisia herba alba*, ect. Nous enregistrons la présence d'espèces psammophyles dans la station de Mekalis telles que : *Thymelia micropyhylla* et *Aristida pungens* en plus du *Lygeum spartum*.

3- Les ceintures vertes des stations d'El Biodh et d'Ain sefra, le peuplement dense de pin d'Alep n'a pas permis la formation d'un couvert végétal pérenne assez important.

La carte de la répartition des peuplements végétaux dans la région de Naâma expose que :

Le Tamarix demeure l'espèce la plus adéquate pour les travaux de fixation biologique vu ses caractéristiques de résistance à la sécheresse et au pâturage et ses capacités des régénérations et de croissance.

Dans l'Ouest de la wilaya de Naâma, la Mise en défens occupe les terrains de parcours dont le couvert végétal est dégradé ayant un taux de recouvrement faible à **15%** ; c'est un pacage différé qui consiste en une fermeture temporaire des parcours pendant une durée allant de 3 à 6 ans, pour la restauration du couvert végétal.

La régénération naturelle du Retam dans la station El Biodh vers la station Bougtoub constitue la steppe à *Retama retam* de type psammophyte. Elle est liée à la texture sableuse des horizons de surface ou aux apports sableux d'origine éolienne. On la trouve principalement dans les zones de piégeage de sable au niveau des couloirs d'ensablement, des versants de raccordement au pied Djebel Antar, aussi au niveau des chotts.

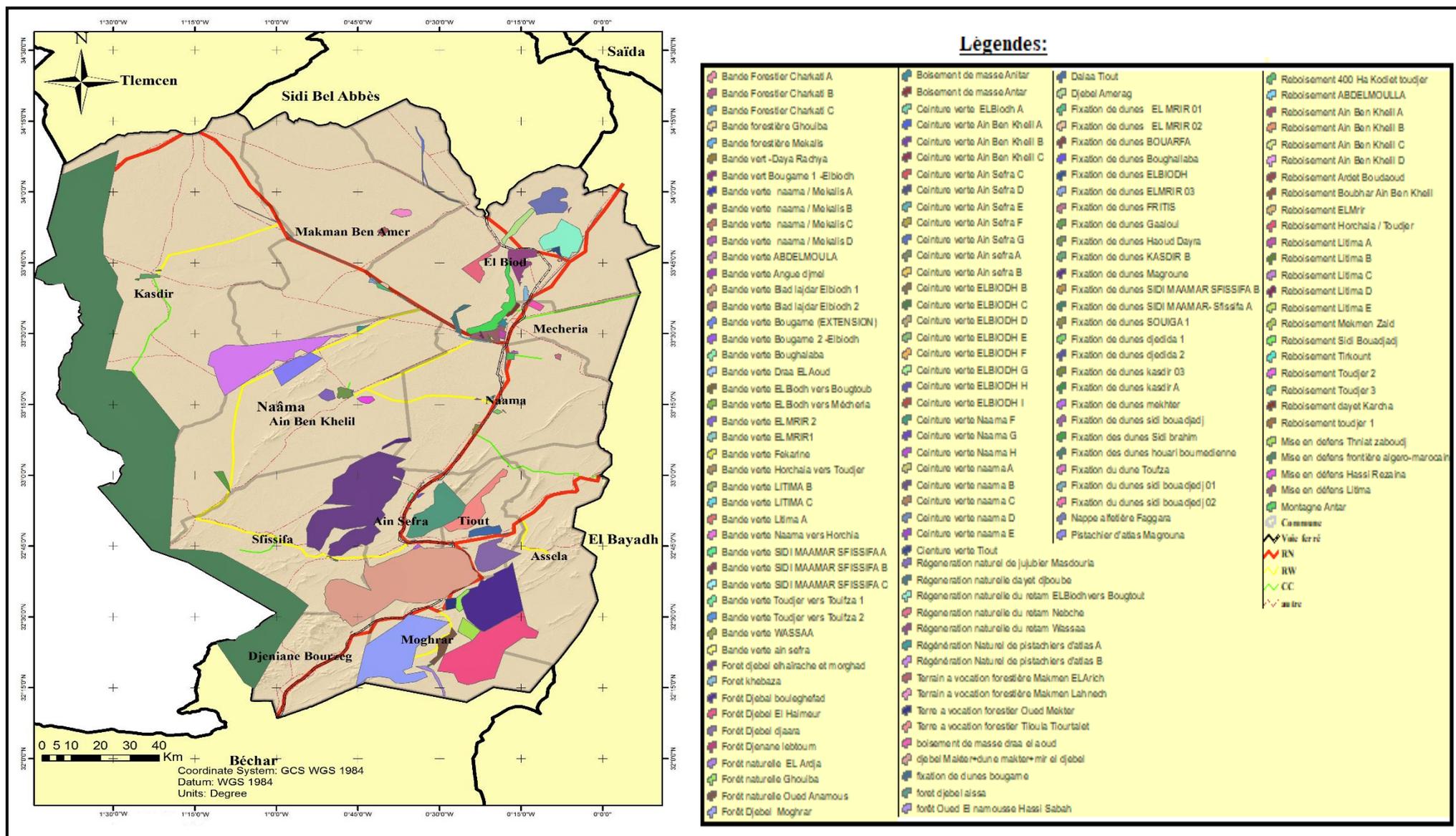


Figure n°74 : Carte de répartition des plantations du Barrage vert dans la région de Naâma.

Cinquième Partie

Dynamique du Peuplement végétal du Barrage vert

I. Introduction :

Les ressources naturelles subissent des pressions anthropiques croissantes qui entraînent des dysfonctionnements des écosystèmes terrestres et des pertes de biodiversité (Roche, 1998).

Dans les portions méridionales de la région méditerranéenne, les phénomènes de modification voire de disparition des paysages arborés resteront liées infiniment plus sous la dépendance des impacts anthropiques, que d'éventuelles modifications climatiques (Quèzel, 1999). Cette évolution régressive est un impact de la dégradation généralisée des écosystèmes qui se manifeste par la perte de fertilité des sols Crstra (2003).

De nombreux auteurs se sont intéressés à l'étude diachronique dans la zone steppique parmi eux : Nedjraoui et al., 1999 ; Bouazza et al., 2004 ; Benabadji et al., 2009 ; Haddouche, 2009 ; Aboura, 2011 ; Regagba et al., 2012), pour ne citer que ceux-là.

L'état de dégradation du milieu et de son déboisement est à rechercher pour une large part dans la modification des comportements humains. Aujourd'hui, les ferments de ces transformations sont essentiellement associés à la croissance démographique, la progression et parfois la régression des techniques et la mise en œuvre de politiques agricoles et forestières inadaptées (Bellefontaine et al., 1997).

Dans le cas du barrage vert, tous les peuplements reboisés à base de Pin d'Alep connaissent une difficulté de développement. Liées aux conditions climatiques et édaphiques

II. Analyse des pressions et des menaces :

Le facteur anthropique représente un facteur majeur de perturbation et de régression des séries dynamiques. La régression vers des stades antérieurs de l'évolution est soit d'une manière brutale (défrichements et coupes, incendies), soit d'une manière progressive (érosion graduelle, accentuation de la pression de pâturage). Le tableau 52 indique les principaux facteurs de perturbation d'origine anthropique qui pèsent sur le reboisement.

Tableau n° 52 : Degré de pressions menace dans la zone d'étude.

Stations	Incendie	Coupe illicite	Ensablement	Maladie	Mortalité	Pression humain	Erosion hydrique	Erosion éolienne
El Boidh	+	++++	++++	++	+	-	++	++
DB	-	++	++++	++	+	-	+	++++
Draa el aoud	-	++++	++	++++	+	-	+	++
Djebel anter	++++	++	++	++++	+	++	++++	++
Touadjer	+	+++	++++	++	+	++	+	++++
Horchai	+	+++	++++	++++	+	+	+	++++
Suigua	+	++	++++	++	+	-	+	++++
Mekalis	+	++	++++	++	+	-	++	++++
Ain sefra	++	++++	++++	++++	+	++++	++	++
++++ Forts menaces						++ Pressions et menaces Moyennes		
+ Faibles menace						- Aucune pression et menace		

III. Contraintes écologiques sur le développement du Barrage vert :

III.1. Contrainte climatiques :

La régression climatique était mentionnée dans la région sud oranaise ces dernières décennies (**Benabadji et Bouazza, 2000 ; Benhssain et al., 2007**) et sa fluctuation conduit à une discussion sur une révision climatique (**Nadjraoui, 2002**).

Au niveau des zones arides en générale les rigueurs climatiques obligent les peuplements végétaux à des adaptations nécessaires à leur survie. Dans notre cas le taux de réussite des projets de plantation a toujours été fortement conditionné par les facteurs climatiques qui sont généralement défavorables notamment sur la régénération des plantations de reboisements.

La sécheresse :

La sécheresse est un phénomène complexe où la variabilité interannuelle des précipitations, les températures les plus élevées et l'évaporation sont impliqués et menacent le couvert végétal des zones arides et semi arides. Selon **Bourbouze (2000)**, la sécheresse n'est plus considérée comme phénomène conjoncturel mais bien structurel qu'il faut impérativement intégrer dans les stratégies de développement des régions touchées.

Dans la région de Naâma, la durée de la période sèche est différente entre les stations, elle est significative en fonction de l'exposition et de l'altitude.

Durant la période sèche, la température élevée provoque l'augmentation de l'évapotranspiration et la faible pluviosité induit un déficit hydrique substantiel dans le sol. Donc l'arbre souffre d'un manque d'eau, pouvant agir défavorablement sur la croissance du *P. halepensis*. Selon **Brochiéro (1997) ; Ripert & Vennetier (2001) ; Rathgeber et al., (2005)**, la croissance en hauteur du pin d'Alep dépend en premier lieu du bilan hydrique stationnel. L'étude conduite par **Incla et al. (2005)** a fait ressortir que le stress hydrique diminue la croissance du pin d'Alep.

Gelées sévères (Photos 4) :

Dans la zone steppique, les gelées constituent un facteur limitant pour les reboisements, ils influent négativement d'une manière considérable sur la reprise des jeunes plants, poussant ainsi l'administration des forêts à décaler la période de plantation.



Photos prise par Mebkhoufi le : 22-03-2017

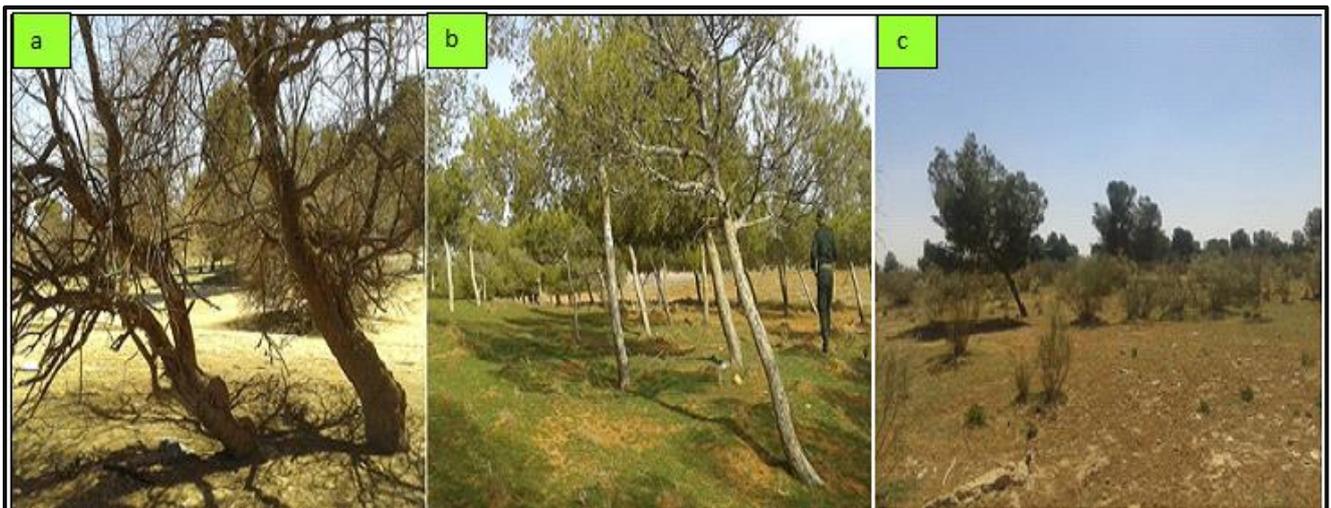
Photos n°4 : Gelées dans la station El Biodh

✚ Sirocco :

Le vent de type sirocco est prédominant chez la zone d'étude, il est considéré comme agent dynamique principale de l'érosion éolienne et le phénomène de chablis.

D'après **Bensaid (2006)**, le vent est un agent érosif spécifique au façonnement des paysages désertiques, mais aussi responsable de l'ensablement et de leur origine.

- Le chablis est constaté à travers plusieurs endroits de la bande verte (bande routière).



Photos n°5 : Chablis dans les zones reboisées (a : Station de El Biodh ; b : Station de Mekalis ; c : Station Touadjer)

III.2. Contraintes édaphiques :

III.2.1. Profondeur :

Boudy (1950) et Timbal (1973), les variables édaphiques sont à l'origine des variations. Une faible profondeur du sol semble être un facteur limitant de la croissance des essences forestières car il empêche le développement du système racinaire.

Dans la zone steppique, les sols peu profonds et squelettiques ne permettent pas un bon développement du système racinaire des sujets du Pin d'Alep qui, sous l'effet des vents violents, se penchent jusqu'à leur déracinement,

Notre cas le Pin d'Alep répartie dans les zones où la dalle calcaire est superficielle, cette dernière bloque la pénétration des racines, et cela malgré les travaux du sol qui ont été réalisés mais à des profondeurs insuffisantes.

D'après **Khechai (2001)** a constaté que la diminution de la densité des espèces spontanées dans les milieux arides, est due aux précipitations de calcium qui enrobe le système racinaire provoquant la cassure de ce dernier, et par conséquent la formation des rhizolites.

III.2.2. Dépérissements :

L'excès d'hydromorphie est un facteur défavorable suite à la stagnation des eaux, qui traduit le dépérissement des sujets reboisés. Ceci a été constaté dans une parcelle de la station de Draa el aoud (Photos 7, a,b), dans la station de Djebel anter (Photos 6, c). et dans le Tamarix la station d'El Biodh (Photos 6, b).

Le dépérissement de l'Eucalyptus s'observe au niveau du boisement de masse de Draa el Aoud (Photos 6, a). Selon **Zair, (2011)**, les attaques du Phoracantha (parasite) constituent un vrai problème pour cette essence dans la mesure où des parcelles entières ont été détruites, cependant, aucune action de lutte n'a été entamée.



Photos n°6 : Dépérissement les plantations dans la zone d'étude (a : Eucalyptus de la station Draa el aoud ; b : Tamarix de la station El Biodh ; c : Pin d'Alep de station Djebel anter



Photos n°7 : Affleurements des racines du Pin d'Alep suite à une érosion hydrique. (a et b : Station Draa el aoud ; c : Station d'El Biodh).

III.2.3. Érosion :

Il faut rappeler que la dégradation des sols est liée à deux types d'érosion :

Erosion hydrique

L'érosion des sols par la pluie et le ruissellement est un phénomène largement répandu dans les sites des reboisements, résultant de l'élimination partielle ou totale des terres reboisées et d'autres les espèces végétaux, entraînant la dénudation des sols dans un premier temps, puis par la formation de griffes et rigoles (stade irréversible), le cas de la station de Djebel anter.

L'érosion éolienne et L'ensablement :

L'érosion éolienne est la cause principale de tout ensablement où le vent joue le triple rôle d'agent érosif, de transport et de dépôt de formation des dunes.

L'ensablement constitue le risque majeur qui menace la wilaya de Naâma. Selon **Bouabdelha (1991)**, ce phénomène s'est accentué dès les années 80. A cause de l'aridité du climat, sol peu profond, taux de recouvrement faible de la végétation présence d'un espace assez étendu et absence de barrières naturelles permettant de limiter la vitesse du vent.

L'analyse morphoscopique qui est faite par **Khmmar et al. (2005)**, montre plusieurs types du sable : sables hérités des roches gréseuses en place et sables en provenance des chotts (Gharbi et Chergui).

Dans notre zone d'étude ce problème est plus grave, la présence de sable au niveau des zones reboisées constitue un facteur favorable dans ce milieu désertifié. On a remarqué une dominance type des Nebkas piégés par Pin d'Alep dans les bandes forestières des stations (Mekalis, Suigua, et bande forestier entre Draa el aoud-El Biodh) qui provoque l'ensevelissement des sujets de Pin d'Alep à pente faible, avec des hauteurs allant jusqu'à **6 m**.

D'autre part on a constaté que lorsqu'il y a l'absence de voiles où de Nebka de sables dans la station de Djebel anter ces arbres restent très affectés par l'érosion hydrique et les possibilités de régénération restent très faibles.

Ces accumulations sableuses sont dévastatrices, elles affectent gravement l'équilibre physique et socio-économique de la région, notamment lorsqu'elles sont situées à proximité des zone agricoles, de mise en valeur, des terres de parcours, des puits pastoraux, ou bien des axes routiers, des agglomérations et des différents équipements et infrastructures socio- économiques (**Bensaid, 2006**).



El Biodh



Suigua



Mekalis

Photos n°8: l'accumulation du sable de forme Nabka



Djebel anter



El Biodh



Mekalis

Photos n°9 : L'érosion hydrique dans la zone d'étude

III.3. Pression humaine sur la phyto-diversité de reboisement :

L'impact de l'homme sur l'espace reboisé s'intensifie de plus en plus. Ceci a conduit à la rupture parfois irréversible des équilibres écologiques. Les causes de dégradation qui sont liées à l'action de l'homme, qu'elles soient directes ou indirectes, comme le défrichage et l'urbanisation, surpâturage, mise en culture, éradication des ligneux et incendies.

✚ Sédentarisation et concentration de la population

La croissance démographique a constitué, au cours de ces dernières décennies, le principal moteur de l'occupation de l'espace par les activités humaines.

Selon **Benabdelli (1996)**, Sous l'action de l'homme, les formations végétales situées à proximité des agglomérations sont sans cesse altérées, et toutes les manifestations de l'urbanisation et de ses conséquences se traduisent par une transformation radicale de la formation végétale touchée.



Photos n°10 : Déchet solide dans la station d'El Biodh

Selon **Zair (2011)** cite que, la pression exercée par la pollution sur les plantations périurbaines en particulier à Naâma, Mecheria et Ain Sefra commence à prendre de l'ampleur avec la croissance démographique et surtout les programmes d'urbanisation que connaissent ces trois grandes agglomérations. Les déchets solides sur les boisements posent le problème de déclenchement des incendies cas de la station El Biodh. (Photos 10).

✚ Incendie :

Les statistiques de la conservation de forêt de la wilaya de Naâma montrent qu'entre les années 2000 à 2009 le reboisement dans la wilaya de Naâma ont touché près de **385 ha**, et entre 2010 à 2017 les incendies ont fait disparaître **70 ha** de la surface reboisées dans la station de Djebel anter.

Ces chiffres sont très élevés vu que la surface boisée dans la région de Naâma est très réduite. Des actions de protection contre les départs de feux deviennent nécessaires.



Photos n°11 : Incendie dans la station de Djebel anter.

Coupe illicite :

Cette action anthropique reste une menace permanente pour les formations reboisées. L'homme est l'acteur principal de ces délits, il a une grande part dans la destruction les arbres, avec des prélèvements de plus en plus importants qui touche toutes les catégories de bois de Pin d'Alep dans leurs diamètres.



Photos n°12 : Coupes illicites des peuplements Pin d'Alep de la station d'El Biodh

✚ Le défrichement :

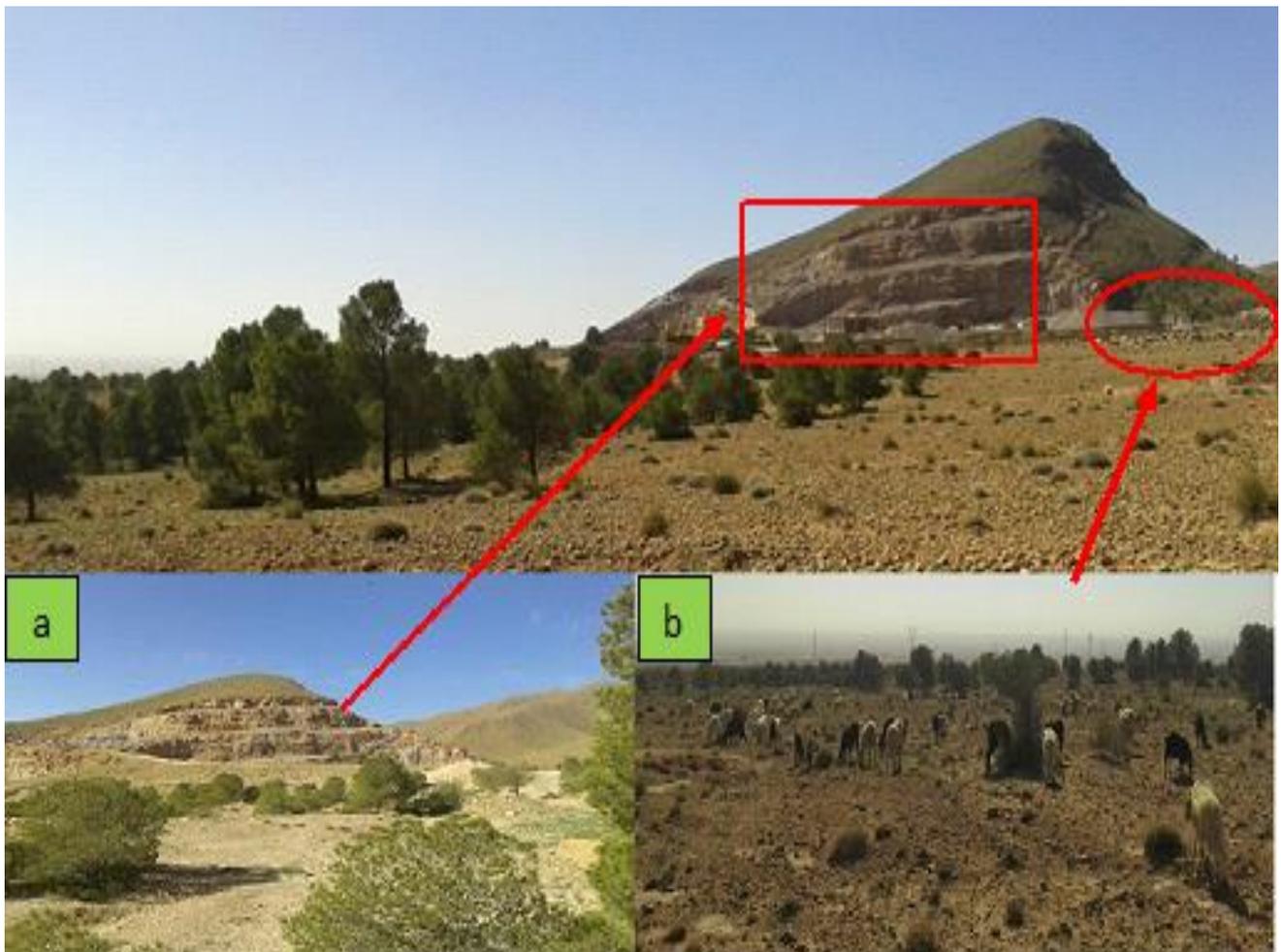
L'homme défriche des terrains en pente, il les dénude livrant à l'action des éléments atmosphériques.

L'extension anarchique de la céréaliculture en dehors des zones reboisées et les mauvaises pratiques agricoles, comme le défrichement et l'exploitation irrationnelle du bois sont autant des causes de la réduction des ressources biologiques, dont la dégradation des habitats en constitue la plus importante.

D'après **Mahammedi (2012)**, le défrichement ne constitue pas un vrai problème, mais le rootage exercé pour la réalisation des reboisements peut contribuer à la dégradation des terres en cas d'échec ou non réalisation des plantations, ce qui expose le sol rooté à l'érosion éolienne.

Dans la station de Djebel Anter, relief à proximité de la ville de Mécherai, la dégradation est très visible, cependant au niveau des projets de plantations des peuplements de Pin d'Alep.

Dans notre cas nous avons pu recensée un certain nombre de défrichements et d'extraction de sable pour des fins céréalicultures de construction.



Photos n°13 : Défrichement dans la station Djebel Anter

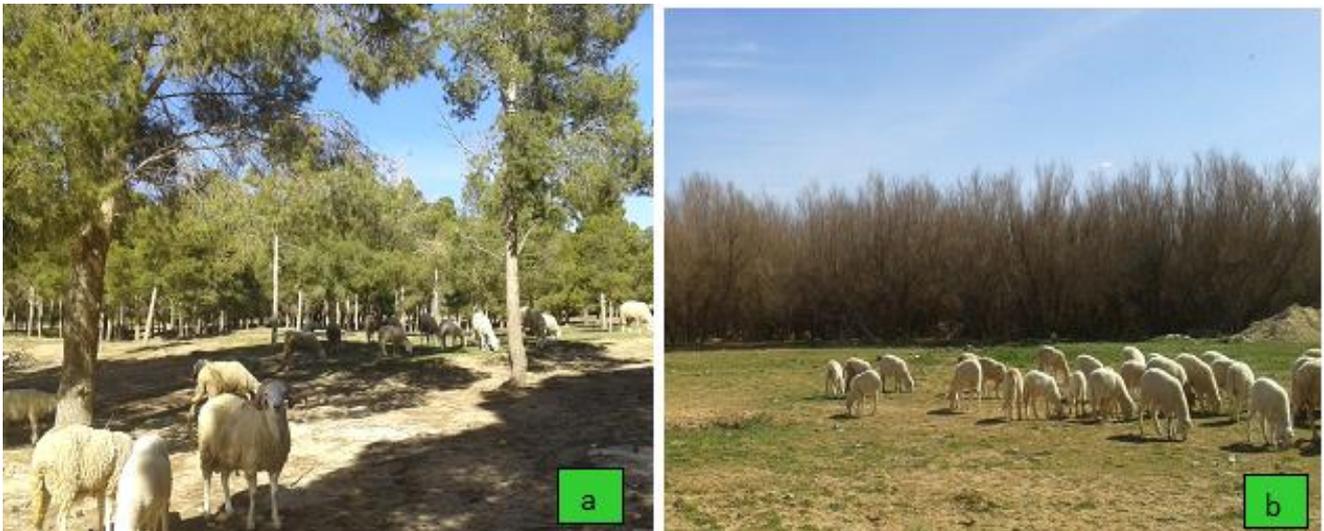
✚ Surpâturage :

Un autre facteur majeur de la dégradation de l'écosystème forestier est celui du surpâturage, qui se traduit par une réduction considérable du taux de recouvrement du sol et empêchent la régénération naturelle de la végétation, ce qui contribue à la dénudation des sols.

Benabdalli (1996) considère que le pâturage, dans les forêts naturelles, constitue un facteur très dégradant par son agressivité et les dégâts qu'il cause à la végétation et au sol. De même pour la formation artificielle où la régénération naturelle est presque nulle, ce facteur constitue selon notre diagnostic un problème sérieux qui doit être bien pris en charge (**CFN, 2008**).

Dans les zones reboisées l'espace non réglementé impose le processus de dégradation suivant :

- Exploitation totale de la strate herbacée, qui expose d'un sol à l'érosion
- Consommation des jeunes pousses,
- Semis et rejets,



Photos n°14 : Charge animale dans la station d'El Biodh (a : Peuplement de Pin d'Alep ; b : à côté de fixation de dune).

III.4. Etat sanitaire :

De nombreux organismes animaux et végétaux vivent dans les pinèdes et certains d'entre eux peuvent provoquer des dommages aux pins d'Alep s'ils prolifèrent. Cette prolifération est subordonnée à l'existence de conditions climatiques favorables au parasite et parfois à la présence d'hôtes intermédiaires de son cycle

La chenille processionnaire du Pin (*Thaumetopoea pityocampa* Schiff.) est le principal ravageur défoliateur dans la zone d'étude. En effet la monoculture exclusive à base de *Pinus halepensis*, a engendré une explosion démographique des populations de cette chenille par rapport à d'autres insectes ravageurs (**Kadik, 1987**).

Lors de ses pullulations cycliques, elle peut provoquer des défoliations importantes sur *Pinus halepensis*. Toutefois, ces dégâts qui entraînent une perte de production menacent que très rarement la pérennité des peuplements.



Photos n°15 : La chenille processionnaire du Pin *Thaumetopoea pityocampa* Schiff.

IV. Conclusion :

Le processus de dégradation résulte de la combinaison de plusieurs facteurs. Certains sont liés aux conditions naturelles : principalement le climat et la nature géologique des sols, et d'autres les conséquences des exploitations irrationnelles et abusives des ressources : surpâturage, défrichements et rootage en milieu très fragile.

Pour rappel, ces facteurs déjà évoqués, se rapportent à :

- Le reboisement de Pin d'Alep pousse sur les sols squelettiques et généralement constitués des affleurements géologiques friables sont en général caractérisés par la forte présence d'accumulations calcaires réduisant la profondeur et la qualité des sols.
- Les précipitations faibles et irrégulières et Les températures élevées avec de grandes amplitudes thermiques
- provoquent en l'aridité du climat.
- La fréquence et l'intensité des vents et leur impact sur les sols (érosion éolienne très marquée, ensablement) constituent une contrainte à plusieurs égards, car ils favorisent et activent le processus de l'érosion des sols (érosion éolienne), contribuent au processus d'ensablement (transport de sable et formation de dunes au contact d'obstacles naturels ou artificiels), réduisent le taux d'humidité de l'air et par conséquent augmentent l'évapotranspiration des plantes. Afin de réduire ces effets négatifs, il est impératif d'envisager les aménagements adéquats, principalement des brise-vent.
- La forte pression humaine qui se manifeste de deux manières :
 - Parcours de troupeaux.

-Existence de clairières habitées et cultivées à l'intérieur des limites forestières et collecte illicite des cônes. **Benabdeli et al. (2008)** confirment que l'impact de la population et de son activité principale qu'est l'élevage et la pratique d'une céréaliculture pluviale sont à l'origine de cette dégradation.

- Le surpâturage, les défrichements qui consistent à détruire le couvert végétal pérenne favorisent le processus de l'érosion des sols et le phénomène de dégradation.
- Toutefois, cette essence constitue un lieu privilégié pour le développement de la chenille processionnaire, et les ravages causés par cet insecte ont poussé l'administration forestière à l'arrêt de la plantation du pin d'Alep.

Conclusion et Perspective

La thèse a porté sur un bilan global ou général du Barrage vert situé dans le Sud-Ouest de l'Algérie. Il ressort de l'évaluation du milieu reboisée par cette essence, que :

Globalement la phénologie de la croissance et la dynamique des peuplements du *Pinus halepensis* sont en adéquation avec les facteurs environnements. Les résultats obtenus dans cette investigation montrent les relations entre les paramètres étudiés (climatique, pédologique) et la phénologie de ce taxon.

Sur le plan physique, l'aire du reboisement étalé au niveau de la wilaya de Naâma, qui constitue une zone de transition entre les hautes plaines et l'Atlas Saharien.

Au plan bioclimatique, la région d'étude appartient à un climat aride. D'après les résultats de l'analyse climatique de l'ancienne période et de la nouvelle période nous remarquons en effet une grande variation des précipitations intra et inter annuelle. L'analyse bioclimatique comparative montre sans surprise un glissement des stations d'un étage vers un autre avec une aridité plus marquée. Les fortes chaleurs et les faibles précipitations entraînent des périodes sèches plus longues (**7-10** mois, **Q2 : 18.46- 23.32**). Malgré ces contraintes climatiques le *Pinus halepensis* peut se développer et tolère de faibles précipitations et des périodes de sécheresse assez prononcées.

Selon la prospection des sols sur le terrain, le *Pinus halepensis* est indifférent à la texture et la structure du sol. Les résultats révèlent une texture allant de limono-sableux-argileuse dans les stations d'El Biodh, Djebel Anter, d'Ain Sefra et de Draa el Aoud à texture sablo-limoneuse des stations de Touadjer, de Mekalis, de Horchia, de Suigua et la bandes forestière entre de Draa el Aoud et El Biodh, avec un pH oscillant entre **7,1 à 8,08** ; La mesure de la conductivité électrique permet de déduire que les sols des stations étudiées sont des sols non salés. Le taux de carbonates total est élevé, cette forte teneur est liée à la nature de la roche-mère qui est souvent calcaire. Les valeurs de la matière organique enregistrées sont faibles et comprises entre **0.3%** et **1.7%**.

L'analyse de la structure des peuplements de *Pinus halepensis* dans les neuf stations, qui définit la répartition des arbres en fonction de leurs âge a été effectuée à partir des mesures de quelques variables dont la hauteur des arbres et du diamètre à **1.30 m** du sol et du diamètre du houppier. Cette analyse fait apparaître une nette hétérogénéité de ces peuplements. Nous avons pu dégager ce qui suit :

1- Les pieds de cette espèce ligneuse ont une hauteur moyenne de **13.49 m**, le diamètre moyenne de **21.49 cm** et le diamètre du houppier **64.14 cm**. Ces pieds sont situées sur des terrains de pente faible, exposé globalement au Nord-Ouest, ils occupent la station d'El Biodh,

reposant sur des sols profonds à dominance limono-sableuse ; la présence d'une quantité moyenne de limon, permet de retenir l'eau entre les particules du sol. De par les caractéristiques topo-édaphiques favorables, ces sols présentent de bonnes aptitudes pour les peuplements reboisés.

2- Les pieds du *Pinus halepensis* les moins développés sont caractérisés par une hauteur qui varie entre **3.46 m** à **4.92 m**, le diamètre varie entre **35.72 cm** à **57 cm** et le diamètre du houppier varie entre **21.30 cm** à **16.8 cm**. Ces pieds poussent sur un sol peu profond avec une charge caillouteuse importante et la présence d'accumulation calcaire, la faible teneur en matière organique et une forte sensibilité à l'érosion hydrique. La majorité des caractéristiques topo-édaphiques sont peu favorables et se trouvent dans les stations de Djebel Anter, de Draa el Aoud, de Suigua, de Draa el Aoud-El Biodh et d'Ain Sefra,

Les peuplements dans les stations de Touadjer, de Horchia et de Mekalis, présentent une densité faible et caractérisés par une hauteur faible variant entre **3,41 m** et **2,63 m**. Les pieds poussent sur un sol faible en profondeur, avec la présence de roche dure près de la surface, et un horizon superficiel excessivement calcaire, exposé fréquemment à l'érosion. Ces contraintes majeures entraînent une réduction de l'espace dans lequel les racines doivent se développer, d'où un stress environnemental important qui se greffe aux autres stress climato-anthropique. Malgré une croissance en hauteur faible ces peuplements semblent jouer un rôle non négligeable dans la protection du couvert végétal existant dans ces zones et peuvent constituer une adversité contre l'avancée du sable et de l'ensablement.

Sur le plan floristique, l'inventaire de la végétation a été réalisé suivant la méthode de **Braun-Blanquet (1951)**. L'étude morphologique révèle une dominance des herbacées annuelles puis viennent les herbacées vivaces et en fin les ligneuse vivaces.

La flore étudiée est à caractère herbacé et ou plus ou moins arbustive, elle est représentée principalement par la famille des Astéracées qui contribuent avec **31%**, ensuite les Poacées avec **14%**, ce sont là les familles les plus importantes.

Les types biologiques montrent que les zones reboisées sont dominées par les Thérophytes qui sont les plus abondants avec ; **52.63%** à Ain Sefra, **51.42%** à Horchia, **50%** à Mekalis, **50 %** Draa el Aoud-El Biodh, **48.57%** à Touadjer, **48.38%** à Suigua, **42.58%** à El Biodh, **40%** à Draa el Aoud, **32%** à Djebel Anter, ces chiffres croissants vers le Sud ; ce qui témoigne d'une action anthropique forte au niveau de l'aire de ce taxon ; viennent en deuxième position les Chamaephytes puis les Hémicryptophytes, les Géophytes et enfin les Phanérophytes.

Malgré l'importance des Thérophytes, les Chaméphytes gardent une place importante dans les formations végétales. Elles sont les plus fréquentes dans les formations pré-forestières où elles sont les mieux adaptées à l'aridité du climat.

Sur le plan biogéographique les formations à *Pinus halepensis* sont beaucoup plus riches en espèces typiquement méditerranéennes avec **39.72%** selon nos résultats.

A l'issue de l'analyse floristique par la méthode numérique de l'A.F.C, on dégage une richesse floristique assez remarquable ; ceci peut être expliqué par le taux d'inertie qui reste moyen après des perturbations qu'elles ont subies.

En effet, cette analyse ou cette approche a permis d'identifier trois groupements végétaux qui se distinguent sur les plans factoriels ; La diversité de ces groupements végétaux est expliquée par la variabilité des gradients écologiques notamment : l'humidité, l'aridité, l'action anthropique qui est suivie par une forte dégradation des reliques de reboisement.

Enfin, la réalisation d'un essai d'une carte ou d'une esquisse de répartition des peuplements végétaux dans la wilaya de Naâma nous a aidé à apprécier l'état actuel de l'aire de répartition naturelle de *Pinus halepensis* et les espèces qui lui liées.

L'intensité de la pression exercée sur les peuplements reboisés est largement la plus marquée, matérialisée par un surpâturage intense, des délits de coupes et de défrichements assez importants.

Perspectives :

Devant les résultats observés sur le terrain et vu les investissements assez conséquent dans ces zones il nous a paru nécessaire de suggérer quelques solutions afin de remédier aux limites des reboisements du barrage dans la wilaya de Naâma.

- 1- Il serait intéressant de valoriser les espèces autochtones tel que : *Retama retam* ; *Pistacia atlantica*.
- 2- Il est important de se pencher sur des espèces ayant un impact socio-économique important ; et/ou les exigences en matière climatique est réduite (plantes moins exigeante en quantité de pluies et adaptées aux fortes chaleurs).
- 3- Nous suggérons des mises en défends de longue durée pour une meilleure conservation les zones reboisées par conséquent la couverture végétale et des sols sous-jacents pour préserver cette diversité écosystémique restante.

Références Bibliographiques

Références Bibliographiques

- [1]. **A.N.F., 1991-** Le barrage vert : bilan et perspective. Ministère de l'Agriculture. Agence nationale des forets Alger, 95 p.
- [2]. **Abaab A., Bédrani S., Bourbouze A., & Chiche J. 1995-** Les politiques agricoles et la dynamique des systèmes agropastoraux au Maghreb. Options méditerranéennes, 14 : 139-165.
- [3]. **Abada Abdalah, 1998-** Hydrogéologie de la région d'Ain sefra (Monts des ksours) thèse magister. Sc. terre. Univ. Houari Boumediene Alger. p10-14.
- [4]. **Abdessemed K., 1981-** Le Cèdre de l'Atlas (*Cedrus atlantica* L) dans les massifs de l'Aurès et du Belezma : Etude Phytosociologique et problèmes de conservation et d'aménagement : Thèse de Docteur – ingénieur. Faculté des Sciences et Techniques Saint- Jérôme .Marseille .149 p.
- [5]. **Achhal A., 1979-** Le chêne vert dans le Haut Atlas central : Etude phytoécologique. Problèmes posés par les aménagements de la chênaie. Thèse Doct, 3^{eme} Cycle. Univ. Aix-Marseille III : 116 p.
- [6]. **Achhal A., 1986-** Etude phytosociologique et dendrométrie des écosystèmes forestiers du bassin du N'Fis (Haut-Atlas central). Thèse Doct. es-Sci. Univ. Aix- Marseille : 240 p + ann.
- [7]. **Adi N., 2001** – Contribution à l'étude des formations à *Salsola vermiculata* le long d'un gradient de salinité dans la région du Chott Chergui (Sud Oranais). Mag.Univ. Alger, 118 p.
- [8]. **Aidoud A., 1989-** Contribution à l'étude des écosystèmes steppiques pâturés des Hautes plaines Algéro-Oranaises (Algérie). Th Doct. Etat, Univ. H. Boumediene, Alger 240p.
- [9]. **Aidoud A., Le Floch E., & Le Houèrou H.N., 2006-** Les steppes arides du nord de l'Afrique. Sécheresse, vol. 17, n° 1-2, p 19-30.
- [10]. **Aidoud-Lounis F., 1997-** Le complexe alfa-armoise-sparte (*Stipa tenacissima*, *Artemisia herba-alba* asso, *Legeum spartom*) des steppes arides d'Algérie : structure et dynamique des communautés végétales. Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille, Marseille., 263p.
- [11]. **Aimé S., 1991**– Etude écologique de la transition entre les bioclimats subhumide, semi- arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du Tell Oranais (Algérie Nord occidentale). Thèse Doct. Es-Sci. Univ. Aix Marseille III. 185p + annexes.
- [12]. **Alcaraz C., 1982-** La végétation de l'ouest Algérien. Thèse Doc. D'état Univ. Perpignan 415 p+ annexes.
- [13]. **Alteyrac J., 2005-** Influence de la densité de peuplement et de la hauteur dans l'arbre sur les propriétés physico-mécaniques du bois d'épinette noire *Picea mariana* (Mill.) B.S.P. Thèse de doctorat. Université Laval. 8 : 108 p.
- [14]. **Anonyme, 2006-** Activités de la RAE dans le programme « ceinture verte des pays d'Afrique du Nord ». Document de travail, projet « muraille verte en Afrique », 4 p.
- [15]. **ANRH., 1993-** Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord au 1/500000" (2 feuilles, une notice de 49 p.). Ministère de l'Équipement, éd. I.N.C., Alger.
- [16]. **Aubert G., 1978-** Méthodes d'analyse des sols. C.N.D.P. Marseille. 191 p.

Références Bibliographiques

- [17]. **Aubert G., 1986-** Réflexions sur l'utilisation de certains types de banquettes de « Défense et Restauration des Sols » en Algérie. Cah. ORSTOM, sér. Pédol. Vol XXII, n° 2: 147-151.
- [18]. **Augustin et de Flotte D.R., 1923-** Atlas d'Algérie et de Tunisie. Gouvernement général de l'Algérie. Service cartographique.
- [19]. **Babali B., 2014-** Contribution à une étude phytoécologique des monts de Moutas (Tlemcen-Algerie occidentale) : Aspects syntaxonomique, biogéographique et dynamique. Thèse Doct. Univ .Tlemcen :197p.
- [20]. **Bagnouls F. & Gaussen H., 1953** – Saison sèche et indice xérothermique. Doc. Carte prote. Vég. Ser. Gen II, 1, art.8. Toulouse : 47 p.
- [21]. **Bagnouls F. & Gaussen H., 1958-** Carte des précipitations de l'Algérie et de la Tunisie au 1/500.000' I.G.N. Paris
- [22]. **Baize D., 2000-** Guide des analyses en pédologie : choix, expression, présentation, interprétation. INRA. Paris. 625p.
- [23]. **Barbero M. et Quezel P., 1988-89-** Contribution à l'étude phytosociologique des matorrals de méditerranée orientale. La zaroa 11 : 37-56
- [24]. **Barbero M., Bonin G., Loisel R. et Quezel P., 1990-** Changes and disturbances of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin. Vegetation 87: 151-173.
- [25]. **Barbero M., Quezel P et Loisel R., 1995-** Les apports de la phytoécologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéens. Forêt Méditerranéenne, XII : 194-2
- [26]. **Barbéro M., Quézel P., Rivas Martinez S., 1981-** Contribution à l'étude des groupements forestiers et pré-forestiers du Maroc. Stuttgart. Phytosocoenologia 9 (3) :311- 412.
- [27]. **Bates R. G., 1973-** Determination of pH : theory and practice. Journal of The Electro-chemical Society, 120(8) : 263.
- [28]. **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.
- [29]. **Belgat S., 2001-** Le littoral Algérien : Climatologie, géopedologie, syntaxonomie, édaphologie et relations sol-végétation. Thèse. Doc. Sci. Agr. INA. EL Harrach. 261p.
- [30]. **Belhattab A., 1989-** Bilan phytoécologique de l'arborétum de Mezloug. M.E.M., Univ Mostaganem., 12 39 p.
- [31]. **Benabadji N. & Bouazza M., 2000 (b)-** Quelques Modifications Climatiques Intervenues dans le Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie Occidentale). Rev. Enrg. Ren. Vol.3(2000) : 117-125 p.
- [32]. **Benabadji N. & Bouazza M. 2000 (a)-** Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artémisia herba-alba* Asso. Dans l'Oranie (Algérie occidentale). Sécheresse (Paris), vol. 11, no 2 :117-123.

Références Bibliographiques

- [33]. **Benabadji N., 1995** - Etude phyto-écologique de la steppe à *Artemisia inculta* au sud de Sebdo (Oranie-Algérie). Thèse. Doct. Es-sci. Univ.Tlemcen. 150-158 p.
- [34]. **Benabadji N., Bouazza M., Merzouk A. et Ghezlaoui B.E. 2004**- Aspects phyto- écologiques des Atriplexaies au Nord de Tlemcen (Oranie-Algérie). Rev. Sci. Tech. N° 22 : 62-79.
- [35]. **Benabadji, N., & Bouazza, M. (1996)**. Description et aspects des sols en région semi-aride et aride au sud de Sebdo. Bull, Inst. Sci, 20 : 77-86.
- [36]. **Benabid A., 1988**- Contribution à l'étude des groupements non forestiers du Moyen Atlas Central (Maroc) Bull. Inst. Sci. Rabat, 12: 79-98.
- [37]. **Benaradj A., Boucherit H., Hasnaoui, O. & Bouazza, M. 2013**- Approach Phytoecological of *Pistacia atlantica* Desf. in the Saharan Atlas (Region of Bechar, Algeria). – Res. Rev. J. Bot. Sci. 2(4) : 1-5.
- [38]. **Bensaid A., 2006**- SIG et télédétection pour l'étude de l'ensablement dans une zone aride : le cas de la wilaya de Naâma (Algérie). Thèse de Docteur de l'Université Joseph Fourier-Grenoble 1 Discipline : Géographie.
- [39]. **Bensouiah R., 2003**- Pasteurs et agro-pasteurs du semi-aride algérien : entre tradition et modernité. Le cas de Djebel Amour, Thèse de Doctorat, Université de Paris X-Nanterre.
- [40]. **Bouazza et Benabadjet N., 2002**- Contribution à une bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. dans l'Oranais (Algérie occidentale) Revue de Sécheresse. 11 (2) : 117-123.
- [41]. **Bouazza M., 1991**- Etude phytoécologique de la steppe à *Stipa tenacissima* au sud de Sebdo (Oranie, Algérie) .Thèse Doct .Sciences et Technique. St Jérôme. Aix Marseille III : 119P+annexes
- [42]. **Boudjadja A., Moreau, S., Benziene A. S., Gaouar A., Kaabeche M., Moali A., & Sellami, D. 2005**- Plan of management of site of Mergueb. Wilaya of M'sila (Algeria) (Vol. 35). Project DGF/GEF/PNUD-ALG.
- [43]. **Boudy B., 1978**- Economie forestière Nord-Africaine, 4 Vol. Lacrosse Ed Paris. T 1, Milieu physique et humain, Paris 688p.
- [44]. **Boudy P., 1952** – Guide du forestier en Afrique du nord. Edition n°21, Paris. 505 p.
- [45]. **Boussouf L., 2004**- Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique de quelques groupements pré forestiers de dégradation dans l'Atlas Blidéen (secteur algérois). Thèse magister. Univ. H. Boumediène, Alger, 191p. +ann
- [46]. **Braun- Blanquet J., 1951**- Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S. Paris. 297 p.
- [47]. **Braun-Blanquet J., 1931**- Aperçu des groupements végétaux du Bas- Languedoc. S.I.G.M.A. Comm. 9.
- [48]. **Braun-Blanquet J., 1936**– La chênaie d'yeuse méditerranéenne (*Quercus ilex*) Monographie, phytosociologie. Mém. Soc. Sc. Nat. Nimes, 147p. +ann.

Références Bibliographiques

- [49]. **Braun-Blanquet J., 1949-** Premier aperçu phytosociologique du Sahara tunisien (mémoires hors-série de la Soc. d'Hist. Nat. d'Afr. du Nord, Alger, 2 : 39-50.
- [50]. **Braun-Blanquet J., 1952-** Les groupements végétaux de la France méditerranéenne. C.N.R.S., Montpellier, 297p.
- [51]. **Braun-Blanquet J., 1953-** Irradiations européennes de la végétation en Kroumérie. Végétation, Vol. IV, Fasc.3
- [52]. **Brochiéro F., Chandioix O., Ripert C. & Vennetier M., 1999-** Autécologie et croissance du pin d'Alep en Provence calcaire. Forêt Méd. 20: 83-94.
- [53]. **Callot Y., 1987-** Géomorphologie et paléo-environnements de l'Atlas Saharien au grand erg occidental, dynamique éolienne et paléo-lacs holocènes. Université pierre et Marie Curie, Paris, Thèse de doctorat.
- [54]. **Celles J. C., 1975-** Contribution à l'étude de la végétation des confins saharo constantinois (Algérie). Thèse Doct. Univ. Nice. 364 p.
- [55]. **Chaabane A., 1993-** Étude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Aix-Marseille III, 205 p. + annexe.
- [56]. **Chaumont et & Paquin C., 1971-** Carte pluviométrique de l'Algérie du Nord, échelle 1/500 000" (4 feuilles et notice). Société de l'Histoire Naturelle de l'Afrique du Nord, Alger.
- [57]. **Conservation des forêts de wilaya de Naâma, 2004-** Bilan des réalisations 1985-2004 et perspectives de développement. Rapport, novembre 2004, 17 p.
- [58]. **Conservation des forêts de wilaya de Naâma, 2006-** Le reboisement dans la wilaya de Naâma, bilan, évaluation, perspectives. Rapport, 7 p.
- [59]. **Corre J., 1966-** Télévision, promotion, enseignement. Vol. 5. Éditions Universitaires.
- [60]. **Daget P., 1977-** Le bioclimat méditerranéen : analyse des formes climatiques par le système d'Emberger. Vegetation, vol. 34, n° 2 : 87-103.
- [61]. **Daget P., 1980-** Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative, cas des Thérophytes. In « recherches d'écologie théorique ». Les stratégies adaptatives. 89- 114 p.
- [62]. **Dahmani M., 1984-** Contribution à l'étude des groupements à chêne vert (*Quercus rotundifolia*) des monts de Tlemcen. Approches phyto-écologiques et phytosociologiques. Thèse doct. 3^{me} cycle USTHB Alger, 226 p.
- [63]. **Dahmani M., 1993-** Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie Ecologia Mediteranea XXII (3/4) : 19-38p
- [64]. **Dahmani M., 1996-** Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie. Ecologia Mediterranea, XXII (3/4 tomes).
- [65]. **Dahmani M., 1997-** Le chêne vert en Algérie : Syntaxonomie, Phytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse. Doct. Es-SC. Univ. Houari Boumèdiene. Alger, 329p. + ann.

Références Bibliographiques

- [66]. **Dajoz R., 1996-** Précis d'écologie 2ème et 3ème cycles universitaires. Edit Dunod. Paris : 551p.
- [67]. **De Martonne E., 1926-** Une nouvelle fonction climatologique : l'indice d'aridité. La météo : 449 – 459 p.
- [68]. **Debazac F., 1959-** La végétation forestière de la Kroumirie. Ann. Ecole Eaux Forêts, 14(2) : 131p.
- [69]. **Debrach J., 1953-** Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc méridional. 32-(342) : 1122-1134. 49 p.
- [70]. **Decourt N., Lemoine B., 1969-** Le Pin maritime dans le sud-ouest de la France Tables de production provisoires. Ann. Sci. Forest., 26 (1) : 3-44.
- [71]. **Demangeot J., 1981-** Les milieux naturels désertiques. Qu'est-ce que l'endo-dynamique, Endo-dynamics. Bulletin de l'Association de Géographes Français, 58 (477) : 127-131.
- [72]. **Demelon A., 1968-** Croissance des végétaux cultivés (principe d'agronomie). Tome II, Dunod, Ed. 545-548 p.
- [73]. **Djebaili S., Achour H., Aidoud F. & Khelifi H., 1982-** Groupes écologiques édaphiques dans les formations steppiques du Sud-Oranais. Bulletin d'écologie terrestre, Biocénoses n°1, 7- 59.
- [74]. **Djebaili S., 1978-** Recherche phytosociologiques et écologique sur la végétation des hauts plaines steppiques et de l'Atlas Saharien. Thèse Doc. Univ. Sci et Tech. Languedoc Montpellier, 229p+Annexes. Ecol. Méd. 21 (1-2) : 19-39.
- [75]. **Djebaili S., et al 1983-** Carte de l'occupation des terres, carte pastorale de l'Algérie, notice. Biocénoses, 2 (1-2) : 132 p.
- [76]. **Djebaili S., 1984-** Steppe Algérienne phytosociologie et écologie. Alger, office des publications universitaires, 178 p.
- [77]. **Djebaili S., 1990-** Syntaxonomie des groupements pré forestiers et steppiques de l'Algérie aride. Ecol. Médit. Vol 16 : 231-244.
- [78]. **Djellouli Y., 1990 -** Flores et climats en Algérie septentrionale. Déterminismes climatiques de la répartition des plantes. Thèse Doct., USTIHB., Alger, 211 p.
- [79]. **Djellouli F., Bouanani A., Babahamed K., 2016-** Climate change : assessment and monitoring of meteorological and hydrological drought of wadi el hammam basin (NW- Algeria). J Fundam Appl Sci. 8(3) : 1037-1053.
- [80]. **Dreux P., 1980-** Précis d'Écologie. Ed. PUF. Paris : 241p.
- [81]. **Driss B. A., Arab A. H., Amimeur R. & Lorenzo E., 1995-** Photovoltaic systems sizing for Algeria. Solar Energy, 54(2) : 99-104.
- [82]. **Dubief J., 1950-1963-** Le climat du Sahara. Mem. Inst. Rech Sahar. Alger, 2 tomes 314p. + 275p.
- [83]. **Duchaufour P., 1998-** Réflexions sur les classifications des sols. Etude et gestion des sols, 5 : 201-205.

Références Bibliographiques

- [84]. **Duchaufour Ph., 1984** – Abrégé de Pédologie. Ed. Masson, Paris, 220 p.
- [85]. **Duchaufour Ph., 2001**- Introduction à la science du sol. Sol, Végétation, environnement. 6 éd. De l'abrégé de pédologie. Dunod. 331p.
- [86]. **Durand J.H., 1958**-Contribution à l'étude des sols formés sur roches éruptives de L'Oranie occidentale. Bull. Soc. Hist. Afr. Nord. Alger. T49. Phase 3 et 4 : 1-115 p.
- [87]. **El Hamrouni A. et Loisel R., 1978**- Contribution à l'étude de la Tetraclinaie Tunisienne ; les groupements des Djebels Bou-Kornine et Ressas. Notes phytosociologiques Nord-africaines. Ecol. Med. n°4 : 133- 139 p.
- [88]. **El Hamrouni A., 1992**- Végétation forestière et prés forestière de la Tunisie : Typologie et élément pour la gestion ; Thèse. Doct. Es. Sc. Univ. Aix-Marseille, 220p.
- [89]. **El Kadhi N. & El-Gendy H., 2006**- Advanced method for cryptographic protocol verification. Journal of Computational Methods in Sciences and Engineering, 6(s1) :109-119 p.
- [90]. **Emberger L., 1942**- Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographie. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, France. 77 : 97-124 p.
- [91]. **Emberger L., 1955** – Une classification biogéographique des climats. Recueil. Trav. Labo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier. 3-48 p.
- [92]. **FAO-Unesco, 1975**- Agriculture Organization of the United Nations, 1996. Agricultural Food and Nutrition in Africa. Food and Agricultural Org. of United Nations, Rome, 85-90 p.
- [93]. **Fauck R., 1972**- Contribution à l'étude des sols des régions Tropicales : Les sols rouges sur sables et sur grès d'Afrique occidentale ORSTOM.
- [94]. **Favrichon V., Gourlet-Fleury S., Bar-Hen A., Dessard H., 1998**- Parcelles permanentes de recherché en forêt dense tropicale humide. Eléments pour une méthodologie d'analyse des données. Série Forafri. Cirad-Forêt. Montpellier cedex 1. France. 67 p.
- [95]. **Gaucher G., 1947**- Premières observations sur la plaine des Triffa. Multig., 66 p.
- [96]. **Gausсен H., 1963** - Écologie et phytogéographie. In Abbayes : 952-972 p.
- [97]. **Gharzouli R., 1989**- Contribution à l'étude de la végétation de la chaîne des Babors. Analyse phytosociologique des djebels Babors et Tababort. Thèse de Mag. INES de Bio. Sétif : 235 p.
- [98]. **Gounot M., 1969**- Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson, Paris. 314p.
- [99]. **Greco J., 1966**- L'érosion, la défense et la restauration des sols, le reboisement en Algérie. Ministère de l'agriculture et de la réforme agraire.
- [100]. **Guinochet M., 1951**- Contribution à l'étude phytosociologique du Sud tunisien. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord : 131-153 p.
- [101]. **Guinochet M., 1973**- Phytosociologie. Masson Edit., Paris, 227 p Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. du Nord, 42: 131-153 p.
- [102]. **Guinochet M., 1980**- Essai sur quelques syntaxons des *Cisto-Rosmarinetea* et des *Quercetea ilicis* d'Algérie et de Tunisie. Phytocoenologia, 7 : 436-466 p.

Références Bibliographiques

- [103]. **Gutierrez S., 2000-** Granulométrie Laser. Professionnel En Caractérisation Des Matériaux. LCG/CCM/IMSI/U des. Mastersizer Malvern.
- [104]. **Haddouche I., 2009-** La télédétection et dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie : cas de la région de Naâma. Thèse Doct. Univ. Tlemcen : 293p + annexes.
- [105]. **Hadjadj Aouel S., 1988-** Analyse phytoécologique du thuya de Berbérie en Oranie. Thèse Magistère. Univ. Es senia. Oran. 142 p.
- [106]. **Hadjadj K., 2016-** Etude de la productivité du thuya de berbérie (*Tetraclinis articulata* VAHL Masters) dans l'ouest Algérien dans la perspective de développement durable.
- [107]. **Halimi A., 1980-** L'Atlas Blidéen, climat et étages végétaux. Edit. O.P.U. Alger, 484p.
- [108]. **Halimi A., 1981-** L'atlas blidéen "climat et étages végétaux". O.P.U. Alger : 623 P
- [109]. **Halitim A., 1985-** Contribution à l'étude des sols salés des zones arides (hautes plaines steppiques de l'Algérie). Morphologie distribution et rôle des sels dans la genèse et le comportement des sols. Thèse Doct. Etat, Univ. Rennes, Francec183-384 p.
- [110]. **Halitim A., 1988-** Les sols des régions arides d'Algérie. Ed. it, O.P.V., Alger, 345 p.
- [111]. **Hamidi M., 2014-** Hydrogéologie du continental intercalaire et du complexe terminal en domaine aride (Atlas saharien occidental). Edi Livre, 348 p.
- [112]. **Hasnaoui O., 2008-** Contribution à l'étude de la Chamaeropaie de Tlemcen, aspects écologiques et cartographie. Doct. etat Ecol. Vég. Univ. Tlemcen. 203p. + Annexes.
- [113]. **Hasnaoui O., Bouazza M. 2015-** Indicators of degradation of natural bio-resources of western Algeria: Case of the steppe of the region Saida. Algerian Journal of Arid Environment 5 (1): 63-75.
- [114]. **Hasnaoui O., Meziane H., Borsali A.H. et Bouazza M. 2014-** Evaluation of Characteristics Floristico-Edaphic of the Steppes at Alfa (*Stipa tenacissima* L.) in the Saida Region (Western Algeria); Open Journal of Ecology (OJE) Vol.4 – 883 -891 p.
- [115]. **Hengevel D., 1990-** Dynamique Biogéography. Cambridge University Press, Cambridge.
- [116]. **Herche A., Bougilane A. & Salamani M., 2007-** Evolution de la pluviosité annuelle dans quelques stations arides algériennes. Revue Sécheresse 2007 Vol. 18 n°4 : 314-320 p.
- [117]. **Hill M.O., 1973-** Reciprocal averaging : an eigenvector method of ordination. J. Ecol, 61: 237-249 p.
- [118]. **Hireche L., & El Mourabet B., 2007-** Ethique et gestion des ressources humaines : une revue critique de la littérature théorique et empirique. Revue de l'organisation responsable, 2(1) :51-70 p.
- [119]. **Huart O., Lejeune P., Lemoine N., Rondeux J., 2004-** Proposition d'une méthode d'inventaire « sylvicole » pour le diagnostic post-perturbation des hêtraies wallonnes touchées par la « maladie du hêtre ». Note technique forestière de Gembloux n° 12, 26p.

Références Bibliographiques

- [120]. **Kadi Hanifi & Achour H., 1998-** L'alfa en Algérie. Syntaxonomie, relations milieu végétation, dynamique et perspectives d'avenir. Thèse Doct., LTSTIIB., Alger, 288 p ± ann.
- [121]. **Kadi-Hanifi M. D., 1999-** Nuclear structure effects on the absorption in the scattering of Heavy Ions at Low Energy. Nucleus, 26 p
- [122]. **Kadik L., 1998-** Biodiversité des forêts à pin d'Alep en Algérie, Projet ALG/97/G31, Séminaire National sur la biodiversité, Alger, 23p.
- [123]. **Khater C., 2004-** Dynamiques végétales post-perturbations sur les carrières calcaires au Liban. Stratégies pour l'écologie de la restauration en régions Méditerranéennes. Thèse .Doc . Univ Montpellier.185p
- [124]. **Khelifi H., 1987-** Contribution à l'étude phytoécologique et phytosociologique des formations à chêne liège dans le Nord-Est algérien. Thèse Magister Univ. H. Boumediene, Alger : 150 p.
- [125]. **Lamouroux M., 1968-** Brown Mediterranean soils and partially browned red soils of Lebanon. Cah Orstom Ser 6: 63-93 p.
- [126]. **Le Houerou H.N., 1969-** La végétation de la Tunisie steppique. Ann. Inst. Nat. Rech. Agron. Tunisie, 42, 5, 624p.
- [127]. **Le Houerou H.N., 1975-** La situation pastorale dans le nord de l'Afrique. Options Méditer., n° 28, 17-21 p.
- [128]. **Le Houerou H.N., 1985 (a)-** La régénération des steppes algériennes. Rapport de mission de consultation et d'évaluation. Ministère de l'agriculture, Alger, ronéotypé.
- [129]. **Le Houérou LN., 1995 (b) -** Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique. Diversité biologique, développement durable et désertisation. Option Médit. Série B n°10. C.I.L.H.E.A.M et A.C.C.T. 396 p.
- [130]. **Le Houerou H.N., 1998-** A probabilistic approach to assessing arid rangelands' productivity, carrying capacity and stocking rates. IFAD series : technical reports, 159–172 p.
- [131]. **Le Houerou H.N., 2000-** Utilisation of fodder trees and shrubs in the arid and semi-arid zones of West Asia and North Africa. Arid Soil Research and Rehabilitation. 14 : 101–135 p.
- [132]. **Loisel R., Medail F. et Quezel P., 1993-** Syntaxonomie, habitats et intérêt patrimonial de la plaine des Maures (Sud-Est continental français). Colloques Phytosociologiques, XXII : Syntaxonomie typologique des habitats : 555-564 p.
- [133]. **Long G., 1954-** Contribution à l'étude de la végétation de la Tunisie centrale. Ann. Serv. Bot. Agron. Tunis. 27, 388p.
- [134]. **M.A.T.E., 2015-** Etude de classement et d'aménagement de l'aire protégée des Monts des Ksour wilaya d'El Bayadh et de Naâma, Rapport n°1 : Etude Générale de l'aire, 173p.
- [135]. **Madoui A., 1995 –** Contribution à l'étude de l'impact écologique des feux de forêts sur la végétation du massif forestier de Boutaleb (Sétif). Thèse De Mag., Uni. F. Abbas, Sétif, 281p.

Références Bibliographiques

- [136]. **Maire R., 1926-** Carte phytogéographique de l'Algérie et de la Tunisie (Notice). Gouv. Gén Alg. Serv. Cart., Alger : 78 p.
- [137]. **Mansour H., 1993-** Bulletin du service Géologique National 2008.
- [138]. **Mansour H., Issaadi A., Stamboul M. et Zerouial I., 2008-** Bulletin du service Géologique National vol.19, n°1, pp 73-82
- [139]. **Meddour R., 2006-** Bioclimatologie, phytogéographie et phytosociologie en Algérie. Exemple des groupements forestiers et preforestiers de la Kabylie Djurdjurenne. Thèse. Doctorat. Univ. MMTO. 461 p.
- [140]. **Meddour R., 1994-** Contribution à l'étude phytosociologique de la portion centro- orientale du parc national de Chréa. Essai d'interprétation synthétique des étages et des séries de végétation de l'Atlas blidéen. Thèse Magister. Inst. Nat. A gr. Alger. 330 p. + Ann.
- [141]. **Medjahdi B., 2010-** Réponse de la végétation du littoral Oranais aux perturbations : cas des Monts des Trara (Nord-Ouest de l'Algérie). Département des Sciences Agronomiques et Forestières. Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers. Université Abou Bakr Belkaïd – Tlemcen. 266p
- [142]. **Merabet H., 2003-** Dictionnaire de l'aménagement du territoire et de l'environnement, Edition RERTT. Paris, 119 p.
- [143]. **Merzouk A., Benabadji N., Benmansour D. & Thinon M., 2009-** Quelques aspects édapho-floristique des peuplements halophiles de l'Algérie occidentale. Première partie : Aspect édaphiques. Bulletin de la Société Linnéenne de Provence, 60 :1-15 p.
- [144]. **Meziane H., 2010-** Contribution à l'étude des groupements à psammophiles de la région de Tlemcen. Thèse Doct. Univ. Tlemcen : 201p.
- [145]. **Ministre de l'hydraulique de l'environnement et des forêts, 1984-** La lutte contre la désertification en Algérie. Expérience du barrage vert, 21 p.
- [146]. **Montoroi J.P., 1997-** Conductivité électrique de la solution du sol et d'extraits aqueux de sol. Centre Orstom d'île de France. 279-284 p.
- [147]. **Musset R., 1953-** Les régimes pluviométriques saisonniers dans l'Ouest de la France et particulièrement en Normandie. Bull. Soc. Linn. de Normandie (1934) s8, t7, 49-65 p.
- [148]. **Ndjaraoui et Bédrani, 2008-** La désertification dans les steppes algériennes : causes, impacts et actions de lutte. Vertigo - la revue électronique en sciences de l'environnement, 8 (1).
- [149]. **Nedjraoui D., 1981-** Teneurs en éléments biogènes et valeurs énergétiques dans trois principaux faciès de végétation dans les Hautes Plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse Doct. 3^e cycle, USTHB, Alger, 156p.
- [150]. **Nedjraoui D., 1981-** Evolution des éléments biogènes et valeurs nutritives dans Les principaux faciès de végétation des Hautes Plaines steppiques de la wilaya de Saida. Thèse 3^e cycle USTHB, Alger, 156p + Ann.

Références Bibliographiques

- [151]. **Negre R., 1964-** Carte au 1/50.000e de Tipasa – Institut de Cartographie de la végétation d'Algérie – Université d'Alger – Notes et documents, n°1, 69p.
- [152]. **O'Brien S. T., Hubbell S. P., Spiro P., Condit R. et Foster R. B., 1995-** Diameter, height, crown, and age relationships in eight neotropical tree species. *Ecology* 76:1926-1939 p.
- [153]. **Observatoire du Sahara et du Sahel (O.S.S.), 2008-** Initiative Grande Muraille Verte du Sahara et du Sahel\ OSS ; CEN-SAD. Note introductive n° 3. OSS : Tunis, 2008. 46 p.
- [154]. **Observatoire du Sahara et du Sahel (OSS), 2006-** Le barrage vert algérien. Document de travail, projet « muraille verte en Afrique », 10 p.
- [155]. **Olivier L., Muracciole M. et Ruderon J.P., 1995-** Premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et observations diagnostics et proposition relatifs aux flores insulaires de méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse .France (5-8 octobre, 1993) à l'occasion des débats et conclusions. 356-358 p.
- [156]. **Ozenda P., 1983-** Flora du sahara. Ed. CNRS
- [157]. **Ozenda P., 1991–** Les relations biogéographiques des montagnes sahariens avec la région méditerranéenne. *Revue de la biogéographie alpine*, Tome 79 n°1, 45-53 p.
- [158]. **Ozenda P., 1954-** Observations sur la végétation d'une région semi-aride : les hauts plateaux du sud –Algérois. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord*, 45(3-4) :189-223.
- [159]. **Panini T. et Amandier L., 2005 –** Climats pluviométriques et thermiques en région Provence-Alpes – Côte d'Azur. Analyse des données météorologique 1961-1996 et cartographie par système d'information géographique. *Forêts Méd.* XXVI, 4 : 299-308 p.
- [160]. **Peguy P., 1970–** Précis de climatologie. Ed. Masson et Cie, 444p.
- [161]. **Pouget M., 1971-** Etude Agropédologique du bassin du Zahrez Gharbin au 1 : 100 000. Dir. Etudes de Mil. Et Rech. Hydr. Alger, vol n° 1, 160 p.
- [162]. **Pouget M., 1977-** Géomorphologie, pédologie, groupements végétaux et aptitude de milieu à la mise en valeur de la région de Messaad-Ain El ibel, Paris, ORSTOM, 70p.
- [163]. **Pouget M., 1980 -** Les relations sols végétation dans les steppes sud algéroises. Travaux et document. OST ROM n°116. Paris : 555 p.
- [164]. **Quezel P. & Santa S., 1962-1963-** Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. Paris. C.N.R.S vol. 2, 1170 p.
- [165]. **Quezel P. et Barbero M., 1986-** Aperçu syntaxonomique sur la connaissance actuelle de la classe des *Quercetea ilicis* au Maroc. *Ecologia Mediterranea* XVI (3- 4) : 105-111 p.
- [166]. **Quezel P. et Barbero M., 1988-89-** Les formations à genévriers rampants du Djurdjura (Algérie). Leur signification écologique, dynamique et syntaxonomique dans une approche globale des cedraies Kabyles. *Lazaroa* 11 : 83-97 p.
- [167]. **Quezel P., 1956-** Contribution à l'étude des forêts de chêne à feuilles caduques d'Algérie. *Mem. Soc. Hist. Nat. A fr. du Nord. N.s.* 1 : 1-57 p.

Références Bibliographiques

- [168]. **Quezel P., 1980-** Biogéographie et écologie des conifères sur le pourtour méditerranéen. Actualités d'écologie forestière. Ed. Gauthiers-Villars.
- [169]. **Quézèl P., 2000-**Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb méditerranéen. Ibis Paris, 1700 p.
- [170]. **Ramade F., 1981-** Eléments d'écologie appliquée. McGraw-Hill 452 p.
- [171]. **Raunkiaer C., 1934-** The life form of plants and statistical plant geography. Oxford Univ. Press.
- [172]. **Regagba., 2012-** Dynamique des populations végétales halophytes dans la région Sud-Est de Tlemcen Aspects phytoécologiques et cartographiques. Thèse de doctorat en biologie. Université Abou-Bekr Belkaid de Tlemcen, 161p.
- [173]. **Remaoun K., 1998-**“Approche de l'étude de la mobilité potentielle des sables en zones steppiques et arides de l'ouest et sud algérien : cas de Mécheria, Ain sefra et Adrar”. In Séminaire. CRSTRA, Algérie, Adrar, 12 p.
- [174]. **Riston V., 1890** – Les dunes mouvantes d'Ain Sefra (Sud Oranais), Dangers d'envahissement du Ksar. Document. Paris. 24 p
- [175]. **Rivas-Martinez S., 1981** - Les étages bioclimatiques de la péninsule ibérique, Annal. Gard. Bot. Madrid 37 (2) : 251-268 p.
- [176]. **Roche, M. A., 1973-** Hydrogéologie de la Haute Saoura (Sahara nord occidental). Bulletin du Service Géologique de l'Algérie, 43 p.
- [177]. **Ruellan A., 1999-** Morphologie et la répartition des sols calcaires dans les régions méditerranéennes et désertiques. Annal de l'I.N.A. Vol II. 11 – 39 p.
- [178]. **S.O.G.R.E.A.H., 1961-** Etude pédologique du périmètre de Bou-Saâda. Etude. SES.Alger.
- [179]. **Sadki N., 1980-** Contribution à l'étude des groupements à Olivier et Lentisque de la région d'Annaba. Essai phytosociologique. Thèse Doct. 3e Cycle. Univ. H. BOUMEDIENE, Alger : 213 p.
- [180]. **Saoudi H., 1983-** Réponses des végétaux aux facteurs de dégradation en Kroumirie (Tunisie).Thèse Doct. ing. Univ. Droit. Econ. et Sciences. Ai-Marseille III 1- 199p.
- [181]. **Schmid E., 1966-** Die Végétation- Gürtel die Iberische Barbariesche Gebirge, Ver. Geobot. Inst. Rûbel, Zurich, 31 : 124-16 p.
- [182]. **Seltzer P., 1946** - Le climat (le l'Algérie Institut de météorologie et physique du globe, Aiger, Alérie, 213 p
- [183]. **Servant J., 1975-** Contribution à l'étude pédologique des terrains halomorphes. Thèse. Doct. Montpellier. 2 tomes. I. 194p. + annexes
- [184]. **Shainberg I., Levy G. J. 2005-** In Hillel D., Encyclopedia of soils in the environment. Ed. academic Press, New York, p. 2200. Salination processes: 429 – 435 p.

Références Bibliographiques

- [185]. **Shugart H., West D. C., Emanuel W. R., 1981-** Patterns and Dynamics of Forests : editors. Forest succession : concepts and application. Springer- Verlag, New York, New York, USA. 74-94 p.
- [186]. **Soltner D., 1992-** Les bases de la protection végétale. Tome II. 6ème Ed. Sci. Techn. Agri. La Loire France
- [187]. **Stemart Pli., 1946 -** Le climat de l'Algérie. Carbonnel, Alger, 219 p.
- [188]. **Stewart Ph., 1968 -** Quotient pluviométrique et dégradation biosphérique. Bull. Soc. Hist. Nat. Afr. Nord, 59 (1- 4) : 23- 36 p.
- [189]. **Thinthoin R., 1948-** Les aspects physiques du Tell Oranais. Essai de morphologie de pays semi-aride. Ed. Fouque. Oran, 638 p.
- [190]. **Tricart J. et Cailleux A., 1969-** traité de géomorphologie IV, le modèle des régions sèches, SEDES, Paris, 472p.
- [191]. **Wilson A. D., 1986-** Principals of grazing management system in Regelands under siege (proc-2d, International Regeland congress- Adelaide, 1984). Aust. Acab. Sci-Canberra.22 : 1-225.
- [192]. **Yahi N., 1995-** Contribution à l'étude phytosociologique des formations de cèdre (*Cedrus atlantica* Manetti) de l'Atlas tellien (*Ouarsenis, Djurdjura Babor*). Thèse de Magister, Univ. H. Boumediene, Alger., 174p.
- [193]. **ZAIR M., 2011-** Bilan écologique et socio-économique des reboisements dans la wilaya de Naâma et perspectives d'avenir. Thèse Magistère, 236p.
- [194]. **Zeraia L., 1981-** Essai d'interprétation comparative des données écologiques, phénologiques et de production subero-ligneuse dans les forêts de chêne- liège de Provence et d'Algérie, Thèse Doct. Es sci, Aix-Marseille, 367 p + ann.

Annexes

Tableau n°4 : Répartition les types des plantations par les espèces et par les périodes dans la wilaya Naâma (1972 à 1980).

Actions	Ann.	Volume prévu	Volume réalisé	Commune	Impact	T.de réussite	Espèces utilisées
Ceinture verte	1972	140	140	Mécheria	Mécheria	39%	-Pin d'Alep -Cyprés
	1974	130	130	El Biodh	El Biodh		
	1974	235	235	M.B.Amar	M.B.Amar		
	1977	120	120	Kasdir	Kasdir		
	1973	47	47	Naâma	Naâma		
	1980	50	50		Naâma		
	1976	75	7	Asla	Asla		
	1976	142	20		Ain Ouarka		
	1973	50	50	Ain Sefra	Ain Sefra		
	1974	150	13		Belhandjir		
	1977	165	49		Ain Sefra		
	1980	50	50	Tiout	Tiout		
	1974	200	18	Moghrar	Moghrar		
Total		1731	929				
Bande forestière	1972	30	30	Mécheria	Draa El Aoud	45%	-Pin d'Alep -Eucalyptus
		65	65		Draa El Aoud-khabaza		
		115	115		Khabaza-El Biodh		
		85	85	El Biodh	El Biodh-Senia		
		210	210		Bougtob-Senia		
	1973	45	45	Naâma	Touifza-Horchaia		
		50	50		Horchaia-Naama		
		45	45		Naama-Souiga		
		45	45	Ain sefra	Maktadli-Mekalis		
		132	132		Mekalis-Boughalaba		
Total		645	822				
Boisement de masse	1973	790	790	Mécheria	Djebel Antar	48%	-Pin d'Alep -Eucalyptus
	1975	1000	1000		Draa El Aoud		
	1978	600	600	Ain Sefra	Djebel Anitar		
	1974	500	90		Esslik		
Total		2890	2480				
Boisement pastoral	1972	580		El Biodh	Khabaza	17%	Pin d'Alep
		150			Fekarine		
		400			Feggara		
Total		1130					

Tableau n°5 : Répartition les types des plantations par les espèces et par les périodes dans la wilaya de Naâma (1981 à 1993).

Action	Ann.	Volume prévu	Volume réalisé	Commune	Impact	T.de réussite	Espèces utilisées			
Ceinture verte	1987	100	100	Kasdir	Abdemoula	21%	-Pin d'Alep -Cyprès			
	1986	50	50	Naâma	Naâma					
	1988	200	200		Naâma					
Total		350	350							
Fixation de dune	1985	200	200	El Biodh	El Biodh	51%	-Tamarix -Retam			
	1987	250	250		El Biodh					
	1988	100	100		El Biodh					
	1989	400	400		El Biodh					
	1990	1500	1500		El Biodh					
	1985	60	60	Kasdir	Kasdir					
	1987	150	150	M.B.Amar	El Mrir					
	1985	200	200	Naâma	Naâma					
	1987	300	300		Naâma					
	1989	200	200		Naâma					
	1990	1000	1000		Naâma					
	1985	300	300	Ain ben khelil	A.b.khelil					
	1987	250	250		A.b.khelil					
	1988	100	100		A.b.khelil					
	1989	300	300		A.b.khelil					
	1990	500	500		A.b.khelil					
	1988	100	100		Magroun					
	1989	600	600		Magroun					
	1990	500	500		Magroun					
	1985	600	600	Ain sefra	El Hamar					
	1987	200	200		Mekter dunes					
	1988	100	100		Ain sefra					
	1989	200	200		Mekter					
	1990	1500	1500		Mekter					
	Total		9460	9460						
	Repeuplement	1992	50	20	Ain sefra			Mekalis	2%	Pin d'Alep- Pistachier
Programme neuf de reboisement	1989	500		Mécheria	Litima-Touifza	2.5%	Pin d'Alep			
	1986	100		Naâma	Naâma					
Total		600								
Populi-culture	1992	50	20	Ain sefra	Mekalis	2%	Peuplier			

Tableau n°6 : Répartition les types des plantations par les espèces et par les périodes dans la wilaya de Naâma (1994 à 2000)

Action	Ann.	Volume prévu	Volume réalisé	Commune	Impact	T.de réussite	Espèces utilisées
Fixation de dune	1994	400	400	Naâma	Souiga I	17%	-Tamarix -Retam
	1995	400	400		Souiga II		
	1995	1200	463		Souiga		
	1995	90	90	Ain ben khelil	A.b.khelil		
	1995	30	30	Mekmen Ben Amar	A.b.khelil		
	1999	84	50		A.b.khelil		
	1999	100	100	Naâma	Sidi Bouadjadj		
	1999	54.5	54.5	Ain sefra	Boughellaba		
	1999	100	80	Ain ben khelil	Haoud दौरا		
	1999	110	57.5	El Biodh	Sebkhet El Biodh		
	2000	226	67	Ain ben khelil	Magroun		
	2000	70	30	Sfissifa	Sidi Maâmar		
	2000	70	70	Ain sefra	Mekalis		
Total		293415	1892				
Reboisement	1997	195	180	Mécheria	Djebel Anitar	9%	
	1999	120	120		Djebel Anitar		
	1999	60	50	Naâma	Naâma		
Total		375	350				

Tableau n°7 : Répartition les types des plantations par les espaces et par les périodes dans la wilaya de Naâma Période de 2000 à 2005

Action	Ann.	Volume prévu et réalisé	commune	Impact	T.de réussite	Espèces utilisées
Fixation de dune	2000	100	Mekmen Ben Amar	El Mekmen	60%	Tamarix
Bande vertes	2003	76	Naâma	Sidi Bouadjaj	Tamarix en cours	- <i>Tamarix aphylla</i> - <i>Tamarix gallis</i> -Cypèrès vert -Pin d'Alep
	2004	50		Horchia 2		
	2004	60		Horchia 1		
	2004	50		Horchia 3		
	2004	100	Mécheria	Touifza vers M.B.A		
	2003	44	Litima			
	2004	100	Ain sefra	Ain sefra vers Mekalis		
Total		480				
Brise-vent	2002	135	Ain ben khelil	Seret Ghezal Daiet Souid, Touadjer	61%	Casuarina
	2003	115		Korima-Sidi moussa-Oglat		
	2002	80	El Biodh	Khabaza Fekarinne		
	2002	50	Sfissifa	Sidi Maâmar		
	2002	139,5		Bel Grad		
	2002	30,5	Ain sefra	Tiout gare-lalla saia		
	2002	50	Asla	Remta		
	2002	35	Mécheria	Oued Sebhara		
	2003	95		Raoudassa et hassi labiadh		
Total		730				

Tableau n°10 : L'évolution de la population entre RGPH 1977 et 2017.

Communes	RGPH 77 (mars)	RGPH 87 (mars)	RGPH 98	RGPH 2008	Population au 2017
Naâma	5348	5694	11339	18271	24893
Mécheria	23313	40390	54627	66635	90747
Ain Sefra	17141	27987	36577	53205	68419
El Biodh	7941	6420	12450	11846	11975
Total	13435.75	20122.75	28748.25	37489.25	49008.5

(Source DPAT, 2017)

Tableau n°11 : Répartitions des populations des zones d'études par les années (1998-2008-2017).

		Naâma	Mécherai	Ain sefra	El Biodh
1998	ACL	6928	52856	33707	5251
	AS	0	0	0	0
	ZE	1261	767	1364	1018
	Nomade	3150	1004	1506	6181
	Population	11339	54627	36577	12450
Densité (hab/km²)		10.76	67.16	17.82	5.12
2008	ACL	14791	62558	46181	7097
	AS	579	578	357	0
	ZE	1151	666	4562	3884
	Nomade	1267	1073	700	552
	Population	17788	64875	51800	11533
Densité (hab/km²)		7.37	90.54	53.96	3.23
2015	ACL	20724	87573	61088	7426
	AS	809	807	471	0
	ZE	1609	930	6020	4054
	Nomade	1751	1436	840	495
	Population	24893	90747	68419	11975
Densité (hab/km²)		9.85	120	68.08	3.31
Superficie (km²)		2525.93	750.12	1004.94	3728.18

(Source DPAT 2017)

Tableau n°12 : Répartition du cheptel de la wilaya de Naâma

Commune	Ovins	Bovins	Caprins	Equins	Camelins	Espèces Mulassière	Espèces Asine	Total
Naâma	116475	3774	7289	139	51	135	163	128026
Mécheria	52568	2323	3520	134	0	62	133	58740
El Biodh	189844	6405	11669	251	0	114	326	208609
Ain Sefra	90193	2933	5802	103	15	83	449	99578
Tiout	80723	911	5188	91	107	42	255	87317
Sfissifa	129761	3191	8145	113	0	93	275	141578
Moghrar	32204	268	3519	57	439	42	204	36733
Asla	109688	1538	6948	151	440	73	214	119052
Djenien-Bourezg	19099	97	2399	21	17	52	112	21797
Ain-Ben-Klelil	226684	5960	13955	109	0	31	117	246856
Mekmen-Ben-Amar	187534	5800	11584	61	0	10	51	205040
Kasdir	239056	3753	8379	84	0	16	71	251359
Totale	1473829	36953	88397	1314	1069	753	2370	1604685

(Source : DSA ,2017).

Tableau n°15 : Répartition de la production végétale par commune

a- Céréales – maraîchères

Commune	CEREALES D'HIVER			CULTURES MARAICHÈRES		
	Superficie	Production	Rdt(QX)	Superficie	Production	Rdt(QX)
Naâma	165	2705	16.39	271	36154	139
Mécheria	155	2537	16.37	165	21354	136
Ain Sefra	277	4513	16.29	640	93962	152
El Biodh	170	2799	16.46	216	30912	143.11
Total	767	12554	65.51	1292	182382	427

b- Fourrage – arboriculture :

Commune	FOURRAGES ARTIFICIEL			ARBORICULTURE			
	Superficie	Production(QX)	Rdt(QX)	Superficie	Sup. en rapport	Production	Rdt (QX)
Naâma	495	454877	90.66	387	154	3910	10.10
Mécheria	470	27226	57.93	356	158	4600	12.92
Ain sefra	752	151705	201.74	1270	463	18109	14.26
El Biodh	890	95877	106.6	734	175	4436	6.04
Total	2607	729685	456.93	2747	950	13055	43.32

Tableau n° 30 : Les nombres des jours des vents

Stations	Mois												Total
	D	J	F	M	A	M	J	Jui	A	S	O	N	
Mécheria	2		6	15	33	72	87	71	108	116	54	14	578
Ain Sefra		2	2	6	13	24	29	40	60	51	22	6	255
Naâma			2	7	19	28	26	28	63	44	22	2	241
Moy	2.8			24.11			56.88			36.77			

La période (1990-2018) (O.N.M 2018)

Tableau n° 31 : Moyennes mensuelles de sirocco

Stations	Mois												Total
	J	F	M	A	Mai	J	Jui	A	S	O	N	D	
Mécheria	0,1	0	0	0	0,03	0,28	0,55	0,45	0	0	0	0	0,12
Naâma	0	0	1,07	0,07	0	0	0	0	0	0	0	0	0,1
Ain sefra	0	0	0	0	0	0,11	0,54	0	0	0	0	0,1	0,06

La période (1990-2018) (O.N.M 2018)

Tableau n° 32 : Moyennes mensuelles la tempête de sable

Stations	Mois												Total
	J	F	M	A	Mai	J	Jui	A	S	O	N	D	
Mécheria	0,21	0,34	0,48	0,93	0,31	0,31	0,34	0,66	0,36	0,52	0,31	0,11	0.4
Naâma	0,07	0,11	0,25	0,12	0,29	0,04	0,32	0,25	0,18	0,07	0,07	0	0.15
Ain sefra	0	0	0,04	0,04	0,14	0,07	0,04	0,07	0,07	0,18	0,04	0	0.06

La période (1990-2018) (O.N.M 2018)

Tableau n°34 : Moyenne mensuelle de l'humidité durant la période (1990-2018).

Stations	J	F	M	A	Mai	J	Juill.	A	S	O	N	D	Moy
Mécheria	64,5	58,2	52,6	48,3	43,2	36,3	29,03	34,1	43,9	52,7	62,5	68,7	49,5
Naâma	63,1	56,5	48,68	42,5	37,3	30,5	23,8	28,9	40,5	50,3	59,3	67,3	45,7
Ain sefra	60,8	53,8	48,03	42,4	38,2	32,5	26,9	30,5	40,1	50,4	57,2	64,2	45,4

ANNEXES

Tableau n° 39 : Analyse descriptive de la circonférence, du diamètre et de la hauteur

Stations	Paramètre dendrométrique	Placettes	X	G	G ²	CV	Kurtosis	Coef.d'asymétrie
Ain sefra	Hauteur	P1	4.45	0.51	0.26	11.45	-0.53	0.18
		P2	4.51	0.91	0.83	20.19	-0.26	0.24
		P3	5.82	0.60	0.36	10.34	1.14	-0.58
	Circonférence	P1	39.5	8.64	74.59	21.86	2.89	1.42
		P2	36.63	8.97	80.54	24.50	5.35	2
		P3	43.24	8.67	75.22	20.06	0.69	-1.09
	Diamètre	P1	12.63	2.75	7.6	21.82	2.85	1.37
		P2	11.2	1.73	2.99	15.45	0.62	0.26
		P3	13.05	2.63	6.92	20.15	-0.49	-0.80
Mekalis	Hauteur	P1	2.7	1.02	1.06	20.84	0.54	1.15
		P2	4.35	2.12	4.51	48.86	-0.14	0.36
		P3	3.2	0.74	0.50	17.04	-1.32	0.32
	Circonférence	P1	39.09	5.95	35	15.13	0.05	0.21
		P2	30.83	12.47	155.60	40.46	-0.65	-0.03
		P3	40.45	4.91	24.12	12.14	1.02	0.42
	Diamètre	P1	12.30	1.8	3.58	15.39	0.01	0.33
		P2	9.82	3.84	14.76	39.12	-0.49	-0.01
		P3	12.74	1.65	2.74	12.99	0.47	0.50
Suiga	Hauteur	P1	4.68	0.70	0.50	15.14	-0.56	0.65
		P2	3.46	0.49	0.24	14.37	2.91	-1.50
		P3	3.7	0.96	0.92	26.05	1.92	0.44
	Circonférence	P1	51.19	8.40	70.55	16.41	-0.80	0.23
		P2	44.51	7.85	61.61	17.63	-0.11	-0.68
		P3	41.55	12.19	148.60	29.54	1.10	-0.33
	Diamètre	P1	16.21	2.68	7.20	16.55	-0.81	0.24
		P2	14.09	2.46	6.08	17.50	-0.09	-0.70
		P3	13.18	3.88	15.08	29.45	1.08	-0.32
Horchia	Hauteur	P1	4.64	1.73	3.01	37.41	-2.26	0.79
		P2	2.46	0.38	0.14	15.64	-0.31	0.33
		P3	2	0.33	0.10	14.62	-0.27	0.30
	Circonférence	P1	53.50	8.29	68.72	15.49	-0.94	0.20
		P2	39.68	6.78	46	17.09	3.21	-1.52
		P3	32	6.66	36	15	2.6	-0.9
	Diamètre	P1	16.96	2.65	7.01	15.61	-0.83	0.21
		P2	12.57	2.18	4.76	17.36	3.26	-1.55
		P3	10.19	2.12	11.46	4.77	1.03	-0.49

ANNEXES

Touadjer	Hauteur	P1	3.21	0.57	0.33	17.96	1.36	0.91
		P2	2.3	0.38	0.14	15.87	1.33	1.09
		P3	2.40	0.46	0.22	19.54	-0.49	-0.51
	Circonférence	P1	44.46	8.11	65.69	18.23	1.69	0.03
		P2	38.38	7.65	58.48	19.93	0.97	0.76
		P3	39.79	11.04	121.80	27.73	3.85	-1.87
	Diamètre	P1	14.08	2.61	6.82	18.55	1.63	0.07
		P2	12.18	2.44	5.94	20	1.04	0.79
		P3	12.64	3.52	12.37	27.83	3.92	-1.90
Djebel Anter	Hauteur	P1	3.38	0.40	0.16	11.82	1.57	0.80
		P2	3.3	0.79	0.62	25.93	-0.38	-0.87
		P3	3.72	0.78	0.61	21.04	-0.72	-0.00
	Circonférence	P1	33.15	5.30	28.09	15.99	-0.98	0.45
		P2	35.64	11.07	122.44	31.05	-0.74	-0.16
		P3	38.39	11.89	141.31	30.96	2.72	1.33
	Diamètre	P1	10.76	1.97	3.91	18.38	-1.61	0.30
		P2	11.23	2.84	8.08	25.31	-0.61	-0.57
		P3	12.15	3.81	14.54	31.37	2.68	1.32
Draa Aoud	Hauteur	P1	5.70	0.61	0.37	10.76	-0.86	0.17
		P2	3.45	0.96	0.92	27.94	-0.80	0.90
		P3	3.99	1.06	1.14	26.73	0.69	0.64
	Circonférence	P1	50.05	11.50	132.17	22.96	-0.02	0.54
		P2	41.25	7.81	61.01	18.94	-1.26	-0.09
		P3	52	11.69	136.69	22.49	-1.68	0.48
	Diamètre	P1	15.91	3.66	13.41	23.02	-0.01	0.55
		P2	13.28	2.20	4.84	16.57	-1.59	0.20
		P3	16.50	3.73	13.91	22.60	-1.68	0.49

ANNEXES

Draa Aoud-El Biodh	Hauteur	P1	5.36	1.66	2.77	31.06	-1.03	0.40
		P2	3.12	0.27	0.07	8.89	-2.70	0.01
		P3	3.21	0.50	0.25	15.65	-2.05	0.15
	Circonférence	P1	61.78	12.09	146.18	19.57	-1.02	0.15
		P2	52.50	7.14	51.05	13.61	-0.70	-0.54
		P3	56.72	7.99	63.89	14.09	-1.15	-0.19
	Diamètre	P1	19.61	3..85	14.82	19.63	-1.04	0.16
		P2	16.67	2.30	5.28	13.78	-0.77	-0.55
		P3	17.95	1.96	3.86	10.96	1.22	0.96
El Biodh	Hauteur	P1	12.83	2.23	5.01	17.45	-1.62	0.43
		P2	16.41	1.91	3.67	11.68	-1.05	-0.12
		P3	11.25	1.53	2.35	13.65	-1.34	-0.15
	Circonférence	P1	76.44	3.75	14.04	4.90	1.70	-0.58
		P2	75.63	15.84	250.99	20.95	-0.33	0.58
		P3	46.80	10.43	108.81	22.29	-1.75	0.32
	Diamètre	P1	24.56	1.41	2.005	5.77	2.47	1.40
		P2	24.02	5	24.95	20.79	-0.36	0.59
		P3	15.80	3.58	12.84	22.68	0.10	0.52

Tableau n°47 : Pourcentages des Types Biologiques de la zone d'étude.

Types biologiques		He	Th	Ch	Ge	Ph	Total
Draa el aoud	Nombres	3	8	6	2	1	20
	Pourcentages	15	40	30	10	5	
Djebel anter	Nombres	4	8	9	1	3	25
	Pourcentages	16	32	36	4	12	
Draa el aoud-El Biodh	Nombres	4	12	5	2	1	24
	Pourcentages	16,66	50	20,83	8,33	4,16	
Toaudjer	Nombres	12	17	4	1	1	35
	Pourcentages	34,28	48,57	11,42	2,85	2,85	
Suigua	Nombres	7	15	5	3	1	31
	Pourcentages	22,58	48,38	16,12	9,67	3,22	
Ain sefra	Nombres	4	10	2	2	1	19
	Pourcentages	21,05	52,63	10,52	10,52	5,26	
Horchia	Nombres	7	18	7	2	1	35
	Pourcentages	20	51,42	20	5,71	2,8	
Mekalis	Nombres	1	5	0	3	1	10
	Pourcentages	10	50	0	30	10	
El Biodh	Nombres	1	3	2	1	1	7
	Pourcentages	14,28	42,58	28,57	14,28	14,2	

Tableau n°49 : Types morphologiques de la zone étude.

	HA		HV		LV	
	Nombres	Pourcentages	Nombres	Pourcentages	Nombres	Pourcentages
El Biodh	2	2,17	2	2,94	3	6,81
Djebel anter	8	8,69	9	13,23	7	15,9
Draa el aoud	8	8,69	9	13,23	2	4,545
D-E	12	13,04	8	11,7	5	11,36
Touadjjer	15	16,30	14	20,5	6	13,63
Hourchia	18	19,56	12	17,64	5	11,36
Suigua	15	16,30	3	4,41	13	29,54
Mekalis	4	4,347	4	5,88	1	2,27
Ain sefra	10	10,86	7	10,29	2	4,54
Total	92		68		44	

Tableau n°50 : Pourcentages des types biogéographiques de la zone d'étude.

Types biogéographiques	Nombres espèces	Pourcentages (%)
Méditerranéen	29	39,72
Endémique	10	13,69
Endémique. Nord-Africain	5	6,849
Saharien	4	5,47
Méditerranéen-Saharien-Sindien-	3	4,109
Eurasiatique	3	4,109
Paléotempéré	2	2,73
Méditerranéen-Irano-Touranien	2	2,73
Macaronésien-Méditerranéen	2	2,739
Ibéro Mauritanien	2	2,739
Européen-Méditerranéen	2	2,73
Cosmopolite	2	2,739
Sub- Méditerranéen	1	1,36
Sub-Cosmopolite	1	1,36
Sah-Sind Irano-Tour.	1	1,36
Saharo-Sindien-Méditerranéen	1	1,36
Saharo-Méditerranéen	1	1,36
Méditerranéen-Atlantique	1	1,36
Irano-Touranien-Européen	1	1,36
Européen -Méditerranéen	1	1,36
Eurasiatique-Nord-Africain	1	1,36
Eurasiatique-Méditerranéen	1	1,36
Eurasiatique-Africain- Septentrional	1	1,36
Endémique-Algéro-Tunisie	1	1,36
Circum- Méditerranéen	1	1,36
Circum-Boréal-Méditerranéen	1	1,36
Canarien-Méditerranéen	1	1,36
Canarie-Egypt-Asie Occidentale	1	1,36
Atlas Méditerranéen	1	1,36
Total	73	39,7260274

Tableau n°51: Inventaire floristique de la station de Djebel Anter.

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Alyssum alpestre subsp.</i>	Brassicaceae	CH	HV	Med
<i>Artemesia herba-alba L</i>	Astéraceae	CH	LV	Canarie-Egypt-Asie Occ
<i>Avena sterilis L</i>	Poaceae	TH	HA	Méd-Irano-Tour
<i>Catapodium loliaceum (Huds,) Link,</i>	Poaceae	Th	Ha	Med
<i>Centaurea pomeliana Batt,</i>	Astéraceae	He		/
<i>Cistus salvifolius L,</i>	Cistaceae	CH	HV	Med
<i>Dactylis glomerata L</i>	Poaceae	Ge	HV	Paléo-Temp
<i>Daphne gnidium L</i>	Thymelaeaceae	CH	LV	Méd
<i>Echinaria capitata L.</i>	Poaceae	TH	HA	Atl-Med
<i>Eruca vesicaria L.</i>	Brassicaceae	TH	HA	Méd.
<i>Ferula communis L</i>	Apiaceae	HE	HV	Méd
<i>Fumana thymifolia L.</i>	Cistaceae	CH	LV	Euras.Af.sept
<i>Globularia alypum L,</i>	Globulatiaceae	CH	LV	Med
<i>Helianthemum virgatum Desf,</i>	Cistaceae	CH	HV	Med
<i>Juniperus phoenicea L,</i>	Cupressaceae	Ph	LV	Med
<i>Launaea nudicaulis L.</i>	Astéraceae	HE	HV	Méd. Sah.-Sind.
<i>Micropus bombycinus L,</i>	Astéraceae	CH	HV	Eura
<i>Paronychia arabica L.</i>	Caryophyllaceae	TH	HA	E. Méd.
<i>Plantago albicans L.</i>	Plantaginacees	HE	HV	Méd.
<i>Poa bulbosa L</i>	Poaceae	He	HV	Eura
<i>Quercus ilex L,</i>	Fagaceae	Ph	LV	Med
<i>Reseda luteola gussoneil L</i>	Resedacées	TH	HA	Med
<i>Reseda neglecta L</i>	Resedacées	TH	HA	Med
<i>Rosmarinus tournefortii (Murb,)</i>	Lamiaceae	CH	LV	Med
<i>Schismus barbatus subsp calycinus</i>	Poaceae	TH	HA	Macar-Méd.
<i>Scolymus grandiflorus Desf.</i>	Astéraceae	TH	HA	Méd
<i>Scolymus hispanicus L.</i>	Astéraceae	TH	HA	Euryméd
<i>Stipa tenacissima L</i>	Poaceae	HE	HV	Ibero-maur
<i>Teucrium pollium subsp capitatum L</i>	Lamiaceae	CH	HV	Eur. Méd
<i>Thymus ciliatus Desf,</i>	Lamiaceae	Ch	LV	End N,A

Tableau n°52 : Inventaire floristique de la station d'El Biodh.

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Echinaria capitata L.</i>	Poaceae	TH	HA	Atl-Med
<i>Lygeum spartum L.</i>	Poaceae	GE	HV	Méd
<i>Poa bulbosa L.</i>	Poacées	HE	HV	Eura
<i>Paronychia arabica L.</i>	Caryophyllaceae	TH	HA	E. Méd.
<i>Atractylis serratuloides Sieb.</i>	Astéraceae	CH	LV	Sah.
<i>Thymus ciliatus Desf,</i>	Lamiaceae	CH	LV	End N, A
<i>Reseda neglecta L</i>	Resedacées	TH	HA	Med
<i>Bupleurum lucidum L</i>	Apiacées	TH	HV	Euro-Méd
<i>Plantago albicans L</i>	Plantaginacees	HE	HV	Méd.

Tableau n°53 : Inventaire floristique de la station de Draa el Aoud-El Biodh.

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Atriplex halimus L.</i>	Amaranthaceae	CH	LV	Cosmp
<i>Salsola vermiculata L.</i>	Amaranthaceae	CH	LV	Sah.Méd.
<i>Ammoides atlantica Coss,</i>	Apiaceae	HE	HV	End
<i>Atractylis serratuloides Sieb.</i>	Astéraceae	CH	LV	Sah.
<i>Centaurea pomeliana Batt,</i>	Astéraceae	HE	HV	/
<i>Filago spathulata.</i>	Astéraceae	TH	HA	Méd.
<i>Launaea nudicaulis L.</i>	Astéraceae	HE	HV	Méd. Sah.-Sind.
<i>Micropus bombycinus L,</i>	Astéraceae	CH	HV	Eura
<i>Alyssum parviflorum Fisch,</i>	Brassicaceae	Th	HA	Med
<i>Eruca vesicaria L.</i>	Brassicaceae	TH	HA	Méd.
<i>Minuartia montana L,</i>	Caryophyllaceae	Th	HA	E-M
<i>Paronychia arabica L.</i>	Caryophyllaceae	TH	HA	E. Méd.
<i>Paronychia, argentea L.</i>	Caryophyllaceae	Th	HA	Med
<i>Helianthemum apertum Pomel</i>	Cistaceae	Th	HA	End
<i>Helianthemum virgatum Desf,</i>	Cistaceae	CH	HV	Med
<i>Pinus halepensis L</i>	Pinaceae	PH	LV	Méd
<i>Avena sterilis L</i>	Poaceae	TH	HA	Méd-Irano-Tour
<i>Bromus rubens L.</i>	Poaceae	TH	HA	Paléo-sub-Trop
<i>Catapodium loliaceum (Huds,)</i>	Poaceae	Th	Ha	Med
<i>Dactylis glomerata L</i>	Poaceae	Ge	HV	Paléo-Temp
<i>Echinaria capitata L.</i>	Poaceae	TH	HA	Atl-Med
<i>Lygeum spartum L.</i>	Poaceae	GE	HV	Méd
<i>Schismus barbatus subsp calycinus</i>	Poaceae	TH	HA	Macar.-Méd.
<i>Peganum harmala L.</i>	Zygophyllacées	HE	HV	Iran-Tour.-Eur.

Tableau n°54 : Inventaire floristique de la station de Draa el aoud

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Centaurea pomeliana</i> Batt,	Astéraceae	He	HV	/
<i>Filago spathulata</i> var <i>desertorum</i> Pres.	Astéraceae	TH	HA	Méd.
<i>Launaea nudicaulis</i> L.	Astéraceae	HE	HV	Méd. Sah.-Sind.
<i>Micropus bombycinus</i> L,	Astéraceae	CH	HV	Eura
<i>Atractylis humilis</i>	Astéracées	HE	HV	Méd
<i>Teucrium pollium</i> subsp <i>capitatum</i> L	Lamiaceae	CH	HV	Eur. Méd
<i>Alyssum alpestre</i> subsp. <i>serpyllifolium</i>	Brassicaceae	CH	HV	Med
<i>Eruca vesicaria</i> L	Brassicaceae	TH	HA	Méd.
<i>Avena sterilis</i> L	Poaceae	TH	HA	Méd-Irano-Tour
<i>Catapodium loliaceum</i> (Huds,)	Poaceae	Th	Ha	Med
<i>Dactylis glomerata</i> L	Poaceae	Ge	HV	Paléo-Temp
<i>Echinaria capitata</i> L	Poaceae	TH	HA	Atl-Med
<i>Lygeum spartum</i> L.	Poaceae	GE	HV	Méd
<i>Poa bulbosa</i> L,	Poaceae	HE	HV	Eura
<i>Schismus barbatus</i> subsp <i>calycinus</i>	Poaceae	TH	HA	Macar.-Méd.
<i>Fumana thymifolia</i> L	Cistaceae	CH	LV	Euras.Af.sept
<i>Helianthemum apertum</i> Pomel	Cistaceae	Th	HA	End
<i>Helianthemum virgatum</i> (Desf.)	Cistaceae	CH	HV	Med
<i>Paronychia arabica</i> L.	Caryophyllaceae	TH	HA	E. Méd.

Tableau n°55 : Inventaire floristique de la station de Touadjer.

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Ajuga iva (t.) Schreber.</i>	Lamiaceae	HE	HV	Méd
<i>Astragalus armatus</i>	Fabaceae	TH	LV	End.N.A
<i>Astragalus caprinus</i>	Fabaceae	TH	HV	Med
<i>Bromus rubens L.</i>	Poaceae	TH	HA	Paléo-sub-Trop
<i>Chrysanthemum coronarium L.</i>	Astéraceae	TH	HA	Méd
<i>Cirsium syriacum L.</i>	Astéraceae	HE	HV	
<i>Echinops spinosus L</i>	Astéraceae	HE	HV	S-Méd-Sah
<i>Echium vulgare</i>	Boraginaceae	HE	HV	Méd
<i>Eruca vesicaria L.</i>	Brassicaceae	TH	HA	Méd.
<i>Ferula communis L</i>	Apiaceae	HE	HV	Méd
<i>Filago spathulata var desertorum Pres.</i>	Astéraceae	TH	HA	Méd.
<i>Helianthemum hirtum L.</i>	Cistaceae	TH	HA	End N.A
<i>Herniaria hirsuta</i>	Caryophyllaceae	TH	HA	Paléo-Temp
<i>Hordeum murinum L.</i>	Poaceae	TH	HA	Circum bor
<i>Lappula redowski L</i>	Boraginaceae	Th	HA	Tro
<i>Launaea nudicaulis L.</i>	Astéraceae	HE	HV	Méd. Sah.-Sind.
<i>Lygeum spartum L.</i>	Poaceae	GE	HV	Méd
<i>Malva aegyptiaca L.</i>	Malvacées	TH	HA	Sah-Sind.méd
<i>Marrhubium deserti</i>	Lamiaceae	HE	HV	Sah
<i>Noaea mucronata (Forsk) Asch.</i>	Amaranthaceae	CH	LV	Méd.-Iran-Tour.
<i>Paronychia, argentea L</i>	Caryophyllaceae	Th	HA	Med
<i>Peganum harmala L.</i>	Zygophyllacées	HE	HV	Iran-Tour.-Eur.
<i>Pinus halepensis L</i>	Pinaceae	PH	LV	Méd
<i>Plantago albicans L.</i>	Plantaginacees	HE	HV	Méd.
<i>Pulicaria odora L.</i>	Astéraceae	HE	HV	Med
<i>Resda lutea L.</i>	Résédaceae	TH	HA	Med
<i>Reseda alba L.</i>	Résédaceae	TH	HA	Euras
<i>Rosmarinus tournefortii Murb.</i>	Lamiaceae	CH	LV	Med
<i>Rumex pulcher L.</i>	Polygonaceae	TH	HA	Méd
<i>Salsola vermiculata L.</i>	Amaranthaceae	CH	LV	Sah.Méd.
<i>Salvia verbenaca L.</i>	Lamiaceae	HE	HV	Méd. Atl.
<i>Senecio vulgaris L.</i>	Astéraceae	TH	HA	Subcosm
<i>Spergularia diandra Guss.</i>	Caryophyllaceae	TH	HA	Sah-Sind Irano-Tour.
<i>Stipa parviflora Desf.</i>	Poaceae	HE	HV	Med
<i>Thymelaea microphylla Coss.</i>	Thymelaeaceae	CH	LV	End. N.A.

Tableau n°56 : Inventaire floristique de la station de Horachia.

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Salsola vermiculata</i> L.	Amaranthaceae	CH	LV	Sah.Méd.
<i>Ammoides atlantica</i>	Apiaceae	He	HV	End
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieb.	Astéraceae	CH	LV	Sah.
<i>Filago spathulata</i> var <i>desertorum</i> Pres.	Astéraceae	TH	HA	Méd.
<i>Micropus bombycinus</i> L.	Astéraceae	CH	HV	Eura
<i>Pulicaria odora</i> L.	Astéraceae	HE		Med
<i>Scolymus grandiflorus</i> Desf.	Astéraceae	TH	HA	Méd
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Astéraceae	TH	HA	Euryméd
<i>Senecio cineraria</i> L.	Astéraceae	CH	HV	Circumméd
<i>Senecio glaucus</i> ssp. <i>Coronopifolius</i> Desf.	Astéraceae	HE	HV	Macar. Méd.
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Astéraceae	TH	HA	Subcosm
<i>Silybum marianum</i> L.	Astéraceae	HE	HV	Cosm
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Astéraceae	TH	HA	Euras-N,A
<i>Xeranthemum inapertum</i> L.	Astéraceae	Th	HA	Med
<i>Alyssum parviflorum</i> Fisch.	Brassicaceae	Th	HA	Med
<i>Eruca vesicaria</i> L.	Brassicaceae	TH	HA	Méd.
<i>Minuartia campestris</i> L.	Caryophyllaceae	Th	HA	Med
<i>Paronychia arabica</i> L.	Caryophyllaceae	TH	HA	E. Méd.
<i>Paronychia, argentea</i> L	Caryophyllaceae	Th	HA	Med
<i>Spergularia diandra</i> Guss.	Caryophyllaceae	TH	HA	Sah-Sind Irano-Tour.
<i>Helianthemum apertum</i> Pomel	Cistaceae	Th	HA	End
<i>Teucrium pollium</i> subsp <i>capitatum</i> L.	Lamiaceae	CH	HV	Eur. Méd
<i>Thymus ciliatus</i> Desf,	Lamiaceae	Ch	LV	End N,A
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Lilaceae	GE	HV	Canar.Méd.
<i>Pinus halepensis</i> L	Pinaceae	PH	LV	Méd
<i>Bromus rubens</i> L.	Poaceae	TH	HA	Paléo-sub-Trop
<i>Catapodium loliaceum</i> Huds.	Poaceae	Th	Ha	Med
<i>Echinaria capitata</i> (L.	Poaceae	TH	HA	Atl-Med
<i>Lygeum spartum</i> L.	Poaceae	GE	HV	Méd
<i>Poa bulbosa</i> L.	Poaceae	He	HV	Eura
<i>Schismus barbatus</i> subsp <i>calycinus</i>	Poaceae	TH	HA	Macar.-Méd.
<i>Thymelaea hirsuta</i> Endl.	Thymelaeaceae	TH	HA	Méd
<i>Thymelaea microphylla</i>	Thymelaeaceae	CH	LV	End. N.A.
<i>Peganum harmala</i> L.	Zygophyllacées	HE	HV	Iran-Tour.-Eur.

Tableau n°57 : Inventaire floristique de la station de Suigua.

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Salsola vermiculata</i> L.	Amaranthaceae	CH	LV	Sah.Méd.
<i>Ammoides atlantica</i>	Apiaceae	He	HV	End
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieb.	Astéraceae	CH	LV	Sah.
<i>Centaurea pomeliana</i> Batt,	Astéraceae	He		/
<i>Filago spathulata</i> var <i>desertorum</i> Pres.	Astéraceae	TH	HA	Méd.
<i>Launaea nudicaulis</i> L.	Astéraceae	HE	HV	Méd. Sah.-Sind.
<i>Micropus bombycinus</i> L,	Astéraceae	CH	HV	Eura
<i>Scolymus grandiflorus</i> Desf.	Astéraceae	th	HA	Méd
<i>Scolymus hispanicus</i> L.	Astéraceae	th	HA	Euryméd
<i>Senecio cineraria</i> L.	Astéraceae	CH	HV	Circumméd
<i>Senecio glaucus</i> ssp.	Astéraceae	HE	HV	Macar. Méd.
<i>Senecio vulgaris</i> L.	Astéraceae	TH	HA	Subcosm
<i>Silybum marianum</i> L.	Astéraceae	HE	HV	Cosm
<i>Xanthium spinosum</i> L.	Astéraceae	TH	HA	Euras-N,A
<i>Xeranthemum inapertum</i> L.	Astéraceae	Th	HA	Med
<i>Eruca vesicaria</i> L.	Brassicaceae	TH	HA	Méd.
<i>Hutchinsia petraea</i> L.	Brassicaceae	Th	HA	Ibéro-Maur
<i>Minuartia montana</i> L,	Caryophyllaceae	Th	HA	E-M
<i>Paronychia, argentea</i> L.	Caryophyllaceae	Th	HA	Med
<i>Helianthemum apertum</i> Pomel	Cistaceae	Th	HA	End
<i>Helianthemum virgatum</i> Desf.	Cistaceae	CH	HV	Med
<i>Salvia verbenaca</i> L.	Lamiaceae	HE	HV	Méd. Atl.
<i>Asphodelus microcarpus</i>	Lilaceae	GE	HV	Canar.Méd.
<i>Pinus halepensis</i> L	Pinaceae	PH	LV	Méd
<i>Avena sterilis</i> L	Poaceae	TH	HA	Méd-Irano-Tour
<i>Bromus rubens</i> L.	Poaceae	TH	HA	Paléo-sub-Trop
<i>Catapodium loliaceum</i> Huds.	Poaceae	Th	Ha	Med
<i>Dactylis glomerata</i> L	Poaceae	Ge	HV	Paléo-Temp
<i>Echinaria capitata</i> L.	Poaceae	TH	HA	Atl-Med
<i>Lygeum spartum</i> L.	Poaceae	GE	HV	Méd
<i>Peganum harmala</i> L.	Zygophyllacées	HE	HV	Iran-Tour.-Eur.

Tableau n°58 : Inventaire floristique de la station de Ain Sefra.

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Atractylis serratuloides</i> Sieb.	Astéraceae	CH	LV	Sah.
<i>Centaurea pomeliana</i> Batt.	Astéraceae	He		/
<i>Filago spathulata</i> var <i>desertorum</i> Pres.	Astéraceae	TH	HA	Méd.
<i>Launaea nudicaulis</i> L.	Astéraceae	HE	HV	Méd. Sah.-Sind.
<i>Micropus bombycinus</i> L.	Astéraceae	CH	HV	Eura
<i>Pulicaria odora</i> L.	Astéracées	HE		Med
<i>Eruca vesicaria</i> L.	Brassicaceae	TH	HA	Méd.
<i>Paronychia, argentea</i> L.	Caryophyllaceae	Th	HA	Med
<i>Paronychia arabica</i> L.	Caryophyllacées	TH	HA	E. Méd.
<i>Helianthemum apertum</i> Pomel	Cistaceae	Th	HA	End
<i>Avena sterilis</i> L	Poaceae	TH	HA	Méd-Irano-Tour
<i>Bromus rubens</i> L.	Poaceae	TH	HA	Paléo-sub-Trop
<i>Catapodium loliaceum</i> Huds.	Poaceae	Th	Ha	Med
<i>Dactylis glomerata</i> L	Poaceae	Ge	HV	Paléo-Temp
<i>Echinaria capitata</i> L.	Poaceae	TH	HA	Atl-Med
<i>Lygeum spartum</i> L.	Poaceae	GE	HV	Méd
<i>Poa bulbosa</i> L.	Poacées	He	HV	Eura
<i>Schismus barbatus</i> subsp <i>calycinus</i>	Poacées	TH	HA	Macm.-Méd.

Tableau n°59 : Inventaire floristique de la station de Mekalis

Taxons	Familles	TB	TM	T.B.G
<i>Eruca vesicaria</i> L.	Brassicaceae	TH	HA	Méd.
<i>Paronychia, argentea</i> L.	Caryophyllaceae	Th	HA	Med
<i>Asphodelus microcarpus</i> .	Lilaceae	GE	HV	Canar.Méd.
<i>Aristida pugens</i>	Poaceae	GE	HV	End-Alg-Tun
<i>Avena sterilis</i> L.	Poaceae	TH	HA	Méd-Irano-Tour
<i>Bromus rubens</i> L.	Poaceae	TH	HA	Paléo-sub-Trop
<i>Catapodium loliaceum</i> Huds.	Poaceae	Th	Ha	Med
<i>Lygeum spartum</i> L.	Poaceae	GE	HV	Méd
<i>Poa bulbosa</i> L,	Poacées	He	HV	Eura
<i>Schismus barbatus</i> subsp <i>calycinus</i>	Poacées	TH	HA	Macm.-Méd.

Tableau n°60 : Contribution des espèces de la zone d'étude.

Codes	Taxons	Axe1	Axe2	Axe3
A01	<i>Ajuga iva (t.)</i>	2,183	0,553	-0,088
A02	<i>Alyssum alpestre</i>	-0,785	1,017	-0,483
A03	<i>Alyssum parviflorum</i>	-0,303	-0,741	-0,118
A04	<i>Ammoides atlantica</i>	-0,199	-0,868	0,005
A05	<i>Arabis auriculata</i>	-0,113	-0,916	-0,138
A06	<i>Aristida pugens</i>	-0,397	-0,692	0,47
A07	<i>Artemisia herba-alba</i>	-0,876	1,859	-0,371
A08	<i>Asphodelus microcarpus</i>	-0,262	-0,851	0,401
A09	<i>Astragalus armatus</i>	2,183	0,553	-0,088
A10	<i>Astragalus caprinus</i>	2,183	0,553	-0,088
A11	<i>Atractylis humilis</i>	-0,694	0,175	-0,595
A12	<i>Atractylis serratuloides Sieb.</i>	-0,253	-0,648	0,438
A13	<i>Atriplex halimus L.</i>	-0,392	-0,606	-0,343
A14	<i>Avena sterilis</i>	-0,461	-0,12	-0,216
B01	<i>Bromus rubens</i>	0,063	-0,573	-0,045
B02	<i>Bupleurum lucidum L</i>	-0,543	1,107	6,616
C01	<i>Catapodium loliaceum L</i>	-0,44	-0,239	-0,166
C02	<i>Centaurea pomeliana Batt,</i>	-0,551	0,319	-0,308
C03	<i>Chrysanthemum coronarium L.</i>	2,183	0,553	-0,088
C04	<i>Cirsium syriacum L,</i>	2,183	0,553	-0,088
C05	<i>Cistus salvifolius</i>	-0,876	1,859	-0,371
D01	<i>Dactylis glomerata L</i>	-0,549	0,217	-0,332
D02	<i>Daphne gnidium.</i>	-0,876	1,859	-0,371
E01	<i>Echinaria capitata L</i>	-0,39	-0,344	-0,18
E02	<i>Echinops spinosus L</i>	2,183	0,553	-0,088
E03	<i>Echium vulgare</i>	2,183	0,553	-0,088
E04	<i>Eruca vesicaria L</i>	-0,154	-0,028	0,114
F01	<i>Ferula communis L</i>	0,435	1,299	-0,25
F02	<i>Filago spathulata</i>	0,025	-0,486	-0,098
F03	<i>Fumana thymifolia L</i>	-0,798	1,137	-0,467
G01	<i>Globularia alypum</i>	-0,876	1,859	-0,371
H01	<i>Helianthemum apertum</i>	-0,325	-0,594	-0,14
H02	<i>Helianthemum hirtum L</i>	2,183	0,553	-0,088

H03	<i>Helianthemum virgatum (Desf.)</i>	-0,512	-0,001	-0,38
H04	<i>Herniaria hirsuta</i>	2,183	0,553	-0,088
H05	<i>Hordeum murinum L.</i>	2,183	0,553	-0,088
H06	<i>Hutchinsia petraea</i>	-0,113	-0,916	-0,138
J01	<i>Juniperus phoenicea</i>	-0,876	1,859	-0,371
L01	<i>Lappula redowski L</i>	2,183	0,553	-0,088
L02	<i>Launaea nudicaulis L.</i>	-0,116	0,049	-0,317
L03	<i>Lygeum spartum L.</i>	0,132	-0,29	0,426
M01	<i>Malva aegyptiaca L.</i>	2,183	0,553	-0,088
M02	<i>Marrhubium deserti</i>	2,183	0,553	-0,088
M03	<i>Micropus bombicinus</i>	-0,487	-0,012	-0,27
M04	<i>Minuartia campestris</i>	-0,127	-1,01	0,332
M05	<i>Minuartia montana L,</i>	-0,336	-0,668	-0,302
N01	<i>Noaea mucronata (Forsk)</i>	2,183	0,553	-0,088
P01	<i>Paronychia arabica L.</i>	-0,419	-0,238	0,299
P02	<i>Paronychia, argentea L</i>	0,336	-0,309	-0,088
P03	<i>peganum harmala</i>	0,677	-0,3	-0,112
P04	<i>Pinu halepensis</i>	-0,14	0,09	-0,228
P05	<i>Plantago albicans L</i>	0,381	1,261	0,441
P06	<i>Poa bulbosa L,</i>	-0,468	0,178	0,555
P07	<i>Pulicaria odora L,</i>	0,361	-0,391	0,069
Q01	<i>Quercus ilex</i>	-0,876	1,859	-0,371
R01	<i>Resda lutea L,</i>	2,183	0,553	-0,088
R02	<i>Reseda alba L.</i>	2,183	0,553	-0,088
R03	<i>Reseda luteola gussoneil L</i>	-0,876	1,859	-0,371
R04	<i>Reseda neglecta L</i>	-0,765	1,608	1,958
R05	<i>Rosmarinus tournefortii</i>	-0,876	1,859	-0,371
R06	<i>Rumex pulcher L.</i>	2,183	0,553	-0,088
S01	<i>Salsola vermiculata</i>	0,61	-0,423	0,039
S02	<i>Salvia verbenaca L.</i>	1,035	-0,182	-0,113
S03	<i>Schismus barbatus subsp</i>	-0,532	0,175	-0,196
S04	<i>Scolymus grandiflorus Desf.</i>	-0,247	-0,501	0,058
S05	<i>Scolymus hispanicus L</i>	-0,372	-0,022	-0,059
S06	<i>Senecio cineraria L</i>	-0,122	-0,973	0,144
S07	<i>Senecio glaucus ssp. M.</i>	-0,12	-0,963	0,097

S08	<i>Senecio vulgaris L.</i>	0,867	-0,313	0,018
S09	<i>Silybum marianum L</i>	-0,122	-0,973	0,144
S10	<i>Spergularia diandra (Guss.)</i>	1,259	-0,072	0,08
S11	<i>Stipa parviflora Desf,</i>	2,183	0,553	-0,088
S12	<i>Stipa tenacissima</i>	-0,876	1,859	-0,371
T01	<i>Teucrium polium</i>	-0,55	0,362	-0,164
T02	<i>Thymelaea hirsuta Endl.</i>	-0,127	-1,01	0,332
T03	<i>Thymelaea microphylla</i>	1,259	-0,072	0,08
T04	<i>Thymus ciliatus</i>	-0,51	0,561	1,308
X01	<i>Xanthium spinosum L.</i>	-0,122	-0,973	0,144
X02	<i>Xeranthemum inapertum</i>	-0,122	-0,973	0,144