

UNIVERSITE KASDI MERBAH, OUARGLA

FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE
ET DES SCIENCES DE LA TERRE ET DE L'UNIVERS

DEPARTEMENT DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE



Mémoire
Master Académique

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Ecologie et Environnement

Spécialité : Sciences de l'environnement

Présenté par : - HADJ BENAMANE amira
- KHALFALLAH mebarka

Thème

*Etude de l'influence de la variabilité climatique sur le
comportement de la végétation dans la région de Ouargla*

Soutenu publiquement
Le : 16 / 06 / 2013

Devant le jury :

| | | | |
|-----------------------|--------|-----------|-------------|
| Mme BISSATI Samia | Pr. | Président | UKM Ouargla |
| Mme MEDJBER T. Torkia | MA (A) | Encadreur | UKM Ouargla |
| M. AZIB Salim | MA (A) | Examineur | UKM Ouargla |

Année Universitaire : 2012 /2013

Remerciement

LOUANGE à ALLAH, seigneur de l'univers, le tous puissant et miséricordieux, qui nous a inspiré et comblé de bienfaits, on lui rend grâce

Au terme de ce travail, qu'il nous soit permis d'exprimer nos plus vifs remerciements à :

Avant tout nous tenons tout particulièrement à témoigner notre profonde à gratitude à notre promoteur Mme MEDJBER, Maître Assistante à l'université KASDI MERBAH-OUARGLA. Pour l'honneur qu'elle nous a fait en dirigeant et en orientant de réaliser ce travail, pour sa compréhension et sa patience avec nous tout au long de l'élaboration de ce mémoire ;

Mme BISSATI Samia (Professeur à l'U.K.M.-Ouargla-), pour l'honneur qu'elle nous a fait de présider le jury et d'évaluer ce mémoire ; qu'elle trouve ici l'expression de notre grande reconnaissance ;

M. AZIB Salim (Maître assistant à l'U.K.M.-Ouargla-), pour avoir procédé à juger et d'apporter son appréciation de qualité à notre travail, on lui adresse nos respectueuses considérations ;

On adresse nos respectueux remerciements à Mme YUCEF F, Melle SALHI N, Mr IDDOUD, Mr BOUALLALLA A, Mr MENSOUS M, Mr CHAABNA A, Mr BENSALÉM S, Mr HOUSSAM maitres assistants à l'université KASDI MERBAH(OUARGLA).

Sans oublier :

Mr MILOUD : maire de l'APC de Hassi Ben Abdallah

Mr Nadjib : ACV de Hassi Ben Abdallah

Mr TALBI N : ingénieur à l'O.N.M de OUARGLA

Mr MABROUK : directeur à l'O.N.M de L'I.T.D.A.S

Mlle BAAZINE : agent à la DSA

Mr GOUSSEMI, Mr BELAHCENE

Nos chaleureux remerciements vont aussi à tous nos collègues de la 1ère promotion (ECOLOGIE), à tous nos amis de l'institut Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance et nos remerciements à tous ce qui ont contribué de près comme de loin par leur soutien pour la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace :

Je remercie avant tout ALLAH le tout puissant, de m'avoir guidé toutes mes années d'étude, et de m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail

*Je dédie ce modeste travail à toute ma famille, mes chers parents surtout, pour leurs encouragements tout au long de ma carrière d'étude, et pour leur soutien quotidien
A ma chère sœur Lydia et mon adorable frère Hakim
A ma chère grand-mère Aziza ainsi, à ma tante Nora
A toute ma famille HADJ.BENAMANE, HAMMANI, DOMINGOS, NAFA, mes anges adorés Zahra et Yasmin, mes cousins et cousines et ceux qui me sont chers
Ainsi aux amis et collègues de mon Père
A tous mes amis(es) et collègues de l'institut.
A Ma chère binôme Mebarka*

Amira

Dédicace :

Je remercie avant tout ALLAH le tout puissant, de m'avoir guidé toute mes années d'étude, et de m'avoir donné la volonté, la patience et le courage pour terminer ce travail

Je dédie ce modeste travail à toute ma famille, mes chers parents, pour leurs efforts déployés sans relâche durant toute ma vie ayant conjugué tous leurs sentiments pour ma meilleure prise en charge dans le cadre de mes études et formation et le savoir

A mes frères et sœurs : Bachir et Maroua ayant aussi contribué de part leurs encouragements, soutien pour que naisse ma réussite

A toute ma famille KHALFALLAH, OTHEMANI, mes cousins et cousines

Aux amis et collègues de mon père

Ainsi qu'à tous mes amis et collègues de l'institut

A Ma chère binôme Amira

Mebarka

Liste des figures

| <i>Figure</i> | <i>Titre</i> | <i>page</i> |
|---------------|---|-------------|
| Figure N° 01 | situation géographique et limites administratives de la wilaya de Ouargla | 15 |
| Figure N° 02 | Variation mensuelle de la température maximale de la station de Ouargla 1993-2011 | 25 |
| Figure N° 03 | Variation mensuelle de la température minimale de la station de Ouargla 1993-2011 | 25 |
| Figure N° 04 | Variation mensuelle de la température moyenne de la station de Ouargla 1993-2011 | 26 |
| Figure N° 05 | Variation mensuelle de l'humidité de la station de Ouargla 1993-2011 | 26 |
| Figure N° 06 | Variation mensuelle de l'évaporation de la station de Ouargla 1993-2011 | 26 |
| Figure N° 07 | Variation mensuelle du cumul des précipitations de la station de Ouargla 1993-2011 | 26 |
| Figure N° 08 | Variation mensuelle de la vitesse du vent de la station de Ouargla 1993-2011 | 26 |
| Figure N° 09 | Variation saisonnière de la température maximale de la station de Ouargla 1993-2011 | 28 |
| Figure N° 10 | Variation saisonnière de la température minimale de la station de Ouargla 1993-2011 | 28 |
| Figure N° 11 | Variation saisonnière de la température moyenne de la station de Ouargla 1993-2011 | 28 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Figure N° 12 | Variation saisonnière de l'humidité de la station de Ouargla 1993-2011 | 28 |
| Figure N° 13 | Variation saisonnière de l'évaporation de la station de Ouargla 1993-2011 | 29 |
| Figure N° 14 | Variation saisonnière du cumul des précipitations de la station de Ouargla 1993-2011 | 29 |
| Figure N° 15 | Variation saisonnière de la vitesse du vent de la station de Ouargla 1993-2011 | 29 |
| Figure N° 16 | Variation annuelle des températures (T max, T min, T moy) de la station de Ouargla 1993-2011 | 30 |
| Figure N° 17 | Variation annuelle de l'humidité et du cumul des précipitations de la station de Ouargla 1993-2011 | 30 |
| Figure N° 18 | Variation annuelle de l'évaporation et de la vitesse du vent de la station de Ouargla 1993-2011 | 31 |
| Figure N° 19 | Variation mensuelle de la température maximale de la station de HBA 1993-2011 | 36 |
| Figure N° 20 | Variation mensuelle de la température minimale de la station de HBA 1993-2011 | 36 |
| Figure N° 21 | Variation mensuelle de la température moyenne de la station de HBA 1993-2011 | 36 |
| Figure N° 22 | Variation mensuelle de l'humidité de la station de HBA 1993-2011 | 36 |
| Figure N° 23 | Variation mensuelle de l'évaporation de la station de HBA 1993-2011 | 37 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Figure N° 24 | Variation mensuelle du cumul des précipitations de la station de HBA 1993-2011 | 37 |
| Figure N° 25 | Variation mensuelle de la vitesse du vent de la station de HBA 1993-2011 | 37 |
| Figure N° 26 | Variation saisonnière de la température maximale de la station de HBA 1993-2011 | 39 |
| Figure N° 27 | Variation saisonnière de la température minimale de la station de HBA 1993-2011 | 39 |
| Figure N° 28 | Variation saisonnière de la température moyenne de la station de HBA 1993-2011 | 39 |
| Figure N° 29 | Variation saisonnière de l'humidité de la station de HBA 1993-2011 | 39 |
| Figure N° 30 | Variation saisonnière de l'évaporation de la station de HBA 1993-2011 | 39 |
| Figure N° 31 | Variation saisonnière du cumul des précipitations de la station de HBA 1993-2011 | 39 |
| Figure N° 32 | Variation saisonnière de la vitesse du vent de la station de HBA 1993-2011 | 39 |
| Figure N° 33 | Variation annuelle des températures (T max, T min, T moy) de la station de HBA 1993-2011 | 41 |
| Figure N° 34 | Variation annuelle de l'humidité et du cumul des précipitations de la station de HBA 1993-2011 | 41 |
| Figure N° 35 | Variation annuelle de l'évaporation et de la vitesse du vent de la station de HBA 1993-2011 | 41 |

| | | |
|--------------|--|----|
| Figure N° 36 | Comparaison de la température maximale annuelle entre les deux stations 1993-2011 | 51 |
| Figure N° 37 | Comparaison de la température minimale annuelle entre les deux stations 1993-2011 | 52 |
| Figure N° 38 | Comparaison de la température moyenne annuelle entre les deux stations 1993-2011 | 52 |
| Figure N° 39 | Comparaison de l'humidité annuelle entre les deux stations 1993-2011 | 52 |
| Figure N° 40 | Comparaison de l'évaporation annuelle entre les deux stations 1993-2011 | 52 |
| Figure N° 41 | Comparaison du cumul des précipitations annuelle entre les deux stations 1993-2011 | 52 |
| Figure N° 42 | Comparaison de la vitesse du vent annuelle entre les deux stations 1993-2011 | 52 |
| Figure N° 43 | Comparaison de la température maximale mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011 | 57 |
| Figure N° 44 | Comparaison de la température minimale mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011 | 57 |
| Figure N° 45 | Comparaison de la température moyenne mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011 | 57 |
| Figure N° 46 | Comparaison de l'humidité mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011 | 57 |
| Figure N° 47 | Comparaison de l'évaporation mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011 | 57 |

| | | |
|--------------|---|----|
| Figure N° 48 | Comparaison du cumul des précipitations mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011 | 57 |
| Figure N° 49 | Comparaison de la vitesse du vent mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011 | 58 |
| Figure N° 50 | Diagramme ombrothermique de la région de Ouargla durant la période 1993-2011 | 62 |
| Figure N° 51 | Diagramme ombrothermique de la région de HBA durant la période 1993-2011 | 62 |

Liste des tableaux

| <i>Tableau</i> | <i>Titre</i> | <i>page</i> |
|----------------|---|-------------|
| Tableau N°01 | Indice d'aridité et le quotient pluviothermique pour les des deux stations (S1) et (S2) Durant la période 1993-2011 | 61 |
| Tableau N°02 | Présence, abondance, recouvrement et fréquence des espèces de la palmeraie 1 | 66 |
| Tableau N°03 | Présence, abondance, recouvrement et fréquence des espèces de la palmeraie 2 | 67 |
| Tableau N°04 | Présence, abondance, recouvrement et fréquence des espèces de la palmeraie 3 | 68 |
| Tableau N°05 | Présence, abondance, recouvrement et fréquence des espèces de la palmeraie de HBA | 70 |
| Tableau N°06 | Présence, abondance, recouvrement et fréquence des espèces des milieux naturels | 73 |
| Tableau N°07 | La richesse stationnelle des palmeraies de HBA | 74 |
| Tableau N°08 | La richesse stationnelle du milieu naturel | 74 |
| Tableau N°09 | Indices de Jaccard des palmeraies de HBA | 74 |
| Tableau N°10 | La distance de Hamming des palmeraies de HBA | 75 |
| Tableau N°11 | Indices de Jaccard du milieu naturel | 75 |
| Tableau N°12 | La distance de Hamming du milieu naturel | 76 |
| Tableau N°13 | La richesse stationnelle des palmeraies de HBA et du milieu naturel | 76 |

| | | |
|---------------|---|----|
| Tableau N° 14 | Indices de Jaccard des palmeraies de HBA et du milieu naturel | 76 |
| Tableau N° 15 | La distance de Hamming des palmeraies de HBA et du milieu naturel | 77 |

Liste des photos

| <i>N°</i> | <i>Intitule des photos</i> | <i>page</i> |
|------------|---|-------------|
| photo N°01 | Image satellitaire des deux stations Ouargla et HBA | 15 |
| Photo N°02 | Stations météorologiques de Ouargla et Hassi Ben Abdallah | 16 |

Liste des Annexes

| <i>N°</i> | <i>Annexe</i> |
|-------------|--|
| Annexe N°01 | Données climatiques de la région de Ouargla 1993-2011 |
| Annexe N°02 | Données climatiques de la région de Hassi Ben Abdallah 1993-2011 |
| Annexe N°03 | Comparaison des données annuelles des deux stations 1993-2011 |
| Annexe N°04 | Comparaison des données mensuelles des deux stations durant la période 1993-2011 |
| Annexe N°05 | Données saisonnières de Ouargla 1993-2011 |
| Annexe N°06 | Données saisonnières de Hassi Ben Abdallah 1993-2011 |
| Annexe N°07 | Données climatiques les deux régions durant la période 1993-2011 |
| Annexe N°08 | Définition de quelques termes |

Liste des abréviations

| <i>Abréviation</i> | <i>Signification</i> |
|--------------------|---|
| S1 | Station météorologique de Ouargla |
| S2 | Station météorologique de Hassi Ben Abdallah |
| HBA | Hassi Ben Abdallah |
| APC | Assemblée Populaire Communale |
| I.T.D.A.S | Institut Technique de Développement de l'Agriculture Saharienne |
| Jan | Janvier |
| Fév | Février |
| Juil | Juillet |
| Sep | Septembre |
| Oct | Octobre |
| Nov | Novembre |
| Dec | Décembre |
| Fig | Figure |
| T max | Température maximale |
| T min | Température minimale |
| T moy | Température moyenne |
| H | Humidité moyenne |
| V | Vitesse de vent |

| | |
|----------------|--|
| ETP | Evapotranspiration potentielle |
| Evap | Evaporation |
| P | Précipitations |
| I | Indice d'aridité de DE MARTONNE |
| Q ₂ | Quotient pluviométrique d'EMBERGER |
| Tab | Tableau |
| * | Cumul |
| m | La température minimale du mois le plus froid |
| R | Relevé |
| Pr | Présence |
| Ab | Abondance |
| Rec | Recouvrement |
| Fr | Fréquence |

| | |
|--------------------|----|
| Introduction | 01 |
|--------------------|----|

Première partie

Chapitre I : Présentation du milieu physique

| | |
|---|----|
| I-1-le Sahara septentrional | 03 |
| I-1.1. La géomorphologie | 03 |
| I-1.2. La géologie | 03 |
| I-1.4. L'hydrologie | 03 |
| I-1.4.1. L'hydrologie superficielle | 03 |
| I-1.4.2. L'hydrogéologie | 03 |

Chapitre II: Généralité sur le climat

| | |
|--|----|
| II.1. Définition du climat | 04 |
| II.2. Facteurs et éléments du climat | 04 |
| II.3. Les échelles du climat | 04 |
| a. Les climats zonaux ou généraux..... | 04 |
| b. Les climats régionaux ou macroclimats | 05 |
| c. Les climats locaux ou mésoclimats..... | 05 |
| d. Les microclimats | 05 |
| e. Les bioclimats..... | 05 |
| II.4. Les variations climatiques | 06 |
| II.5. Influence du climat sur la végétation | 06 |
| II.6. L'influence de la végétation sur le climat | 07 |
| II.7. Les caractéristiques régionales..... | 07 |

Chapitre III: La palmeraie et ses composantes

| | |
|---|----|
| III.1. la palmeraie | 09 |
| III. 1.1. Définition | 09 |
| III.1.2. Répartition géographique des palmeraies | 09 |
| III.1.3. L'oasis de Ouargla | 09 |
| III.1.4. Les cultures sous-jacentes au niveau de la palmeraie | 09 |
| III.1.5. L'irrigation au niveau de la palmeraie | 10 |
| III.1.6. Structure de la palmeraie | 10 |
| III.1.7. Importance de la palmeraie | 10 |
| III.1.7.1. Importance socio-économique | 10 |
| III.1.7.2. Importance écologique..... | 10 |
| III.2. Microclimat et méso climat de la palmeraie | 11 |
| III.3. Brise-vent au niveau de la palmeraie | 12 |
| III.4.La faune des palmeraies..... | 12 |
| III.5. La flore des palmeraies | 13 |
| III.6. Le couvert végétal | 13 |

Deuxième partie

Chapitre I: Matériels et Méthodologie de Travail

| | |
|---|----|
| I.1. Présentation des régions d'étude | 14 |
| I.1.1. Choix des stations d'étude..... | 14 |
| I.1.2. Caractéristiques des stations d'étude | 14 |
| I.1.2.1. Présentation de la wilaya de Ouargla | 14 |
| I.1.2.1.1. Situation géographique | 14 |
| I.1.2.2. Présentation de Hassi Ben Abdallah | 14 |
| I.1.2.2.1. Situation géographique | 14 |
| I.2. La station météorologique de Ouargla | 16 |
| I.3. La station météorologique de l'I.T.D.A.S de Hassi Ben Abdallah | 16 |
| I.4. La palmeraie de belahcene | 17 |
| I.5. Matériels utilisés | 17 |
| I.6. Les méthodes d'étude du climat | 17 |
| I.6.1. La méthode externe ou séparative | 17 |
| I.6.2. La méthode interne ou synthétique | 17 |
| I.7. Degré de précision des données climatiques | 18 |
| I.8. Période d'étude | 18 |
| I.9. Traitement des données | 18 |
| I.9.1. Synthèse numérique | 18 |
| I.9.1.1. L'indice d'aridité de DE martonne | 18 |
| I.9.1.2. Le quotient pluviothermique d'Emberger..... | 19 |
| I.9.2. Synthèse graphique..... | 19 |
| I.9.2.1. Diagramme ombrothermique | 19 |
| I.9.2.2. Climagramme d'EMBERGER | 19 |
| I.10. Analyse statistique des résultats (Test STUDENT)..... | 20 |
| I.11. Méthode d'étude de la végétation | 20 |
| I.12. Traitement des données | 21 |
| I.12.1. Abondance..... | 21 |
| I.12.2. Fréquence d'une espèce | 21 |
| I.12.3. Recouvrement..... | 21 |
| I.13. Coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet | 21 |
| I.14. Richesse stationnelle | 22 |
| I.15. Coefficient de similitude floristique de Jaccard | 22 |
| I.16. La distance de Hamming | 23 |

Chapitre II : Résultats et Discussion

| | |
|--|----|
| II.1. Analyse des résultats climatiques de la station de Ouargla (S1)..... | 24 |
| II.1.1. Analyse des résultats mensuels | 24 |
| II.1.1.1. La température | 24 |
| II.1.1.1.1. La température maximale..... | 24 |

| | |
|--|----|
| II.1.1.1.2. La température minimale | 24 |
| II.1.1.1.3. La température moyenne | 24 |
| II.1.1.2. L'humidité | 24 |
| II.1.1.3. L'évaporation | 25 |
| II.1.1.4. Les précipitations | 25 |
| II.1.1.5. La vitesse du vent | 25 |
| II.1.2. Analyse des résultats saisonniers | 27 |
| II.1.2.1. La température | 27 |
| II.1.2.1.1. La température maximale | 27 |
| II.1.2.1.2. L température minimale | 27 |
| II.1.2.1.3. La température moyenne | 27 |
| II.1.2.2. L'humidité | 27 |
| II.1.2.3. L'évaporation | 27 |
| II.1.2.4. Les précipitations | 27 |
| II.1.2.5. La vitesse du vent | 28 |
| II.1.3. Analyse des résultats annuels | 29 |
| II.1.3.1. La température | 29 |
| II.3.1.1. La température maximale..... | 29 |
| II.1.3.1.2. La température minimale | 29 |
| II.1.3.1.3. La température moyenne | 30 |
| II.1.3.2. L'humidité | 30 |
| II.1.3.3. L'évaporation | 30 |
| II.1.3.4. Les précipitations..... | 30 |
| II.1.3.5. La vitesse du vent | 30 |
| Discussion | 31 |
| Conclusion | 34 |
| II.2. Analyse des résultats climatiques de la station de Hassi Ben Abdallah (S2) | 35 |
| II.2.1. Analyse des résultats mensuels | 35 |
| II.2.1.1. La température | 35 |
| II.2.1.1.1. La température maximale..... | 35 |
| II.2.1.1.2. La température minimale..... | 35 |
| II.2.1.1.3. La température moyenne | 35 |
| II.2.1.2. L'humidité | 35 |
| II.2.1.3. L'évaporation | 35 |
| II.2.1.4. Les précipitations | 35 |
| II.2.1.5. La vitesse du vent | 36 |
| II.2.2. Analyse des résultats saisonniers | 37 |
| II.2.2.1. La température | 37 |
| II.2.2.1.1. La température maximale | 38 |
| II.2.2.1.2. L température minimale | 38 |
| II.2.2.1.3. La température moyenne | 38 |
| II.2.2.3. L'humidité | 38 |
| II.2.2.4. L'évaporation | 38 |

| | |
|--|----|
| II.2.2.5. Les précipitations | 38 |
| II.2.2.6. La vitesse du vent | 38 |
| II.2.3. Analyse des résultats annuels | 40 |
| II.2.3.1. La température | 40 |
| II.2.3.1.1. La température maximale | 40 |
| II.2.3.1.2. La température minimale..... | 40 |
| II.2.3.1.3. La température moyenne | 40 |
| II.2.3.2. L'humidité | 40 |
| II.2.3.3. L'évaporation..... | 40 |
| II.2.3.4 Les précipitations | 41 |
| II.2.3.5. La vitesse du vent | 41 |
| Discussion | 43 |
| Conclusion | 47 |
| II.3. L'étude comparative des résultats climatiques mensuels et annuels des deux stations (S1) et (S2) 1993-2011 | 48 |
| II.3.1. L'analyse comparative des résultats mensuels..... | 48 |
| II.3.1.1. La température..... | 48 |
| II.3.1.1.1. La température maximale..... | 48 |
| II.3.1.1.2. La température minimale | 48 |
| II.3.1.1.3. La température moyenne | 48 |
| II.3.1.2. L'humidité | 48 |
| II.3.1.3. L'évaporation | 49 |
| II.3.1.4. Les précipitations | 49 |
| II.3.1.5. La vitesse du vent | 49 |
| II.3.2. Analyse des résultats annuels..... | 49 |
| II.3.2.1. La température..... | 49 |
| II.3.2.1.1. La température maximale..... | 49 |
| II.3.2.1.2. La température minimale | 49 |
| II.3.2.1.3. La température moyenne | 50 |
| II.3.2.2. L'humidité | 50 |
| II.3.2.3. L'évaporation | 50 |
| II.3.2.4. Les précipitations | 51 |
| II.3.2.5. La vitesse du vent | 51 |
| Discussion | 53 |
| Conclusion | 54 |
| II.4. Etude comparative des deux stations durant la période 1993-2011..... | 54 |
| II.4.1. La température | 54 |
| II.4.1.1. La température maximale | 54 |
| II.4.1.2. La température minimale | 55 |
| II.4.1.3. La température moyenne | 55 |
| II.4.2. L'humidité | 55 |
| II.4.3. L'évaporation | 56 |
| II.4.4. Les précipitations | 56 |
| II.4.5. La vitesse du vent | 56 |

| | |
|---|----|
| Discussion | 58 |
| Conclusion | 60 |
| II.5. Synthèse climatique | 61 |
| II.5.1. Synthèse numérique | 62 |
| II.5.1.1. Résultats | 62 |
| II.5.2. Synthèse graphique | 62 |
| II.5.2.1. Diagramme ombrothermique..... | 62 |
| II.5.2.2. Cliamgramme d'Emberger | 62 |
| Discussion | 63 |
| Conclusion | 63 |
| II.6. Analyse des résultats floristique des palmeraies de Hassi Ben Abdallah et du milieu naturel | 64 |
| II.6.1. Analyse des résultats des palmeraies de Hassi Ben Abdallah | 64 |
| II.6.1.1. Palmeraie 1 | 64 |
| II.6.1.2. Palmeraie 2 | 64 |
| II.6.1.3. Palmeraie 3 | 65 |
| II.6.1.4. Analyse des résultats de la zone de HBA | 69 |
| II.6.5. Analyse des résultats du milieu naturel..... | 72 |
| II.7.La richesse stationnelle | 74 |
| II.7.1.palmeraies de Hassi Ben Abdallah | 74 |
| II.7.2. Milieu naturel | 74 |
| II.8. Indice de Jaccard | 74 |
| II.8.1. palmeraies de Hassi Ben Abdallah | 74 |
| II.8.2. Milieu naturel | 75 |
| II.9. Comparaison entre palmeraies et milieu naturel..... | 76 |
| II.9.1. La Richesse stationnelle relative par biotope..... | 76 |
| II.9.2. Indice de Jaccard | 76 |
| Discussion des résultats des palmeraies de Hassi Ben Abdallah et du milieu naturel..... | 77 |
| Conclusion..... | 80 |
| Discussion générale..... | 81 |
| Conclusion générale..... | 89 |
| Références | |
| Annexes | |

INTRODUCTION

Le Sahara septentrional est un désert atténué (OZENDA, 1977) ; avec 7 millions de km² ; il est le plus grand des déserts, mais également le plus expressif et typique par son extrême aridité (OZENDA, 1991). Il est caractérisé par des conditions édapho-climatiques très contraignantes à la survie spontanée des espèces végétales qui, pour y subsister, doivent être adaptées aux conditions désertiques les plus rudes (LE HOUEROU, 1990).

Selon GUYOT(1999), la climatologie est la discipline scientifique relative au climat. Elle a pour objet la caractérisation et la classification des différents types de climats, leurs localisations géographiques, l'étude des causes de leur diversification en un lieu donné et l'analyse de leur variabilité temporelle.

Le climat a été défini en termes généraux comme «ensemble des états habituels et fluctuants de l'atmosphère qui, dans leur succession saisonnière, caractérisent, une région ou un site» (PAYEN et *al.*, 1990).

Le climat agit à tout moment sur les êtres vivants qui sont exposés à son influence ; l'étude de ses modes d'action est intéressante en soit et également parce qu'elle permet d'envisager de nombreuses applications de la climatologie (ARLERY et *al.*, 1973).

Selon EUGENE (2002), tout organisme est soumis dans le milieu ou il vit aux actions conjuguées de facteurs physiques (chaleur, humidité, lumière), ce sont les facteurs écologiques, qui agissent directement sur les êtres vivants.

La végétation a un aspect en général nu et isolé, les herbes n'y apparaissent que pendant une période très brève de l'année, quand les conditions deviennent favorables (CHEHMA, 2006).

La flore saharienne avec 480 espèces (MAIRE, 1933) apparait comme très pauvre si l'on compare le petit nombre d'espèces qui habitent ce désert à l'énormité de la surface qu'il couvre (OZENDA, 1983).

Dans la cuvette de Ouargla comme partout au Sahara, la flore est très pauvre toute fois le peuplement végétal de la région est soit des répliques de périodes plus humides qui ont réussies à se maintenir, soit des espèces méditerranéennes ou tropicales qui se sont adaptées au désert grâce à l'apparition des caractères physiologiques ou morphologiques nouveaux (DJERROUDI et *al.*, 1994).

La palmeraie depuis longtemps est l'écosystème favorable à la vie au Sahara .En effet, le

couvert végétal permet à la fois de faire face à l'hostilité du désert par la création d'un méso-climat conforme, et d'y satisfaire les besoins alimentaires et énergétiques nécessaires pour une adaptation à la vie oasienne (IDDER, 1998).

La flore de la palmeraie était depuis longtemps un sujet d'étude de plusieurs travaux du fait qu'elle est constituée par le palmier dattier, les cultures maraichères et les arbres fruitiers qui ont une importance économique considérable pour l'agriculteur, ainsi que quelques plantes spontanées qui contribuent à l'atténuation des effets négatifs des facteurs climatiques difficiles du Sahara (SAOULI, 2010 in SAKER, 2011).

Notre travail est une contribution à la connaissance du climat Saharien à partir d'une série d'observations météorologiques. Cette initiative a pour objectif l'étude de la variabilité climatique sur une période de 19 ans (du 1993 au 2011), de deux stations dont l'une est régionale à l'échelle macroclimatique ; celle de Ouargla et l'autre stationnelle à l'échelle microclimatique celle de Hassi Ben Abdallah.

En outre, l'inventaire floristique des palmeraies et du milieu naturel permet de connaître l'influence de la variabilité climatique sur le comportement de la végétation.

Le travail est structuré de la manière suivante :

- La première partie est consacrée à la recherche bibliographique sur le climat et la végétation caractéristique des régions d'étude.
- La deuxième partie porte une description générale du milieu d'étude, le matériel utilisé et la méthodologie du travail.
- Par ailleurs, les résultats sont représentés dans la troisième partie où les discussions sont développées.
- Enfin, nous avons terminé ce travail par une conclusion.

CHAPITRE I : PRESENTATION DU MILIEU PHYSIQUE

I.1.le Sahara septentrional

Le Sahara septentrional est un désert atténué (OZENDA, 1977) ; caractérisé par des facteurs climatiques particuliers, phénomènes thermiques, faiblesse des précipitations et autres facteurs climatiques brièvement analysés (QUEZEL, 1953).

I.1.1. La géomorphologie

LE LUBRE (1952) admet que, s'il y est une région du globe, où les formes de relief sont particulièrement nettes et visibles, c'est bien le Sahara, et si les processus morphogénétiques (vent, eau,...etc.) à l'œuvre dans ce milieu, sont caractéristiques rien d'étonnant à ce que les formes qui en résultent, le soient aussi.

Les principales familles du paysage Saharien sont : Les hamadas, les regs, les accumulations sableuses, les dépressions (les dayas, les sebkhas et les chotts et les lits d'oueds).

I.1.2. La géologie

Selon GARDI (1973), au début de l'ère primaire l'érosion et la désagrégation arasent ce relief et la mue en une vaste pénéplaine. L'ère quaternaire au Sahara se distingue par une succession de périodes sèches et humides.

I.1.3. L'hydrologie

I.1.3.1. L'hydrologie superficielle

Dans ce désert typique qui est le Sahara, les précipitations sont non seulement rares, mais toujours très irrégulières, par suite les conditions de l'écoulement y sont particulières (CAPOT-REY, 1952 ; ESTIENNE et GODARD, 1970).

I.1.3.2. L'hydrogéologie

Au Sahara septentrional, le bassin sédimentaire constitue un vaste bassin hydrogéologique d'une superficie de 780 000 km², avec un maximum d'épaisseur de 4000 à 5000 mètres (CASTANY, 1982).

Dans la région de Ouargla, les deux tiers des ressources hydrauliques disponibles sont fournis par les nappes artésiennes du mio-pliocène entre 35 et 36 m de profondeur (HAMDI-AISSA, 2001). Les eaux souterraines représentent donc l'unique source d'eau exploitable dans la région (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

CHAPITRE II : GENERALITE SUR LE CLIMAT

II.1. Définition du climat

On peut définir le climat comme un ensemble fluctuant de phénomènes météorologiques qui caractérisent principalement l'atmosphère d'un lieu donné et dont l'action complexe influence le comportement des êtres vivants (DOUCET, 2006).

Le climat, en écologie, n'est pas celui des météorologistes. C'est un climat très localisé à l'échelle du milieu (EUGENE, 2002).

Selon GUYOT (1999), dans un sens large, le mot climat recouvre deux notions différentes, celle de climat moyen et celle de la variabilité climatique.

La variabilité du climat est une de ses caractéristiques importantes, elle correspond à la dispersion statistique de ses éléments caractéristiques autour de leur valeur moyenne.

C'est la synthèse des conditions atmosphériques à long terme d'un lieu (TABEAUD, 2008).

II.2. Facteurs et éléments du climat

L'état de l'atmosphère, peut s'exprimer par la combinaison de diverses grandeurs physiques, à savoir, la température, l'humidité de l'air, l'absence ou la présence de précipitations, le vent et la pression atmosphérique. Ces grandeurs sont appelées éléments du temps ou du climat. Ils varient dans le temps et dans l'espace sous l'influence de certain nombre de facteurs comme : le rayonnement solaire et la latitude, la nature de la surface terrestre et son revêtement, les courants océaniques, le cycle de l'eau dans l'atmosphère, le relief, l'altitude, le vent et les masses d'air (ARLERY et *al.*, 1973).

II.3. Les échelles du climat

On désigne des climats zonaux, régionaux, locaux, et les microclimats ; les climats régionaux représentent des faciès des climats zonaux et se subdivisent en climats locaux et en une infinité de nuances microclimatiques (PAGNEY, 1973).

a. Les climats zonaux ou généraux

Selon TABEAUD (2008), le découpage définit cinq bandes de latitude à climat homogène de variabilité pluriannuelle. De part et d'autre de l'équateur et en se déplaçant vers des pôles, on trouve un climat équatorial, tropical, subtropical, tempéré, subpolaire et polaire (FAURIE et *al.*, 1998). A la surface de la terre, la répartition des grandes formes végétales ou biomes, est sous le contrôle du macroclimat, les facteurs édaphiques interviennent bien plus rarement à cet échelle, aussi les biomes ont fréquemment une distribution zonale en bandes plus ou moins parallèles à l'équateur (DAJOZ, 1982).

b. Les climats régionaux ou macroclimats

Selon RAMADE (2002), les macroclimats sont des climats propres à des vastes régions correspondant à l'échelle des sous continents et définissant donc les conditions météorologiques générales qui caractérisent les grandes zones climatiques du globe.

A l'intérieur de ces grandes zones les conditions climatiques ne sont pas uniformes (FAURIE *et al.*, 1998).

D'après DUTHIL (1971), il est relatif a des régions dont la surface peut être très variable selon l'uniformité ou la diversité du relief, sa définition est évidemment assez peu précise puisqu'elle représente en fait la somme d'une multitude de climats locaux, alors que des éléments divers (latitude, éloignement de la mer, etc.) demeurent une source de changement dans cet esprit de climat régional.

c. Les climats locaux ou mésoclimats

Dans les régions climatiques, le climat n'est pas le même en tout lieu, on distingue ainsi, des climats locaux variables suivant l'altitude, la nature du sol et de sa couverture, l'éloignement de la mer et l'exposition (ARLERY *et al.*, 1973).

Le climat local est une variante du climat régional causé par le relief, la présence de forêts ou type de sol (REMY, 2008).

d. Les microclimats

Le microclimat correspond au climat qui règne à l'échelle et au niveau de l'organisme et son étude permet de mettre en évidence l'importance du milieu (DAJOZ, 1982). Le microclimat c'est le climat défini à l'échelle d'un petit secteur (LEMEE, 1978), désignant sous ce terme « le climat observé à l'intérieur d'une strate végétale ».

En fin, il faut bien noter que la hiérarchie des divers termes de cet échelle des climats change, selon les diverses régions du globe (PEGUY, 1970).

Selon LACOSTE et SALANON (2001), le microclimat est représentatif des conditions climatiques qui règnent au sein d'une station écologique, celles-ci résultant d'une modification plus ou moins accusée du climat local sous l'influence des divers autres facteurs ainsi que des constituants biologiques propre à cette station.

e. Les bioclimats

Selon DJEBAILI (1984), du fait que les différents éléments du climat n'agissent jamais indépendamment l'un de l'autre, les phytogéographes, les climatologues et les écologues ont cherché des formules synthétiques pour représenter le climat.

II.4. Les variations climatiques

Des variations du climat se sont produites et se produisent à toute les échelles du temps, depuis la variation diurne jusqu'aux variations au cours des périodes géologiques, en passant par les variations saisonnières, annuelles, séculaires et millénaires (ARLERY *et al.*, 1973).

II.5. Influence du climat sur la végétation

Les végétaux du désert sont obligés de recourir à un ensemble d'adaptations pour lutter contre l'évaporation qui tend à accroître la sécheresse atmosphérique, les températures élevées, les vents souvent violents (ALBIN, 1999).

Selon OZENDA (1983), la concentration dans les zones plus favorisées devient la règle au Sahara central, où la vie se localise autour des points d'eau et dans le lit des torrents. Les plantes vivaces capables de supporter les périodes de sécheresse prolongées et ses annuelles qui germent seulement immédiatement après la pluie, ce sont les éphémères capables de croître et de fleurir rapidement, qui recouvre le sol pour de courtes périodes (MACKENZIE *et al.*, 2000).

La température intervient dans le déroulement de tous les processus biologiques, contrôle la répartition géographique des espèces (LEMEE, 1978).

Dans le milieu sec, la température devient un facteur aggravant, elle augmente la vitesse d'évaporation (OZENDA, 1983). Selon le même auteur, Le vent intervient à la fois par sa violence, par les particules qu'il transporte et qui peuvent déchirer les parties aériennes des plantes, il peut également déchausser les végétaux des dunes et mettre à nu leur partie souterraine, l'exposant ainsi à la désertification, il provoque un important dépôt de sable sur des sols salés qui étaient stériles.

Selon SOLTNER (1999), le vent provoque la déformation des arbres si le vent est dominant, selon BALDY (1986), la direction du vent varie beaucoup au cours de la journée ce qui complique l'analyse de la protection des cultures.

L'humidité atmosphérique et la disponibilité en eau du milieu joue un rôle essentiel dans l'écologie des organismes, en conjonction avec la température (BARBAULT, 2000). Le facteur lumière intervient notamment, en écologie, par sa période.

Selon LEMEE (1978), la variabilité climatique interannuelle agit sur la végétation par ses anomalies exceptionnelles et par ses oscillations périodiques.

Les adaptations à la sécheresse, au froid, à l'obscurité, à l'hypoxie sont quelques unes des nombreuses adaptations des êtres vivants mises en œuvre pour assurer la colonisation d'un

biotope et son organisation (LEVEQUE, 2001).

Les conditions édapho-climatiques exceptionnelles des régions sahariennes font que la vie végétale n'est possible qu'aux prix d'adaptations morphologiques, anatomiques et physiologiques (OZENDA, 1964).

D'après BOUGET (1980), c'est l'adaptation du cycle saisonnier de la plante par la réduction du cycle végétatif avec de longues périodes de dormance estivale ou hivernale.

Selon FRONTIER et PICHOD-VILLE (2001), parfois la plante passe la saison sèche à l'état de bulbe ou de rhizome ou de grains.

II.6. L'influence de la végétation sur le climat

Selon GUYOT (1999), à l'intérieur d'un couvert végétal, le flux de chaleur sensible est modifié, il dépend de la surface foliaire par unité du volume du couvert, de la différence de température entre les feuilles et l'air ainsi que de la ventilation qui intervient en modifiant la résistance à la diffusion dans la couche limite laminaire.

Lorsque la couverture végétale est discontinue ou présente des différences des hauteurs (ou de rugosité) ou lorsque l'évapotranspiration réelle varie spatialement, le bilan d'énergie peut être modifié localement, ce qui entraîne un changement de tout les facteurs du climat (GUYOT, 1999).

Selon LEMEE (1978), il en résulte un maximum le jour et un minimum la nuit à l'intérieur ou près du sommet du couvert végétal et non à la surface du sol, bien que dans les cas de couvert léger on peut observer le jour un second maximum au voisinage de cette surface.

Les végétations subissent une action sur les facteurs climatiques par exemple une haie protège le sol contre le vent sur une distance égale à plusieurs fois sa hauteur (FRONTIER et PICHOD-VILLE, 2001), la végétation elle-même influe, à l'échelle régionale, sur le régime de pluies.

Selon le même auteur, un brise vent peut protéger une culture jusqu'à une distance égale à 20 ou 30 fois sa hauteur en aval, les brise-vent peuvent modifier la température de l'air situé dans la zone protégée. En ralentissant le vent, ils provoquent une augmentation de la température dans les couches basses.

II.7. Les caractéristiques régionales

Les caractères du milieu saharien sont dus tout d'abord à la situation en latitude, au niveau des tropiques, ce qui entraîne des fortes températures, et un régime des vents qui se traduit par des courants chauds et sec (OZENDA, 1991).

Les climats sahariens sont caractérisés notamment par la faiblesse des précipitations, une luminosité intense, une forte évaporation et des grands écarts de température (TOUTAIN, 1979).

CHAPITRE III : LA PALMERAIE ET SES COMPOSANTES

III.1. la palmeraie

III. 1.1. Définition

La palmeraie est un biotope à la fois diversifié par la richesse de la flore et de la faune, et fragilisé par les agressions du milieu extérieur rude (OULED EL HADJ, 2006).

Selon IDDER (2002), la palmeraie est une succession de jardins aussi différents les uns des autres de point de vue architecture, composition faunistique, floristique, âge, conduite, entretien, conditions climatiques qui forment un ensemble assez vaste qui nous rappelle l'aspect d'une forêt.

III.1.2. Répartition géographique des palmeraies

Les oasis sont pour l'essentiel des palmeraies. Il ne faut pas croire pour autant que ses cultures du palmier dattier occupent presque toutes les régions situées sous l'Atlas saharien sont 60 000 ha depuis la frontière marocaine à l'Ouest, jusqu'à la frontière tuniso-libyenne à l'Est ; que ses palmeraies se ressemblent toutes, et qu'elles présentent une totale homogénéité. Il existe au contraire au Sahara algérien une diversité exceptionnelle aussi bien dans les techniques culturelles, et les variétés cultivées que dans la rentabilité, et la production (DUBOST, 1991).

En Algérie, elle s'étend depuis la limite de Sud de l'Atlas saharien jusqu'à Reggane à l'Ouest, Tamanrasset au centre de Djanet à l'Est (BOUGUEDDOURA, 1991).

III.1.3. L'oasis de Ouargla

L'oasis de Ouargla est la plus grande du Sahara algérien située au méridien du golf de bougie, elle s'étend sur 6000 ha, groupant une palmeraie irriguée par puits artésiens ou ascendants (1530 ha) au milieu de laquelle s'enfuissent les vieux ksour de Ouargla, chott et Adjadja, tandis que s'étalent en lisières la ville nouvelle et ses quartiers aérés, siège de la préfecture du département de l'oasis, et les agglomérations de nomades sédentarisés entourées de palmier Bour (alimentée par la nappe phréatique) (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975).

III.1.4. Les cultures sous-jacentes au niveau de la palmeraie

Dans les oasis, à côté des cultures, on observe des groupements qui comprennent d'une part des plantes sahariennes adaptées à ces habitats, et d'autre part des espèces adventices qui ont été accidentellement introduites par l'homme (OZENDA, 1983).

Selon TOUZI (2002) in MEKKAOUI et MOUANE (2007), la culture du palmier dattier offre la possibilité de cultures sous-jacente (arbres fruitiers, céréales, légumes) car elle atténue l'ensoleillement important, maintien un certain degré d'humidité et protège du vent.

III.1.5. L'irrigation au niveau de la palmeraie

Selon PEYRON (2000), l'irrigation est primordiale en phoeniculture. Les apports d'eau doivent être suffisants pour couvrir tout les besoins du palmier dattier, pour compenser les pertes par infiltration et par évaporation à la surface du sol, pour satisfaire les besoins des cultures intercalaires, s'il y a lieu, et pour lessiver le sol afin d'éliminer les sels accumulés.

III.1.6. Structure de la palmeraie

De point de vue structure, nous pouvons distinguer deux types de jardin. Le premier est caractérisé par une plantation bien régulière de palmiers dattiers. C'est un jardin à plantation organisée ou les écarts entre les arbres et les lignes varient de 7X7 m à 10X10 mètres. Le deuxième, au contraire est doté d'une plantation désorganisée des palmiers dattiers. C'est un jardin à plantation anarchique ou les écarts entre les arbres varient de 2 mètres à 7 mètres (IDDER, 2002).

III.1.7. Importance de la palmeraie

III.1.7.1. Importance socio-économique

1000.000 de palmiers dattiers couvrent une superficie de 7750 ha. Cette culture constitue un écosystème productif qui a permis le maintien de la vie humaine. L'essor démographique en Algérie et la satisfaction des besoins alimentaires de la population imposent un soutien aux régions arides, comme le Sahara qui représente environ les quarts cinquième de la superficie du pays (IDDER, 2002).

III.1.7.2. Importance écologique

L'homme saharien a su harmonieusement s'intégrer à son écosystème de la palmeraie, malgré ses moyens financiers et matériels dérisoires. Si son savoir et savoir faire sont limités, il savait que son écosystème est fragile et complexe, et qu'il fallait le préserver pour qu'il produise. La vie au Sahara serait en effet impossible sans l'existence du couvert végétal composé essentiellement de palmiers. Ce couvert végétal permet à la fois de faire face à l'hostilité du désert par la création d'un méso climat plus modéré, de satisfaire les besoins alimentaires des hommes et du bétail, et de fournir beaucoup de produits énergétiques de base et de matériaux de construction (IDDER, 2002).

III.2. Microclimat et méso climat de la palmeraie

Dans une région, le climat n'est pas le même en tous lieux, aussi distingue-t-on des climats locaux variables (FAURIE et *al.*, 2003). L'étude du climat régional n'apporte que peu d'informations sur les conditions de vie réelle des organismes. Le climat régional subit des modifications locales, sous l'influence de variations topographiques qui créent un mésoclimat.

A une échelle encore plus réduite qui est celle des environs immédiats d'un organisme, le climat se différencie en microclimats tels que ceux qui existent sous une pierre, sous une écorce d'arbre ou à l'intérieur de la strate herbacée (DAJOZ, 2006 in BAZZINE, 2010).

En effet, une palmeraie dense constitue un mésoclimat sous-jacent où la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement atténuées par rapport au climat saharien.

D'après TOUTAIN (1979), la structure de l'association végétale notamment le nombre et la dispersion des strates influent sur les facteurs climatiques. Ainsi une palmeraie dense avec une strate supérieure de palmiers dattiers à recouvrement total et des strates intermédiaires arborées ou arbustives, constituent un mésoclimat sous-jacent où la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement atténuées par rapport au climat Saharien.

Le même auteur ajoute, que dans les deux cas d'association :

- Palmier dattiers cultures basses,
- Palmier dattiers arborées ou arbustives.

Un degré de recouvrement de 30 à 75% est favorable à une bonne végétation des cultures associées, ces degrés :

- Éliminent la forte sécheresse de l'air de désert ;
- Réduisent l'évapotranspiration des cultures sous-jacentes ;
- Suppriment presque entièrement l'évaporation du sol protégé par la végétation ;
- Atténuant les effets desséchants du vent ;
- Augmentent l'hygrométrie ;
- Tamponnent les fortes températures du climat défavorables à la photosynthèse et au déficit hydrique des plantes ;
- Absorbent plus complètement l'énergie solaire d'où une photosynthèse maximum et une réduction de la radiation incidente du sol qui provoque l'ouverture des stomates (économie d'eau).

A cet égard, les dattiers offrent une bonne protection aux vents, créent un mésoclimat sous

leur frondaison et atténuent l'ensoleillement (MUNIER, 1973).

III.3. Brise-vent au niveau de la palmeraie

Outre son action mécanique directe sur le sol et la végétation, le rôle microclimatique du vent est particulièrement important par la modification qu'il entraîne dans les valeurs d'autres composantes fondamentales (température, humidité relative, évaporation en particulier) (LACOSTE et SALANON, 2001).

D'après DEPARCEVAUX et *al.*, (1990), le brise-vent est un obstacle matériel disposé à la surface du sol destiné à réduire la vitesse du vent à leur voisinage. Il peut être constitué par de mur, des haies vives, des rideaux d'arbres. La réduction du vent s'accompagne d'une modification du bilan radiatif, des échanges de chaleur et de masse entre le sol et l'atmosphère.

Selon TOUTAIN (1979), les brise-vents au niveau de la palmeraie sont divisés en deux types :

- **Brise-vents inertes** : constitués par :

Brise-vent d'arrêt, comme les palissades, les palmes tressés, solidement enfoncées dans le sol à 40 cm et étayées à une hauteur de 3 à 4 m, ou par un mur de pisé de 1.2 m surmonté des palmes de 1 m, ou de tabia constituées des buttes de terre recouverte d'argile, d'une base de 1.2 m et une hauteur de 1.5 m.

-**Brise-vents vivants** : Dans la palmeraie, on utilise de préférence des séries des brise-vents qui constituent des bandes boisées de 8 à 10 m de large face au vent ou la palmeraie ou au milieu de la palmeraie.

III.4. La faune des palmeraies

La diversité des ressources végétales et animales dans la palmeraie est un facteur écologique très important. Cette diversification des régimes alimentaires est à l'origine de nombreuses adaptations morphologiques, physiologiques et écologiques (DAJOZ, 1971 et DAJOZ, 1982). La région de Ouargla présente une faune relativement variée. Il s'y trouve essentiellement des insectivores comme le hérisson du désert *Paraechinus aethiopicus*, (ERINACEIDAE), des carnivores comme le fennec *Fennecus zerda*, (Canidae) et le chacal *Canis aureus* (Canidae), des rongeurs comme la gerbille *Gerbillus gerbillus* (Muridae) et la souris domestique *Mus musculus* (Muridae). Les oiseaux, les plus fréquentes sont : la tourterelle des bois *Streptopelia turtur* (Columbidae), la tourterelle sénégalaise *Streptopelia senegalensis* (Columbidae), la pie-grièche grise *Lanius excubitor* (Laniidae) et le moineau

domestique *Passer hypanicus* (Passeridae). Les amphibiens sont représentés par la grenouille rieuse *Rana ridibunda* (Ranidae), les reptiles avec des lézards comme *Agama mutabilis* (Agamidae) et des vipères comme *Cerastes vipera* (Viperidae) (BEKKARI et BENZAOU, 1991).

III.5. La flore cultivée des palmeraies

La flore des palmeraies est caractérisée par la prédominance du palmier dattier *Phoenix dactylifera*. L'oasis est avant tout une palmeraie dans laquelle sous les arbres ou au voisinage sont établies accessoirement des cultures fruitières et maraichères. Des cultures fourragères et condimentaires sont aussi cultivées sous la palmeraie. Elles offrent de ce fait un abri et de la nourriture à une faune plus ou moins variée (OZENDA, 2004).

III.6. Le couvert végétal

Selon FAURIE et *al.*, (1998), le climat joue un rôle fondamental dans la distribution et la vie des êtres vivants.

Au Sahara, comme partout ailleurs, la végétation est le plus fidèle témoin du climat (GARDI, 1973) par conséquent l'absence de végétation sur de grandes étendues est le caractère le plus simple du paysage Saharien; le Sahara septentrional et central possède moins de 100 espèces végétales (OZENDA, 1983). Seules subsistent des plantes vivaces, capables de supporter les périodes de sécheresse prolongée. Et des annuelles qui germent, seulement immédiatement après la pluie. Ce sont les espèces éphémères capables de croître et de fleurir rapidement, recouvrant le sol pour de courtes périodes (MACKENZIE et *al.*, 2000).

Les arbres sont rares; ou bien ils se cantonnent, comme *Tamarix aphylla* et *Acacia radiana* dans les bas-fonds et les lits d'oued. En somme la végétation se réduit à une strate basse, tantôt dispersée, tantôt, rassemblée le long des oueds, mais toujours lâche et peu variée (CAPOT-REY, 1952).

CHAPITRE I : MATÉRIELS ET MÉTHODOLOGIE DE TRAVAIL

I.1. Présentation des régions d'étude

Les stations d'étude : Ouargla et Hassi Ben Abdallah sont situées dans une région homogène au Sahara septentrional algérien, elles sont caractérisées par une contrainte climatique aigue qui est l'aridité, il s'agit d'un climat Saharien avec un nombre de jours secs très élevé. La station météorologique de Ouargla est localisées actuellement dans un terrain d'aviation, et elle est installée sur un sol nu sans végétation, cet endroit constitue selon DUBIEF (1959), des milieux représentatifs du macroclimat Saharien.

I.1.1. Choix des stations d'étude

Pour mener bien notre travail et en raison de la variabilité climatique après les prospections, nous avons retenu deux stations suivant certains critères de choix surtout l'existence des stations météorologiques, la disponibilité des données et la présence des instruments météorologiques indispensables pour notre étude en vue d'avoir un aperçu sur leur rapport avec le couvert végétal d'après la diversité floristique et écologique, par la représentativité, et l'accessibilité.

I.1.2. Caractéristiques des stations d'étude

I.1.2.1. Présentation de la wilaya de Ouargla

I.1.2.1.1. Situation géographique

La wilaya de Ouargla, est située au Sud-Est du pays couvrant une superficie de 163.233 km², plongée au fond d'une large cuvette de la vallée de l'Oued Mya.

- ✓ latitude : 31°56' Nord.
- ✓ longitude : 5°24' Est.
- ✓ altitude : 142 m.

La wilaya de Ouargla est limitée au Nord par la wilaya d'El Oued, au Nord-Ouest par la wilaya de Djelfa et Ghardaïa, au Sud-Est par la wilaya de Tamanrasset, au Sud-Ouest par la wilaya d'Illizi et à l'Est par la frontière tunisienne (ONM, 2011) (Fig N°01).

I.1.2.2. Présentation de Hassi Ben Abdallah

I.1.2.2.1. Situation géographique

La commune de Hassi Ben Abdallah est située à l'Est de la wilaya de Ouargla. Cette commune issue du dernier découpage administratif (1984) est distante de 20 Km du chef-lieu de la wilaya et de 08 Km du chef-lieu de la daïra de Sidi Khouiled. Elle s'étend sur une superficie totale de 1762 Km² et sur une superficie agricole de 1310 km², elle est limitée :

- Au Nord : par la commune de El-Hadjira ;
- Au Sud : par la commune de Ain Beida ;
- A l'Est : par la commune Hassi Messaoud ;
- Au Sud-Ouest : par la commune de Sidi Khouiled. (APC de HBA, 2013) (Photo N° 01).



Figure N° 1 : situation géographique et limites administratives de la wilaya de Ouargla (RE 1)



Photo N° 1: Image satellitaire des deux stations Ouargla et HBA (RE 2)

I.2. La station météorologique de Ouargla

La station est située au niveau de l'aéroport de Ain Beida à 10 km du centre de la wilaya, s'étale sur une superficie de 5000 m², elle se trouve sur un sol nu à texture sableuse avec des éléments grossiers, elle est clôturée par un siège sauf sur le coté Ouest à distance de 10 m environ, au Nord il existe un mur de 3 m. Au voisinage de la station existe quatre espèces spontanées à recouvrement faible :

**Oudneya africana* (Henat l'ibel).

**Zygophyllum album* (Agga).

**Randonia africana* (Tgtag/Godm).

**Fagonia glutinosa* (Chrrik). (O N M, 2011) (Photo N°02 (a))

I.3. La station météorologique de l'I.T.D.A.S de Hassi ben abdallah

La station est située dans le secteur Sud-Est de la palmeraie de Hassi Ben Abdallah à 15 km du centre de la wilaya. La composition variétale est : Deglet Nour représente la majorité des effectifs 80 %, la variété Gars représente 20% sur 3 ha, les cultures intercalaires représentent 1 ha, les espaces sont cultivés par l'oignon, l'ail, la pomme de terre et les espèces fourragères tel que la luzerne. Elle comprend également un hectare de plasticulture en dehors de la palmeraie, avec une protection par un brise vent vivant constitué d'Acacia, de Tamarix, et de Casuarina sur une hauteur de 12 m (I.T.D.A.S, 2013). (Photo N°02 (b))



(a)



(b)

Photo N°02 : Stations météorologiques de Ouargla et Hassi Ben Abdallah

I.4. La palmeraie de Belahcene

D'après l'A.P.C de HBA (2013), les palmeraies de Hassi Ben Abdallah présente une superficie de 3.05 ha dont le nombre total de palmier dattier est 132 pied (la variété Deglet Nour 97 pieds, Ghars avec 35 pieds), L'écartement entre les palmiers et de 12m x 8 m.

Le sol est peu évolué, sa texture est sableuse et particulière, la salinité du sol est présente de 2.5 mmhos. Il est pauvre en matière organique.

Type d'irrigation : gravitaire et le système goutte à goutte. La technique d'irrigation utilisée est la submersion assurée par une eau très chaude (58°C), provenant de l'albien peu chargé en sel (de 2à 3 g/l), elle est refroidie dan un bassin puis pompée par des motopompes.

I.5. Matériel utilisé

L'étude climatique nécessite un matériel pour la collecte des données météorologiques, sachant que le choix des instruments est limité par la disponibilité du matériel spécialisé (YOUCEF, 2003).

Le matériel utilisé est : le parc météorologique, l'anémomètre, l'abri météorologique, thermomètres, thermohygrographe, evapomètre de piche, psychromètre ou hygromètre, pluviomètre et pluviographe.....etc.

I.6. Les méthodes d'étude du climat : L'étude de la climatologie se fait suivant deux méthodes de travail :

I.6.1. La méthode externe ou séparative

La démarche est bien analytique (ou séparative) puisqu'on décompose un tout en ses parties, que l'on doit ensuite étudier séparément. Donc, cette méthode isole les éléments que la nature maintien liés (PAGNEY, 1973).

I.6.2. La méthode interne ou synthétique

Elle consiste à dégager les caractéristiques atmosphériques qui justifient la distribution des éléments du temps. Il s'agit avant tout d'expliquer le temps et de réaliser une synthèse explicative de ces divers éléments en un instant donné (ESTIENNE et GODARD, 1970).

La commission de la climatologie de l'O.M.M la considère comme la confrontation statistique et l'étude d'éléments observés ou de paramètres calculés concernant l'atmosphère, en relation avec l'interprétation physique et dynamique, soit des données actuelles du climat avec leurs fluctuations anormales, soit des changements ou des tendances du climat à longues échéances (ARLERY et *al.*, 1973).

I.7. Degré de précision des données climatiques

Les données acquises par les stations météorologiques peuvent être entachées d'erreurs imputables, dans la majorité des cas à un mauvais fonctionnement de certains capteurs (GUYOT, 1999). Néanmoins, on n'est pas à l'abri des erreurs, les unes systématiques tiennent au défaut des appareils ou aux conditions de leur fonctionnement, les autres sont liées aux conditions dans lesquelles sont faites (ESTIENNE et GODARD, 1970).

En effet, pour disposer de données climatiques valables, il est donc, nécessaire de les contrôler (GUYOT, 1999).

I.8. Période d'étude

Toute étude climatique est basée sur l'exploitation des séries des données recueillies pendant des périodes plus ou moins longues, continues ou discontinues (DUBREUIL, 1974). Ces périodes doivent être prolongées pour pouvoir en tirer des indications climatiques valables : au moins dix ans pour les températures, de vingt à trente ans pour les pluies qui présentent une plus grande variabilité.

I.9. Traitement des données

I.9.1. Synthèse numérique (Calcul des indices bioclimatiques)

De nombreuses méthodes ont été proposées pour tenter de définir les climats de façon simple et synthétique, dans le but de pouvoir les comparer. Ces méthodes reposent sur le calcul d'indices bioclimatiques qui font intervenir à des degrés divers les trois principales composantes du climat : les précipitations, l'évaporation, et la température.

L'indice utilisé est celui de DE Martonne et le Quotient pluviothermique d'Emberger. Ces indices permettent de définir le degré d'aridité d'un climat (TABEAUD, 2000).

I.9.1.1. L'indice d'aridité de DE Martonne

$$I = \frac{P}{T + 10}$$

P= précipitations annuelles en millimètre ;

T= température moyenne annuelle en °C ;

L'indice pour un mois donné est : $I = 12 P / T + 10$.

P= pluviosité du mois ;

T= température moyenne du mois ;

Lorsque la valeur de I est inférieure à 5, c'est l'aridité absolue (hyper-aridité), pour une valeur comprise entre 5 et 10, c'est encore aride, de 10 à 20, on est en milieu semi-aride (ESTIENNE et GODARD, 1970).

I.9.1.2. Le quotient pluviothermique d'Emberger

Le système d'Emberger permet la classification des différents types de climats méditerranéens ceux –ci sont caractérisés par des saisons thermiques nettement tranchées et une pluviosité concentrée sur la période froide de l'année (DAJOZ, 1970). Cette classification fait intervenir deux facteurs essentiels, d'une part la sécheresse représentée par le quotient pluviothermique (Q2). Il est défini par la formule simplifiée suivante (STEWART, 1969 in BAZZINE, 2010):

$$Q_3 = 3,43 \times \frac{P}{(M-m)}$$

P= moyenne de pluviométrie en mm ;

M= température moyenne du mois le plus chaud (°C)

m = température moyenne du mois le plus froid (°C)

Cet indice n'est vraiment établi que pour la région méditerranéenne.

En fonction de la valeur de ce coefficient on distingue les zones suivantes :

- humides pour $Q > 100$;
- tempérés pour $100 > Q > 50$;
- semi-arides pour $50 > Q > 25$.
- arides pour $25 > Q > 10$;
- saharien pour $Q < 10$ (FAURIE et *al.*, 1998).

I.9.2. Synthèse graphique (Représentation graphique des données d'observation)

La représentation des données climatiques dépend de l'usage auquel sont destinées, l'analyse statistique permet de fournir les valeurs numériques recherchées. La forme graphique donne une impression visuelle immédiate de l'ensemble des valeurs, il existe plusieurs types de représentations graphiques : la courbe ; utilisée pour la température et l'humidité ; l'histogramme pour l'évaporation et les précipitations, le diagramme polaire pour les vents, la rose de vent, sans oublier le diagramme ombrothermique et le climagramme d'Emberger (TABEAUD, 2000).

I.9.2.1. Diagramme ombrothermique

Ces graphiques sont régis par des règles strictes : les mois sont figurés en colonnes regroupées selon les qualités saisonnières de précipitations.

La saison sèche ou pluvieuse débute en Janvier. La pluviométrie mensuelle et les températures sont représentées de telle façon que le rapport $P/T = 2$. La courbe pluviothermique passe sous la courbe thermique lorsque le mois est « sec » ($P \leq 2T$ pour le botaniste GAUSSEN).

Ces diagrammes de BAGNOULS et GAUSSEN permettent de visualiser la durée du déficit pluviométrique (TABEAUD, 2008).

Les diagrammes ombrothermiques mettent en évidence la durée de la saison sèche caractéristique de certains climats (GODARD et TABEAUD, 2004).

I.9.2.2. Climagramme d'Emberger

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q_2) permet de connaître l'étage bioclimatique de la région étudiée présenté par :

- en abscisse la température minimale du mois le plus froid (en °C).
- en ordonnée la valeur du quotient pluviothermique d'Emberger (LACOSTE et SALANON, 2001).

I.10. Analyse statistique des résultats (Test STUDENT)

C'est le test de comparaison des deux moyennes de deux séries de mesures indépendantes (LABERCHE, 2008).

I.11. Méthode d'étude de la végétation

L'échantillonnage est l'ensemble des opérations qui ont pour objet de relever dans une population des individus (GOUNOT, 1969).

Nous avons utilisés l'échantillonnage subjectif. Selon GOUNOT (1969), c'est la forme simple et la plus intuitive d'échantillonnage. Le chercheur choisit comme échantillon des zones qui lui paraissent particulièrement homogènes et représentatives dans le but d'établir la liste floristique des communautés homogènes.

Pour notre étude, nous avons choisi 03 palmeraies. Dans chacune nous avons réalisé 03 relevés, par contre dans le milieu naturel, 04 relevés. Le choix de ces relevés a été basé sur la diversité des espèces, la surface échantillonnée est de 100 m².

Pour effectuer notre travail nous avons utilisé le matériel suivant :

- ⇒ Des piquets pour délimiter les parcelles d'échantillonnage ;

- ⇒ Un décimètre à ruban pour mesurer les distances ;
- ⇒ Une binette pour déraciner et couper certaines espèces ;
- ⇒ Un bloc note pour la prise de note, des particularités de chaque station ;
- ⇒ Un appareil photo numérique ;
- ⇒ Des sachets en plastique pour la prise des échantillons de plante pour détermination ;
- ⇒ Un fil blanc.

I.12. Traitement des données

I.12.1. Abondance : l'abondance est une appréciation relative du nombre d'individus de chaque espèce entrant dans la constitution de la population végétale d'un territoire donné (LE FLOC'H, 2008).

I.12.2. Fréquence d'une espèce : c'est une notion statistique qui s'exprime par un rapport ; la fréquence d'une espèce (x) est égale au rapport du nombre de relevés (n) ou l'espèce présente sur le nombre total (N) de relevés réalisés

$$Fr(x) = (n/N) \times 100 \quad (\text{CLADODE et al., 1998}).$$

I.12.3. Recouvrement : Le recouvrement d'une espèce est défini théoriquement sans ambiguïté comme le pourcentage de la surface du sol qui serait recouverte, si on projetait verticalement sur le sol les organes aériens des individus de l'espèce (GOUNOT, 1969).

I.13. Coefficients d'abondance-dominance de Braun-Blanquet

Ce coefficient d'abondance-dominance, utilisé en phytosociologie, permet de fournir une appréciation de l'importance d'une espèce dans une unité de milieu. Les coefficients utilisés permettent de ranger les taxons inventoriés dans l'une des 6 classes suivantes:

+ : individus rares, recouvrement très faible < 1%

1 : individus assez abondants mais à recouvrement faible, inférieur à 5 % de la surface étudiée.

2 : individus abondants recouvrant 5 à 25 % de la surface étudiée.

3 : individus abondants recouvrant 25 à 50 % de la surface étudiée.

4 : individus abondants recouvrant 50 à 75 % de la surface étudiée.

5 : individus abondants recouvrant plus de 75 % de la surface étudiée.

Les informations qualitatives relevées, selon la méthode de Braun-Blanquet, peuvent être traduites en recouvrements selon une formule établie par Daget (1998). La conversion, calculée par cet auteur, est la suivante : Les valeurs 0 (ou +), 1, 2, 3, 4, et 5 correspondent

statistiquement et respectivement aux valeurs de recouvrement de 0, 1, 3, 10, 30, et 90 % (LE FLOC'H, 2008).

I.14. Richesse stationnelle

Selon DAGET et POISSONET (1991) in LE FLOC'H (2008), la notion qui rend compte de la diversité de la flore, c'est-à-dire du nombre de taxons inventoriés dans la station examinée. Elle n'implique aucun jugement de valeur sur la production ou les potentialités de la végétation.

Elle est indépendante de la richesse de la végétation :

On parlera de la flore :

- Raréfiée : moins de 5 espèces sur cette station ;
- Très pauvre : de 6 à 10 espèces ;
- Pauvre : de 10 à 20 espèces ;
- Moyenne : de 21 à 30 espèces ;
- Assez riches : de 31 à 40 espèces ;
- Riche : de 41 à 50 espèces ;
- Très riche : de 51 à 75 espèces ;
- Exceptionnellement riche : plus de 75 espèces.

I.15. Coefficient de similitude floristique de Jaccard

Permet de connaître la sociabilité des espèces, c'est à dire, savoir si des espèces ou groupes d'espèces se retrouvent toujours ensemble dans des systèmes écologiques différents. Ici nous avons comparé les systèmes écologiques deux à deux, pour avoir le pourcentage d'espèces communes. Cet indice permet de quantifier la similarité entre habitats. Cette similarité augmente avec la valeur de l'indice.

$$Pj = \frac{c}{a + b - c} \times 100$$

Où : a = nombre d'espèces de la liste a (relevé A),

b = nombre d'espèces de la liste b (relevé B),

c = nombre d'espèces communes aux deux relevés (LE FLOC'H, 2008).

Les relevés d'un même site auront des valeurs élevées de ce coefficient, de même parfois que des sites éloignés géographiquement mais présentant les mêmes conditions écologiques.

I.16. La distance de Hamming

Daget et *al.*, (2003) proposent, pour les comparaisons floristiques, entre deux relevés, de recourir au calcul de la distance de Hamming selon la formule :

$$H = 1 - J$$

où ; J est le coefficient de communauté de Jaccard tel qu'il est explicité plus haut.

Daget et *al.*, Retiennent les seuils suivants :

- différence floristique très faible : $H < 20$,
- différence floristique faible : $20 < H < 40$,
- différence floristique moyenne : $40 < H < 60$,
- différence floristique forte : $60 < H < 80$,
- différence floristique très forte : $80 < H$. (LE FLOC'H, 2008).

CHAPITRE II : RESULTATS ET DISCUSSION

II.1. Analyse des résultats climatiques de la station de Ouargla (S1)

La caractérisation du climat d'une région nécessite une étude des paramètres climatiques, en particulier : la température, les précipitations, l'évaporation, l'humidité et le vent.

Des données collectées dans des stations météorologiques dans les deux stations à savoir Ouargla et Hassi Ben Abdallah sur une période de 19 ans qui sont représentées sous forme de figures différentes et contribuent à étudier les variations mensuelles, saisonnières, annuelles et périodiques des paramètres climatiques de chaque région et l'influence de celles-ci sur le comportement de la végétation.

II.1.1. Analyse des résultats mensuels

II.1.1.1. La température

La température de l'air est un facteur qui conditionne l'hydroclimatologie de toute la région. Les courbes des températures maximales, minimales et moyennes présentent une distribution régulière dont le maximum situé au mois de Juillet alors que le minimum est au mois de Janvier.

II.1.1.1.1. La température maximale

Le maximum est observé au mois le plus chaud Juillet avec 47,9 °C l'année 2011, le minimum est enregistré au mois de Janvier 2006 avec 15,6 °C (Fig N°02).

II.1.1.1.2. La température minimales

Les valeurs mensuelles de la température minimale ont montré que la plus faible valeur est observée au mois de Décembre 2011, avec 0,4°C, et la valeur la plus élevée au mois de Juillet 2005 avec 29,8 °C (Fig N°03).

II.1.1.1.3. La température moyenne

D'après la figure N° 04, nous avons constaté que le maximum se manifeste au mois de Juillet 2005 avec 37,4 °C, le minimum au mois de Janvier 2000 avec 9,2 °C.

II.1.1.2. L'humidité

L'analyse des résultats de l'humidité mensuelle de l'air enregistrée durant la période 1993-2011 montre que les courbes sont régulières.

- L'humidité de la région de Ouargla est faible au mois de Juin, Juillet et Aout, elle est élevée aux mois de Janvier et Décembre.
- Un maximum est observé au mois de Décembre 1994 avec 74 %.

- Un minimum est observé au mois de Juillet de l'année 1997 avec 20 % (Fig N°05).

II.1.1.3. L'évaporation

Selon la figure N° 06, l'évaporation est maximale au mois d'Aout 1999 avec un cumul de 622 mm, le minimum est atteint au mois de Décembre 2000 avec un cumul de 38 mm.

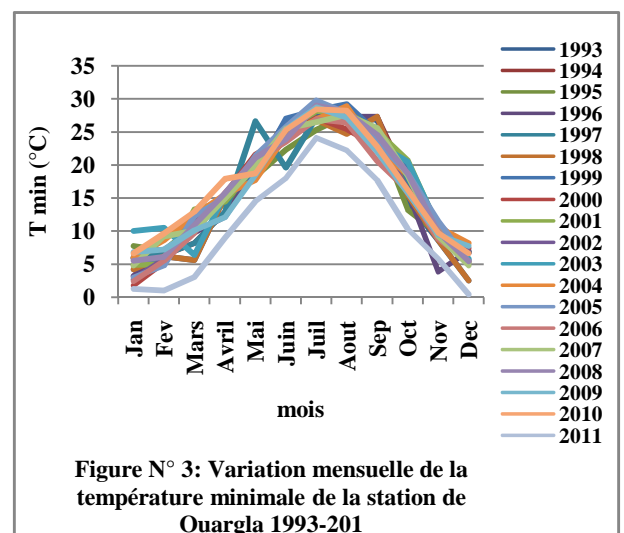
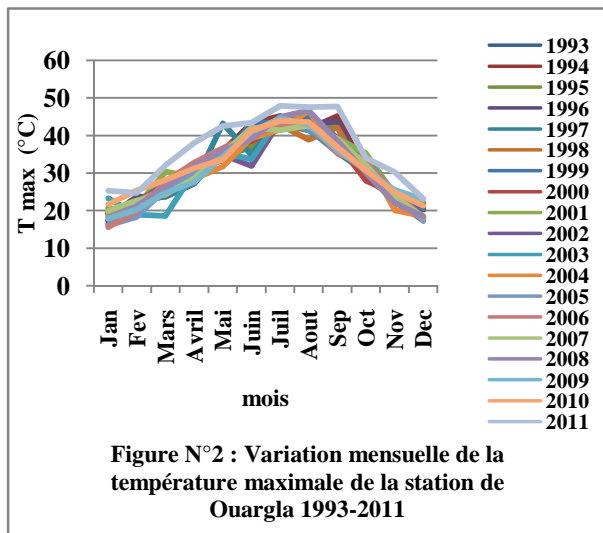
II.1.1.4. Les précipitations

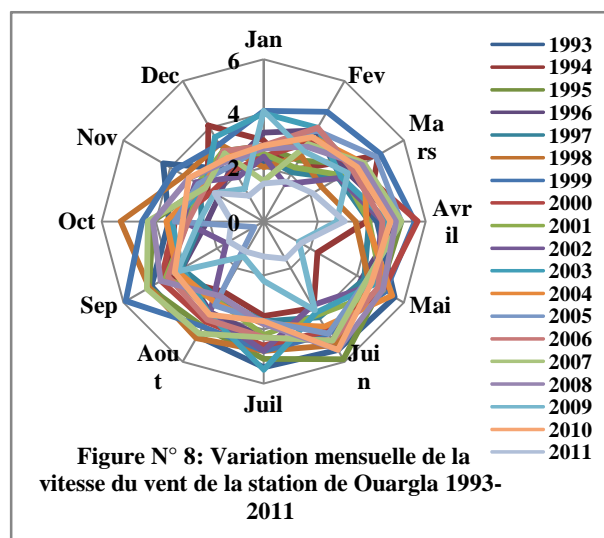
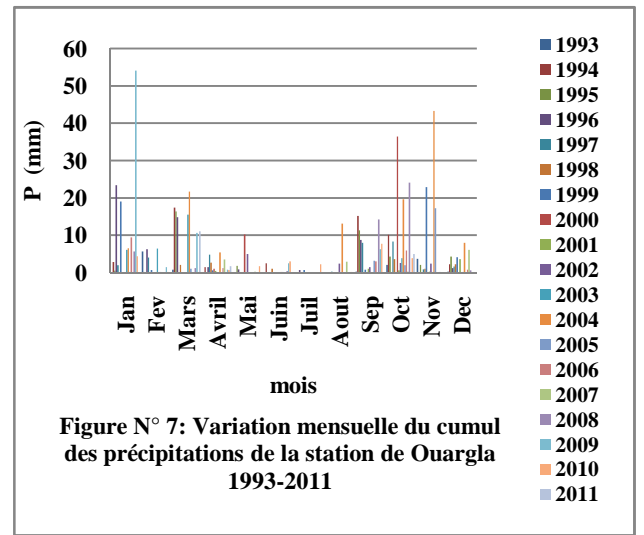
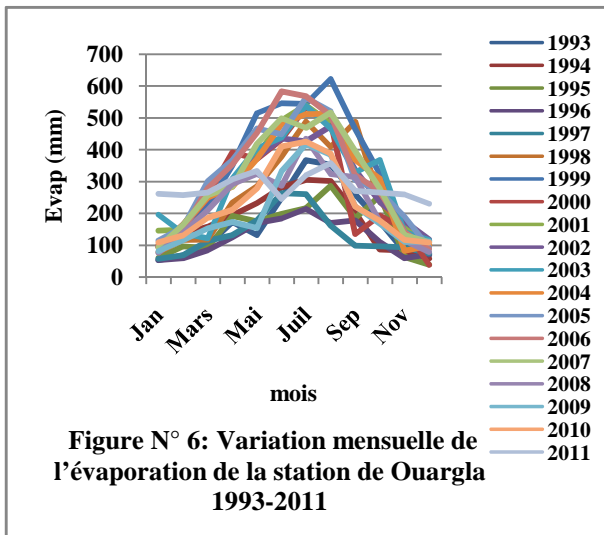
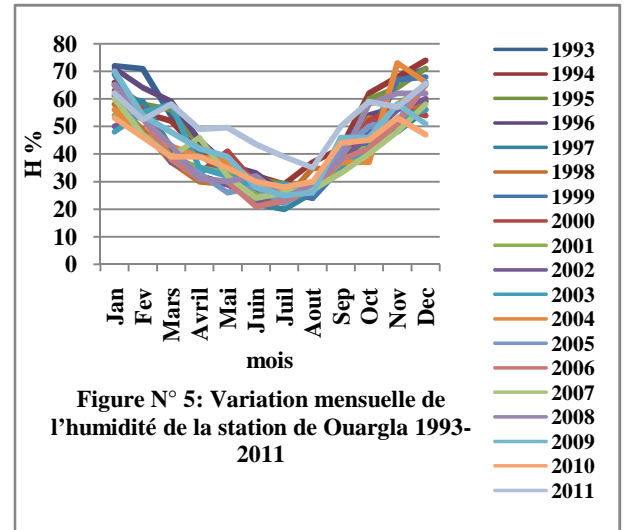
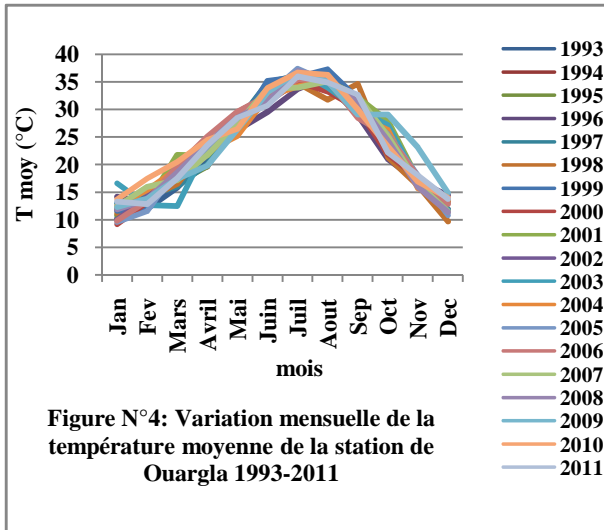
Les précipitations proviennent essentiellement des perturbations orageuses, courtes et violentes. Les précipitations enregistrées pour la même période (1993-2011), sont très faibles, irrégulières et insignifiantes quantitativement. L'analyse des résultats des précipitations enregistrées pour chaque année durant la période 1993-2011 fait ressortir que :

Le mois de Janvier à Mars et Octobre à Novembre sont les mois les plus au moins pluvieux avec un cumul maximum de 54.1 mm pour le mois de Janvier 2009, le minimum en Juillet (Fig N°07).

II.1.1.5. La vitesse du vent

L'analyse des résultats de la vitesse du vent mensuelle de la station de Ouargla durant la période 1993-2011 montre que les vents sont relativement fréquents et leur vitesse est importante d'Avril à Juillet, ce qui est provoqué pendant cette période le sirocco et/ou des vents de sable. La vitesse moyenne des vents est plus importante au mois de Juin 1995 et septembre 1999 avec 5,9 m/s, plus faible en Décembre 2011 avec 1,1 m/s (Fig N°08).





II.1.2. Analyse des résultats saisonniers

Les courbes de la température maximale saisonnière pour toutes les années présentent le maximum en été et le minimum en hiver.

En raison de la non disponibilité des données journalières, on s'est permis de calculer la moyenne des mois de chaque saison.

II.1.2.1. La température

Les trois composantes de la température (T max, T min, T moy) présentent la même allure de courbes dans le maximum se situe en été et le minimum en hiver.

II.1.2.1.1. La température maximale

Selon la figure N° 09 concernant les températures maximales saisonnières, la saison d'été 2011 est la plus chaude avec 46,30°C, la saison d'hiver de l'année 2005 est la plus froide avec 17,20 °C.

II.1.2.1.2. L température minimale

La figure N°10 nous amène à constater que la température minimale saisonnière est très élevée en été 2005 avec 27,83 °C, elle est faible en hiver de l'année 2011 avec 2.07°C.

II.1.2.1.3. La température moyenne

D'après la figure N° 11, la saison d'hiver de l'année 2005 présente la température moyenne la plus faible avec 10,67°C, le degré le plus élevé est atteint en été de l'année 1999 avec 36,10 °C.

II.1.2.2. L'humidité

L'humidité saisonnière est élevée en hiver de l'année 1993 avec 71.33 %, elle est faible en été de l'année 1997 avec 22.67 % (Fig N° 12).

II.1.2.3. L'évaporation

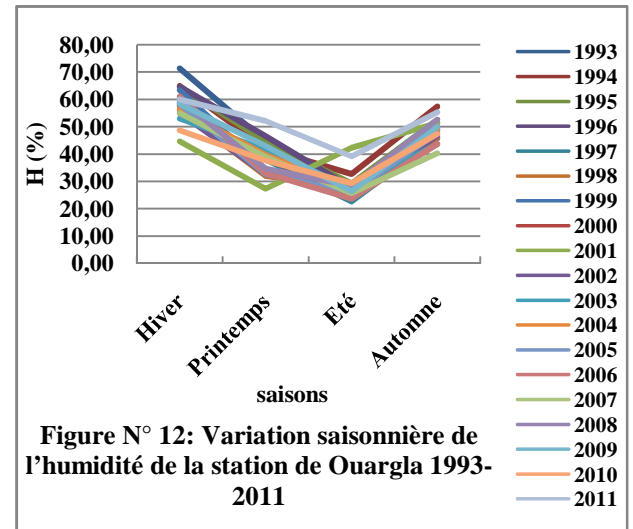
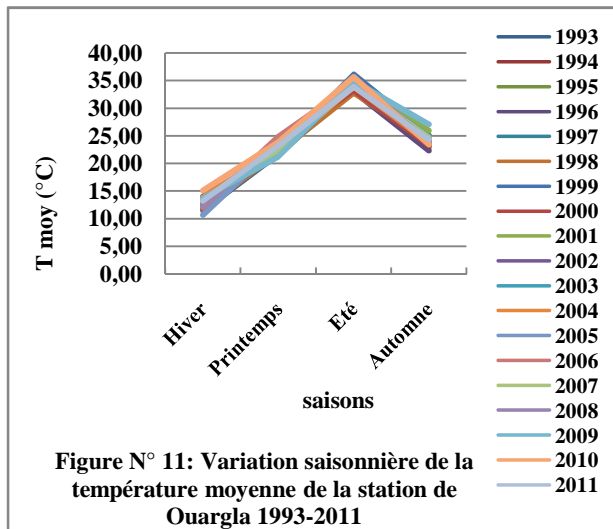
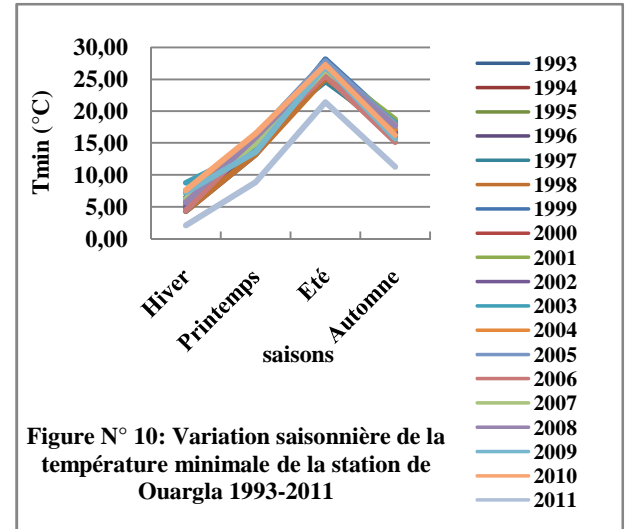
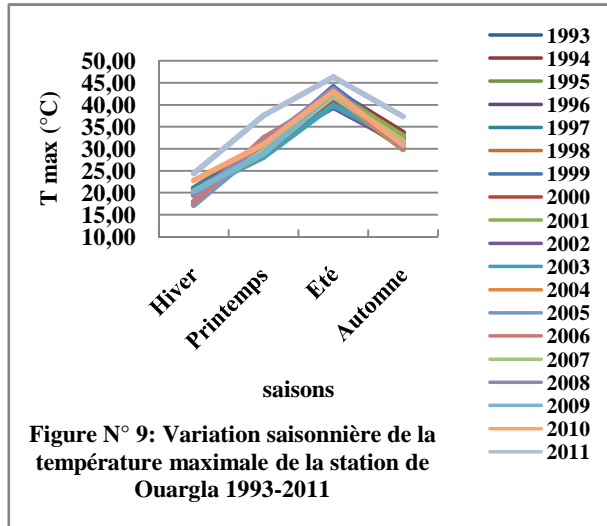
Selon la figure N° 13, l'évaporation saisonnière est maximale en été de l'année 1999 avec un cumul de l'ordre de 570,67 mm, elle est minimale en hiver de l'année 1996 avec un cumul de 61 mm

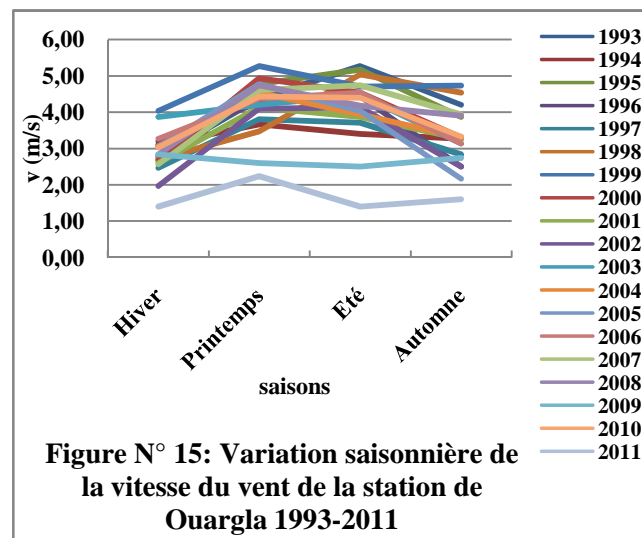
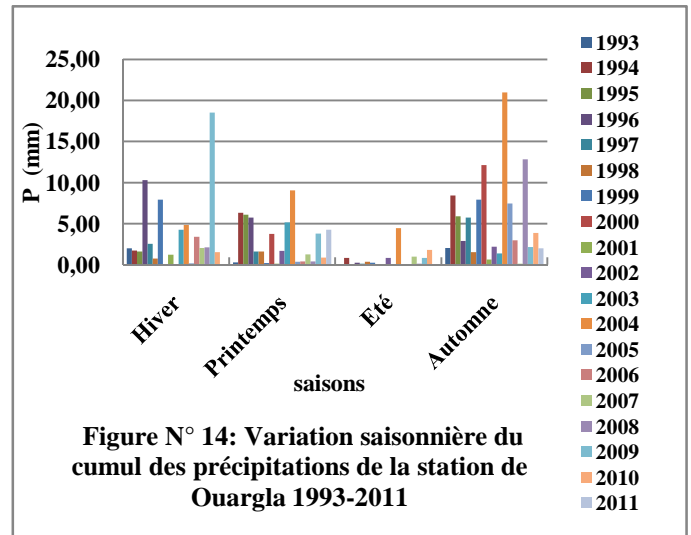
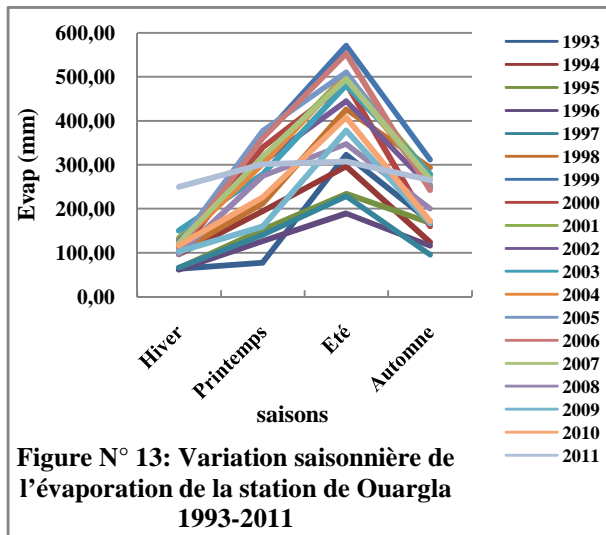
II.1.2.4. Les précipitations

Selon la figure N° 14, les précipitations saisonnières sont maximales en automne de l'année 2004 avec un cumul de l'ordre de 20,97 mm, elle est minimale en été avec un cumul de 0 mm.

II.1.2.5. La vitesse du vent

D'après la figure N° 15, la période marquée par une élévation de la vitesse du vent est le printemps dont la valeur maximale est celle de l'année 1999 avec une valeur de 5,27 m/s, le minimum est atteint en hiver de l'année 2011 avec 1,40 m/s.





II.1.3. Analyse des résultats annuels

II.1.3.1. La température

II.1.3.1.1. La température maximale

L'analyse des résultats de températures maximales annuelles durant la période 1993-2011 montre qu'il y a une régularité de distribution des courbes de la température maximale mensuelle :

La valeur la plus élevée est observée durant l'année 2011 avec 36,4 °C, le minimum est enregistré l'année 2003 avec 30,0 °C (Fig N°16).

II.1.3.1.2. La température minimales

La figure N° 16 montre que la température minimale faible est observée l'année 2011 avec 10,9 °C, la plus élevée l'année 2003 avec 17,0 °C.

II.1.3.1.3. La température moyenne

D'après la figure N° 16, le maximum de température moyenne annuelle est observé l'année 2010 avec 24,5 °C, et un minimum observé l'année 1998 avec une valeur de 22,6 °C.

II.1.3.2. L'humidité

Les valeurs annuelles de l'humidité de l'air de la station de Ouargla a montré que le minimum moyen est obtenu l'année 2007 avec une valeur de 40,00 %, le maximum moyen le plus élevé est obtenu pour l'année 2011 avec 51,67 % (Fig N°17).

II.1.3.3. L'évaporation

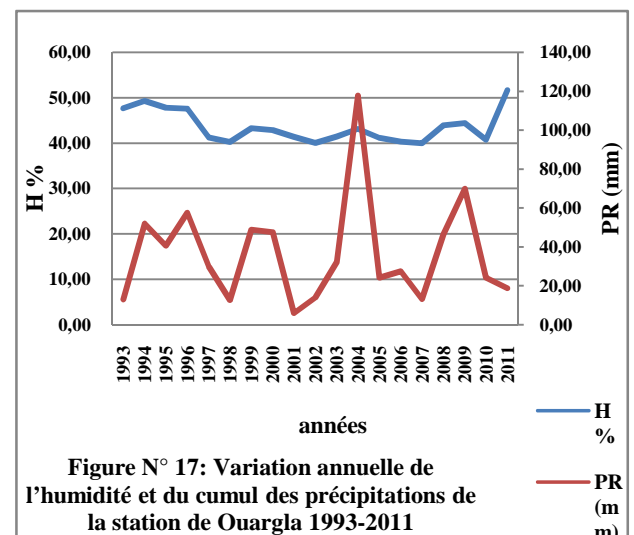
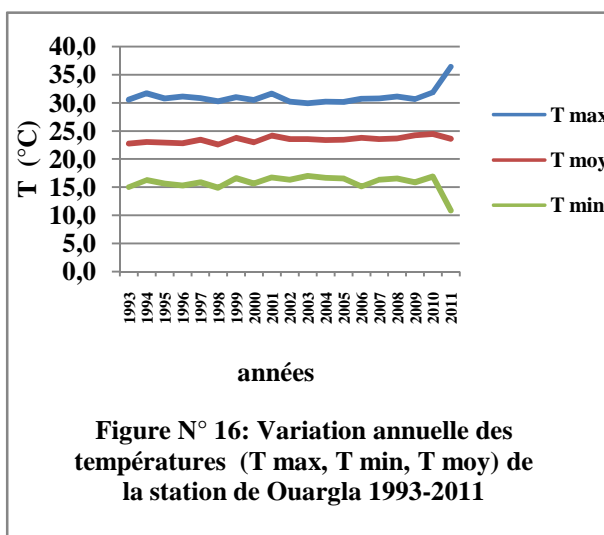
La figure N° 18 montre que la plus forte valeur est enregistrée l'année 1999 avec un cumul de 339,25 mm, tandis que la plus faible valeur est observée l'année 1996 avec un cumul de 122,91 mm.

II.1.3.4. Les précipitations

L'année la plus arrosée est l'année 2004 avec un cumul de 117,80 mm, alors que celle la moins arrosée est l'année 2001 avec un cumul 5,9 mm (Fig N°17).

II.1.3.5. La vitesse du vent

D'après la figure N° 18, la plus forte vitesse annuelle du vent est enregistrée l'année 1999 avec 4.7 m/s, la plus faible vitesse se situe l'année 2011 avec 1.7 m/s.



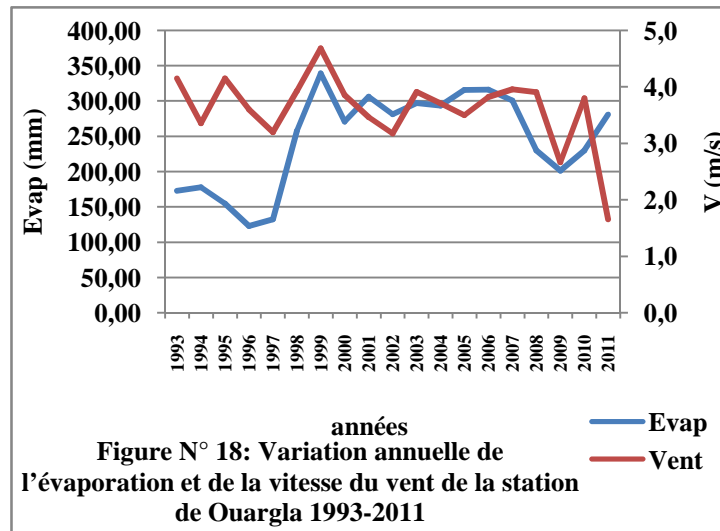


Figure N° 18: Variation annuelle de l'évaporation et de la vitesse du vent de la station de Ouargla 1993-2011

► Discussion :

L'analyse des résultats des températures (T max, T min, T moy) mensuelles et annuelles de la station de Ouargla (S1) durant la période (1993-2011) montre que la température maximale est plus élevée le mois de Juillet et elle est faible le mois de Janvier. Ceci peut être expliqué d'après (DUBIEF, 1959), par l'action de la température de la surface du sol, qui n'est pas très prépondérante dans ce cas celle des vents qui a une grande influence sur l'augmentation des températures maximales. Selon GODARD (1970) et SERVET *et al.* (2001) ; in BAZZINE (2010), la température décroît avec l'altitude, et la rareté des obstacles physiques. D'une façon générale, on remarque d'après ces valeurs et comme mentionné (YACONO, 1965) qu'au fur et à mesure que l'altitude augmente, on a une diminution de la température maximale.

Les températures minimales les plus faibles sont marquées le mois de Décembre et les minimums moyens les plus élevés au mois de Juillet. Ces résultats, peuvent être expliqués par l'influence de la température de la surface de la terre, D'après LACOSTE et SALANON (2001), les variations importantes de la température dépendent essentiellement du régime thermique du sol. Ainsi le changement de l'emplacement de la station régionale et le changement de l'abri lui-même de la station à un effet sur la variation de la température minimale. Selon DUBIEF (1959), le changement de l'emplacement de la station à une influence plus importante sur les températures minimales. Selon SELTZER (1946), la décroissance avec l'altitude des températures minimales est moins rapide que celle des maximales. La variation des températures moyennes est expliquée par l'augmentation et la diminution des températures moyennes maximales et minimales au cours des mois, les

saisons, et les années. La forte nébulosité et les précipitations ont ainsi une influence sur la variation des températures à toutes les échelles du temps. D'après GODARD et TABEAUD (2004), les nuages abondants et les pluies font abaisser la température.

Selon EL AMAMI et LABERCHE (1973), l'air est plus humide la nuit que le jour, ceci s'explique par la fluctuation de la température entre le jour et la nuit, donc l'augmentation de la température diminue l'humidité et la diminution de la température augmente l'humidité.

L'humidité mensuelle et annuelle montre que l'humidité est moyenne au niveau de la région de Ouargla, ceci peut être expliqué par la présence des zones humides (chotts et sebkhas) D'après RIOU (1990), la présence d'une zone humide entraîne un refroidissement et une humidification de l'air., l'évapotranspiration du sol en hiver car d'après GUYOT (1999), la variation de l'humidité spécifique dépend de l'évolution au cours de la journée de l'évapotranspiration, de la température de la surface, de la vitesse moyenne du vent. Selon FAURIE et *al.*, (1998), l'humidité dépend de plusieurs facteurs en particulier la température, le vent et la forme de précipitations (orage, ou pluie fine), lorsque le vent souffle, l'humidité diminue et l'évaporation augmente (SOLTNER, 1999), des températures plus chaudes entraînant un climat plus sec (ROYER, 2003 in BAZZINE, 2010).

L'optimum d'humidité est atteint le mois de Décembre et le minimum le mois de Juillet, Ceci est dû à l'action des vents et des vents de sable fréquents au cours de cette période. Comme elle dépend directement du pouvoir évaporant de l'air car l'humidité est faible dès que le pouvoir évaporant est fort. L'humidité varie aussi en fonction des précipitations malgré leur rareté et leur forte irrégularité. D'après GUYOT (1999), avant que la pluie ne viennent frapper la surface du sol, une partie s'évapore dans l'air et cela d'autant l'air est plus chaud et sec, cette évaporation, qui n'est pas mesurable se traduit par un abaissement de température de l'air et une élévation de son humidité. Le Sahara apparaît comme la région du monde qui pose l'évaporation la plus élevée (OZENDA, 1983). La variation de l'évaporation est liée à la variation de l'humidité. D'après DUBIEF (1950) et SELTZER (1946), l'évaporation est beaucoup plus sous la dépendance de l'humidité que sous celle de la température, car une faible humidité de l'air entraîne un fort pouvoir évaporant. La variation de l'évaporation dépend ainsi des précipitations. N'oubliant pas l'effet de l'augmentation de l'humidité sur le pouvoir évaporant de l'air, car d'après GODARD et TABEAUD (2004), en milieu humide l'évaporation est plus faible qu'en milieu sec.

La perte d'eau par évaporation varie d'un mois à l'autre, elle s'accroît par les fortes températures et s'aggrave encore lorsque les vents soufflent. D'après REMY (2008), l'air chaud contenant plus d'humidité que l'air froid car l'évaporation augmente avec la chaleur. D'après OZENDA (2004), l'évaporation est un phénomène physique qui augmente avec la température, la sécheresse et l'agitation de l'air.

Selon GAUCHE et BURDIN (1974), TOUTAIN (1973), et LARUE (1993) in BAZZINE (2010), les températures maximales et la durée d'insolation largement supérieure provoquent une évaporation intense.

Selon TOUTAIN (1979), l'intensité de l'évaporation est fortement renforcée par les vents et notamment ceux qui sont chauds, pour cela, le maximum d'évaporation se produit le mois d'Aout et le minimum le mois de Décembre. L'intensité de l'évaporation est fortement renforcée par les vents et notamment ceux qui sont chauds comme le sirocco.

Cette variation est due à l'effet de vent, le vent a un effet direct sur l'évaporation dont elle augmente cette dernière (DUBIEF, 1950). Selon le même auteur, la perte d'eau, peut avoir deux origines :

*évaporation physique : l'évaporation de masses d'eau ou de celle contenues dans le sol.

*évaporation physiologique : l'évaporation par les végétaux.

L'analyse des résultats montre que les précipitations présentent une grande irrégularité d'un mois à l'autre et d'une année à l'autre. Ces grandes fluctuations peuvent être expliquées d'après l'ONM (2013), par la pluviométrie qui est généralement sous forme d'averse dans la région de Ouargla.

Les précipitations sont donc rares et extrêmement irrégulières, D'après TABEAUD (2008), les régions arides sont caractérisées par une subsidence de l'air. Les précipitations annuelles dépendent également des régimes pluviométriques qui, à l'échelle du globe, sont liés aux variations saisonnières de la circulation atmosphérique générale (HUFTY, 2005 in BAZZINE, 2010).

Notant que la variabilité de la quantité de précipitation a un effet fort important sur la variabilité climatique à toutes les échelles du temps. D'après GODARD et TABEAUD (2004), comme la pluviosité est très faible, la variabilité interannuelle est extrême. Cette insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très marquée du régime pluviométrique et d'une variabilité interannuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse (OZENDA, 1983).

Les variations de précipitations qui peuvent être observées dépendent de type du climat, elles sont faibles en climat tempéré océanique ou en climat équatorial alors qu'elles sont très grandes dans tous les climats arides ou semi-arides (GUYOT, 1999).

La vitesse moyenne mensuelle du vent au niveau de la région présente un maximum le mois de Juin et Septembre car c'est la période des vents de sables, et un minimum le mois de Décembre. Selon DUBIEF (1963), dans la région de Ouargla les vents dominants en hiver, et les vents les plus forts soufflent du Nord-Est et Sud-Ouest, mais elles sont très variées dans le temps à l'échelle annuelle, saisonnière, mensuelle et décadaire qui explique la variabilité climatique.

Le vent est un agent de dispersion des animaux et des végétaux (DAJOZ, 1982). Les effets du vent sont partout sensibles et se traduisent par le transport et l'accumulation du sable, le façonnement des dunes, la corrosion et le palissage des roches et surtout l'accentuation de l'évaporation (MONOD, 1992).

La variation de vent dans l'espace et dans le temps est dû à plusieurs facteurs régionaux en particulier la présence des obstacles et la rugosité du paysage spécifique à chaque région ; La réduction du vent s'explique d'une part, par l'effet de la palmeraie, qui joue un rôle dans rugosité des paysages (OULD BOUBACAR, 1998), et l'interaction avec d'autres facteurs climatiques à une échelle plus élevée.

La différence des valeurs des températures entre les années est liée à la variation de la vitesse du vent ainsi, entraîne un écart thermique important ce qui provoque un surchauffement surtout quand les vents chauds et secs soufflent (MEDJBER, 2002).

FAURIE et *al.*, (1998), le vent fait fortement sécher le sol par évaporation et ceci d'autant plus que la température est élevée.

La région de Ouargla enregistre une valeur maximale lorsque la température maximale et le vent sont élevés avec la durée de l'insolation, de cela cette région est une station tempérée, selon DUBIEF (1950), la station qui a un minimum en Hiver et un maximum en Eté, appartient au type de station tempérée.

► Conclusion

Le climat régional de Ouargla connaît des fluctuations d'après les paramètres climatiques qui varient naturellement à toutes les échelles. Du fait de l'exposition totale aux radiations solaires, cela entraîne un changement climatique en plus des effets locaux ; la situation géographique, l'existence des zones humides, la géomorphologie, et la direction dominante

des vents qui entraîne des variations interannuelles pour chaque paramètres. Car d'après SADOURNY (1992), le climat varie naturellement à toutes les échelles du temps.

II.2. Analyse des résultats climatiques de la station de Hassi Ben Abdallah (S2)

II.2.1. Analyse des résultats mensuels

II.2.1.1. La température

Les figures N° 19, 20 et 21, montrent que les courbes présentent une concordance de toutes les températures (maximale, minimale, et moyenne), dont le maximum se situe au mois d'Aout en Eté et le minimum le mois de Janvier en Hiver.

II.2.1.1.1. La température maximale

Les températures moyennes maximales mensuelles sont élevées, avec un maximum le mois de Juillet 2000 avec 47,36 °C, et un minimum le mois de Décembre 2011 avec 12,9 °C (Fig N°19).

II.2.1.1.2. La température minimale

L'analyse des valeurs mensuelles de la température moyenne minimale, nous amène à constater que le maximum est observé au mois de Juillet 2000 avec 27,2 °C, le minimum est enregistré au mois de Janvier 2002 avec 0,93 °C (Fig N°20).

II.2.1.1.3. La température moyenne

La figure N° 21 montre que la plus faible valeur est observée au mois de Décembre 2011 avec 7,14 °C, et la valeur maximale la plus élevée au mois de Juillet 1994 avec 39,58 °C.

II.2.1.2. L'humidité

D'après la figure N° 22, l'humidité moyenne mensuelle enregistrée atteint un maximum le mois de Décembre 1993 avec 72,82 %, le minimum au mois de Juin 2002 avec 26,09 %.

II.2.1.3. L'évaporation

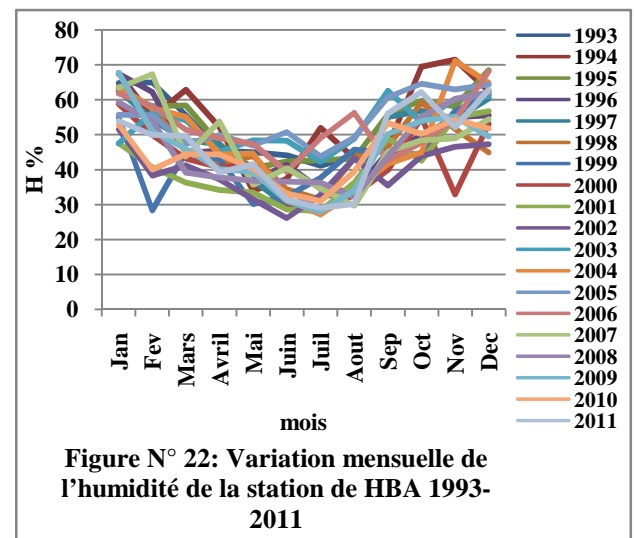
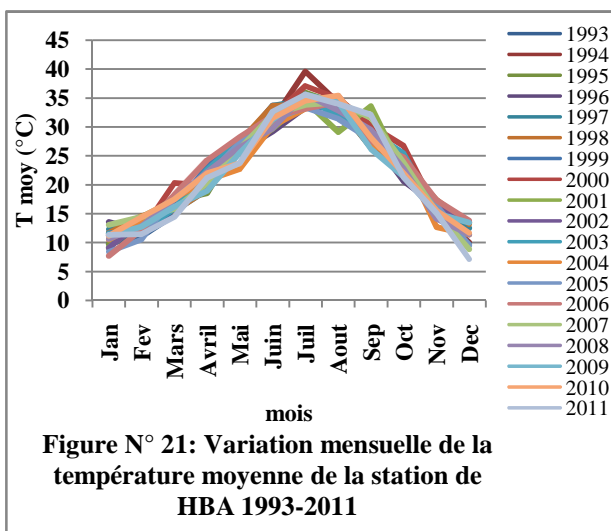
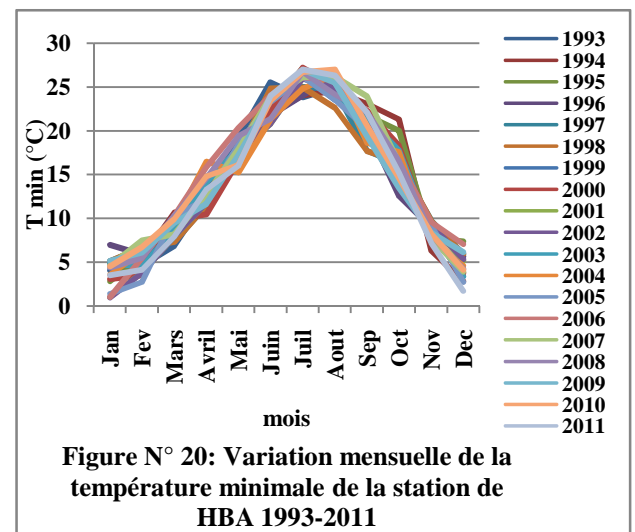
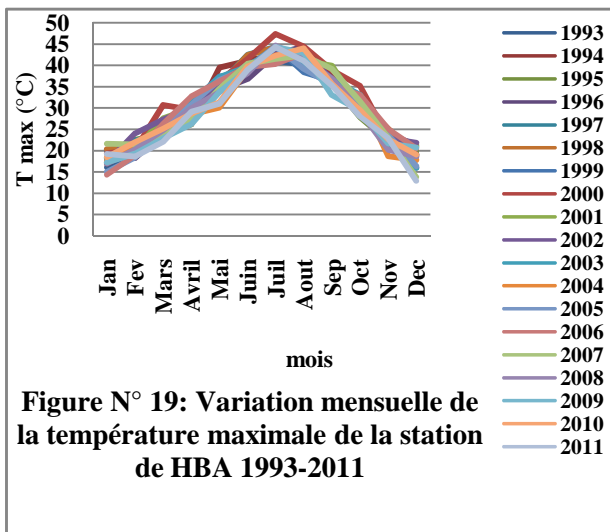
L'analyse des résultats mensuels durant la période 1993-2011 à montré que l'évaporation est élevée le mois de Juillet 2001 avec 589,7 mm, elle est faible le mois de Janvier 2009 avec 54,6 mm (Fig N°23).

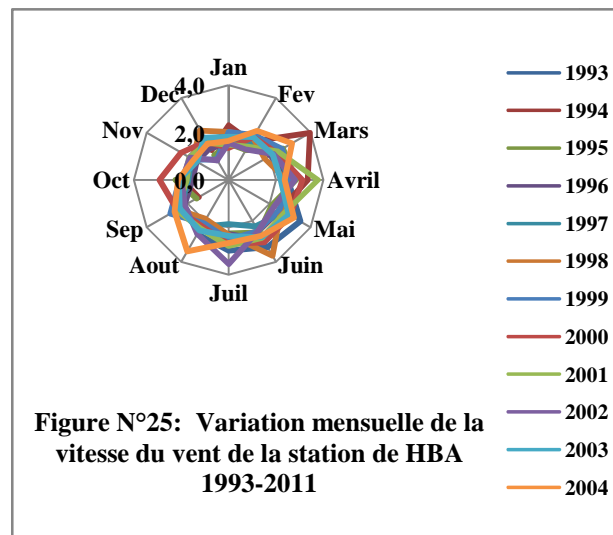
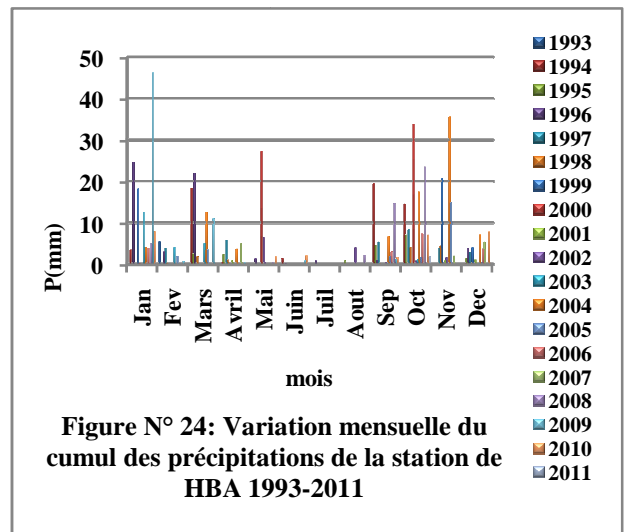
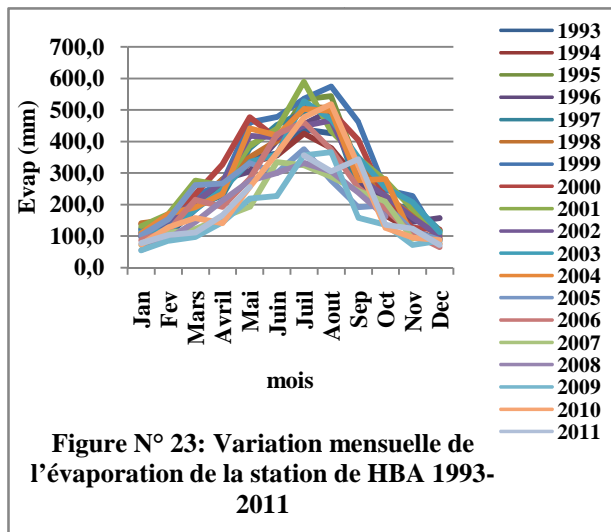
II.2.1.4. Les précipitations

Les résultats concernant les précipitations mensuelles durant la période 1993-2011, montre que le mois de Janvier 2009 c'est le mois le plus pluvieux avec un cumul de 46,4 mm, les mois les plus secs sont toujours Juillet et Aout avec un cumul de 0 mm (Fig N°24).

II.2.1.5. La vitesse du vent

En raison de la non disponibilité des données de la vitesse du vent on ne peut analyser que les résultats de 12 ans (1993-2004). La vitesse moyenne mensuelle du vent est maximale le mois de Mars 1994 avec 4m/s, le minimum est atteint le mois de Décembre 1999 et 2002 avec 1 m/s (Fig N°25).





II.2.2. Analyse des résultats saisonniers

Les courbes de la température maximale saisonnière pour toutes les années présentent le maximum en Été et le minimum en Hiver.

En raison de la non disponibilité des données journalières, on s'est permis de calculer la moyenne des mois de chaque saison.

II.2.2.1. La température

Les trois composantes de la température (T max, T min, T moy) présentent la même allure de courbes dont le maximum se situe en Été alors que le minimum la saison d'Hiver.

II.2.2.1.1. La température maximale

Selon la figure N° 26, les températures maximales saisonnières montrent que la saison d'Été 2000 est la plus chaude avec 44,43 °C, la saison d'Hiver de l'année 2005 est la plus froide avec 16,56°C.

II.2.2.1.2. L température minimale

La figure N° 27 nous amène à constater que la température minimale saisonnière est très élevée en Été 2011 avec 25,77 °C, elle faible en Été de l'année 2005 avec 2,26°C.

II.2.2.1.3. La température moyenne

D'après la figure N° 28, la saison d'Hiver de l'année 2005 présente la température moyenne la plus faible avec 9,5°C, le degré le plus élevé est atteint en Été de l'année 1994 avec 34,97 °C.

II.2.2.3. L'humidité

L'humidité saisonnière est élevée en Hiver de l'année 1993 avec 67,54 %, elle est faible en Été de l'année 2011 avec 30,26 % (Fig N°29).

II.2.2.4. L'évaporation

Selon la figure N° 30, l'évaporation saisonnière est maximale en Été de l'année 1999 avec un cumul de l'ordre de 529,13 mm, elle est minimale en Hiver de l'année 2008 avec un cumul de 68,13 mm.

II.2.2.5. Les précipitations

Selon la figure N° 31, les précipitations saisonnières sont maximales en Automne de l'année 2004 avec un cumul de l'ordre de 20,03 mm, elle est minimale en Été avec 00 mm.

II.2.2.6. La vitesse du vent

D'après la figure N° 32, la période marquée par une élévation de la vitesse du vent est le Printemps dont la valeur maximale est celle de l'année 1994 avec une valeur de 3,28 m/s, le minimum est atteint en Hiver de l'année 2002 avec 1,34 m/s.

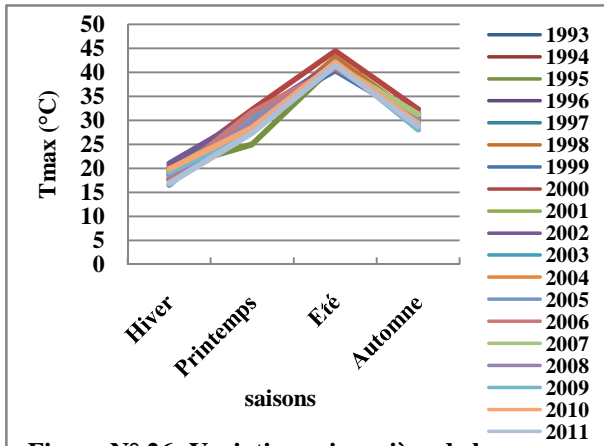


Figure N° 26: Variation saisonnière de la température maximale de la station de HBA 1993-2011

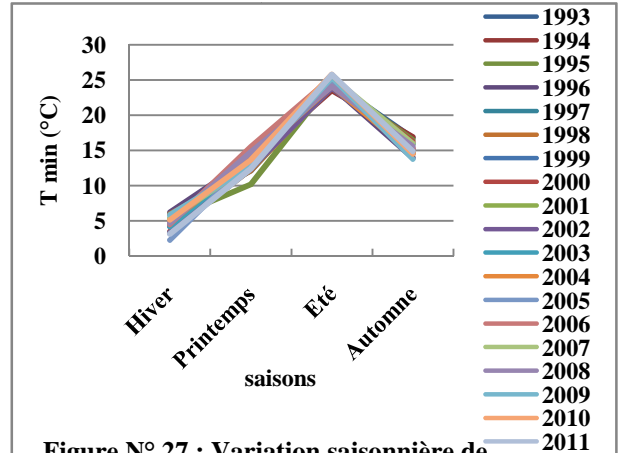


Figure N° 27 : Variation saisonnière de la température minimale de la station de HBA 1993-2011

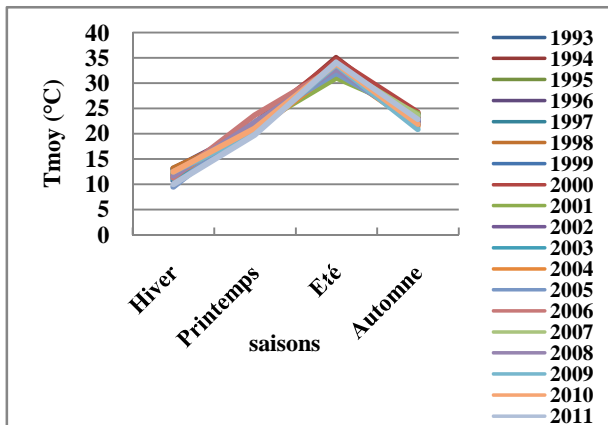


Figure N° 28: Variation saisonnière de la température moyenne de la station de HBA 1993-2011

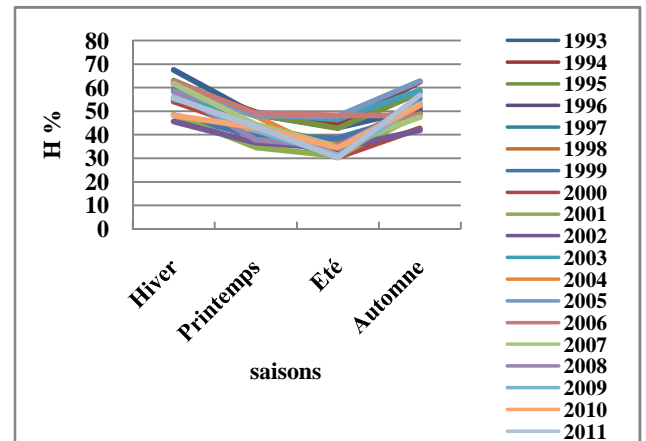


Figure N° 29: Variation saisonnière de l'humidité de la station de HBA 1993-2011

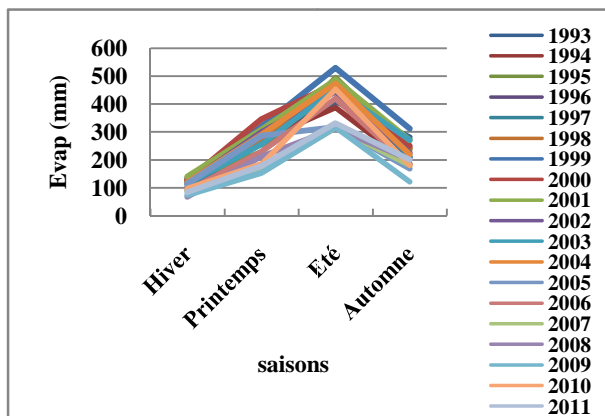


Figure N° 30: Variation saisonnière de l'évaporation de la station de HBA 1993-2011

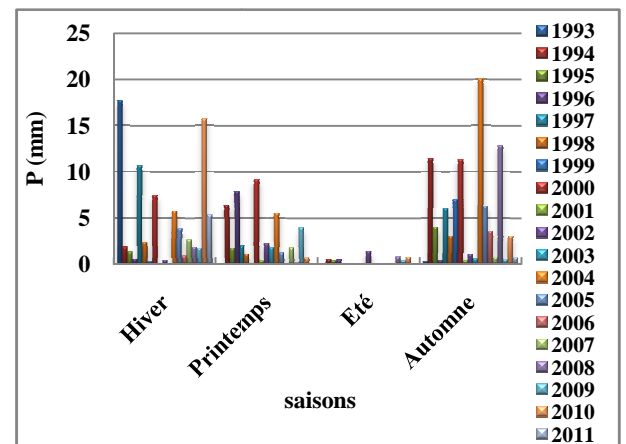
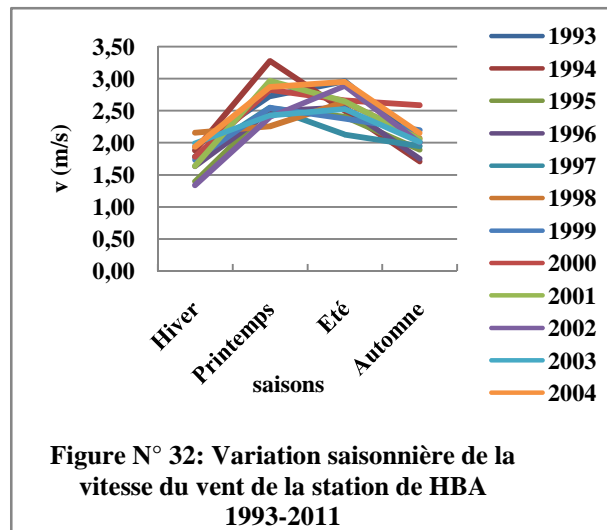


Figure N° 31: Variation saisonnière du cumul des précipitations de la station de HBA 1993-2011



II.2.3. Analyse des résultats annuels

II.2.3.1. La température

II.2.3.1.1. La température maximale

Selon les résultats des températures maximales annuelles enregistrées durant la période 1993-2011, la valeur maximale est obtenue l'année 2000 avec 32,2 °C, le minimum est observé en 2011 avec 28,6 °C (Fig N°33).

II.2.3.1.2. La température minimale

Selon la figure N° 33, le maximum de température minimale annuelle est observé l'année 2006 avec 15,2 °C, et le minimum observé l'année 2001 et 2002 avec une valeur de 13,7 °C.

II.2.3.1.3. La température moyenne

D'après la figure N° 33, le maximum de température moyenne annuelle est enregistré l'année 2000 avec 23,1 °C, et un minimum l'année 2004 et 2005 avec une valeur de 21,6 °C.

II.2.3.2. L'humidité

L'humidité moyenne annuelle la plus élevée caractérise l'année 1994 avec une valeur de 54,52 %, la plus faible est obtenue l'année 2002 avec 39,59 % (Fig N°34).

II.2.3.3. L'évaporation

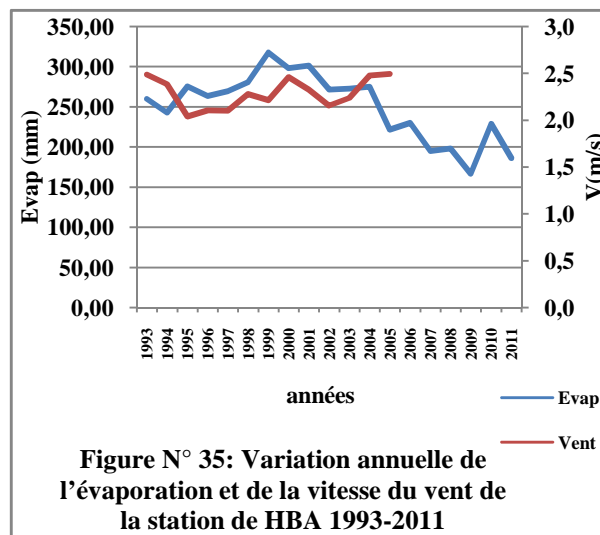
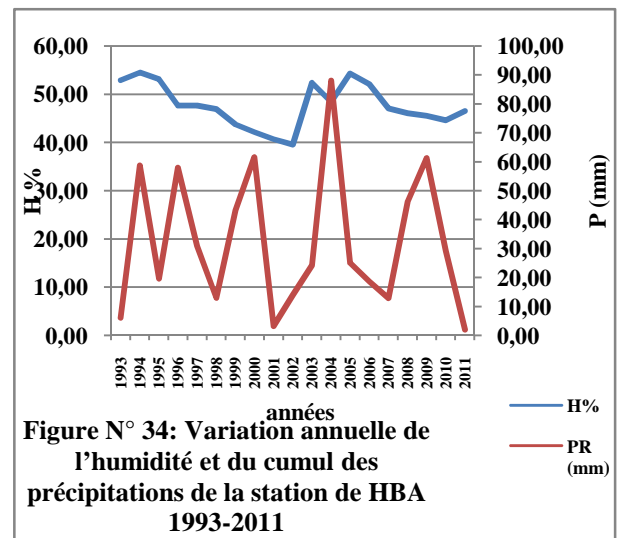
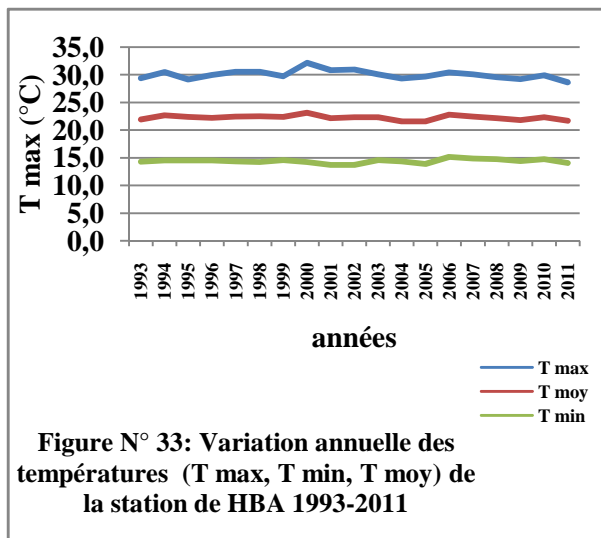
Selon la figure N° 35, l'évaporation est très importante l'année 1999 avec un cumul de 317,98 mm, elle est très faible l'année 2009 avec un cumul de 166,88 mm.

II.2.3.4. Les précipitations

Les résultats de la variation de la pluviosité au cours des années montrent que l'année 2004 est la plus pluvieuse avec un cumul de 88,10 mm, l'année 2011 est la plus sèche avec un cumul très faible de l'ordre de 2 mm (Fig N°34).

II.2.3.5. La vitesse du vent

L'analyse des résultats de déplacement de masses d'air montre que les années qui présentent la vitesse du vent la plus élevée sont 1993, 2000 et 2004 avec 2,5 m/s, alors que l'année 1995 c'est l'année où la vitesse du vent est la plus faible qui est de 2 m/s (Fig N°35).



► Discussion :

L'analyse des résultats de la température de l'air mesurée à l'ombre sous abri dans la station de Hassi Ben Abdallah sur une période de 19 ans (1993-2011) fait apparaître que :

La température maximale est enregistrée le mois de Juillet et le minimum le mois de Décembre. Cette variation est peut être expliquée par l'effet de rayonnement solaire et de la température du sol ainsi que l'agitation de l'air. Car d'après TABEAUD (2008), la température de l'air résulte de nombreux facteurs : rayonnement solaire incident, rayonnement émis par le substrat, éventuel apport issue de la mobilité de l'air.

Les fortes températures peuvent être entraînées par l'insolation intense due à la faible nébulosité de l'atmosphère. En ce qui concerne les variations saisonnières, D'après GODARD et TABEAUD (2004), les régimes thermiques saisonniers sont plus ou moins étroitement solidaires des variations du rayonnement solaires au cours de l'année.

DECONINCK (2009) in BAZZINE (2010), explique que la variation de la température au cours des jours, mois, et des saisons comme suite : l'obliquité de la terre joue un rôle essentiel sur la répartition du rayonnement solaire à la surface du globe, elle est à l'origine d'une inégalité, variable selon le lieu, de la durée de jour et de la nuit ; elle est aussi à l'origine des saisons. D'après HUFTY (2005) in BAZZINE (2010), la température fluctue sans cesse, à toutes les échelles du temps ou d'espace. Ce qui explique la variation de la température d'une année à l'autre.

Selon RIOU (1990), les variations de la température dépendent de la nature de la palmeraie (densité et recouvrement). La température dépend des formations végétales en place (les végétaux amortissant des variations de la température selon FAURIE et *al.*, (1998), la température varie selon la longueur de brise vent, le jour et la nuit et aussi selon l'état du ciel, BEGUIN (1972), a indiqué que l'effet de brise vent sur la température de l'air est très variable, il dépend de la perméabilité, des conditions climatiques du couvert végétal et selon la proximité du brise vent.

Dans notre station, la température maximale présente une élévation excessive en Eté, et la température minimale une diminution en particulier en Hiver. D'après TOUTAIN (1979), une palmeraie fluide à recouvrement partiel conduit à une tendance à la sècheresse et la végétation accuse les coups thermiques du climat : le gel journalier plus prolongé l'Hiver, les pointes anarchiques de chaleur et le froid printanier déterminent des coups de végétation brutaux, l'air

sec et le sel sont dans une ambiance de sécheresse permanente. Cette différence est due à l'effet brise-vent, la végétation par le biais de la transpiration, l'irrigation et l'effet oasis.

YACONO (1965), FAURIE *et al.*, (1998), SOLTNER (1999) et YUCEF (2003), montrent que lorsque l'altitude augmente, la température maximale diminue, mais dans nos stations, on a l'inverse, l'altitude de la station.

L'abaissement de la température maximale au niveau microclimatique par rapport au climat régional est du surtout à l'effet brise-vent, à l'irrigation et au couvert végétal d'après BEGUIN (1972), en milieu aride, les brises vents provoquent un léger abaissement de la température maximale car d'après GUYOT (1999), en revanche, le ralentissement du vent a pour effet de favoriser le refroidissement nocturne.

D'après GUYOT (1999), les températures minimales atteintes seront-elles plus basses au dessus d'un sol enherbé que d'un sol nu. L'herbe jouant le rôle d'isolant thermique. GUYOT (1999), note que l'amplitude de variation de température est réduite lorsque la surface du sol est couverte de végétation qui évapore.

Selon SELTZER (1946), la décroissance avec l'altitude des températures minimales est moins rapide que celle des maximales.

Les résultats de la température moyenne montrent qu'elle est élevée à l'intérieur qu'à l'extérieur de l'oasis, ceci dépend de la température maximale et minimale, la température varie selon la distance du brise-vent, le jour, et la nuit aussi selon l'état du ciel, BEGUIN (1972), a indiqué que l'effet de brise-vent sur la température de l'air est très variable, il dépend de la perméabilité, des conditions climatiques du couvert végétal et selon la proximité du brise-vent. Selon BALDY (1986), les températures extrêmes sont fortement modifiées dans un massif boisé, ou un réseau de brise –vent.

Selon TOUTAIN (1979), dans une palmeraie après l'irrigation, l'hygrométrie atteint les valeurs élevées aux alentours de 100% et se maintient fréquemment au dessus de 70%. Ce qui met en évidence le rôle de l'irrigation. L'humidité varie entre les heures de la journée (le jour, et la nuit), RIOU (1990), trouve que l'humidité de la nuit est au voisinage de +5% en octobre +2 % en mai par rapport à celle à l'extérieur, le jour est +1% en octobre, +3% en mai par rapport à l'humidité du désert. D'après TOUTAIN (1979), l'épaisseur de la végétation périphérique charge le vent d'une certaine humidité et le rend moins agressif. Aussi, l'irrigation augmente la teneur en eau de la surface du sol dans la palmeraie.

D'après RIOU (1990), une modification de la concentration en eau de surface entraînant une variation progressive de flux de chaleur et de vapeur d'eau. Cette variation est due à la

qualité, la hauteur et la distance du brise-vent qui est au voisinage de parc météorologique puisque le vent diminue l'humidité et la disperse.

La différence de la quantité de vapeur d'eau dans l'air en fonction des mois, saisons, et d'une année à l'autre s'explique par l'augmentation de la température qui réduit l'humidité. Car d'après GUYOT (1999), des variations importantes de la température de surface conduisent généralement à de grande variation de l'humidité spécifique, à cause de la relation qui relie la tension de vapeur saturante et la température.

La variation de la proportion de vapeur d'eau contenu dans l'air dépend essentiellement de la variation de l'évapotranspiration et donc l'évaporation, et les vents surtout ceux qui sont chauds. D'après REMY (2008), L'air chaud contenant plus d'humidité que l'air froid car l'évaporation augmente avec la chaleur.

Ainsi le degré hygrométrique est naturellement plus fort en Hiver qu'en Été et la nuit que le jour d'après (OZENDA, 2004). L'évaporation est beaucoup plus sous la dépendance de l'humidité que sous celle de la température (DUBIEF, 1950 ; SELTZER, 1946).

Selon TOUTAIN (1979), dans une palmeraie après l'irrigation, l'hygrométrie atteint des valeurs élevées.

Le vent homogénéise l'humidité et même là diminue car il accélère l'évaporation (TABEAUD, 2008). Le vent est le facteur principal de la diminution de l'humidité et augmente l'évaporation.

L'humidité de l'air apparait comme un élément capital en agriculture car elle conditionne largement des échanges hydriques entre le sol, la plante et l'atmosphère (PAYEN et *al.*, 1990).

L'analyse des résultats de l'évaporation dans la station microclimatique de Hassi Ben Abdallah nous permet de constater que la perte d'eau par évaporation varie d'un mois à l'autre, elle s'accroît par les fortes températures et s'aggrave encore lorsque les vents soufflent. Selon TOUTAIN (1979), l'intensité de l'évaporation est fortement renforcé par les vents et notamment ceux qui sont chauds. Pour cela, le maximum de la capacité évaporatrice est obtenu au mois le plus chaud Juillet durant la période estivale, et le minimum est atteint inversement lorsque la vitesse du vent diminue et la température s'abaisse au cours de la période hivernale.

D'après DAMANGNEZ (1968), le brise-vent modifie tous les éléments climatiques, il peut avoir une action favorable sur le rendement par l'évaporation du à la température de l'air dans la zone protégée peut compenser l'effet du à une réduction des apports adventifs d'énergie.

Concernant les précipitations au niveau de la sous région de Hassi Ben Abdallah comme pour l'ensemble des régions arides, elles sont rares et extrêmement irrégulières. DUBIEF (1953), explique cette faible pluviosité par la rareté des masses d'air humides et non pas par le manque de perturbations. D'après LACOSTE et SALANON (2001), la faiblesse et l'irrigation des précipitations constituent le caractère majeur et commun à l'ensemble des territoires « arides ».

D'après TABEAUD (2008), les régions arides sont caractérisées par une subsidence de l'air.

Les précipitations sont donc rares et extrêmement irrégulières. Les précipitations annuelles dépendent également des régimes pluviométriques qui à l'échelle du globe sont liés aux variations saisonnières de la circulation atmosphérique générale (HUFTY, 2005 in BAZZINE, 2010), notant que la variabilité de la quantité de précipitations à un effet fort important sur la variabilité climatique à les échelles du temps. D'après GODARD et TABEAUD (2004), comme la pluviosité est très faible la variabilité interannuelle est extrême. Cette insuffisance de pluies sahariennes est accompagnée d'une irrégularité très marquée du régime pluviométrique et d'une variabilité interannuelle considérable, ce qui accentue la sécheresse (OZENDA, 1983).

Les brise-vents ne modifient pas la quantité globale des précipitations reçues au sol mais ils en modifient la répartition horizontale. Les pluies et neige sont souvent accompagnée de vent. Il est donc logique que les brises vent modifient leur distribution horizontale (BAUDRY et al, 2000).

L'analyse des résultats de la vitesse du vent montre que les valeurs du vent ont deux aplatissement l'un au Printemps et l'autre au cours de l'Automne qui correspond au période de vent dans la région. Ce sont les siroccos ou les vents du sable qui sont responsables de la formation et des déplacements des dunes. La variation de la vitesse du vent au cours de l'année est due aux changements naturels qui influent sur tous les facteurs. La réduction du vent par le brise-vent joue un rôle d'homogénéisant de l'humidité, BEGUIN (1972), a confirmé que l'air est généralement plus humide dans la zone protégée que dans la zone ouverte, surtout lorsqu'on pratique l'irrigation. La possibilité d'augmenter l'irrigation constitue le moyen le plus efficace pour lutter contre les vents chauds (TOUTAIN, 1979).

La vitesse du vent est en fonction de l'efficacité de brise vent qui dépend de sa porosité, de sa hauteur, la situation géomorphologique de la station, l'emplacement de la station par rapport à l'ensemble de la palmeraie. La variation de la vitesse du vent est très hautement significative par rapport aux autres paramètres, la variation du vent dans l'espace et dans le temps est due à plusieurs facteurs régionaux en particulier la présence des obstacles et la rugosité du paysage spécifique à chaque région, la réduction du vent s'explique d'une part par l'effet de la palmeraie qui joue un rôle dans la rugosité des paysages (OULD BOUBACAR, 1998) et l'interaction avec d'autres facteurs climatiques à une échelle plus élevée.

Cette différence est due à l'effet brise-vent, la végétation par le biais de la transpiration, l'irrigation et l'effet oasis. La réduction du vent par le brise-vent joue un rôle d'homogénéisant de l'humidité.

Les effets du vent sont partout sensibles et se traduisent par le transport et l'accumulation du sable, le façonnement des dunes, la corrosion et le palissage des roches et surtout l'accentuation de l'évaporation (MONOD, 1992). D'après GUYOT (1999), le brise-vent en réduisant la vitesse de vent réduit l'évaporation. D'après le même auteur, à l'intérieur d'un couvert végétal, le flux vertical de la quantité de mouvement n'est plus constant en fonction de la hauteur, les feuilles, les tiges et les branches agissent sur l'écoulement de l'air comme étant des freines aérodynamique.

Les brises vent, en réduisant la vitesse du vent, ils modifient l'ensemble des échanges convectifs, ce qui se traduit par un nouvel équilibre microclimatique. D'après SOLTNER (1999), la vitesse du vent est plus faible à l'intérieur des zones protégés, mais sans une diminution considérable de flux, donc la quantité de la chaleur évacuer par les vents est moins importante ce qui traduit une élévation de la température.

Ainsi d'après GUYOT (1999), la réduction de la vitesse du vent s'accompagne alors par une élévation plus importante de la température de l'air. Le même auteur ajoute que les apports radiatifs des haies induisent un léger réchauffement à leur voisinage.

Au niveau de microclimat de la palmeraie la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement atténuées par rapport au climat saharien (TOUTAIN, 1979).

D'après GUYOT (1999), les brise-vent en réduisant la vitesse de vent réduit l'évaporation. L'évapotranspiration est plus élevée au niveau régional qu'au niveau microclimatique ce ci est due à l'action de brise vent ainsi que l'irrigation. On constate que l'apport d'eau d'irrigation

à pour effet d'abaisser l'évapotranspiration. Le méso climat sous palmier diminue l'évapotranspiration de culture sous jacentes (TOUTAIN, 1979).

D'après BAUDRY et *al.*,(2000), les brise-vent ont une action limitée sur l'évapotranspiration potentielle.

On constate que les haies successives, non seulement protègent les parcelles qu'elles entourent, mais également freinent, par la rugosité qu'elles donnent au paysage, le déplacement générale de l'air agissant à la fois sur le microclimat et sur le climat local ou régional (SOLTNER, 2007).

► **Conclusion :**

Parmi toutes les modifications des éléments du climat qu'on constate dans l'oasis (palmeraie), celle qui porte sur la vitesse du vent est la plus marquée, elle est en fait liée à la structure de la palmeraie et son degré « d'ouverture » vers l'extérieur. Ces modifications microclimatiques du vent, de la température, de l'humidité de l'air, de l'évaporation et de la radiation agissent incontestablement sur le climat de la palmeraie.

II.3. L'étude comparative des résultats climatiques mensuels et annuels des deux stations (S1) et (S2) 1993-2011.

II.3.1. L'analyse comparative des résultats mensuels

II.3.1.1. La température

II.3.1.1.1. La température maximale

L'analyse des résultats de la température moyenne maximale des deux stations montre que le maximum de température moyenne maximale est atteint le mois de Juillet avec 47.9°C de l'année 2011 dans la station (S1), et avec 47.36°C l'année 2000 au niveau de la deuxième station.

Le minimum de température moyenne maximale est enregistré le mois de Janvier 2006 avec 15.6°C au niveau de la station (S1), elle est de 12.9°C le mois de Décembre 2011 au niveau de la station (S2).

II.3.1.1.2. La température minimale

La valeur de la température moyenne minimale mensuelle la plus élevée est obtenue le mois de Juillet pour les deux stations, avec 29.8°C pour l'année 2005 au niveau de la station (S1), est 27.2°C pour l'année 2000 au niveau de la station (S2).

Le minimum est enregistré le mois de Décembre pour la première station avec 0.4°C pour l'année 2011, et 0.93°C pour l'année 2002 au mois de Janvier dans la deuxième station.

II.3.1.1.3. La température moyenne

Les températures moyennes mensuelles les plus fortes correspondent au mois de Juillet pour les deux stations avec 37.4°C pour l'année 2005 au niveau de la station (S1), et 39.58°C pour l'année 1994 dans la station (S2).

Le minimum se manifeste au mois de Janvier pour la première station, avec 9.2°C pour l'année 2000, et 7.14°C pour l'année 2011 au mois de Décembre au niveau de la deuxième station.

II.3.1.2. L'humidité

L'analyse des résultats de l'humidité de l'air mensuelle nous amène à constater que la quantité maximale de la vapeur d'eau est obtenue au niveau de la première station au mois de Décembre 1994 avec 74%, elle atteint 72.82% le mois de Décembre 1993 au niveau de la deuxième station.

Une faible humidité est enregistrée au mois de Juillet 1997 avec 20 % au niveau de la station (S1), alors qu'elle est de l'ordre de 26.09 % le mois de Juin 2002 au niveau de la station (S2).

II.3.1.3. L'évaporation

Le maximum de la capacité évaporatrice est observée le mois d'Aout 1999 avec 622 mm au niveau de la station (S1), et il est atteint le mois de Juillet 2001 avec 589.7 mm au niveau de la station (S2).

Le minimum est atteint le mois de Décembre 2000 dans la première station avec 38 mm, et avec 54.6 mm pour l'année 2009 en mois de Janvier dans la seconde.

II.3.1.4. Les précipitations

L'analyse des résultats des précipitations des deux stations durant la période 1993-2011, nous amène à constater que le maximum se produit en Janvier 2009 avec un cumul de 54.1 mm et 46.4 mm respectivement pour la station (S1) et (S2).

Le minimum est atteint aux mois de Juillet et Aout avec un cumul de 0 mm.

II.3.1.5. La vitesse du vent

L'analyse des résultats de la vitesse du vent mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011 pour la station (S1) et 1993-2004 pour la station (S2), nous a permis de constater que la vitesse moyenne de vent est plus importante au mois de Juin 1995 avec 5.9 m/s au niveau de la station (S1), elle est de l'ordre de 4 m/s le mois de Mars 1994 au niveau de la station (S2). Elle est faible en Décembre 2011 avec 1.1 m/s au niveau de la première station, le minimum est atteint le mois de Décembre 2002 et 1999 avec 1 m/s au niveau de la station (S2).

II.3.2. L'analyse comparative des résultats annuels

II.3.2.1. La température

II.3.2.1.1. La température maximale

D'après la figure N° 36, les températures maximales annuelles les plus élevées caractérisent l'année 2011 avec 36.4°C pour la première station et l'année 2000 avec une valeur de 32.2°C pour la seconde.

Les minima sont obtenus durant l'année 2003. Pour la première station, il est de 30 °C, et 28.6 °C l'année 2011 pour la seconde.

Le test STUDENT montre une différence « hautement significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.3.2.1.2. La température minimale

D'après la figure N° 37 durant la période de 1993-2011, au niveau des deux stations la plus

grande valeur de la température minimale annuelle est atteinte l'année 2003 avec 17°C au niveau de la station (S1), est observée l'année 2006 avec 15.2 °C au niveau de la deuxième station.

La plus faible valeur est observée l'année 2011 avec 10.9°C au niveau de la station (S1), au niveau de la station (S2) elle est de l'ordre 13.7°C enregistrée pour l'année 2001 et 2002.

Le test STUDENT montre une différence « très hautement significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.3.2.1.3. La température moyenne

La figure N° 38 montre que le maximum de la température moyenne annuelle est enregistré l'année 2010 avec 24.5 °C pour la station (S1), et l'année 2000 avec 23.1 °C pour la seconde station.

Un minimum est enregistré au niveau des deux stations avec une valeur de 22.6 °C l'année 1998 au niveau de la station (S1), et 21.6 °C l'année 2004 et 2005 pour la seconde station.

Le test STUDENT montre une différence « très hautement significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.3.2.2. L'humidité

Le minimum moyen le plus faible se manifeste l'année 2007 avec une valeur de 40 % pour la station (S1), l'année 2002 avec 39.59 % pour la deuxième station.

Le maximum moyen est observé l'année 2011 avec 51.67 % au niveau de la station (S1), la moyenne annuelle la plus élevée de l'humidité caractérise l'année 1994 avec une valeur de 54.52 % pour la station de Hassi Ben Abdallah (S2) (Fig N°39).

Le test STUDENT montre une différence « hautement significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.3.2.3. L'évaporation

L'évaporation est maximale l'année 1999 avec un cumul de 339,25 mm pour la station (S1), et 317,98 mm pour la station (S2).

Le minimum est atteint l'année 1996 avec un cumul de 122,91 mm dans la station (S1), et l'année 2009 avec 166,88 mm dans la deuxième station (Fig N°40).

Le test STUDENT montre une différence « non significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.3.2.4. Les précipitations

La figure N° 41 montre que les quantités annuelles d'eau tombée varient fortement d'une année à l'autre, avec un maximum recueilli l'année 2004 pour la station (S1), avec 117,80 mm, et 88.10 mm pour (S2).

Le minimum est enregistré l'année 2001 au niveau des deux stations, avec un cumul de 5.9 mm pour la première station et 2 mm l'année 2011 pour la seconde station.

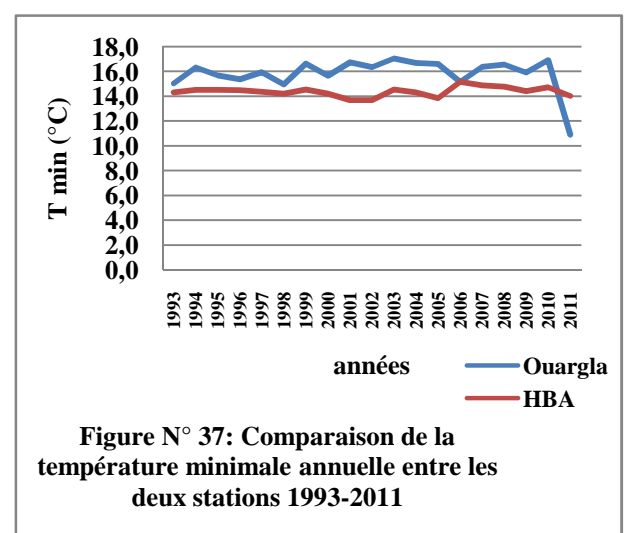
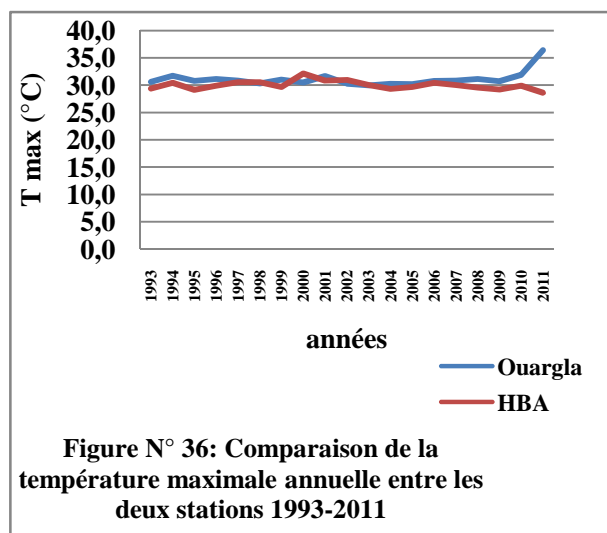
Le test STUDENT montre une différence « non significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

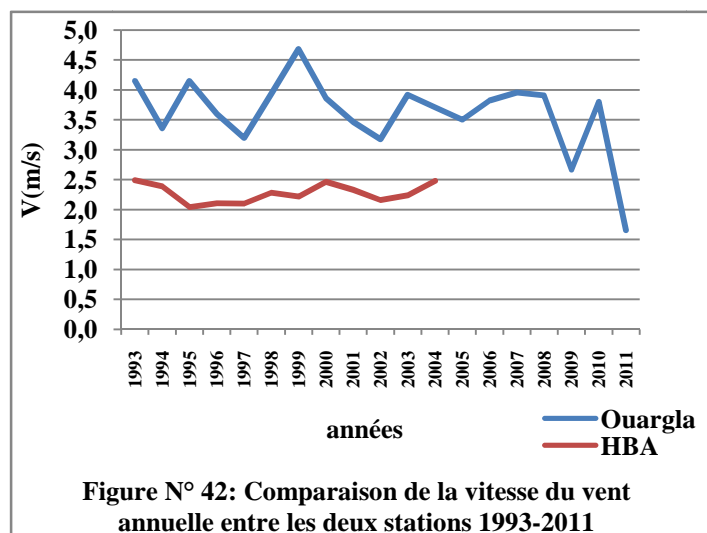
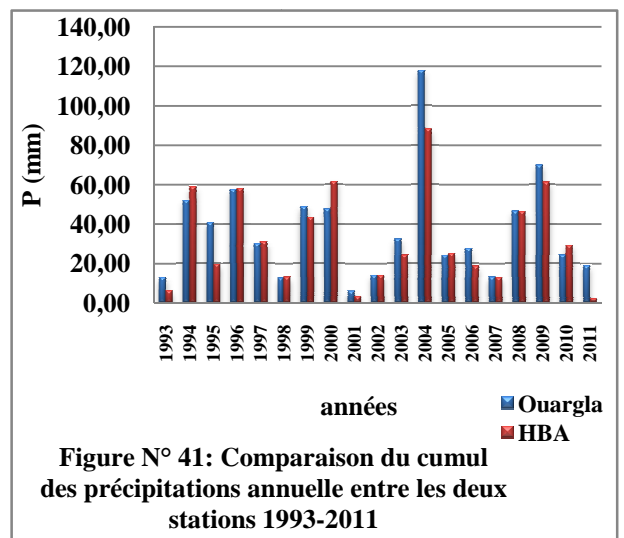
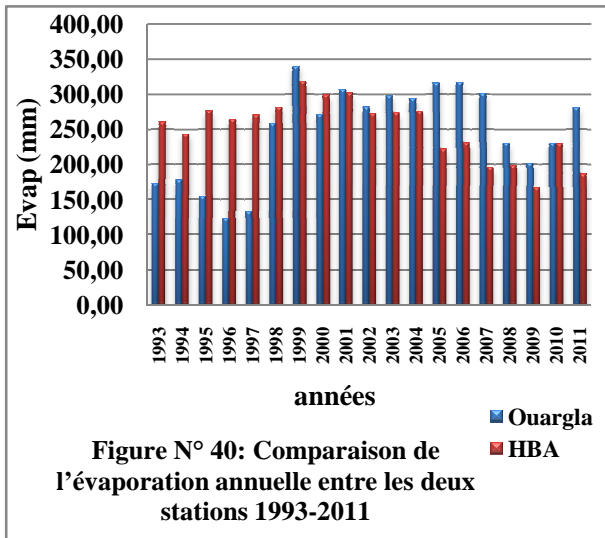
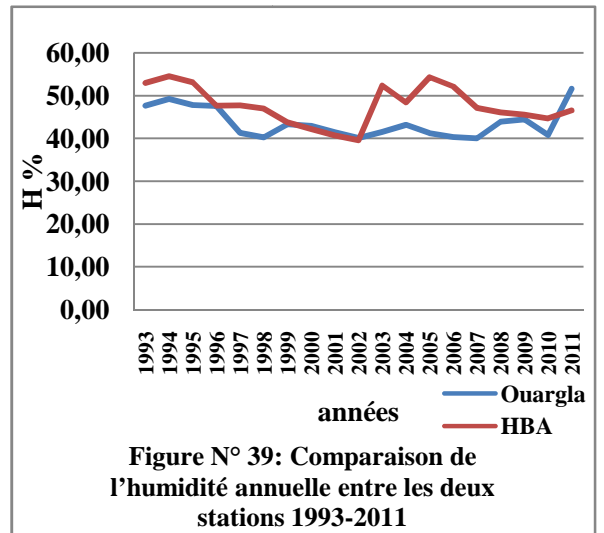
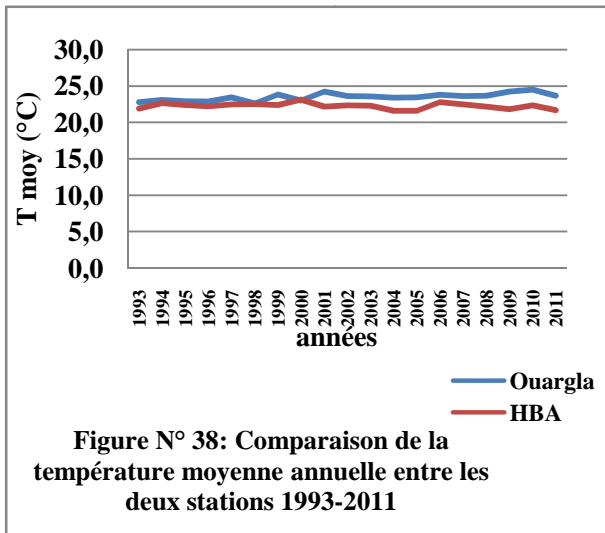
II.3.2.5. La vitesse du vent

L'analyse des résultats de la vitesse du vent durant la période nous a amené à déduire que la vitesse du vent maximale est enregistrée l'année 1999 avec 4.7 m/s pour la première station, alors qu'elle est de l'ordre de 2.5 m/s l'année 1993, 2000, 2004 et 2005 dans la deuxième station.

Le minimum est obtenu durant l'année 2011 avec 1.7 m/s au niveau de la station (S1), et au niveau de la deuxième station l'année 1995 avec 2 m/s (Fig N°42).

Le test STUDENT montre une différence « très hautement significative » entre les deux stations (Annexe N°07).





► Discussion :

L'analyse des résultats mensuels et annuels des deux stations durant la période de 1993-2011 nous permet de ressortir les résultats suivants :

Une variation importante des températures maximales entre les deux stations, elles sont plus faibles dans la station (S2) que dans la station (S1). BALDY (1986), note un maximum plus faible dans l'oasis de Jemna (Tunisie) qu'au milieu extérieur.

En palmeraie, la température de l'air s'atténue dans le même sens que la lumière, et les écarts thermiques sont également tamponnée (TOUTAIN, 1979).

La température minimale est plus faible dans la station (S2) que dans la station (S1). Ceci est dû à l'effet du couvert végétal. D'après GUYOT (1999), les températures minimales atteintes seront-elles plus basses au dessus d'un sol enherbé que d'un sol nu, l'herbe jouant un rôle d'isolant thermique.

En ce qui concerne la température moyenne la station (S1) présente des valeurs mensuelles et annuelles plus importantes que ceux de la station (S2). Ceci est dû essentiellement aux fluctuations des minima et des maxima de température dans les stations au cours des jours, mois, et des années. GUYOT (1999), note que l'amplitude de variation de température est réduite lorsque la surface du sol est couverte de végétation qui évapore.

L'humidité relative de l'air est plus élevée dans la première station que la seconde à tous les niveaux (mensuelle et annuelle), cette différence de pourcentage de vapeur d'eau contenu dans l'air entre les deux stations, vient de la réduction du vent par les brise-vent, de la couverture végétale, et leur évapotranspiration. Car D'après GUYOT (1999), la variation de l'humidité spécifique dépend de l'évolution au cours de la journée de l'évapotranspiration, de la température de la surface, de la vitesse moyenne du vent.

Ceci peut aussi être dû à l'irrigation qui sert à humidifier l'air environnant, En effet, à chaque irrigation, l'hygrométrie atteint des valeurs élevées aux alentours de 100% (TOUTAIN, 1979).

BAUDRY et *al.*, (2000), ajoute que les brise-vent modifient la répartition des précipitations sur le sol.

L'analyse des résultats (mensuels et annuels) de l'évaporation montre une nette variation entre les deux stations, elle est plus importante dans la station (S1) que la station (S2), ceci est due principalement à l'effet brise-vent et l'effet l'oasis. Car la réduction du vent permet une diminution notable de l'évaporation (RIOU, 1990). D'après GUYOT (1999), les brise-vent en réduisant la vitesse du vent réduit l'évaporation.

L'analyse des résultats mensuels et annuels des précipitations montrent que la quantité des pluies reçues à Ouargla est importante que celle de Hassi Ben Abdallah. Ceci est dû à l'action des brise-vent. D'après BAUDRY et *al.*, (2000), les pluies et les neiges sont souvent accompagnées de vent. Il est donc logique que les brise-vent modifient leur distribution horizontale. Avec le vent, la trajectoire des gouttes est inclinée. Aussi la face au vent du brise-vent intercepte une partie de la pluie destinée à la zones protégée et la quantité d'eau reçue immédiatement du côté sous le vent est plus faible que dans une zone ouverte.

D'après les résultats de la vitesse du vent au niveau des deux stations (S1) et (S2), on note une chute progressive de la vitesse du vent au niveau de la deuxième station par rapport à la première, ceci ne peut être expliqué que par l'effet oasis et l'action du brise-vent car le vent se trouve très sensiblement freiné par les brise-vent, et les palmiers. On constate que les haies successives, non seulement protégeant les parcelles qu'elles entourent, mais également freinent, par la rugosité qu'elles donnent au paysage, le déplacement générale de l'air agissant à la fois sur le microclimat et sur le climat local ou régional (SOLTNER, 2007).

► Conclusion :

Le rôle microclimatique du vent est particulièrement important par la modification qu'il entraîne dans les valeurs d'autres composantes fondamentales (température, humidité relative, évaporation en particulier).

TOUTAIN (1979), illustre le rôle de brise-vent associés à d'autres cultures (basses, arborées ou arbustives) sur la création d'un microclimat particulier à l'intérieur de la palmeraie :
Éliminent la forte sécheresse de l'air de désert, réduisent l'évapotranspiration des cultures sous-jacentes, suppriment presque entièrement l'évaporation du sol protégé par la végétation, atténuants les effets desséchants du vent, augmentent l'hygrométrie, tamponnent les fortes températures du climat.

II.4. Etude comparative des deux stations durant la période 1993-2011

II.4.1. La température

L'analyse des résultats de température des deux stations pendant la durée de 19 ans (1993-2011) nous permet de ressortir :

II.4.1.1. La température maximale

La figure N° 43 montre une concordance des températures moyennes maximales des deux stations durant la période 1993-2011, on note généralement une légère ascendance de température maximale au niveau de la station (S1) par rapport à la station (S2), à l'exception pour certains cas où la température maximale au niveau de la station (S2) est la plus élevée

comme le cas du mois de Juin avec une valeur de 39.36 °C au niveau de la station (S1) et 39.91°C au niveau de la station (S2).

Le maximum se situe au niveau des deux stations le mois de Juillet avec respectivement 43.86 °C, et 43.32 °C pour (S1) et (S2).

Le minimum est observé le mois de Janvier dans les deux stations également avec 19.23°C au niveau de la station (S1), et 18.02 °C au niveau de la station (S2).

Le test STUDENT montre une différence « non significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.4.1.2. La température minimale

D'après la figure N° 44, le maximum est enregistré le mois de Juillet avec 27.52 °C et 25.87 °C pour les deux stations (S1) et (S2) respectivement. Le minimum est obtenu le mois de Janvier, il est d'environ 4.88 °C pour la station (S1), et 3.76 °C pour la station (S2).

Le test STUDENT montre une différence « non significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.4.1.3. La température moyenne

La température moyenne maximale est enregistrée le mois de Juillet dans les deux stations, elle est de l'ordre de 35.70 °C au niveau de la première station et 34.88 °C pour la seconde.

Le minimum est observé le mois de Janvier pour les deux stations avec 11.92 °C pour la station (S 1) et d'environ 10.83 °C au niveau de la station (S2) (Fig N°45).

Le test STUDENT montre une différence « non significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.4.2. L'humidité

L'analyse des résultats de l'humidité au cours de la période (1993-2011) nous amène à constater que généralement la capacité hygrométrique de l'air est plus importante dans la station (S2) par rapport à la station (S1).

Elle est forte le mois de Décembre avec 61.82 % au niveau de la station (S1), et le mois de Janvier avec 59.32 % pour la station (S2).

Elle est faible en Eté au mois de Juillet dans les deux stations, avec 26.89 % au niveau de la (S1), et 35.87 % pour la (S2) (Fig N°46).

Le test STUDENT montre une différence « non significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.4.3. L'évaporation

L'évaporation est toujours massive elle est en général très importante au niveau de la station (S2) par rapport à la station (S1) durant la période (1993-2011).

Selon la figure N° 47, le maximum est enregistré en Eté le mois de Juillet avec 428.46 mm au niveau de la station (S1), et 455.71 mm en Juillet au niveau de la station (S2).

Le minimum se situe le mois de Décembre au niveau de la station (S1) avec un cumul mensuel de 90.61 mm, et 96.66 mm pour la (S2).

Le test STUDENT montre une différence « non significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.4.4. Les précipitations

Les précipitations sont très abondantes au niveau régional qu'au niveau microclimatique. Durant la période 1993-2011, le mois de Janvier est le mois le plus humide, avec 7.06 mm au niveau de la station (S1) plus élevée que celle recueilli au cours du mois d'Octobre avec 6.88 mm au niveau de la seconde.

Le minimum se produisant le mois de Juillet dans les deux stations, avec 0.19 mm au niveau de la station (S 1) et 0.05 mm en Juillet au niveau de la station (S2) (Fig N°48).

Le test STUDENT montre une différence « non significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

II.4.5. La vitesse du vent

La vitesse du vent est très importante au niveau de la station (S1) par rapport à la station (S2), ce qui traduit l'effet microclimatique et aérodynamique des palmeraies et de brise-vent. D'après la figure N° 49, la vitesse maximale du vent se situe le mois de Mai avec 4.68 m/s pour la station (S 1) et 2.80 m/s le mois de Juin pour la station (S2), le minimum est en Hiver le mois de Janvier avec 2.82 m/s au niveau de la première station et 1.64 m/s le mois de Décembre pour la seconde.

Le test STUDENT montre une différence « très hautement significative » entre les deux stations (Annexe N°07).

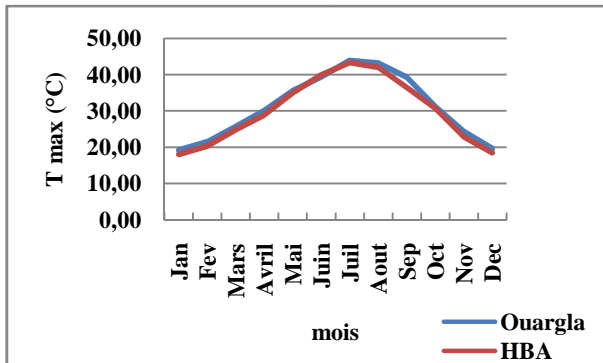


Figure N° 43: Comparaison de la température maximale mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011

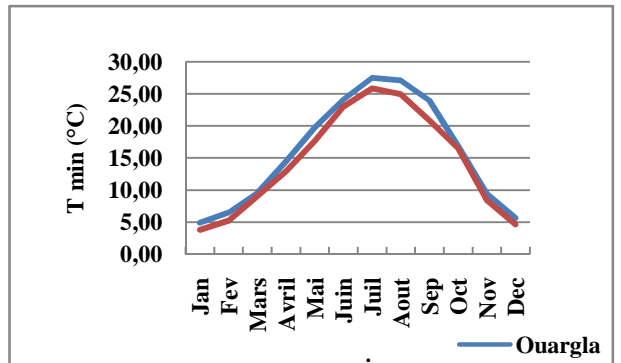


Figure N° 44: Comparaison de la température minimale mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011

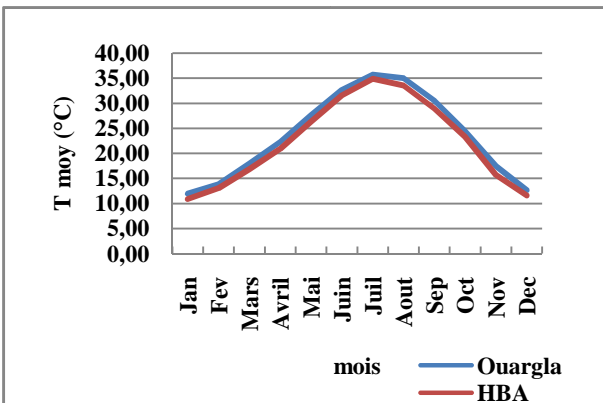


Figure N° 45: Comparaison de la température moyenne mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011

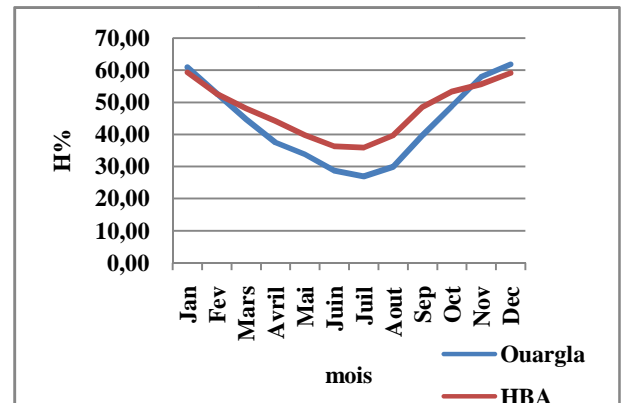


Figure N° 46: Comparaison de l'humidité mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011

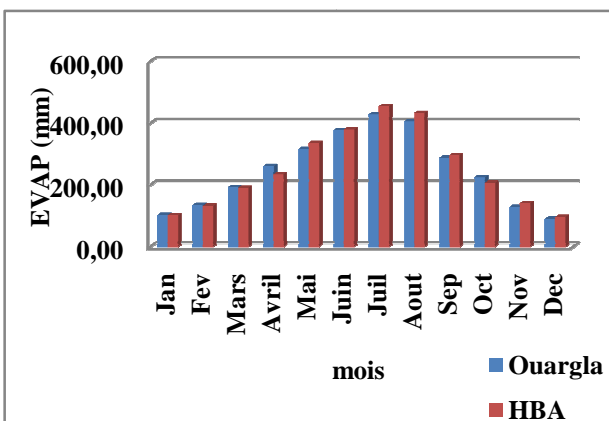


Figure N° 47: Comparaison de l'évaporation mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011

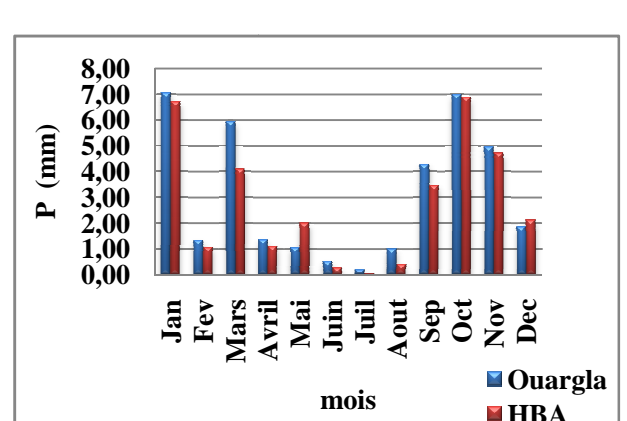
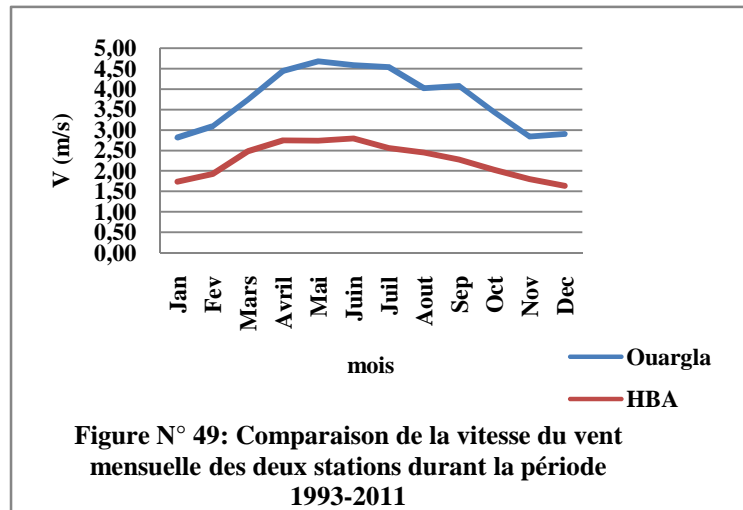


Figure N° 48: Comparaison du cumul des précipitations mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011



► Discussion :

La comparaison des résultats des deux stations durant la période 1993-2011 montre que :

La température maximale est plus faible dans la station (S2) que la station (S1) au cours de tous les mois de l'année sauf pour le mois de Juin où enregistre une valeur un peu élevée dans la station (S2) par rapport à celle de la station (S1).

L'abaissement de la température maximale au niveau microclimatique par rapport au climat régional est du surtout à l'effet brise-vent, à l'irrigation et au couvert végétal. D'après BEGUIN (1979) in BELLA et TALBI (2003), en milieu aride, les brise-vent provoquent un léger abaissement de la température maximale de l'ordre de 1 à 20 °C, au dessus de cultures irriguées.

La température minimale de l'air connaît une diminution au niveau de la station (S2) par rapport à la station (S1). Ceci est dû à la réduction de l'effet du vent par les brise-vent de la palmeraie et l'effet oasis dont la végétation absorbe les radiations. D'après GUYOT (1999), en revanche, le ralentissement du vent a pour effet de favoriser le refroidissement nocturne.

Ainsi le changement de l'emplacement de la station régionale et le changement de l'abri lui-même a un effet sur la variation de la température minimale. Selon DUBIEF (1959), le changement de l'emplacement de la station a une influence plus importante sur les températures minimales.

La température moyenne est plus élevée au niveau de la station (S1) par rapport à la station (S2). Ceci est dû aux fluctuations des minima et maxima au cours de la période 1993-2011.

L'humidité de l'air est plus importante au niveau de la station (S2) par rapport à la station (S1). Ceci s'explique par la réduction du vent à l'intérieur de la palmeraie, la présence du couvert végétal. Selon TOUTAIN (1979), l'épaisseur de végétation périphérique charge le

vent d'une certaine humidité et le rend moins agressif. Ainsi l'irrigation augmente la teneur en eau de la surface du sol dans la palmeraie. D'après RIOU (1990), une modification de la concentration en eau de surface entraînant une variation progressive des flux de chaleur et de vapeur d'eau.

Après avoir analysé et étudié les relevés climatiques de la zone d'étude, à savoir le périmètre agricole de Hassi Ben Abdallah, nous sommes attachés à les comparer aux données régionales. Dans ce contexte, nous avons constaté que l'évaporation est plus élevée au niveau du microclimat de la palmeraie par rapport au climat régional. Pour combler ce problème, nous nous sommes dirigées vers la station pour plus d'explication et nous avons constaté que le papier buvard utilisé pour le « piche » n'était pas bien conservé et se trouvait au niveau de l'abri météo (qualité du matériel utilisé), et de ce fait on peut comprendre cette anomalie. Autre point important, les relevés ne sont pas réalisés le weekend (discontinuité de la récolte des données au niveau de la station), à savoir, le vendredi et le samedi, les estimations sont faites le dimanche, la température et la vitesse du vent qui sont affaiblies. Ainsi, probablement grâce à la teneur élevée de la vapeur d'eau au niveau de la palmeraie due à l'irrigation excessive surtout durant la période estivale et à la transpiration du couvert végétal. Car d'après SELTZER (1946), l'évaporation est beaucoup plus sous la dépendance de l'humidité que celle de la température. Ce qui met en évidence l'effet du degré hygrométrique de l'air. A l'inverse OULED BOBACAR (1998) et MEDJBER (2002), trouvent que l'évaporation est réduite à l'intérieur de la palmeraie qu'au milieu extérieur pendant quelque mois de l'année. Au niveau de microclimat de la palmeraie la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement atténuées par rapport au climat saharien (TOUTAIN, 1979). Cette augmentation notable de l'évaporation au milieu de la palmeraie peut être due à l'action du vent sur le côté non protégé de la station sachant que les vents jouent un rôle d'accélérateur de l'évaporation surtout ceux qui sont forts, secs, et chauds. FAURIE et al., (1998), dans les régions qui sont entourées par un brise-vent, l'évaporation est inférieure à celle d'une autre région entourée. TABEAUD (2000), signale que le brise-vent ralentit l'évapotranspiration. Selon BALDY (1986), dans une région protégée il réduit l'évaporation peut être à 25 à 30% de moins qu'en zone ouverte.

Les résultats des précipitations mensuelles et annuelles montrent que les deux stations sont caractérisées par la faiblesse et l'irrégularité dans la distribution des pluies au cours des mois et des années, qui constituent une caractéristique des pluies des zones sahariennes. D'après

LACOSTE et SALANON (2001), la faiblesse et l'irrégularité des précipitations constituent le caractère majeur et commun à l'ensemble des territoires « arides ».

La région de Ouargla est plus arrosée que la sous région de Hassi Ben Abdallah. Les précipitations sont des données climatiques très variables dans le temps et dans l'espace (GUYOT, 1999).

Les brise-vent ne modifient pas la quantité globale des précipitations reçus au sol mais ils modifient la répartition horizontale (BAUDRY et *al.*, 2000).

La vitesse du vent est réduite à l'intérieur de la palmeraie par rapport à la zone ouverte. La vitesse du vent est également souvent élevée à l'extérieur de l'oasis, en raison notamment de la faible rugosité du désert (RIOU, 1990). Cette réduction du vent influe sur tous les facteurs du climat. La différence de la vitesse du vent entre les deux stations peut être due à l'effet aérodynamique de brise-vent et à la différence de la hauteur de l'anémomètre sachant que dans la station régionale il est à 10 m du sol, alors que celui de la station microclimatique est à 2 m. Selon HELMAN cité par DEPARCEVAUX et *al.*, (1990), la vitesse moyenne des vents varie en fonction de la hauteur (h) au dessus du sol.

La vitesse moyenne décroît au fur et à mesure qu'on approche du sol. D'après TOUTAIN (1979), la palmeraie forme un bloc d'autant plus imperméable contre les vents.

► Conclusion

Les résultats obtenus durant la période 1993-2011 reflète une seconde fois le rôle de brise-vent et l'effet oasis sur la modification des paramètres climatiques entre le climat régional et le microclimat de la palmeraie.

Au niveau de microclimat de la palmeraie, la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement atténuées par rapport au climat saharien

La variation périodique des paramètres entre les deux stations est due principalement à la localisation de la station, la latitude et l'altitude, et la distance entre les stations régionales et les microclimats, existence des zones humides, le type de brise-vent utilisé, la hauteur de l'anémomètre, l'existence du bassin de refroidissement, l'irrigation, l'effet oasis et l'influence de chaque élément climatique sur les autres, les précipitations qui sont des données climatiques très variable dans l'espace et dans le temps, se caractérisent au niveau des deux stations comme pour l'ensemble des territoires arides par la faiblesse et la grande irrégularité, résultats de la rareté des masses d'air humide.

II.5. Synthèse climatique

Le calcul des indices d'aridité permet de donner au climat une signification écologique et bioclimatique, le principe est de combiner plusieurs paramètres à travers une synthèse climatique basée sur :

- Le calcul du quotient pluviothermique et l'indice de DE Martonne : synthèse numérique ;
- La représentation schématique du climat (Diagramme ombrothermique) : synthèse graphique et le climagramme d'Emberger.

II.5.1. Synthèse numérique

Le choix de différents indices à calculer, est basé sur l'aridité, qui est un facteur marquant le climat de nos stations.

Les valeurs de ces indices climatiques sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau N°01 : Indice d'aridité et le quotient pluviothermique pour les deux stations (S1) et (S2) Durant la période 1993-2011.

| ANNEE | Ouargla | | HBA | |
|---------|---------|------|------|------|
| | Q2 | IDm | Q2 | IDm |
| 1993 | 1,10 | 0,39 | 0,56 | 0,19 |
| 1994 | 4,54 | 1,57 | 5,03 | 1,80 |
| 1995 | 3,72 | 1,24 | 1,68 | 0,61 |
| 1996 | 4,87 | 1,75 | 5,14 | 1,80 |
| 1997 | 2,62 | 0,89 | 2,71 | 0,95 |
| 1998 | 1,07 | 0,39 | 1,14 | 0,40 |
| 1999 | 4,18 | 1,44 | 3,63 | 1,34 |
| 2000 | 3,96 | 1,44 | 4,77 | 1,86 |
| 2001 | 0,51 | 0,17 | 0,26 | 0,10 |
| 2002 | 1,15 | 0,41 | 1,13 | 0,43 |
| 2003 | 2,86 | 0,96 | 2,03 | 0,75 |
| 2004 | 9,98 | 3,53 | 7,63 | 2,79 |
| 2005 | 1,97 | 0,72 | 1,99 | 0,79 |
| 2006 | 2,33 | 0,81 | 1,53 | 0,57 |
| 2007 | 1,19 | 0,39 | 1,14 | 0,39 |
| 2008 | 3,86 | 1,38 | 3,93 | 1,44 |
| 2009 | 6,34 | 2,04 | 5,37 | 1,93 |
| 2010 | 2,23 | 0,70 | 2,51 | 0,90 |
| 2011 | 1,36 | 0,56 | 0,16 | 0,06 |
| période | 3,22 | 1,09 | 2,81 | 1,00 |

II.5.1.1. Résultats

D'après les résultats du tableau N° 03, l'indice d'aridité de DE Martonne (I), est de 1.09 pour la station (S1) et 1.00 pour (S2), il est inférieur à 5 pour les deux stations ce qui signifie l'aridité est absolue (hyper-aride) ;

Le quotient pluviothermique d'Emberger (Q_2) est de l'ordre de 3.22 pour la station (S1), et 2.81 pour la station (S2), il est donc inférieur à 10 ce qui caractérise l'étage saharien.

II.5.2. Synthèse graphique

II.5.2.1. Diagramme ombrothermique

Le tracé du diagramme ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN, montre une période sèche qui s'étale sur toute l'année, la courbe de température montre une distribution régulière avec un maximum en Été, et un minimum en Hiver.

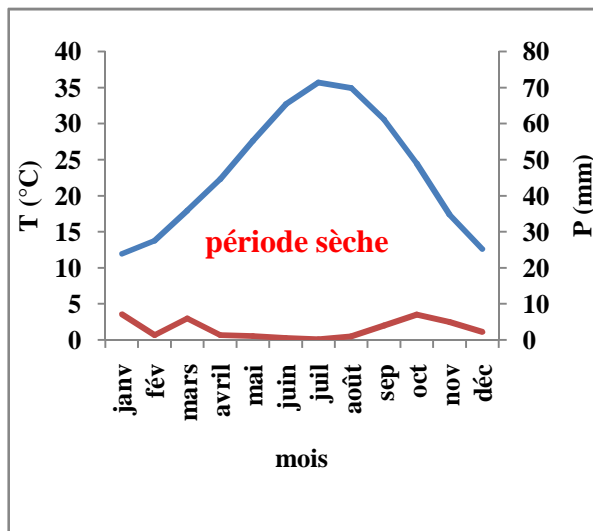


Figure N° 50 : Diagramme ombrothermique de la région de Ouargla durant la période 1993-2011

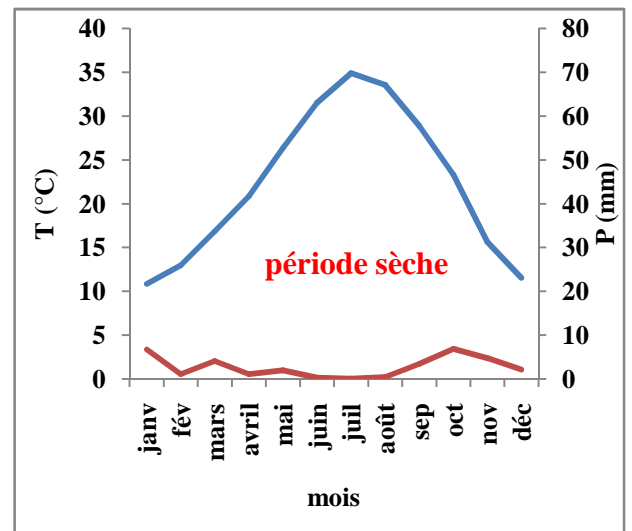


Figure N° 51 : Diagramme ombrothermique de la région de HBA durant la période 1993-2011

D'après les diagrammes ombrothermiques de BAGNOULS et GAUSSEN pour les deux stations, la région de Ouargla et la sous station de Hassi Ben Abdallah sont dans des conditions de sécheresse permanente. Nous remarquons que cette période s'étale sur toute l'année (Fig N° 50 et 51).

II.5.2.2. Cliamgramme d'Emberger

Le système d'Emberger permet la classification des différents types de climats méditerranéens, Ceux-ci sont caractérisés par des saisons thermiques nettement tranchées et une pluviosité concentrée sur la période froide de l'année (DAJOZ, 1970).

Les résultats obtenus sont : Q_2 et m ($Q_2= 3.22$, $m= 4.37$ °C pour (S1) ; $Q_2= 2.81$, $m= 3.27$ °C pour (S2), nous permettent de situer nos stations d'étude dans l'étage bioclimatique Saharien inférieur à hiver doux (Fig N° 52).

► Discussion

Le classement bioclimatique des stations est liée à la valeur des indices d'aridité qui sont différents, ceci est en relation avec la variation du climat lui-même d'après ESTIENNE et GODARD (1970), GUYOT (1999), la répartition de précipitations est très inégale d'un point à l'autre et d'une saison à une autre, le bioclimat est aussi influencé par certains paramètres en particulier, la localisation géomorphologique, la rugosité du paysage, l'altitude, la densité de la végétation, l'action anthropique (pollution, les cultures).

Les météores qui présentent des fluctuations importantes sont responsables des perturbations du climat et du bioclimat, qui conditionne l'évolution de la flore et la faune des régions, l'action du climat sur le développement et la répartition des végétaux et les animaux est présentée par ARLERY et *al.*, (1973), les végétaux sont ceux des êtres vivants qui ne peuvent se soustraire à l'action du climat, de même que chaque espèce animale prospère en des zones distinctes, il y a une distribution géographique des plantes qui correspond à un ensemble végétal privilégié, certains climats, particulièrement favorables à une espèce donnée, ont ainsi pris le nom de celle-ci. D'après AZZI (1954), la température est, certes, le facteur dominant, mais il est toute fois indubitable que l'humidité de l'atmosphère qui influe notablement sur le développement des êtres vivants.

Selon RAMADE (2003), l'action d'une température constante n'est pas identique, dans ses effets sur les organismes.

► Conclusion

La région de Ouargla jouit d'un climat Saharien caractérisé par un déficit hydrique à tous les niveaux, du à la faiblesse des précipitations, à un régime thermique très contrasté, à un ensoleillement excessif et à un pouvoir évaporant de l'air très élevé, tous ces facteurs déterminant une aridité très marquée. L'aridité de climat est accentuée par des vents de sable parfois très violents (TOUTAIN, 1979).

Ces conditions climatiques rudes se trouvent atténuées au sein de microclimat de la palmeraie de la sous région de Hassi Ben Abdallah. L'effet sera plus marquée, certes, si les instruments météo seront placés sous le palmier dattier et de montrer l'effet de la couverture végétale.

II.7. Analyse des résultats floristiques des palmeraies de Hassi Ben Abdallah et du milieu naturel

II.7.1. Analyse des résultats des palmeraies de Hassi Ben Abdallah

II.7.1.1. Palmeraie 1

Le nombre total des familles est de 06 et le nombre total des espèces identifiées est 13 espèces dont 08 sont introduites et 05 spontanées.

⇒ **Présence** : Le nombre total de présence des espèces est de 25, les espèces à haute présence sont : *Senecio vulgaris*, *Melilotus indica*, *Trigonella anguina*, et *Cynodon dactylon* avec 03 présences et les espèces à faible présence sont *Bassia muricata*, *Aster squamatus*, *Medicago hispida*, *Frankenia pulverulenta*, et *Phragmites communis* avec une seule présence (Tab N° 02).

⇒ **Abondance** : Selon (Tab N° 02), le nombre total d'abondance est de 493 individus, L'espèce la plus abondante est *Cynodon dactylon* avec 210 individus suivi par *Melilotus indica* avec 105 individus, et l'espèce à faible abondance est *Aster squamatus* avec un seul individu.

⇒ **Recouvrement moyen (%)** : Selon (Tab N° 02), la moyenne totale du recouvrement moyen est de 14.12 %, le recouvrement élevé obtenu par l'espèce *Cynodon dactylon* avec 46.67%

⇒ **Fréquence** : Les espèces les plus fréquentes de la palmeraie 1 sont *Melilotus indica*, *Senecio vulgaris*, *Trigonella anguina*, et *Cynodon dactylon* avec 100%, et les espèces moyennement fréquentes sont *Chenopodium murale*, *Sonchus oleraceus*, *Launaea glomerata*, et *Lavatera cretica* avec 66.7 % (Tab N° 02).

II.7.1.2. Palmeraie 2

Le nombre total des familles est de 10 et le nombre total des espèces identifiées est 15 dont 08 espèces qui sont introduites, 04 autres spontanées et 03 cultivées.

⇒ **Présence** : Le nombre total de présence des espèces est de 26, les espèces à haute présence sont *Chenopodium murale*, *Foeniculum vulgare*, et *Melilotus indica* avec 03 présences et les espèces à faible présence sont : *Beta vulgaris*, *Schinus molle*, *Senecio vulgaris*, *Launaea glomerata*, *Lavatera cretica*, *Olea europaea*, et *Cynodon dactylon* avec une seule présence (Tab N° 03).

- ⇒ **Abondance** : Selon le tableau N° 03, le nombre total d'abondance est de 567 individus, l'espèce la plus abondante est *Melilotus indica* avec 340 individus et les espèces à faible abondance sont *Schinus molle* et *Olea europaea* avec un seul individu.
- ⇒ **Recouvrement moyen (%)** : Selon le tableau N° 03, la moyenne totale du recouvrement moyen est de 13.38 %, l'espèce qui présente un taux élevé est *Melilotus indica* avec 87.5 %.
- ⇒ **Fréquence** : Les espèces les plus fréquentes dans la palmeraie 2 sont : *Chenopodium murale*, *Foeniculum vulgare*, et *Melilotus indica* avec 100%, et les espèces moyennement fréquentes sont : *Mesembryanthemum nodiflorum*, *Sonchus oleraceus*, *Atractylis delicatula*, *Sisymbrium reboudianum*, et *Polypogon monspeliensis* avec 66.7 % (Tab N° 03).

II.7.1.3. Palmeraie 3

Le nombre total des familles est de 12 et le nombre total des espèces identifiées est 19 dont 06 sont introduites, 05 spontanées et 08 cultivées.

- ⇒ **Présence** : Le nombre total de présence des espèces est de 26, l'espèces à haute présence est *Melilotus indica* avec 03 présences et les espèces à faible présence sont *Allium schoenoprasum*, *Chenopodium murale*, *Beta vulgaris*, *Petroselinum crispum*, *Daucus carota*, *Ifloga spicata*, *Launaea glomerata*, *Mentha piperita*, *Lawsonia inermis*, *Lavatera cretica*, *Polypogon monspeliensis*, *Solanum lycopersicum*, et *Solanum tuberosum* avec une seule présence (Tab N° 04).
- ⇒ **Abondance** : Selon le tableau N° 04, le nombre total d'abondance est 411 individus, l'espèce la plus abondante est *Melilotus indica* avec 87 individus suivit par *Lactuca sativa* avec 65 individus, les espèces à faible abondance sont : *Lawsonia inermis*, *Lavatera cretica*, *Solanum lycopersicum*, et *Solanum tuberosum* avec un seul individu.
- ⇒ **Recouvrement moyen (%)** : Selon le tableau N° 06, la moyenne totale du recouvrement moyen est de 11.44 %, l'espèce qui présente un taux élevé est *Melilotus indica* avec 38.3%.
- ⇒ **Fréquence** : L'espèce la plus fréquente dans la palmeraie 3 est *Melilotus indica* avec 100%, et les espèces moyennement fréquentes sont *Lactuca sativa*, *Senecio vulgaris*, *Frankenia pulverulenta*, *Cynodon dactylon*, et *Morus alba* avec 66.7 % (Tab N° 04).

Tableau 02 : Présence, abondance, recouvrement et fréquence de palmeraie 1

| Familles | Espèces | palmeraie 1 | | | | | | | | | | | | |
|---------------|-------------------------------|-------------|-----|-------|-----|----|-------|-----|----|-------|-------|-----|-------|-------|
| | | R 1 | | | R 2 | | | R 3 | | | Total | | | |
| | | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Fr % |
| Amaranthaceae | <i>Bassia muricata</i> | + | 2 | 0,5 | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 | 0,5 | 33,33 |
| | <i>Chenopodium murale</i> | + | 13 | 15 | + | 55 | 37,5 | - | - | - | 2 | 68 | 26,25 | 66,67 |
| Asteraceae | <i>Aster squamatus</i> | + | 1 | 0,5 | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 |
| | <i>Launaea glomerata</i> | + | 4 | 2,5 | + | 2 | 0,5 | - | - | - | 2 | 6 | 1,5 | 66,67 |
| | <i>Senecio vulgaris</i> | + | 4 | 2,5 | + | 10 | 15 | + | 1 | 0,5 | 3 | 15 | 6 | 100 |
| | <i>Sonchus oleraceus</i> | + | 1 | 0,5 | + | 3 | 2,5 | - | - | - | 2 | 4 | 1,5 | 66,67 |
| Fabaceae | <i>Medicago hispida</i> | + | 5 | 15 | - | - | - | - | - | - | 1 | 5 | 15 | 33,33 |
| | <i>Melilotus indica</i> | + | 55 | 37,5 | + | 35 | 15 | + | 15 | 15 | 3 | 105 | 22,5 | 100 |
| | <i>Trigonella polycerata</i> | + | 10 | 15 | + | 3 | 15 | + | 1 | 0,5 | 3 | 14 | 10,17 | 100 |
| Frankeniaceae | <i>Frankenia pulverulenta</i> | - | - | - | + | 20 | 37,5 | - | - | - | 1 | 20 | 37,5 | 33,33 |
| Malvaceae | <i>Lavatera cretica</i> | + | 1 | 0,5 | + | 2 | 0,5 | - | - | - | 2 | 3 | 0,5 | 66,67 |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> | + | 100 | 62,5 | + | 20 | 15 | + | 90 | 62,5 | 3 | 210 | 46,67 | 100 |
| | <i>Phragmites communis</i> | - | - | - | - | - | - | + | 40 | 15 | 1 | 40 | 15 | 33,33 |
| Total | 13 | | | | | | | | | | 25 | 493 | 14,12 | 64,10 |

Tableau 03 : Présence, abondance, recouvrement et fréquence de palmeraie 2

| Familles | Espèces | palmeraie 2 | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------------|-------------|-----|-------|-----|-----|-------|-----|----|-------|-------|-----|-------|-------|
| | | R 1 | | | R 2 | | | R 3 | | | Total | | | |
| | | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Fr % |
| Aizoaceae | <i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> | + | 50 | 62,5 | - | - | - | + | 5 | 2,5 | 2 | 55 | 32,5 | 66,67 |
| Amaranthaceae | <i>Beta vulgaris</i> | + | 7 | 15 | - | - | - | - | - | - | 1 | 7 | 15,0 | 33,33 |
| | <i>Chenopodium murale</i> | + | 10 | 2,5 | + | 8 | 15 | + | 20 | 15 | 3 | 38 | 10,8 | 100 |
| Anacardiaceae | <i>Schinus molle</i> | + | 1 | 0,5 | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 |
| Apiaceae | <i>Foeniculum vulgare</i> | + | 10 | 2,5 | + | 7 | 15 | + | 11 | 15 | 3 | 28 | 10,8 | 100 |
| Asteraceae | <i>Atractylis delicatula</i> | + | 1 | 0,5 | + | 6 | 2,5 | - | - | - | 2 | 7 | 1,5 | 66,67 |
| | <i>Launaea glomerata</i> | - | - | - | + | 3 | 2,5 | - | - | - | 1 | 3 | 2,5 | 33,33 |
| | <i>Senecio vulgaris</i> | + | 2 | 0,5 | - | - | - | - | - | - | 1 | 2 | 0,5 | 33,33 |
| | <i>Sonchus oleraceus</i> | + | 5 | 2,5 | + | 3 | 0,5 | - | - | - | 2 | 8 | 1,5 | 66,67 |
| Brassicaceae | <i>Sisymbrium reboudianum</i> | - | - | - | + | 2 | 2,5 | + | 10 | 15 | 2 | 12 | 8,75 | 66,67 |
| Fabaceae | <i>Melilotus indica</i> | + | 100 | 87,5 | + | 150 | 87,5 | + | 90 | 87,5 | 3 | 340 | 87,5 | 100 |
| Malvaceae | <i>Lavatera cretica</i> | - | - | - | - | - | - | + | 5 | 2,5 | 1 | 5 | 2,5 | 33,33 |
| Oléacées | <i>Olea europaea</i> | + | 1 | 2,5 | - | - | - | - | - | - | 1 | 1 | 2,5 | 33,33 |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> | + | 25 | 15 | - | - | - | - | - | - | 1 | 25 | 15 | 33,33 |
| | <i>Polypogon monspeliensis</i> | - | - | - | + | 5 | 2,5 | + | 30 | 15 | 2 | 35 | 8,75 | 66,67 |
| Total | 15 | | | | | | | | | | 26 | 567 | 13,38 | 57,78 |

Tableau 04: Présence, abondance, recouvrement et fréquence de palmeraie 3

| Familles | Espèces | palmeraie 3 | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|-------------|----|-------|-----|----|-------|-----|----|-------|-------|-----|-------|--------|
| | | R 1 | | | R 2 | | | R 3 | | | Total | | | |
| | | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Pr | Ab | Rec % | Fr % |
| Alliaceae | <i>Allium schoenoprasum</i> | - | - | - | - | - | - | + | 60 | 37,5 | 1 | 60 | 37,5 | 33,33 |
| Amaranthaceae | <i>Beta vulgaris</i> | - | - | - | + | 30 | 15 | - | - | - | 1 | 30 | 15,0 | 33,33 |
| | <i>Chenopodium murale</i> | - | - | - | + | 8 | 15 | - | - | - | 1 | 8 | 15,0 | 33,33 |
| Apiaceae | <i>Daucus carota</i> | - | - | - | - | - | - | + | 30 | 37,5 | 1 | 30 | 37,5 | 33,33 |
| | <i>Petroselinum crispum</i> | - | - | - | - | - | - | + | 40 | 15 | 1 | 40 | 15 | 33,33 |
| Asteraceae | <i>Ifloga spicata</i> | - | - | - | + | 2 | 0,5 | - | - | - | 1 | 2 | 0,5 | 33,33 |
| | <i>Lactuca sativa</i> | - | - | - | + | 45 | 37,5 | + | 20 | 15 | 2 | 65 | 26,3 | 66,67 |
| | <i>Launaea glomerata</i> | - | - | - | + | 2 | 0,5 | - | - | - | 1 | 2 | 0,5 | 33,33 |
| | <i>Senecio vulgaris</i> | - | - | - | + | 2 | 0,5 | + | 7 | 2,5 | 2 | 9 | 1,5 | 66,67 |
| Fabaceae | <i>Melilotus indica</i> | + | 60 | 62,5 | + | 20 | 15 | + | 7 | 37,5 | 3 | 87 | 38,3 | 100,00 |
| Frankeniaceae | <i>Frankenia pulverulenta</i> | - | - | - | + | 5 | 2,5 | + | 1 | 0,5 | 2 | 6 | 1,5 | 66,67 |
| Lamiaceae | <i>Mentha piperita</i> | - | - | - | + | 20 | 15 | - | - | - | 1 | 20 | 15 | 33,33 |
| Lythraceae | <i>Lawsonia inermis</i> | - | - | - | + | 1 | 0,5 | - | - | - | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 |
| Malvaceae | <i>Lavatera cretica</i> | - | - | - | + | 1 | 0,5 | - | - | - | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 |
| Moraceae | <i>Morus alba</i> | - | - | - | + | 1 | 0,5 | + | 1 | 0,5 | 2 | 2 | 0,5 | 66,67 |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> | + | 6 | 2,5 | - | - | - | + | 30 | 15 | 2 | 36 | 8,8 | 66,67 |
| | <i>Polypogon monspeliensis</i> | - | - | - | + | 10 | 2,5 | - | - | - | 1 | 10 | 2,5 | 33,33 |
| Solanaceae | <i>Solanum lycopersicum</i> | - | - | - | + | 1 | 0,5 | - | - | - | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 |
| | <i>Solanum tuberosum</i> | - | - | - | - | - | - | + | 1 | 0,5 | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 |
| Total | 19 | | | | | | | | | | 26 | 411 | 11,44 | 45,61 |

II.7.1.4. Analyse des résultats de la zone de HBA

Le nombre total des familles de l'ensemble des palmeraies est de 16 et le nombre total des espèces identifiées est de 31 dont 12 des espèces introduites, 09 espèces qui sont spontanées et 10 qui sont des espèces cultivées.

- **Présence** : Le nombre total de présence des espèces est de 77. L'espèce à haute présence est *Melilotus indica* avec 09 présence, et les espèces à faible présence sont *Allium schoenoprasum*, *Petroselinum crispum*, *Ifloga spicata*, *Beta vulgaris*, *Mentha piperita*, *Lawsonia inermis*, *Olea europaea*, *Polypogon monspeliensis*, *Solanum lycopersicum*, *Phragmites communis*, *Solanum lycopersicum*, *Medicago hispida*, *Bassia muricata*, *Schinus molle*, *Aster squamatus*, et *Solanum tuberosum* avec une seule présence (Tab N° 05).
- **Abondance** : Selon le tableau N° 05, le nombre total d'abondance est de 1471 individus, L'espèce la plus abondante est *Melilotus indica* avec 532 individus, *Cynodon dactylon* avec 271 individus et suit par *Chenopodium murale* avec 114 individus, les espèces à faible abondance sont *Lawsonia inermis*, *Olea europaea*, *Solanum lycopersicum*, *Schinus molle*, *Aster squamatus*, *Solanum*, et *Solanum tuberosum* avec un seul individu.
- **Recouvrement moyen (%)** : Selon le tableau N° 05, la moyenne totale du recouvrement moyen est de 11.89 %, l'espèce qui présente un taux élevé est *Melilotus indica* avec 49.44% suit par *Cynodon dactylon* avec 23.47 %.
- **Fréquence** : La famille la plus fréquente dans les trois palmeraies de HBA est celle des Fabaceae (*Melilotus indica*) avec 100%, et la famille moyennement fréquente est celle de Poaceae (*Cynodon dactylon*) et Amaranthaceae (*Chenopodium murale*) avec 66.7 %. Les espèces à faible fréquence sont *Allium schoenoprasum*, *Petroselinum crispum*, *Ifloga spicata*, *Beta vulgaris*, *Mentha piperita*, *Lawsonia inermis*, *Olea europaea*, *Polypogon monspeliensis*, *Solanum lycopersicum*, *Phragmites communis*, *Solanum lycopersicum*, *Medicago hispida*, *Bassia muricata*, *Schinus molle*, *Aster squamatus*, et *Solanum tuberosum* avec 11.1 % (Tab N° 05).

Tableau 05 : Présence, abondance, recouvrement et fréquence de la palmeraie de HBA

| Familles | Espèces | palmeraie HBA | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|------------------------------------|---------------|-----|-------|-------|-------------|-----|-------|--------|-------------|----|-------|-------|-------|-----|-------|--------|
| | | palmeraie 1 | | | | palmeraie 2 | | | | palmeraie 3 | | | | Total | | | |
| | | Pr | Ab | Rec % | Fr % | Pr | Ab | Rec % | Fr % | Pr | Ab | Rec % | Fr % | Pr | Ab | Rec % | Fr % |
| Aizoaceae | <i>Mesembryanthemum nodiflorum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 55 | 32,5 | 66,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 55 | 32,5 | 22,22 |
| Alliaceae | <i>Allium schoenoprasum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 60 | 37,5 | 33,33 | 1 | 60 | 37,5 | 11,11 |
| Amaranthaceae | <i>Bassia muricata</i> | 1 | 2 | 0,5 | 33,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 0,00 | 1 | 2 | 0,5 | 11,11 |
| | <i>Beta vulgaris</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 7 | 15 | 33,33 | 1 | 30 | 15 | 33,33 | 2 | 37 | 15 | 22,22 |
| | <i>Chenopodium murale</i> | 2 | 68 | 26,25 | 66,67 | 3 | 38 | 10,83 | 100 | 1 | 8 | 15 | 33,33 | 6 | 114 | 17,36 | 66,67 |
| Anacardiaceae | <i>Schinus molle</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,5 | 11,11 |
| Apiaceae | <i>Daucus carota</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 1 | 30 | 37,5 | 33,33 | 1 | 30 | 37,5 | 11,11 |
| | <i>Foeniculum vulgare</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 28 | 10,83 | 100,00 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 3 | 28 | 10,83 | 33,33 |
| | <i>Petroselinum crispum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 1 | 40 | 15 | 33,33 | 1 | 40 | 15 | 11,11 |
| Asteraceae | <i>Aster squamatus</i> | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,5 | 11,11 |
| | <i>Atractylis delicatula</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 1,5 | 66,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 7 | 1,5 | 22,22 |
| | <i>Ifloga spicata</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0,5 | 33,33 | 1 | 2 | 0,5 | 11,11 |
| | <i>Lactuca sativa</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,00 | 2 | 65 | 26,25 | 66,67 | 2 | 65 | 26,25 | 22,22 |
| | <i>Launaea glomerata</i> | 2 | 6 | 1,5 | 66,67 | 1 | 3 | 2,5 | 33,33 | 1 | 2 | 0,5 | 33,33 | 4 | 11 | 1,5 | 44,44 |
| | <i>Senecio vulgaris</i> | 3 | 15 | 6 | 100 | 1 | 2 | 0,5 | 33,33 | 2 | 9 | 1,5 | 66,67 | 6 | 26 | 2,67 | 67 |
| Brassicaceae | <i>Sisymbrium reboudianum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 12 | 8,75 | 66,67 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 12 | 8,75 | 22,22 |
| | <i>Medicago hispida</i> | 1 | 5 | 15 | 33,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 15 | 11,11 |
| Fabaceae | <i>Melilotus indica</i> | 3 | 105 | 22,5 | 100 | 3 | 340 | 87,5 | 100 | 3 | 87 | 38,33 | 100 | 9 | 532 | 49,44 | 100,00 |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---------------|--------------------------------|----|-----|-------|-------|----|-----|------|-------|----|-----|------|-------|----|------|-------|-------|
| Fabaceae | <i>Trigonella polycerata</i> | 3 | 14 | 10,17 | 100 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 14 | 10,17 | 33,33 |
| Frankeniaceae | <i>Frankenia pulverulenta</i> | 1 | 20 | 37,5 | 33,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 6 | 1,5 | 66,67 | 3 | 26 | 19,5 | 33,33 |
| Lamiaceae | <i>Mentha piperita</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 20 | 15 | 33,33 | 1 | 20 | 15 | 11,11 |
| Lythraceae | <i>Lawsonia inermis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 | 1 | 1 | 0,5 | 11,11 |
| Malvaceae | <i>Lavatera cretica</i> | 2 | 3 | 0,5 | 66,67 | 1 | 5 | 2,5 | 33,33 | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 | 4 | 9 | 1,17 | 44,44 |
| Moraceae | <i>Morus alba</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2 | 0,5 | 66,67 | 2 | 2 | 0,5 | 22,22 |
| Oléacées | <i>Olea europaea</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2,5 | 33,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2,5 | 11,11 |
| Poaceae | <i>Cynodon dactylon</i> | 3 | 210 | 46,67 | 100 | 1 | 25 | 15 | 33,33 | 2 | 36 | 8,75 | 66,67 | 6 | 271 | 23,47 | 66,67 |
| | <i>Phragmites communis</i> | 1 | 40 | 15 | 33,33 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 40 | 15 | 11,11 |
| | <i>Polypogon monspeliensis</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 35 | 8,75 | 66,67 | 1 | 10 | 2,5 | 33,33 | 3 | 45 | 5,63 | 33,33 |
| Solanaceae | <i>Solanum tuberosum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 | 1 | 1 | 0,5 | 11,11 |
| | <i>Solanum lycopersicum</i> | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0,5 | 33,33 | 1 | 1 | 0,25 | 11,11 |
| Total | 31 | 25 | 493 | 5,92 | 26,88 | 26 | 567 | 6,47 | 27,96 | 26 | 411 | 7,01 | 27,96 | 77 | 1471 | 11,89 | 27,60 |

II.7.5. Analyse des résultats du milieu naturel

Selon le tableau N° 08, dans les milieux naturels, nous avons recensé 04 familles dont chacune possède une espèce : Amaranthaceae, Fabaceae, Resedaceae, Zygophyllaceae dont toutes ces espèces sont spontanées.

- ⇒ **Présence** : Le nombre total de présence des espèces est de 11 dont les espèces les plus présentes sont : *Cornulaca monacantha* et *Zygophyllum album* avec 04 présences et l'espèce à faible présence est *Genista saharae* avec une seule présence (Tab N° 06).
- ⇒ **Abondance** : L'abondance totale des espèces est de 158 individus dont *Zygophyllum album* ; est l'espèce la plus abondante avec 122 individus, par contre l'espèce *Genista saharae* avec une faible abondance avec un seul individu (Tab N° 06).
- ⇒ **Recouvrement moyen (%)** : Selon le tableau N° 06, la moyenne totale du recouvrement moyen est de 18.63 %, l'espèce qui présente un taux élevé est *Zygophyllum album* avec 50.63%.
- ⇒ **Fréquence** : La famille la plus fréquente est celle des Zygophyllaceae (*Zygophyllum album*) et Amaranthaceae (*Cornulaca monacantha*) avec 100%, et la famille moyennement fréquente est celle de Resedaceae (*Randonia africana*) avec 50% et la famille à faible fréquence est celle des Fabaceae (*Genista saharae*) avec 25 % (Tab N° 06).

Tableau 06 : Présence, abondance, recouvrement et fréquence des milieux naturels.

| Familles | Espèces | Milieux naturels | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------|-----------------------------|------------------|----|------|----|----|------|----|----|------|----|----|-----|-------|-----|-------|-------|
| | | R1 | | | R2 | | | R3 | | | R4 | | | Total | | | |
| | | Pr | Ab | R % | Pr | Ab | R % | Pr | Ab | R % | Pr | Ab | R % | Pr | Ab | R % | Fr % |
| Amaranthaceae | <i>Cornulaca monacantha</i> | + | 2 | 15 | + | 1 | 0,5 | + | 5 | 15 | + | 10 | 15 | 4 | 18 | 11,38 | 100 |
| Fabaceae | <i>Genista saharae</i> | - | - | - | - | - | - | - | - | - | + | 1 | 2,5 | 1 | 1 | 2,5 | 25 |
| Resedaceae | <i>Randonia africana</i> | + | 10 | 15 | + | 7 | 15 | - | - | - | - | - | - | 2 | 17 | 10 | 50 |
| Zygophyllaceae | <i>Zygophyllum album</i> | + | 50 | 62,5 | + | 30 | 37,5 | + | 36 | 87,5 | + | 6 | 15 | 4 | 122 | 50,63 | 100 |
| Total | 04 | | | | | | | | | | | | | 11 | 158 | 18,63 | 68,75 |

II.8. La richesse stationnelle

II.8.1. palmeraies de Hassi Ben Abdallah

Selon GUEDIRI (2007), la richesse et la diversité de la zone de HBA est expliquée par la forte activité agricole dans un premier temps, et dans un second temps elle a été créée dans une zone de parcours.

Selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991), la richesse stationnelle des différentes stations étudiées de la palmeraie de HBA est présentée dans le tableau 07.

Tableau N° 07: La richesse stationnelle des palmeraies de HBA

| Palmeraie de HBA | Nombre des Sps | Richesse stationnelle des biotopes |
|------------------|----------------|------------------------------------|
| palmeraie 1 | 13 | Pauvre |
| palmeraie 2 | 15 | Pauvre |
| palmeraie 3 | 19 | Pauvre |

La richesse floristique est pauvre dans l'ensemble des stations étudiées.

II.8.2. Milieu naturel

Selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991), la richesse stationnelle des différentes stations étudiées du milieu naturel est présentée dans le tableau 08 :

Tableau N°08 : La richesse stationnelle du milieu naturel

| Milieus naturel | Nombre des Sps | Richesse stationnelle des biotopes |
|-----------------|----------------|------------------------------------|
| milieu 1 | 03 | Raréfiée |
| milieu 2 | 03 | Raréfiée |
| milieu 3 | 02 | Raréfiée |
| milieu 4 | 03 | Raréfiée |

La richesse floristique est raréfiée dans toutes les stations étudiées à cause des conditions édaphiques très défavorables à la prolifération de la végétation (forte salinité).

II.9. Indice de Jaccard

II.9.1. palmeraies de Hassi Ben Abdallah

Tableau N° 09 : Indices de Jaccard des palmeraies de HBA

| | palmeraie 1 | palmeraie 2 | palmeraie 3 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| palmeraie 1 | | | |
| palmeraie 2 | 33% | | |
| palmeraie 3 | 28% | 26% | |

- L'indice est de 33% dans le cas de Palmeraie 1 avec Palmeraie 2.
- L'indice est de 28% dans le cas de Palmeraie 1 avec Palmeraie 3.
- L'indice est de 26% dans le cas de Palmeraie 2 avec Palmeraie 3.

➤ **La distance de Hamming :**

Tableau N° 10 : La distance de Hamming des palmeraies de HBA

| | palmeraie 1 | palmeraie 2 | palmeraie 3 |
|-------------|-------------|-------------|-------------|
| palmeraie 1 | | | |
| palmeraie 2 | 67% | | |
| palmeraie 3 | 72% | 74% | |

-La distance de Hamming est de 67% dans le cas de Palmeraie 1 avec Palmeraie 2, donc la différence floristique est forte.

- La distance de Hamming est de 72% dans le cas de Palmeraie 1 avec Palmeraie 2, donc la différence floristique est forte.

- La distance de Hamming est de 74% dans le cas de Palmeraie 1 avec Palmeraie 2, donc la différence floristique est forte.

Par cela la distance de Hamming permet la comparaison floristique entre deux relevés d'une station, donc on a trouvé que pour l'ensemble des trois palmeraies, la différence floristique est forte.

II.9.2. Milieu naturel

Tableau N°11 : Indices de Jaccard des milieux naturels

| | milieu 1 | milieu 2 | milieu 3 | milieu 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| milieu 1 | | | | |
| milieu 2 | 100% | | | |
| milieu 3 | 67% | 67% | | |
| milieu 4 | 50% | 50% | 67% | |

-L'indice est de 100% dans le cas de milieu 1 avec milieu 2.

-L'indice est de 67% dans le cas de milieu 1 avec milieu 3, milieu 2 avec milieu 3 et milieu 3 avec milieu 4.

-L'indice est de 50% dans le cas de milieu 1 avec milieu 4 et milieu 2 avec milieu 4.

➤ **La distance de Hamming :**

Tableau N° 12 : La distance de Hamming des milieux naturels

| | milieu 1 | milieu 2 | milieu 3 | milieu 4 |
|----------|----------|----------|----------|----------|
| milieu 1 | | | | |
| milieu 2 | 0% | | | |
| milieu 3 | 33% | 33% | | |
| milieu 4 | 50% | 50% | 33% | |

-La distance de Hamming est de 0% dans le cas de milieu 1 avec milieu 2, donc la différence floristique est très faible.

- La distance de Hamming est de 33% dans le cas de milieu 1 avec milieu 3, aussi dans milieu 2 avec milieu 3 et milieu 3 avec milieu 4, donc la différence floristique est faible.

- La distance de Hamming est de 50% dans le cas de milieu 1 avec milieu 4 et dans milieu 2 avec milieu 4, donc la différence floristique est moyenne.

II.10. Comparaison entre palmeraies et milieu naturel

II.10.1. La Richesse stationnelle relative par biotope

Selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991), la richesse stationnelle des deux milieux étudiés est présentée dans le tableau 15

Tableau N° 13 : La richesse stationnelle des palmeraies de HBA et du milieu naturel

| | Nombre des Sps | Richesse stationnelle des biotopes |
|-----------------|----------------|------------------------------------|
| palmeraies HBA | 31 | Assez riches |
| Milieux naturel | 04 | Raréfiée |

Selon l'échelle de DAGET et POISSONET (1991), la richesse floristique stationnelle des différentes stations étudiées du milieu naturel est classée comme raréfiée, car elles ne renferment que 4 espèces par contre le nombre des espèces végétales que comprennent les palmeraies de HBA est de 31 espèces la richesse floristique est donc classée comme assez riche.

II.10.2. Indice de Jaccard

Tableau N° 14 : Indices de Jaccard des palmeraies de HBA et du milieu naturel

| | palmeraie HBA |
|-----------------|---------------|
| Milieux naturel | 0% |

➤ La distance de Hamming

Tableau N° 15 : La distance de Hamming des palmeraies de HBA et du milieu naturel

| | |
|----------------|---------------|
| | palmeraie HBA |
| Milieu naturel | 100% |

D'après l'indice de similarité de Jaccard, on comparant les deux différents biotopes l'un à l'autre, on constate que l'indice est nul dans le cas du milieu naturel avec l'ensemble des palmeraies de HBA, donc par cela on déduit que les deux biotopes sont totalement différents. Dans ce cas, la distance de Hamming est de 100%, la différence floristique est très forte. Les relevés d'un même site auront des valeurs élevées de ce coefficient, de même parfois que des sites éloignés géographiquement mais présentant les mêmes conditions écologiques (LE FLOC'H, 2008).

► Discussion des résultats des palmeraies de Hassi Ben Abdallah et du milieu naturel

Les résultats obtenus dans les stations de la zone de HBA montrent une diversité et une richesse floristique très remarquable, la richesse floristique rend compte d'une partie de la diversité au travers de la flore par le nombre de taxons inventoriés dans l'unité de milieu considérée. Nous avons identifié dans les palmeraies 31 espèces parmi elles 09 spontanées, 12 introduites et 10 cultivées répartis sur 16 familles, la famille la plus dominante est l'Astéraceae avec 07 espèces suivit par les familles Amaranthaceae, Apiaceae et Poaceae avec 03 espèces.

Dans les milieux naturels, nous avons recensé 04 espèces spontanées, et absence des introduites.

Donc, l'intérieur des palmeraies est plus riche en espèces que l'extérieur. La présence des plantes introduites dans les palmeraies et leur absence à l'extérieur dues aux conditions microclimatiques crée par l'oasis qui favorise le développement de celle-ci associés aux facteurs édaphiques et l'activité agricole. D'après JAUZIEN (1998), Parmi les multiples causes d'introduction de la flore adventices, nous ne retiendrons que celles responsables d'un impact agricole, Citons le développement des transports, l'importation des denrées agricoles et la déprise agricole. .

Le travail du sol répété régulièrement enrichi le sol en stock semencier des espèces adventices et favorise leur germination. Selon POITOU-CHAENTES (2005), le travail du sol

mets certaines graines en conditions favorables de germination. La fertilisation chimique a également une influence sur le développement des adventices.

Dans les trois palmeraies de HBA, nous avons trouvé les espèces nitrophiles *Chenopodium murale* et *Senecio vulgaris*. L'accroissement des fumures azotées intensives est favorable au rendement de la culture, mais généralement favorise aussi le développement des adventices nitrophiles.

Quelques espèces qui sont présentes dans la palmeraie 1 seulement comme :

Aster squamatus qui se trouve sur un sol peu salé (MAIRE, 1960), *Trigonella anguina*, apparaît juste

après la pluie et qui se trouve sur les terrains argileux sableux, dans les dépressions et lits d'oueds ensablés utile pour le pâturage et les animaux d'élevage, *Phragmites communis* répondue dans les lits des torrents et des oueds, habite dans les endroits humides, les drains à proximité des palmeraies, *Bassia muricata* se trouve sur des sols argileux, *Foeniculum vulgare* est présente dans la palmeraie 2 seulement, elle se trouve dans les sols riches en humus, légers bien drainés (CHEHMA, 2006).

Solanum lycopersicum n'est présente que dans la palmeraie 3 se développe préférentiellement sur les sols légers (terrains alluvionnaires ayant un bon drainage), se disséminant par graines, elle peut devenir envahissante dans certains terrains cultivés (particulièrement dans les champs de pomme de terre) et dans les zones laissées en jachère (DESVALS et DALY, 1997), *Frankenia pulverilenta* présente dans la palmeraie 1 et la palmeraie 3, cette espèce se trouve dans les endroits humides sur sol salé, hauts-plateaux et oasis (POLLUNIN et HUXLEY, 1975), *Sonchus oleraceus* se trouve là où les grandes cultures, on a trouvé cette espèce dans la palmeraie 2 et palmeraie 3, conformément à son tempérament nitrophile, elle est abondante sur les sols maraichers ; terrains fertiles et humides des maraichers (MAMAROT, 2002).

Les espèces qui sont présentes dans l'ensemble des palmeraies dont on cite : *Launaea glomerata* qui se trouve dans les lits sablonneux limoneux des oueds, après la pluie sur les terrains caillouteux, dans les dépressions et les lits d'oued avec l'espèce *Melilotus indica* (CHEHMA, 2006). *Cynodon dactylon* répondue dans les lieux humides, dans le lit de torrents, les cultures et le pâturage, se rencontre ainsi sur de nombreux sols avec une prédiction pour ceux sableux à limoneux sableux, terrains labourés (par graines) (MAMAROT, 2002 ; DESVALS et DALY, 1997).

Dans les formations de Reg, nous avons recensé 04 espèces qui appartiennent à des familles différentes, parmi elles la famille des Zygophyllaceae avec la seule espèce la plus abondante *Zygophyllum album* avec (122 individus). La répartition de la végétation est en fonction de la géomorphologie qui est en relation avec les facteurs édaphiques. D'après OZENDA (1983), sur les Regs caillouteux dans les zones d'épandage graveleuses des Sahara septentrional, se développent un groupement très diffus dominé par les Amaranthaceae, lorsque le Reg est ensablé superficiellement, les sols salés un peu secs caractérisés par *Zygophyllum album*, *Cornulaca monacantha* qui est présente et fréquente dans l'ensemble des relevés du milieu naturel, c'est une plante très appréciée des dromadaires rencontrée dans les zones sableuses, les dunes et les regs, en pieds isolés et en colonie et sur des sols argileux sableux (CHEHMA, 2006).

Randonia africana présente dans le relevé 1 et le relevé 2 du milieu naturel, cette espèce fréquente les lits pierreux des oueds, dépressions des hamadas, régions des daïas avec des sols peu salés (MAIRE, 1933).

L'effet de vent qui transporte les graines des plantes spontanées à l'intérieur des palmeraies est le responsable de la présence de ces espèces. D'après OZENDA (1983), le vent est le principal agent de dissémination de plantes sahariennes paraissent avoir une longévité assez forte, donc, une aptitude à germer qui ne se manifeste que quelques temps après leur mise en liberté.

Mais l'absence ou la faiblesse du développement de la végétation entourant les Oasis, augmente sa force érosive. L'agriculteur doit se défendre contre les vents chargés ou non de sable qui seulement augmente l'évaporation, et malmènent les végétations, envahit les centres de culture jusqu'à les submergés par des dunes. La lutte contre le sable est difficile et nécessite beaucoup d'efforts. On ne parlera ici que des méthodes de lutes au bord immédiats des palmeraies, cette action de protection, a réduit le dégât provoqués par les vents de sable (TOUTAIN, 1979). Selon LEMEE (1978), le cas des surfaces cultivées à salinisation temporaire ou évoluant vers une salinisation durable est de grande importance économique, en raison des vastes surfaces en risque d'être perdues de ce fait pour la culture, cette salinisation provient d'irrigation par des eaux plus chargées en sel provoquant une remonté de la nappe suivie d'évaporation.

La région de Ouargla souffre depuis longtemps d'un excès d'eau dont l'origine est la remontée des eaux de la nappe phréatique. Cette situation a crée de graves atteintes à

l'environnement dans les zones urbaines et agricoles (MILOUDI, 2009). La qualité des eaux de la nappe phréatique est très dégradée, la conductivité est très forte. Leur salinité est relativement faible dans les zones non irriguées et naturellement drainées vers des sebkhas. La salinité de cette de nappe augmente par contre vers les points bas des zones non irriguées et surtout dans les palmeraies irriguées où elle varie en fonction de la salinité de l'eau d'irrigation et de la salure du sol irrigué et donc principalement en fonction du rapport irrigation drainage (ROUVILLOIS-BRIGOL, 1975). Selon LACOSTE et SALANON (2001), l'influence de la teneur en eau du sol sur la distribution des communautés végétales peut être illustrée par la zonation de la végétation.

L'hétérogénéité spatiale, qu'elle soit naturelle (géologie, exposition, sols, etc.) ou provoquée par l'homme (constitution de mosaïque paysagères, diversification de la stratification tant horizontale que verticale de la végétation) induit le plus souvent un accroissement de la biodiversité. De même, pour un milieu donné, une activité humaine maintenue à un niveau modéré est réputée pouvoir accroître la biodiversité. Cependant, la biodiversité (au niveau stationnel) régresse généralement quand la pression humaine (artificialisation) croît au-delà d'un certain niveau. D'après LACOSTE et SALANON (2001), l'intervention humaine représente globalement au cours de temps, le facteur modificateur essentiel de la composition, de l'organisation et de l'évolution de la biocénose.

► Conclusion

La région de Ouargla, cette vaste palmeraie se caractérise principalement par des sols, dont leurs pédogenèse est dominée par l'action de l'eau et de sels, la quasi-totalité des palmeraies de la région souffre de la salinité des eaux et des sols et la nappe phréatique.

Hassi Ben Abdallah est une zone à vocation agricole, l'activité agricole joue un rôle très important dans la diversité floristique dans les palmeraies ce qui favorise l'enrichissement floristique, surtout par les plantes spontanées, par contre les autres zones situées à l'intérieur de la cuvette sont beaucoup plus riches par les espèces cultivées et introduites. La présence des plantes adventices dans les palmeraies et leurs absences à l'extérieur dues aux conditions microclimatiques créées par l'effet oasis. Dans le milieu naturel, la répartition des différentes espèces est très irrégulière, elle est en fonction des zones géomorphologiques sahariennes et les conditions hostiles qui règnent sur les plantes sans aucune artificialisation de ce milieu.

Discussion générale

D'après les conditions hostiles du milieu Saharien, les plantes subsistent et développent des stratégies d'adaptation pour qu'elles puissent survivent dans ce milieu aride qui est marqué par des températures extrêmes et la faiblesse des précipitations. Selon CHEHMA (2006), les conditions désertiques extrêmes font que le maigre couvert végétal qui subsiste, développe des stratégies d'adaptation lui permettant d'exploiter au maximum les moindres conditions climatiques favorables à sa prolifération. De tout les facteurs du naturel (sol, facteurs biotiques, éléments nutritifs,.....etc.), le climat est lui qui conditionne le plus l'adaptation des plantes au milieu ; il régionalise la flore naturelle et la culture des plantes agricoles (DOUCET, 2006).

D'après les résultats obtenus de la région de Ouargla nous constatons que la température maximale est influencée par l'augmentation de la vitesse du vent, la durée de l'insolation et l'altitude. Quand cette dernière augmente, la température maximale diminue cela est due à l'effet brise vent, l'irrigation, et du couvert végétal. La variation de la température minimale dépend de la croissance de l'altitude, la température du sol, l'emplacement de la station régionale, et changement de l'abri. Les températures annuelles augmentent donc avec l'altitude. Selon DAJOZ (1970), les limites d'aires de répartitions sont souvent déterminées par la température qui agit comme un facteur limitant, il convient de noter que très souvent, ce sont les températures extrêmes plutôt que les moyennes qui jouent le rôle essentiel.

Dans la région de Hassi Ben Abdallah, la température provient du rayonnement solaire incident, rayonnement émis par le substrat et éventuel apport issue de la mobilité de l'air. Elle dépend ainsi de la nature de la palmeraie (densité et recouvrement), formations végétales en place et la longueur de brise vent. Selon RIOU (1990), Les variations de la température dépendent de la nature de la palmeraie (densité, recouvrement). Selon FAURIE *et al.*, (1998), la température dépend des formations végétales en place (les végétaux amortissant les variations de température).

L'air sec avec la présence du sel donne une sècheresse permanente due à l'effet brise vent, transpiration des végétaux, l'irrigation et l'effet oasis. La variation de la température dépend de la structure de la palmeraie, situation de la station à l'intérieur de l'oasis, qualité et la densité de brise-vent, et densité de la végétation qui fait diminuer le flux radiatif. D'après TOUTAIN (1979), une palmeraie fluide à recouvrement partiel conduit à une tendance à la

sècheresse et la végétation accuse les coups thermiques du climat.

La température maximale est faible à l'intérieur des palmeraies qu'à l'extérieur. BALDY (1986) a étudié dans l'oasis de Jamna (TUNISIE) et il trouve que le maximum est plus faible à l'intérieur que celle de l'extérieur, l'oasis de Jamna est une oasis à forte densité peu ouverte. OULED BOUBACAR (1998), trouve aussi que la température maximale faible à l'intérieur que celle à l'extérieur et la différence est de 0.97 °C dans une palmeraie à double brise-vent. MEDJBER (2002) enregistre que la température maximale à l'intérieur s'abaisse de 0.68°C qu'à l'extérieur d'une palmeraie entourée d'un brise-vent constitué de palme sèche et un réseau de brise-vent vivant de casuarina. Selon BEGUIN (1972), en climat aride, les brise-vent provoquent un léger abaissement de la température maximale de l'ordre de 1 à 2°C, au dessus de cultures irriguées.

A l'intérieur des palmeraies, la valeur des températures minimales sont élevées par rapport à l'extérieur, ce qui favorise la répartition des espèces. Selon DUBIEF (1959), les températures minimales jouent un rôle important dans la répartition de la flore saharienne. La décroissance avec l'altitude des températures minimales est moins rapide que celle des maximales (SELTZER, 1946).

La température moyenne est élevée dans le milieu extérieur ceci peut être expliqué par l'amplitude de variation de la température qui diminue lorsque la surface du sol est couverte de végétation qui évapore. SOLTNER (1989), indique que la température de l'air et du sol dépend à la fois des échanges avec les masses d'air et des échanges d'énergie radiative. Elle varie selon la distance de la haie, le jour et la nuit et selon l'état du ciel.

Dans notre étude, nous avons trouvé que la température maximale est faible au niveau stationnel, cela est dû au brise-vent, l'irrigation, et le couvert végétal. La température minimale est faible au niveau stationnel, cela est dû à la réduction de l'effet du vent par le brise-vent, l'effet oasis dont la végétation absorbe les radiations.

L'élévation de l'humidité due à la présence des zones humides (chotts et sebkhas), elle varie selon les variations de l'évapotranspiration, l'évaporation, la température de la surface du sol, et la vitesse moyenne du vent (vents chauds), ainsi la forme des précipitations. Aussi après l'irrigation, l'humidité augmente. L'air chaud provoque l'augmentation de l'humidité et l'évaporation. La variation de l'humidité dépend du vent et de sa direction dominante (variation interannuelle pour chaque paramètre), la température, effet de la palmeraie, et aux facteurs locaux.

L'épaisseur de la végétation périphérique charge le vent avec une certaine humidité quand la vitesse du vent diminue.

Les plantes annuelles à croissance rapide qui fleurissent et fructifient après les rares périodes humides, par cela l'humidité est élevée à l'intérieur de la palmeraie par rapport au milieu naturel. BEGUIN (1972), a confirmé que l'air est généralement plus humide dans la zone protégée que dans la zone ouverte, lorsqu'on pratique l'irrigation. Il a indiqué ainsi, que l'effet de brise-vent sur la température de l'air est très variable, il dépend de la perméabilité, des conditions climatiques du couvert végétal et selon la proximité de brise-vent. Les végétaux du désert sont obligés de recourir à un ensemble d'adaptations pour lutter contre l'évaporation qui tend à croître la sécheresse atmosphérique, les températures élevées, les vents souvent violents (ALBIN, 1999).

Le vent homogénéise l'humidité et la diminue et augmente l'évaporation et la température. En agriculture, l'humidité se considère comme étant un élément capital, car il conditionne des échanges hydriques entre le sol, la plante, et l'atmosphère.

L'humidité est élevée au niveau régional, cela est dû à la réduction de la vitesse du vent par le brise-vent, de couverture végétale et leur évapotranspiration, la température de la surface du sol, et l'irrigation. L'humidité est élevée aussi au niveau stationnel, due à la réduction du vent, présence du couvert végétal, et l'irrigation.

La variation de vent due aux facteurs régionaux : présence des obstacles, rugosité du paysage spécifique.

La réduction du vent due à l'effet palmeraie, l'évaporation et la température élevée. La différence et la variation de la température influe sur le vent. L'irrigation lutte contre les vents chauds. La réduction de la vitesse du vent due au brise-vent ce qui donne l'équilibre microclimatique. La réduction de la vitesse du vent influe sur d'autres paramètres qui sont due à l'effet aérodynamique de brise-vent, différence de la hauteur de l'anémomètre car la vitesse moyenne du vent varie en fonction de la hauteur au dessus du sol et elle décroît au fur et à mesure qu'on approche du sol car la palmeraie forme un bloc imperméable contre le vent.

La vitesse du vent dépend de brise-vent (efficacité, porosité, hauteur, situation géomorphologique, l'emplacement de la station par rapport à l'ensemble des palmeraies).

Dans la palmeraie, la vitesse du vent est élevée liée à la structure de la palmeraie et son degré d'ouverture vers l'extérieur. La vitesse du vent est ralentie au niveau du sol que celle couverte de végétation.

Le vent possède un pouvoir desséchant car il augmente l'évaporation et favorise le pouvoir refroidissant. Ces pouvoirs peuvent être réduits par les rideaux d'arbres et le brise-vent.

Le vent possède une trajectoire sur les gouttes qui seront inclinées par la suite, du fait de la présence de brise-vent, les zones ouvertes reçoivent beaucoup de précipitations.

La vitesse du vent est faible au niveau microclimatique, cela est dû à l'effet oasis et l'action de brise-vent, ainsi, les haies successives là freinent par la rugosité qu'elles donnent au paysage.

Le vent influe donc même sur d'autres paramètres puisque il présente une différence très hautement significative dans le test statistique. Les effets du vent sont conjugués comme suite par l'élimination de la forte sécheresse de l'air, la diminution de l'évapotranspiration des cultures sous-jacentes, la suppression de l'évaporation du sol protégée par la végétation, l'atténuation des effets desséchants du vent, l'augmentation de l'humidité, et le tamponnage des fortes températures.

Le brise-vent modifie les éléments climatiques sur le rendement d'évaporation du à la température dans la zone protégée. Puisque le paramètre vent, montre une différence très hautement significative, de cela il influe même sur d'autres facteurs comme la température, l'humidité et l'évaporation et enfin sur la végétation. Le vent a une action directe en modifiant la température et l'humidité. Sa vitesse est ralentie au niveau du sol ainsi que dans la végétation. Le vent est un agent de dispersion, c'est un agent de dispersion des animaux et des végétaux (DAJOZ, 2006 in BAZZINE, 2010).

Les brise-vent jouent un rôle très important dans la protection de la palmeraie. D'après TOUTAIN (1979), dans les palmeraies, la protection est assurée par des brise-vent. Selon RIOU (1990), la réduction du vent s'explique par l'effet de la densité de la palmeraie qui joue un rôle de rugosité des paysages et le taux d'irrigation (2 fois par semaine) la nature et le type de brise-vent mort utilisé. Une réduction de la vitesse du vent tend à abaisser l'ETP (BEGUIN, 1972 ; DUBOST, 1991), dans une zone protégée de brise-vent la réduction de l'évaporation peut être réduite de 25 à 30% de moins qu'en zone ouverte. La réduction de l'ETP varie selon les zones protégée au-delà de 3 à 4 fois la hauteur de brise-vent. Les effets sur les températures sont très variables. Ils dépendent de la perméabilité, des conditions climatiques, du couvert végétal, et des heures d'ensoleillement de la journée. L'écart thermique entre la zone protégée et la zone ouverte est d'autant plus accentuée que le brise-vent est moins perméable surtout lorsqu'on pratique l'irrigation (BEGUIN, 1972 ; RIOU, 1990).

L'effet oasis entraîne une réduction de la vitesse du vent, de l'évaporation, de la température et une augmentation de l'humidité par rapport au milieu extérieur. Selon (MEDJBER, 2002), l'action de brise vent associé à l'effet oasis réduit encore plus ces paramètres climatique ceci s'explique par le fait que le brise-vent vivant diminue le flux radiatif et avec le ralentissement de vent, la dissipation des chaleurs est plus rapide ce qui engendre l'abaissement de la température maximale et une augmentation de la température minimale, il limite le départ des vapeurs d'eau et il homogénéise l'humidité.

L'effet de brise-vent sur la température de l'air est très variable, il dépend de la nature de brise-vent ; des conditions climatique ; du couvert végétal. L'écart de la température entre la zone protégée et la zone ouverte est d'autant plus accentué que le brise-vent est moins perméable. L'effet oasis dû à la rugosité et à la densité de l'association végétale de cet écosystème, réduit les vitesses du vent, cette réduction est renforcée souvent par une réduction supplémentaire engendrée par l'utilisation des brise-vent inertes, utilisé souvent pour délimiter et clôturer les périmètres agricoles. Le brise-vent vivant de protection est capable de jouer le rôle de « l'effet oasis » en augmentant la densité de la palmeraie qu'il protège. (BEGUIN, 1972)

En climat semi-aride ou aride, les brise-vent provoquent un léger abaissement de la température de l'air de l'ordre de 1 à 2°C, au dessus de cultures irriguées et une élévation de la température au-dessus des cultures en sec, pouvant atteindre et même dépasse 5°C. Ces différences s'expliquent par une étude du bilan énergétique de la zone protégée par un brise-vent (GUYOT, 1968 in BEGUIN, 1972). L'évaporation dépend de l'augmentation de la température et de l'humidité.

La température maximale et la durée d'insolation participent pour que l'évaporation soit intense. L'évaporation se fait par le biais des végétaux et des masses d'eau, aussi celles contenues dans le sol.

La température augmente, l'évaporation diminue au niveau microclimatique due à l'action de brise-vent et l'irrigation). L'évaporation est élevée au niveau régional, due à l'effet oasis et celui de brise-vent. Quand la vitesse du vent diminue, l'évaporation augmente. Le vent joue le rôle d'accélérateur de l'évaporation.

L'irrigation provoque la salinisation ce qui favorise de développement et l'apparition de quelques espèces halophiles et cela provoque en revanche la remontée de la nappe suivie de l'évaporation. Malgré, la structure des palmeraies qui est capable de créer un microclimat favorable, mais le problème de la remontée de la nappe et celui de la salinité ne permet que le

développement des espèces tolérantes à ces conditions (salinité et hydromorphie). La structure de l'association végétale notamment le nombre et la disposition des strates influe sur les facteurs climatiques. Ainsi une palmeraie dense avec une strate supérieure de palmier dattier à recouvrement total et des strates intermédiaires arborées et arbustive, constitue un microclimat sous-jacent où la luminosité, la turbulence des vents et l'évaporation sont considérablement atténuées par rapport au climat saharien. Par contre une palmeraie fluide à recouvrement partiel où les strates sont distendues permet une agression certaine de l'insolation, de la chaleur, des vents, et conduit à une tendance à la sécheresse. Dans le milieu sec la température devient un facteur aggravant, elle augmente la vitesse d'évaporation (OZENDA, 1983). Les végétaux des déserts sont obligés de recourir à un ensemble d'adaptations pour lutter contre l'évaporation qui tend à croître la sécheresse atmosphérique, les températures élevées, les vents souvent violents (ALBIN, 1999). D'après DAJOZ (1982), la végétation désertique est rare.

La présence des arbres se traduit par une certaine rugosité des paysages, qui influe sur les vents, cette action, permet une réduction des vents dans la palmeraie, cette réduction dépend de l'orientation du vent, de la densité et du recouvrement de la végétation. D'après TOUTAIN (1979), la diminution de l'évaporation est liée à la nature de la palmeraie et le degré de recouvrement. La structure de la palmeraie, l'espacement entre les palmiers, la taille des palmiers et leurs toits influent sur le microclimat dont à l'intérieur de la palmeraie l'effet du vent est atténué la fraîcheur d'air, moins d'ensoleillement donc pas une grande intensité d'évaporation.

La faiblesse des précipitations dépendent de la variabilité interannuelle extrême ce qui donne une sécheresse intensive. Les précipitations au niveau régional dépendent de la diminution de la température. La faiblesse des précipitations dues aux masses d'air humides rares. Les brise-vent modifient la répartition horizontale des précipitations car ces dernières sont accompagnées par le vent, après l'irrigation, l'humidité est élevée dans la zone protégée.

Les précipitations sont élevées au niveau régional. La pluie est généralement accompagnée de vent, sa répartition est modifiée par un brise-vent. Il intercepte une partie de la pluie destinée à la zone protégée, et la quantité d'eau immédiatement reçue du côté sous le ralentissement du vent dans le reste de la zone protégée s'accompagne d'une augmentation de l'eau reçue (BEGUIN, 1972).

La variation périodique est due à est due à la localisation de la station, la latitude, et

l'altitude, distance entre les deux stations, existence des zones humides, le type de brise-vent, la hauteur de l'anémomètre, existence du bassin de refroidissement, l'irrigation, effet oasis et l'influence de chaque paramètre climatique sur les autres.

Dans la palmeraie, nous avons trouvé des espèces introduites, cultivées, et spontanées par contre dans le milieu naturel que des spontanées, donc, l'intérieur des palmeraies est plus riche que l'extérieur, la présence des espèces introduites est dues aux conditions microclimatiques crée par l'oasis qui favorise leur développement associées aux facteurs édaphiques, l'activité agricole, développement et transport de graines, l'importation des denrées agricole, travail du sol régulier l'enrichit en semences de ces espèces et favorise donc leur germination, la fertilisation chimique, et l'accroissement des fumures azotées intensives. Le vent favorise le transport des plantes spontanées à l'intérieur. Il y a des espèces qui existent seulement dans les palmeraies et y sont absentes dans le milieu extérieur, la majorité des espèces sont des méditerranéennes vu leurs exigences en eau en condition du microclimat crée par l'oasis. Dans les oasis, à coté des cultures, on observe des groupements qui comprennent d'une part des plantes sahariennes adaptées à ces habitats, et d'autre part des espèces adventices qui ont été accidentellement introduites par l'homme (OZENDA, 1983). Cette phytocénose qui constitue la palmeraie étant propice au développement agricole. Il est donc indiquer de faire profiter à ce milieu l'application des principes d'une agriculture bien adaptée pour accroitre son potentiel de fertilité, dans la mesure de possible (DUBOST, 1991).

La présence des espèces spontanées est due aux formes géomorphologiques qui sont en relation avec les facteurs édaphiques.

L'influence de la teneur en eau du sol sur la distribution des communautés végétales peut être illustrée par la zonation de la végétation.

L'accroissement de la biodiversité due à l'hétérogénéité spatiale naturelle (géologie, exposition, sol) ou anthropique (constitution des mosaïques paysagères, diversification de la stratification tant horizontale que verticale de la végétation), aussi bien que cette activité est maintenue à un niveau modéré, notamment si elle dépasse un certain seuil, elle décroît automatiquement.

Dans les palmeraies fluides à faible recouvrement (palmeraie ouvertes), la pénétration aisée du vent se traduit par une homogénéisation de la température et de l'humidité, qui ne sont pas alors modifier que près du sol. Au contraire, dans les palmeraies les plus denses, les températures maximales sont plus faible (RIOU, 1990 et DUBOST, 1991 in OULED BOUBACAR, 1998).

Selon LACOSTE et SALANON (2001), le microclimat est représentatif des conditions climatiques qui règnent au sein d'une station écologique, celle-ci résultant d'une modification plus ou moins accusée du climat local (mésoclimat) sous l'influence des divers autres facteurs (topographie, sol) ainsi, que des constituants biologiques plus particulièrement la végétation propre à cette station. D'après ELIARD (1979) ; le climat avec le sol constitue le milieu dans lequel la plante se développe.

Dans la palmeraie, le palmier dattier qui crée le microclimat et par là, on remarque l'influence de différents paramètres sur d'autres espèces. L'oasis selon LAZAREV (1988), une espèce végétale cultivée et irriguée au milieu des espèces désertiques. C'est un écosystème construit autour de l'arbre et principalement du palmier dattier. Un système de protection associé nettement différent de l'espèce environnante. Ces changements des propriétés de la surface s'accompagnent d'un changement des caractéristiques de la basse atmosphère.

La flore de la palmeraie était depuis longtemps un sujet d'étude de plusieurs travaux du fait qu'elle est constituée par le palmier dattier, les cultures maraichères et les arbres fruitiers qui ont une importance économique considérable pour l'agriculteur, de même quelques plantes spontanées qui contribuent à l'atténuation des effets négatifs des facteurs climatiques difficiles du Sahara. Selon ARLERY *et al.*, (1973), la nature du sol et celle de sa couverture végétale exercent aussi une influence prépondérante sur les phénomènes microclimatiques. D'après SOLTNER (1989), l'extension, la topographie, et la protection ou non par les haies ou des rideaux boisés, de sa couverture végétale détermine un microclimat spécifique.

Le microclimat a aussi une grande influence sur la végétation, il influe aux extrémités extérieures de la palmeraie mais il est bien marqué à l'intérieur. Selon RIOU (1990), le climat de l'oasis dépend non seulement de la répartition spatiale, de l'hétérogénéité aussi créée au sein du désert mais aussi de la densité de la végétation.

CONCLUSION GENERALE

La variabilité climatique qui peut s'exprimer à diverses échelles du temps par des fluctuations journalières, mensuelles, et saisonnières ainsi que les écarts annuels et interannuels fait a l'objet de la présente étude. L'étude comparative des deux stations à pour but de caractériser le climat qui règne au sein de chaque station. L'analyse des données dégage plusieurs enseignements : les résultats obtenus reflètent le rôle de brise-vent et l'effet oasis sur la modification des paramètres climatiques et l'influence de celle-ci sur le comportement de la végétation ce qui engendre une variabilité climatique notable entre le climat régional et le microclimat de la palmeraie.

- Abaissement de la température avec ses composantes (Tmax, Tmin, Tmoy), au niveau de la palmeraie qu'au milieu extérieur. Ceci est du à l'effet brise-vent et l'effet oasis, et la présence du couvert végétal.
- L'augmentation de l'hygrométrie de l'air au niveau de la palmeraie, vient de la réduction du vent par les brise-vent donc l'atténuation de leur effet desséchant de l'air, de la transpiration de la couverture végétale, et de l'irrigation d'où une forte évaporation.
- La chute progressive de la vitesse du vent à l'intérieur de la palmeraie due à l'augmentation de la rugosité de surface (par l'effet combiné de brise-vent, palmiers et la couverture végétale), ainsi qu'à l'effet oasis. Cette réduction de la vitesse du vent entraine en fait une modification de tous les éléments du climat.
- Les précipitations qui sont des données climatiques très variables dans l'espace et dans le temps, se caractérisent au niveau des deux stations comme pour l'ensemble des territoires arides par la faiblesse et la grande irrégularité, résultats de la rareté des masses d'air humides. Elles sont élevées au niveau régional que microclimatique. L'obstacle brise-vent modifie leur distribution horizontale.

Cette variabilité peut être expliquée ainsi par le déplacement de la station météorologique régionale, les changements des caractéristiques des stations et les instruments de mesure, sans oublier les erreurs de l'observation qui sont généralement rares.

- Le test STUDENT pour les résultats annuels montre que cette variabilité est « non significative » pour l'évaporation et les précipitations, elle est « hautement significative » pour la température maximale et l'humidité alors qu'elle est « très hautement significative » pour la température minimale, moyenne et pour la vitesse du vent.
- Le test STUDENT des résultats mensuels durant la période 1993-2011 montre que la température (T max, T min, T moy), l'humidité et l'évaporation, et précipitation présentent une différence « non significative » entre les deux stations, tandis que la vitesse du vent montre une différence « très hautement significative ».

Conclusion Générale

- L'indice d'aridité de DE martonne nous permet de classer les deux stations parmi les régions à climat hyper-aride à hiver doux ($I S1=1.09$, $I S2=1$).
- Le diagramme ombrothermique permet de constater que la période sèche s'étale sur toute l'année durant la période 1993-2011 pour les deux stations d'étude ($Q2 S1=3.22$, $Q2 S2=2.81$).
- Le climagramme d'Emberger nous renseigne en fait que nos stations d'étude appartiennent à l'étage bioclimatique Saharien à hiver doux.

Le climat régional est le résultat d'une situation géographique et orographique. Celle-ci subira localement des modifications de plusieurs éléments ce qui détermine un mésoclimat (DAJOZ, 1970). La station de HBA présente un maximum estival et un minimum hivernal d'évaporation ce qui signifie selon DUBIEF (1950) qu'elle appartient au type de station tempérée.

Au Sahara, comme partout ailleurs, la végétation est le plus fidèle témoin du climat (GARDI, 1973). Le milieu saharien est caractérisé par une grande variabilité climatique qui a une influence directe sur le comportement des végétaux à l'extérieur et à l'intérieur des oasis. L'oasis comme tous les autres écosystèmes est influencée par les changements climatiques et par conséquent le changement de différents paramètres qui influe sur l'existence et l'abondance des espèces à l'extérieur et à l'intérieur de la palmeraie.

Cette variation du climat régional est due en particulier à la latitude, l'altitude, l'emplacement des stations, la structure et la localisation de la palmeraie par rapport au milieu extérieur. La variation à l'échelle stationnelle s'explique par la structure des palmeraies, la végétation, la présence des zones humide, l'irrigation, et les drains. Et à l'échelle régionale par la forme géomorphologique. La structure de la palmeraie, l'espacement entre les palmiers, la taille des palmiers et leurs toits influent sur le microclimat à l'intérieur de la palmeraie, l'effet du vent est atténué la fraîcheur d'air, moins d'ensoleillement et faible intensité d'évaporation. Ces conditions sont responsables du comportement de la végétation dans la palmeraie de Hassi Ben Abdallah où nous avons identifiées 31 espèces réparties sur 16 familles dont 12 d'entre elles sont introduites, 09 spontanées, et 10 sont cultivées. L'abondance des espèces est de 1471 individus, leur présence totale est de 77, leur recouvrement est 11.89 %, et leur fréquence est de 27.60 %. Par contre dans le milieu naturel, nous avons trouvé 04 espèces spontanées réparties sur 04 familles, leur présence est de 11, leur abondance est 158 individus, leur recouvrement est de 18.63 %, et leur fréquence est de 68.75 %.

Conclusion Générale

La richesse stationnelle est assez riche dans la palmeraie avec 31 espèces par rapport au milieu naturel qui est raréfiée avec 04 espèces. L'indice de Jaccard et la distance de Hamming confirme que ses deux biotopes sont totalement différents l'un de l'autre.

Nos résultats confirment ceux obtenus par OULES BOUBACAR (1998), MEDJBER (2002), YUCEF (2003), BICHI et BENTAMER (2006), BEN ABDALLAH et CHOUIKHA (2006), et principalement ceux de BELLA et TALBI (2004) et BAAZINE (2010).

Ce travail est une étude de la variabilité climatique entre deux milieux différents à deux échelles différentes, du point de vue spatiotemporel, et leur influence sur le comportement de la végétation, et qui peut servir pour d'autres études dans les différents domaines de la recherche scientifique.

Références bibliographiques

I.ORGANISMES

1. **A.N.R.H** -Agence Nationale des Ressources Hydriques ; (2013) : les ressources hydrique au Sahara.
2. **O.N.M.**, (2013) -Office Nationale Météorologique : les données climatiques de Ouargla.

II.LES AUTEURS

1. **ALBIN M.**, (1999) -Encyclopédie Universlis Dictionnaires d'écologie, pp 336-345.
2. **ARLERY R., GRISOLLET H., ET GUHMET B.**, (1973) -Climatologie, méthode et pratique .Ed : Gauthier, Villars, Paris, 2éme éditions.408p.
3. **AZZI G.**, 1954 -Ecologie agricole ; Nouvelle encyclopédie agricole. Ed :Paris 428p.
4. **BALDY CH** (1986) -Agro-météorologie et développement des régions arides et semi-arides, INRA Paris114p.
5. **BARBAULT R.**, (2000) -Ecologie générale structure et fonctionnement de la biosphère, 5éme édition.326p.
6. **BAUDRY O et al.**, (2000) -Les haies composites, réservoirs et auxiliaires, Ed : CTIFL, paris, 116 p.
7. **BAZZINE S.**, (2010) -Caractérisation du microclimat des palmeraies dans la région de Ouargla (cas de Hassi ben Abdellah), Mémoire Ign. INFSAS, 105p
8. **BEGUIN T.M.**, (1972) -Observation sur le rôle de brise vent huit- vo l27, N°11. Pp 745-765.
9. **BEKKARI A., et BENZAOUI S.**, 1991 -Contribution à l'étude de la faune des palmeraies de deux régions du sud-est algérien (Ouargla et djamaa). Mem.Ing.Agr I.T.A.S, Ouargla, 109 p.
10. **BELLA T.et TALBI W.**, (2004) -Contribution à l'étude de la variabilité microclimatique dans la région de Ouargla. mémoire Ing. En écologie végétale et environnement ; Université de Ouargla .202p.
11. **BICHI H. et BEN TAMER F.**, (2006) -Contribution à l'étude de la variabilité climatique dans les régions de Ouargla et Ghardaïa. Mémoire Ing. En écologie végétale et environnement ; Université de Ouargla.114p.
12. **BOUGET M.**, (1980) -Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises. Ed: ORSTOM, Paris. Pp134-135.

13. **BOUGUEDDOURA N., (1991)** -Connaissance de la morphologie du palmier (*Phoenix dactylifera*). Etude in situ et in vitro du développement morphogénétique des appareils végétatif et reproducteur thèse. Doc Es science à l'U.S.T.H.B Alger, 201p.
14. **CAPOT-REY P., (1952)** -les limites du Sahara français. Ed : Inst.Rech.Sah;Alger.Tome VIII. Pp23-47.
15. **CASTANY G., (1982)** -principes et méthodes de l'hydrogéologie. Ed: Dunod, paris.233P.
16. **CHEHMA A., 2006.** -Catalogue des plantes spontanées du Sahara septentrional algérien. Université de Ouargla. Laboratoire de protection des écosystèmes. Ouargla, 148p.
17. **CLADODE F., CHRITIANE F., PAUL M., (1998)** : Ecologie approche et pratique- 4^{ème} édition, Paris, 190 p.
18. **DAGET P et POISSONET J., 1991** -Prairies et pâturages, méthodes d'étude. Montpellier, France, Institut de Botanique. 354 p.
19. **DAJOZ R., (1970)** -précis d'écologie. Ed : Dunod, paris p357.
20. **DAJOZ R., (1971)** -précis d'écologie. Ed : Dunod, paris p434.
21. **DAJOZ R., (1982)** -précis d'écologie. Ed : Gauthier-Villars, paris. pp:17-57.
22. **DAMANGNEZ J., (1968)** -Evapotranspiration potentielle, évapotranspiration réelle et rendement n Actes de colloque de rending méthode Agrométrie. UNESCO, 1968, pp 89-95.
23. **DEPARCEVAUX S., PAYEN D., BROCHET P., SAMIE CH., HALLAIRE M., (1990)** -Dictionnaire encyclopédique d'agro météorologie. Ed : I.N.R.A. France.323p.
24. **DESVALS L., et DALY P., (1997)** -Guide des principales adventices des cultures maraichères de Nouvelle-Calédonie. Ed : CIRAD, Nouvelle Calédonie. 98p.
25. **DJEBAILI S., (1984)** -La steppe algérienne phytosociologie et écologie. Ed : opv, Alger, 154 p.
26. **DJERROUDI O., BELMEHSEN S., OULD ELHADJ A., (1994)** -L'évaluation de l'agriculture dans le pays de Ouargla – Poly-Agr-Sah INFSAS Ouargla 84p.
27. **DOUCET R., (2006)** -Le climat et les sols agricoles. Ed : Berger, Estman (Québec), 426 p.
28. **DUBIEF J., (1950)** -Le vent et le déplacement du sable au Sahara. Ed : Inst .Rech, Sah, Alger.Tome VIII.pp :123-163.
29. **DUBIEF J., (1953)** -Action des phénomènes d'évaporation et d'hydrologie superficielle dans la région aride. Ed : CNRS, France, pp : 17-320.

30. **DUBIEF J., (1959)** -Le climat du Sahara. Ed: Inst, Rech,Saha,Alger.Mémoire h.s.Tome I .307p.
31. **DUBIEF J., (1963)** -Le climat du SaharaEd :Institut.RechSaha,Alger ;Mémoire h.s.Tome II, 307p.
32. **DUBOST D., (1991)** -Ecologie aménagement et développement agricole des Oasis Algériennes. Thèse.Doc. Univ. Rabelais. 342 p.
33. **DUBREUIL P., (1974)** -Initiation à l'analyse hydrologique. Ed : Masson et Cie pologne. Pp : 3-28.
34. **DUTHIL J., (1971)** -Elément d'écologie et d'agronomie tome I Bailliere et C°, 300p.
35. **EL AMAMI S., LABERCHE JC., (1973)** -Climat et microclimat des Oasis de ghabes comparés à l'environnement désertiques in : annales de l'INRAT 46(3), pp 1-20.
36. **ELIARD J -L., (1979)** -Manuel d'agriculture générale base de la production végétale. Ed : J-B BAILIER. 332p.
37. **ESTIENNE P et GODARD A., (1970)** -Climatologie ; Ed .Armand clain-Paris 357p.
38. **EUGENE A., (2002)** : Introduction à l'écologie. Ed : Tec et Doc-Paris.21p.
39. **FAURIE C., FERRA CH., DEUAUX P J., HEMPTINNE J L., (1998)**- Ecologie Approche scientifique et pratique ; 4eme édition : Tec et Doc339p.
40. **FAURIE C., FERRA CH., DEUAUX P J., HEMPTINNE J L., (2003)**- Ecologie approche scientifique et pratique ; 5eme édition, 407p.
41. **FRONTIER S., PICHON D., VILLE D., (2001)** -Ecosystèmes, structures fonctionnement, Evolution Ed : Dumod, Paris 2^{ème} édition, pp 114-138.
42. **GARDI R., (1973)** : Sahara Ed : Kummerly et Frey, Paris, 3^{ème} édition. Pp : 49-51.
43. **GODARD A., TABEAUD M., (2004)** -Les climats, mécanismes, variabilité, répartition, 3^{ème} édition, Paris, 217p.
44. **GOUNOT M., (1969)** -Méthodes d'étude quantitative de la végétation. Ed : MASSON ET Cie, PARIS. 310 p.
45. **GUEDIRI, K ., (2007)** -Biodiversité des messicoles dans la région de Ouargla. Mémoire d'Ing. Etat. Agronomie saharienne.Univ. de Ouargla.125P.
46. **GUYOT G., (1999)** -Climatologie de l'environnement. Ed : DUNOD ; Paris. 507p.
47. **HADJ BENAMANE A., KHALFALLAH M., (2011)** -Caractérisation climatique de quelques régions Sahariennes. Mémoire licence. Ecologie et environnement. Université de Ouargla. 78p.

48. **HAMDI-AISSA B., (2001)** -Le fonctionnement actuel et passé de sols du Nord Sahara (cuvette de Ouargla).thèse, Doc.INRA-G.Paris.283p.
49. **IDDER M.A., (2002)** -La préservation de l'écosystème palmeraie ; une priorité absolue (cas de la cuvette de Ouargla), Séminaire international sur le développement de l'agriculture saharienne comme alternative aux ressources épuisables. Biskra du 22 au 23/10/2002.
50. **IDDER T., (1998)** -La dégradation de l'environnement urbain liée aux excédents hydriques au Sahara Algérien.Impact des rejets d'origine agricole et urbaine et techniques de remédiation proposées. L'exemple de Ouargla .thèse de doctorat.Univ.Angers.284p.
51. **JAUZIEN P., (1998)** -Biodiversité des champs cultivés : l'enrichissement floristique, Dossier de l'environnement de l'INRA. France n°21 p43.
52. **KHADRAOUI A., et TALEB S., (2008)** -Qualité des eaux dans sud Algérien, potabilité- pollution et impact sur le milieu. Ed : Khyam, Constantine, 367p.
53. **LABERCHE J.CL., (2008)** : Statistiques et expérimentations en biologie, outils-statistiques inferentielles, Ellipses, Paris, 199p.
54. **LACOSTE A.et SALANON R., (2001)** -Eléments de biogéographie et d'écologie ; 2ème édition ; Paris. Pp : 161-318.
55. **LAZARV G., (1988)** -L'oasis une réponse à la crise de pastoralisme dans le Sahel ? option méditerrané « Les systèmes agricoles oasisien » Série A. 1990.
56. **LE FLOC'H, 2008** -Guide méthodologique pour l'étude et le suivi de la flore et de la végétation. Ed : Collection Roselt/OSS, CT n° 1, Tunis, 175 p.
57. **LE HOUEROU H .N., (1990)** -Définition et limites bioclimatiques du Sahara sèche.1(4).Pp :246-259.
58. **LE LUBRE M., (1952)** -Conditions structurales et formes de relief dans le Sahara. Ed: Inst. Rech. Sah., Alger. Tome VIII. Pp: 189.
59. **LEMEE G., (1978)** -Précis d'écologie végétale ; Ed-Masson Paris.285p.
60. **LEVEQUE CH., (2001)** -Ecologie de l'écosystème à la biosphère Ed : DUNOD.502p.
61. **MACKENZIE A., BALLA, R.VIRDEES S., (2000)** -L'essentiel en écologie. Ed : Berti, Paris. Pp : 261-265.
62. **MAIRE R., (1933)** -Etude sur la flore et la végétation du Sahara central. Tome 4, imprimerie « la Typo- Litho ». Alger, 272p.
63. **MAIRE R ., (1960)** -Flore de l'Afrique du nord. Volume 8, Ed PAUL LECHEVALIER. Paris. 303p.
64. **MAMAROT J., (2002)** -Mauvaise herbes des cultures. 2^{ème} édition, paris. 540p.

65. **MEDJBER T., (2002)** -Etude du comportement de quelques variétés et population de luzerne dans les milieux différents de la région d'OUARGLA. Thèse de magistère en phytotechnie INA d'EL HARRACH, PP116, 153.
66. **MEKKAOUI M et MOUANE A., (2007)** -Contribution à la caractérisation floristique et l'étude de l'effet du milieu naturel sur la palmeraie dans la région de Ouargla. mémoire Ing. En écologie végétale et environnement ; Université de Ouargla .89p.
67. **MILOUDI A., (2009)** -Inventaire des espèces macrophytes épuratrice dans la cuvette de Ouargla. Mémoire d'Ing. En Agronomie; Université de Ouargla .104p.
68. **MONOD T., (1992)** -Du désert. Sécheresse, 3(1). Pp : 7-24.
69. **MUNIER P., (1973)** -Le palmier dattier, Collections techniques agricoles et production tropicale, Ed G.P. Maisonneuve et Larousse, Paris, 221p.
70. **OUELD EL HADJ M.D., (2006)** -Problèmes de la lute Chimique au Sahara Algérien : cas des Acricides. Actes des journées internationales sur la désertification et le développement durable (juin 2006).ED. Université de Biskra, 631p.
71. **OULD BOUBACAR E., (1998)** -Contribution à l'étude de l'effet microclimatique et aérodynamique de brise vent dans les palmeraies de Hassi-Ben Abdallah, région de Ouargla thèse d'ing.ITAS, Ouargla pp 17-64.
72. **OZENDA P., (1964)** -Biogéographie végétale. Ed. Dois, Paris, 360p.
73. **OZENDA P., (1977)** -Flore et végétation du Sahara. Edition du CNRS.600p.
74. **OZENDA P., (1983)** -Flore des Sahara ; Ed du centre national de la recherche scientifiques. 598p.
75. **OZENDA P., (1991)** -Flore du Sahara. 2^{ème} édition, Ed : CNRS. Paris. 622p.
76. **OZENDA P., (2004)** - Flore et végétation de Sahara. Ed : CNRS.600p.
77. **PAGNEY P., (1973)** - La climatologie, Ed : presse universitaire de France, Paris 127p.
78. **PAYEN D., HALLAIREME M., BROCHET P., (1990)** : Dictionnaire encyclopédique d'agronométéorologie Para Ghraphic, paris.323p.
79. **PEGUY CH.P., (1970)** - Précis de climatologie. Masson et Cie ; Paris 463p.
80. **PEYRON G., (2000)** - Guide illustré de formation, cultiver le palmier dattier, 35p.
81. **POITOU CHAENTES., (2005)** -Gestion de l'enherbement. 5P.
82. **POLUNIN O., et HUXLY A., (1975)** -Fleur du bassin méditerranéen. Ed : FERNAND NATHAN. Paris. 325 p.
83. **QUEZEL P., (1953)** -La nouvelle flore d'Alger.

84. **RAMADE F., (2002)** - Encyclopédique de l'écologie et des sciences de l'environnement, 2^{ème} édition, Dunod, paris. 1075p.
85. **RAMADE F., (2003)** -Eléments d'écologie ; écologie fondamentale ; 3^{ème} édition ; Paris 690p.
86. **REMY F., (2008)** -Histoire de la glaciologie, Vuibert, paris. 170 p.
87. **RIOU CH., (1990)** - Bioclimatologie des oasis, options méditerranéennes, série A, N° 11, les systèmes agricoles oasiens.176p.
88. **ROUVILLOIS-BRIGOL M., (1975)** -Le pays de Ouargla (Saharien Algérien) variations et organisation d'un espace rural en milieu désertique ; Paris ,385p.
89. **SADOURNY R., (1992)** - Peut-on mesurer la température, la recherche N°243 V23, pp 584-590.
90. **SAKER I., (2011)** -Contribution à l'étude de la relation climat-végétation dans la région d'Ouargla. mémoire Ing. En écologie et environnement ; Université de Ouargla .80p.
91. **SELTZER P., (1946)** -Le climat de l'Algérie, Ed Institut de météorologique de physique du globe Alger, 218 p.
92. **SOLTNER D., (1989)** -Les bases de la production végétale, Tome II, Collection Sciences et techniques agricoles 301p.
93. **SOLTNER D., (1999)** - Les bases de la production végétale, Tome III, Collection sciences et techniques agricoles ,8^{ème} édition.320p.
94. **SOLTNER D., (2007)** -Les bases de la production végétale, Edit 9°, Tome II, Coll. Sci. Tech.Agr. 352p.
95. **TABEAUD M., (2000)** -La climatologie ; paris.175p
96. **TABEAUD M., (2008)** -La climatologie générale, 3^{ème} édition, paris. 123p.
97. **TOUTAIN G., (1979)** -Eléments d'agronomie Saharienne de la recherche au développement .Imp. JOUNE ; Paris276p.
98. **YACONO D., (1965)** -Essai sur le climat de montagne au Sahara l'Ahaggar Ed : recherche sah-Alger, tome XXVII, 157p.
99. **YOUCEF F., (2003)** -Mise au point d'une étude climatique du Sahara septentrional algérien (cas des stations d'Ouargla, Touggourt, et Ghardaïa), Thèse ingénieur INFSAS, 88p.

III. REFERENCES ELECTRONIQUE :

RE (1) : <http://fr.geneawiki.com/index.php/Alg%C3%A9rie> 02/05/2013

RE (2): <http://wikimapia.org/#lang=en&lat=32.001671&lon=5.427933&z=13&m=b&permpoly=6861857> 02/05/2013

Annexe N°01
Données climatiques de Ouargla (1993-2011)

| | Humidité (%) | | | | | | | | | | | |
|------|--------------|-----|------|-------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 72 | 71 | 54 | 45 | 35 | 25 | 25 | 27 | 36 | 44 | 67 | 71 |
| 1994 | 66 | 55 | 52 | 41 | 33 | 32 | 29 | 37 | 42 | 62 | 68 | 74 |
| 1995 | 65 | 58 | 56 | 44 | 34 | 31 | 29 | 28 | 34 | 60 | 64 | 71 |
| 1996 | 71 | 64 | 59 | 45 | 36 | 33 | 26 | 24 | 43 | 54 | 57 | 59 |
| 1997 | 61 | 59 | 42 | 40 | 32 | 22 | 20 | 26 | 41 | 48 | 48 | 56 |
| 1998 | 58 | 49 | 37 | 30 | 29 | 24 | 23 | 35 | 34 | 53 | 51 | 60 |
| 1999 | 69 | 53 | 42 | 32 | 29 | 26 | 29 | 24 | 35 | 46 | 67 | 68 |
| 2000 | 63 | 56 | 40 | 33 | 41 | 29 | 23 | 30 | 37 | 52 | 57 | 54 |
| 2001 | 54 | 53 | 39 | 35 | 33 | 25 | 24 | 28 | 41 | 42 | 58 | 65 |
| 2002 | 50 | 55 | 37 | 32 | 29 | 23 | 26 | 29 | 37 | 47 | 56 | 60 |
| 2003 | 48 | 55 | 58 | 35 | 32 | 28 | 29 | 26 | 36 | 42 | 53 | 56 |
| 2004 | 56 | 47 | 43 | 39 | 37 | 30 | 26 | 27 | 37 | 37 | 73 | 66 |
| 2005 | 62 | 47 | 39 | 33 | 26 | 28 | 22 | 28 | 41 | 50 | 52 | 66 |
| 2006 | 65 | 53 | 38 | 31 | 30 | 21 | 23 | 27 | 38 | 42 | 51 | 65 |
| 2007 | 60 | 47 | 39 | 46 | 32 | 24 | 26 | 27 | 33 | 40 | 48 | 58 |
| 2008 | 65 | 53 | 43 | 31 | 30 | 32 | 24 | 29 | 38 | 58 | 62 | 62 |
| 2009 | 70 | 54 | 48 | 42 | 39 | 28 | 25 | 26 | 46 | 46 | 58 | 51 |
| 2010 | 53 | 46 | 39 | 39 | 35 | 30 | 28 | 30 | 44 | 45 | 53 | 47 |
| 2011 | 62 | 53 | 58 | 49 | 50 | 44 | 39 | 35 | 50 | 59 | 57 | 66 |

| | L'évaporation (mm) | | | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 53 | 68 | 100 | 173 | 131 | 248 | 367 | 353 | 259 | 174 | 80 | 68 |
| 1994 | 96 | 135 | 158 | 194 | 232 | 282 | 306 | 302 | 203 | 86 | 83 | 58 |
| 1995 | 60 | 96 | 90 | 192 | 175 | 198 | 216 | 286 | 185 | 255 | 63 | 39 |
| 1996 | 53 | 59 | 84 | 124 | 170 | 184 | 214 | 170 | 178 | 109 | 59 | 71 |
| 1997 | 57 | 68 | 113 | 131 | 178 | 263 | 260 | 162 | 98 | 96 | 93 | 74 |
| 1998 | 77 | 116 | 117 | 233 | 285 | 379 | 489 | 409 | 488 | 238 | 154 | 112 |
| 1999 | 93 | 145 | 224 | 350 | 514 | 546 | 544 | 622 | 464 | 323 | 148 | 98 |
| 2000 | 95 | 165 | 256 | 391 | 371 | 432 | 533 | 489 | 135 | 193 | 151 | 38 |
| 2001 | 146 | 149 | 254 | 296 | 381 | 492 | 540 | 484 | 379 | 298 | 154 | 105 |
| 2002 | 101 | 157 | 246 | 299 | 374 | 435 | 426 | 473 | 337 | 235 | 176 | 119 |
| 2003 | 196 | 138 | 122 | 309 | 404 | 439 | 538 | 468 | 329 | 368 | 141 | 116 |
| 2004 | 100 | 161 | 249 | 283 | 371 | 480 | 512 | 513 | 367 | 310 | 82 | 98 |
| 2005 | 114 | 156 | 300 | 367 | 466 | 448 | 563 | 521 | 304 | 269 | 190 | 91 |
| 2006 | 94 | 145 | 278 | 353 | 452 | 583 | 568 | 508 | 319 | 268 | 141 | 87 |
| 2007 | 93 | 164 | 256 | 283 | 418 | 499 | 469 | 517 | 395 | 278 | 131 | 109 |
| 2008 | 76 | 137 | 210 | 291 | 323 | 286 | 434 | 323 | 313 | 174 | 114 | 78 |
| 2009 | 81 | 115 | 152 | 173 | 153 | 333 | 417 | 384 | 222 | 167 | 110 | 111 |
| 2010 | 109 | 131 | 186 | 211 | 279 | 410 | 425 | 388 | 221 | 177 | 117 | 109 |
| 2011 | 261,2 | 257,1 | 265,5 | 306,2 | 332,8 | 244,5 | 319,7 | 357,7 | 270,1 | 265,1 | 259,1 | 229,8 |

| | Vent (m/s) | | | | | | | | | | | |
|------|------------|-----|------|-------|-----|------|------|------|-----|-----|-----|-----|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 2,2 | 3,9 | 3,3 | 4,2 | 5,6 | 5,5 | 5,4 | 4,9 | 4,8 | 3,5 | 4,3 | 2,2 |
| 1994 | 3 | 2,2 | 4,9 | 3,8 | 2,3 | 3,7 | 3,5 | 3 | 4,1 | 3,3 | 2,4 | 4,1 |
| 1995 | 2,8 | 2,6 | 4,2 | 5,1 | 5 | 5,9 | 5,1 | 4,5 | 4,9 | 4,1 | 2,6 | 3 |
| 1996 | 3,3 | 3,9 | 3,6 | 5 | 4,2 | 5,1 | 4,3 | 3,9 | 3,5 | 2,1 | 1,9 | 2,4 |
| 1997 | 2,4 | 2,1 | 3,2 | 3,9 | 4,3 | 4,1 | 3,7 | 3,3 | 3,5 | 2,3 | 2,7 | 2,9 |
| 1998 | 2 | 2,8 | 2,5 | 3,4 | 4,5 | 5,3 | 4,8 | 5 | 4,9 | 5,3 | 3,4 | 3,3 |
| 1999 | 4,1 | 4,7 | 5 | 5,6 | 5,2 | 4,8 | 4,8 | 4,5 | 5,9 | 4,5 | 3,8 | 3,3 |
| 2000 | 2,4 | 3,4 | 4 | 5,7 | 5,1 | 4,7 | 4,6 | 4,3 | 4,4 | 3,3 | 2,2 | 2,2 |
| 2001 | 2,5 | 2,3 | 3,4 | 3,9 | 5,1 | 4 | 4,2 | 3,4 | 4,2 | 2,8 | 2,8 | 3 |
| 2002 | 2,4 | 1,6 | 3,2 | 4,4 | 4,7 | 3,6 | 4,8 | 4 | 1,6 | 3 | 2,9 | 1,9 |
| 2003 | 4 | 4 | 3,3 | 4,6 | 4,7 | 3,9 | 5,5 | 4 | 3,5 | 3,4 | 2,5 | 3,6 |
| 2004 | 2,7 | 3,6 | 4,3 | 3,8 | 5,5 | 4,5 | 3,8 | 3,5 | 3,7 | 3,6 | 2,6 | 2,9 |
| 2005 | 2,8 | 3,9 | 4,8 | 5,1 | 4,4 | 4,8 | 3,7 | 3,6 | 0,4 | 3,3 | 2,8 | 2,4 |
| 2006 | 2,8 | 4 | 3,8 | 4,4 | 4,9 | 5,1 | 4,3 | 4,2 | 4,1 | 2,8 | 2,5 | 3 |
| 2007 | 1,5 | 3,3 | 4,3 | 5,1 | 4,4 | 5,1 | 4,3 | 4,8 | 5 | 4,3 | 2,5 | 2,9 |
| 2008 | 2,7 | 3,2 | 4,2 | 4,9 | 5,1 | 5,5 | 3,8 | 3,2 | 4,4 | 4,1 | 3,2 | 2,6 |
| 2009 | 4,1 | 3 | 3,6 | 2,7 | 1,5 | 3,8 | 2,2 | 1,5 | 3,7 | 2,4 | 2,1 | 1,4 |
| 2010 | 2,8 | 3,6 | 4 | 4,7 | 4,6 | 5,5 | 3,7 | 4 | 3,8 | 3 | 3,2 | 2,7 |
| 2011 | 1,4 | 1,7 | 2,1 | 3 | 1,6 | 1,6 | 1,3 | 1,3 | 1,5 | 1,2 | 2,1 | 1,1 |

| | T max (°C) | | | | | | | | | | | |
|------|------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 19,2 | 21,7 | 24,5 | 31 | 33,5 | 39,6 | 42,8 | 42,1 | 42,8 | 28,6 | 23,7 | 17,7 |
| 1994 | 19,9 | 22,4 | 23,9 | 27,3 | 35,9 | 43,2 | 45,2 | 41,8 | 45,2 | 30,3 | 25,3 | 20,3 |
| 1995 | 20,7 | 19,4 | 25,3 | 29,4 | 34,4 | 36,9 | 42,1 | 44,3 | 42,1 | 28,7 | 24,2 | 22 |
| 1996 | 18,4 | 23,7 | 23,7 | 27,2 | 36 | 39,8 | 43,7 | 43,1 | 43,7 | 29,2 | 24,1 | 20,8 |
| 1997 | 19,9 | 22,4 | 23,9 | 27,3 | 43,2 | 34,9 | 45,2 | 41,8 | 35,5 | 30,3 | 25,3 | 20,6 |
| 1998 | 19,2 | 21,7 | 24,5 | 31 | 33,5 | 39,8 | 42,8 | 38,9 | 42,1 | 28,6 | 23,7 | 17,7 |
| 1999 | 17,4 | 18,9 | 25,5 | 31,3 | 33,5 | 43,3 | 43,5 | 45,4 | 39,3 | 34,3 | 22,4 | 17,5 |
| 2000 | 16,5 | 21,2 | 26,8 | 31,5 | 35,7 | 38,4 | 43 | 41,4 | 37,7 | 28 | 24,6 | 21,3 |
| 2001 | 19,7 | 21,1 | 30,4 | 29 | 34,9 | 40,9 | 44,6 | 42,6 | 39,2 | 35,3 | 24,3 | 18,1 |
| 2002 | 17,4 | 22,5 | 26,9 | 29,4 | 34,8 | 31,9 | 44 | 42,4 | 37,2 | 31 | 24,6 | 21 |
| 2003 | 23,3 | 18,9 | 18,6 | 30,2 | 35,4 | 33,7 | 44,6 | 41,4 | 37 | 33,8 | 24,1 | 18,5 |
| 2004 | 19 | 22,3 | 26,2 | 28,5 | 31,7 | 39,3 | 41,6 | 46,5 | 35,4 | 34 | 20,1 | 18,5 |
| 2005 | 16,1 | 18,3 | 25,8 | 29,9 | 35,5 | 39,3 | 45 | 42,2 | 36,3 | 32,3 | 24,6 | 17,2 |
| 2006 | 15,6 | 19,8 | 27,7 | 32,7 | 36,7 | 40,2 | 42,5 | 42,8 | 35,2 | 32,8 | 25 | 18 |
| 2007 | 20 | 22,7 | 24,3 | 28,6 | 35 | 42 | 41,4 | 42,6 | 39,1 | 32,1 | 23,9 | 18,2 |
| 2008 | 18,3 | 21,3 | 26,3 | 31,9 | 36 | 39,1 | 44,9 | 46,6 | 38,5 | 30,1 | 22,1 | 18,5 |
| 2009 | 17,8 | 20,3 | 24,7 | 27,5 | 34,4 | 40,9 | 44,6 | 43 | 36,1 | 30,8 | 25,5 | 22,9 |
| 2010 | 21,6 | 25,4 | 28,1 | 31,3 | 33,6 | 41,3 | 43,9 | 43,6 | 36,9 | 30,7 | 24,9 | 21,3 |
| 2011 | 25,3 | 24,7 | 32,1 | 38 | 42,5 | 43,4 | 47,9 | 47,6 | 47,7 | 34 | 30,3 | 23,2 |

| | T min (°C) | | | | | | | | | | | |
|------|------------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 4,2 | 6,2 | 5,6 | 15,3 | 18,7 | 24,1 | 26,8 | 27,3 | 26,8 | 14,4 | 8,6 | 2,5 |
| 1994 | 6 | 6,4 | 8,2 | 12,9 | 19,6 | 26,6 | 27,2 | 27,2 | 27,2 | 17,5 | 10,3 | 6,8 |
| 1995 | 7,7 | 7 | 10,8 | 14,2 | 18,3 | 22,3 | 25,3 | 27,5 | 25,3 | 13,2 | 9,6 | 6,8 |
| 1996 | 3,2 | 7,1 | 9,8 | 12,2 | 19,3 | 23,9 | 27,3 | 27,3 | 27,3 | 16 | 3,9 | 7 |
| 1997 | 6 | 6,4 | 8,2 | 12,9 | 26,6 | 19,6 | 27,2 | 27,2 | 22,4 | 17,5 | 10,3 | 6,8 |
| 1998 | 4,2 | 6,2 | 5,6 | 15,3 | 18,7 | 24,1 | 26,8 | 24,7 | 27,3 | 15,4 | 8,6 | 2,5 |
| 1999 | 5,8 | 5,4 | 10,2 | 14,9 | 18,7 | 27 | 28,3 | 29,2 | 24,9 | 19,3 | 10,1 | 5,6 |
| 2000 | 1,8 | 5,3 | 10,1 | 15,6 | 21,6 | 24,2 | 27,1 | 25,4 | 22,8 | 15,9 | 10,6 | 7,4 |
| 2001 | 4,9 | 5 | 13,3 | 14,5 | 20 | 25,3 | 28,2 | 28 | 25,1 | 20,7 | 10,5 | 5,3 |
| 2002 | 2,7 | 5,7 | 11,8 | 15,4 | 20,8 | 24,9 | 29 | 28,3 | 23,6 | 16,2 | 11,1 | 6,7 |
| 2003 | 10 | 10,5 | 6,4 | 15,5 | 20,9 | 25 | 29,4 | 26,5 | 23,3 | 20,5 | 10,7 | 5,8 |
| 2004 | 6 | 8,6 | 12,4 | 15,6 | 17,7 | 24,4 | 26,9 | 28,9 | 22,4 | 18,6 | 10,6 | 8,2 |
| 2005 | 3 | 4,8 | 12,3 | 15 | 21,4 | 25,8 | 29,8 | 27,9 | 23,6 | 18,7 | 11,5 | 5,4 |
| 2006 | 2,4 | 5,5 | 9,7 | 15,8 | 20,7 | 23,5 | 26,9 | 26,4 | 20,6 | 16,1 | 8,8 | 5,4 |
| 2007 | 4,8 | 9,2 | 10,1 | 14,9 | 19,8 | 25,5 | 26,5 | 27,6 | 25,6 | 18,4 | 9,2 | 4,8 |
| 2008 | 5,5 | 6,1 | 10,9 | 15,7 | 21,1 | 23,9 | 29 | 28 | 24,6 | 18,7 | 9,8 | 5,4 |
| 2009 | 6,8 | 7,2 | 10,1 | 12,1 | 18,5 | 25,4 | 28,7 | 27,2 | 22 | 15,7 | 9,4 | 7,7 |
| 2010 | 6,6 | 9,6 | 12,9 | 17,9 | 18,7 | 25,3 | 28,4 | 28,2 | 22,8 | 16,2 | 9,7 | 6,6 |
| 2011 | 1,2 | 1 | 3 | 9 | 14,5 | 18 | 24,1 | 22,2 | 17,7 | 10,3 | 5,8 | 0,4 |

| | T moy (°C) | | | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 10,3 | 12 | 15,8 | 21,4 | 27,6 | 34,7 | 34,9 | 34,2 | 29,9 | 24 | 16,8 | 11,9 |
| 1994 | 11,9 | 13 | 18 | 19,7 | 29,5 | 32,5 | 34,8 | 35 | 29,8 | 23,4 | 17,7 | 11,7 |
| 1995 | 10,8 | 15,4 | 16,7 | 19,7 | 27,7 | 32,2 | 35,5 | 35 | 29,2 | 22,6 | 17 | 13,3 |
| 1996 | 14,2 | 13,2 | 18,1 | 21,8 | 26,3 | 29,6 | 33,7 | 35,9 | 29 | 21 | 16,9 | 14,5 |
| 1997 | 12,99 | 14,37 | 16,01 | 20,07 | 27,75 | 34,90 | 36,20 | 34,49 | 28,96 | 23,91 | 17,81 | 13,74 |
| 1998 | 11,2 | 13,9 | 16,5 | 23,1 | 26,1 | 31,9 | 34,8 | 31,8 | 34,7 | 21,4 | 16,2 | 9,7 |
| 1999 | 11,6 | 12,2 | 17,9 | 23,1 | 26,1 | 35,2 | 35,9 | 37,3 | 32 | 26,8 | 16,3 | 11,5 |
| 2000 | 9,2 | 13,2 | 18,5 | 23,6 | 28,7 | 31,3 | 35,1 | 33,3 | 30,2 | 21,9 | 17,6 | 13,5 |
| 2001 | 12,3 | 13 | 21,8 | 21,7 | 27,5 | 33,1 | 36,4 | 35,3 | 32,2 | 28 | 17,4 | 11,7 |
| 2002 | 10 | 14,2 | 19,4 | 22,5 | 27,8 | 32,4 | 36,6 | 35,4 | 30,6 | 23,4 | 17,4 | 13,5 |
| 2003 | 16,6 | 12,7 | 12,5 | 23,4 | 28,2 | 32,3 | 37 | 34 | 30,1 | 27,2 | 17,1 | 11,8 |
| 2004 | 12,5 | 15,4 | 19,3 | 22,4 | 25,2 | 32,4 | 34,2 | 35,2 | 28,9 | 26,3 | 15,7 | 13,4 |
| 2005 | 9,6 | 11,6 | 19,1 | 22,4 | 29 | 32,6 | 37,4 | 35 | 30,1 | 25,5 | 18,1 | 10,8 |
| 2006 | 9,8 | 13,4 | 19,7 | 25,1 | 29,6 | 32,5 | 35,4 | 35,4 | 28,5 | 25,3 | 17,8 | 12,9 |
| 2007 | 12,38 | 15,96 | 17,22 | 21,78 | 27,38 | 33,76 | 33,94 | 35,11 | 32,38 | 25,23 | 16,55 | 11,52 |
| 2008 | 11,9 | 13,7 | 18,6 | 23,8 | 28,5 | 31,5 | 37 | 35,6 | 31,6 | 24,4 | 16 | 11,4 |
| 2009 | 12,3 | 13,8 | 17,4 | 19,8 | 26,4 | 33,1 | 36,7 | 35,1 | 29,1 | 29,1 | 23,1 | 14,9 |
| 2010 | 13,7 | 17,5 | 20,5 | 24,5 | 26,5 | 33,9 | 36,7 | 36,3 | 30 | 23,3 | 16,9 | 14 |
| 2011 | 13,3 | 12,9 | 17,6 | 23,5 | 28,5 | 30,7 | 36 | 34,9 | 32,7 | 22,2 | 18,1 | 13,8 |

| | Précipitations (mm) | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------|-----|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 0 | 5,7 | 0,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 2,1 | 3,7 | 0,3 |
| 1994 | 2,8 | 0,2 | 17,4 | 1,5 | 0 | 2,5 | 0 | 0 | 15,2 | 10,1 | 0 | 2,2 |
| 1995 | 0,5 | 0 | 16,4 | 0 | 1,8 | 0 | 0 | 0 | 11,3 | 4,3 | 2,1 | 4,3 |
| 1996 | 23,4 | 6,3 | 14,8 | 1,5 | 0,9 | 0 | 0,7 | 0 | 8,7 | 0 | 0 | 1,2 |
| 1997 | 2 | 4 | 0 | 4,8 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 8 | 8,3 | 0,9 | 1,6 |
| 1998 | 0 | 0 | 2,1 | 2,7 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 3,6 | 1 | 2,2 |
| 1999 | 19 | 0,7 | 0 | 0,6 | 0 | 0 | 0,7 | 0 | 0,8 | 0 | 22,9 | 4,1 |
| 2000 | 0 | 0 | 0 | 1 | 10,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 36,4 | 0 | 0 |
| 2001 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0,6 | 0,3 | 3,6 |
| 2002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 2,4 | 1,5 | 2,6 | 2,4 | 0 |
| 2003 | 6,1 | 6,4 | 15,5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,9 | 0,2 | 0,2 |
| 2004 | 6,5 | 0 | 21,7 | 5,4 | 0 | 0,2 | 0 | 13,1 | 0 | 19,6 | 43,3 | 8 |
| 2005 | 0,2 | 0,2 | 1 | 0 | 0 | 0,2 | 0 | 0 | 3,2 | 2 | 17,2 | 0,1 |
| 2006 | 9,4 | 0 | 0 | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 5,9 | 0 | 0,8 |
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 3,5 | 0,3 | 0 | 0 | 2,9 | 0 | 0,3 | 0 | 6,1 |
| 2008 | 5,7 | 0 | 1,2 | 0 | 0 | 0,4 | 0 | 0 | 14,2 | 24,1 | 0,2 | 0,6 |
| 2009 | 54,1 | 1,5 | 10,6 | 0,8 | 0 | 2,5 | 0 | 0 | 6,3 | 0,1 | 0 | 0 |
| 2010 | 4,4 | 0,2 | 0,2 | 0,7 | 1,7 | 3 | 2,2 | 0,2 | 7,7 | 3,9 | 0 | 0 |
| 2011 | 0 | 0 | 11,1 | 1,7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,1 | 5 | 0 | 0 |

Annexe N°02
Données climatiques de Hassi Ben Abdallah (1993-2011)

| | Humidité (%) | | | | | | | | | | | |
|------|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 64,8 | 65 | 55,65 | 45,47 | 45 | 44,1 | 41,19 | 44,12 | 47,61 | 51,1 | 61,96 | 72,82 |
| 1994 | 67,75 | 55,11 | 62,89 | 52,12 | 33,88 | 37,28 | 51,95 | 43,27 | 46,6 | 69,48 | 71,48 | 62,48 |
| 1995 | 62,26 | 58,28 | 58,46 | 47,32 | 40,47 | 42,38 | 42,74 | 43,26 | 55,87 | 59,76 | 58,12 | 68,51 |
| 1996 | 67,45 | 62,27 | 44,87 | 45,49 | 36,88 | 41,47 | 34,52 | 33,78 | 45,06 | 49,78 | 55,02 | 55,59 |
| 1997 | 62,7 | 54,32 | 48,45 | 47,29 | 36,86 | 29,81 | 32,25 | 33,76 | 55,12 | 56,8 | 54,5 | 60,45 |
| 1998 | 63,24 | 57,79 | 45,61 | 41,83 | 43,87 | 34,34 | 31,33 | 43,36 | 46,58 | 59,16 | 51,66 | 44,88 |
| 1999 | 54,97 | 28,3 | 45,12 | 43,02 | 30,17 | 32,31 | 37,69 | 45,76 | 44,99 | 44,32 | 56,88 | 61,55 |
| 2000 | 58,88 | 50,02 | 43,19 | 40,72 | 41,47 | 30,66 | 27,61 | 32,88 | 39,86 | 55,04 | 32,89 | 53,24 |
| 2001 | 47,54 | 40,69 | 36,25 | 34,16 | 33,47 | 28,59 | 28,11 | 36,28 | 48,92 | 42,49 | 54,98 | 56,76 |
| 2002 | 51,53 | 38,3 | 41,21 | 37,2 | 31,5 | 26,09 | 32,82 | 43,25 | 35,48 | 43,88 | 46,54 | 47,26 |
| 2003 | 47,47 | 56,43 | 54,2 | 45,1 | 48,36 | 48,25 | 42,23 | 48,86 | 62,62 | 53,59 | 60,35 | 61,05 |
| 2004 | 63,7 | 57,66 | 55,06 | 44,35 | 44,66 | 31,75 | 27,17 | 34,11 | 41,61 | 44,91 | 71,11 | 64,82 |
| 2005 | 55,75 | 55,5 | 47,4 | 49,86 | 46,91 | 50,76 | 43,82 | 49,22 | 60,73 | 64,61 | 63 | 64,35 |
| 2006 | 61,77 | 58,21 | 51,4 | 49,03 | 47,37 | 39,43 | 49,06 | 56,25 | 42,61 | 47,79 | 54,35 | 68,12 |
| 2007 | 63,4 | 67,35 | 43,69 | 53,8 | 35,65 | 40,4 | 34,58 | 29,67 | 45,06 | 48,33 | 48,93 | 54,43 |
| 2008 | 59,33 | 53,9 | 39,17 | 37,76 | 36,9 | 36,55 | 36,32 | 32,19 | 43,71 | 55,17 | 60,2 | 62,16 |
| 2009 | 67,72 | 51 | 45,93 | 40,2 | 39,4 | 31,08 | 27,98 | 34,16 | 50,26 | 54,03 | 55,21 | 49,54 |
| 2010 | 52,9 | 40,1 | 44,5 | 44,4 | 40,3 | 33,2 | 31 | 39,4 | 53,4 | 50,3 | 54,4 | 51,8 |
| 2011 | 54 | 50 | 49,6 | 39,3 | 41,6 | 31,5 | 29,1 | 30,2 | 56,1 | 62,3 | 52,2 | 62,9 |

| | L'évaporation (mm) | | | | | | | | | | | |
|------|--------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|-------|--------|--------|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 96,7 | 105,7 | 184,7 | 257,1 | 345,6 | 362,8 | 438,4 | 426,4 | 353,45 | 280,5 | 191,55 | 102,6 |
| 1994 | 137,9 | 152,5 | 228 | 254,2 | 332,6 | 356,3 | 425,6 | 380,1 | 276,1 | 164,9 | 116,7 | 91 |
| 1995 | 126,4 | 153,7 | 194,1 | 261,8 | 332,4 | 403 | 533,5 | 544 | 320,1 | 228,4 | 161,8 | 107,5 |
| 1996 | 111,1 | 141 | 187,6 | 279,5 | 304,7 | 402,7 | 454,7 | 498 | 277 | 207,1 | 144,7 | 156,6 |
| 1997 | 121 | 123,7 | 193,4 | 229,1 | 379,9 | 452,7 | 494,2 | 498,2 | 247,1 | 180,1 | 200,1 | 118,9 |
| 1998 | 141,4 | 151,7 | 205,5 | 279,9 | 350,1 | 403 | 510,8 | 507 | 333,7 | 225,8 | 167,5 | 96,2 |
| 1999 | 121 | 127,9 | 226,7 | 269,8 | 460,5 | 478 | 535,3 | 574,1 | 461,8 | 246,2 | 227,1 | 87,3 |
| 2000 | 103,2 | 154,7 | 232,9 | 328 | 477,1 | 409 | 512 | 498 | 405,4 | 215,7 | 127 | 120,2 |
| 2001 | 132,3 | 170,7 | 276,7 | 260,9 | 386,4 | 440,9 | 589,7 | 432,2 | 348,2 | 276,6 | 187,2 | 115,9 |
| 2002 | 102,9 | 151,8 | 209,8 | 271,7 | 418,9 | 413,3 | 450,2 | 467,2 | 287 | 227,7 | 160,1 | 100,8 |
| 2003 | 112,7 | 115,9 | 184,7 | 248,5 | 334,5 | 359,4 | 527,9 | 470,3 | 350,1 | 253,2 | 207,3 | 112,2 |
| 2004 | 110,4 | 170,3 | 191,6 | 235,1 | 441,8 | 418,8 | 503,4 | 497,5 | 277 | 281,6 | 98,2 | 76,5 |
| 2005 | 102,9 | 154,4 | 261,7 | 266,9 | 331,4 | 300,2 | 375,3 | 276,6 | 191,9 | 198 | 117,5 | 87,6 |
| 2006 | 86,7 | 117,8 | 214,8 | 192,1 | 282 | 423 | 461,5 | 374,2 | 253,5 | 186,1 | 107 | 64,6 |
| 2007 | 72,3 | 110,5 | 122,6 | 159,3 | 193,2 | 334,5 | 324,8 | 287,5 | 243,5 | 209,7 | 91,2 | 150,45 |
| 2008 | 55,6 | 91,3 | 146,2 | 213,3 | 276,3 | 300,6 | 332,3 | 305,9 | 238,6 | 162,3 | 109,9 | 57,5 |
| 2009 | 54,6 | 85,1 | 97,5 | 144,5 | 219 | 227,3 | 356,1 | 366,7 | 158,4 | 136,4 | 71,6 | 85,3 |
| 2010 | 74 | 127,6 | 157,2 | 140,9 | 256,1 | 363,6 | 476,6 | 518,4 | 324,1 | 125,3 | 95,5 | 87,5 |
| 2011 | 77,4 | 102,8 | 111,8 | 165,7 | 255,5 | 305,8 | 356,1 | 305,5 | 343,6 | 135,3 | 123,6 | 71,7 |

| | Vent (m/s) | | | | | | | | | | | |
|------|------------|-----|------|-------|-----|------|------|------|-----|-----|------|-----|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 1,9 | 2,3 | 2,2 | 2,5 | 3,5 | 3,3 | 3,0 | 2,6 | 2,3 | 2,0 | 1,85 | 1,7 |
| 1994 | 2,3 | 1,9 | 4,0 | 3,3 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2 | 1,5 | 2,0 | 1,75 | 1,5 |
| 1995 | 1,5 | 1,5 | 2,7 | 2,9 | 2,1 | 2,6 | 2,3 | 1,95 | 1,6 | 2,2 | 1,7 | 1,2 |
| 1996 | 1,5 | 1,8 | 2,1 | 2,5 | 2,9 | 2,9 | 2,3 | 2,4 | 2,2 | 1,5 | 1,6 | 1,6 |
| 1997 | 1,7 | 1,8 | 2,4 | 2,6 | 2,7 | 2,3 | 1,9 | 2,3 | 2,3 | 1,7 | 1,8 | 1,8 |
| 1998 | 2,0 | 2,1 | 1,8 | 2,4 | 2,6 | 3,7 | 2,3 | 1,9 | 2,5 | 1,9 | 1,8 | 2,4 |
| 1999 | 2,0 | 2,2 | 2,6 | 2,6 | 2,5 | 2,5 | 2,5 | 2,1 | 2,8 | 2,1 | 1,7 | 1,0 |
| 2000 | 1,4 | 2,1 | 2,3 | 3,1 | 3,0 | 3,0 | 2,7 | 2,2 | 2,5 | 2,9 | 2,3 | 1,9 |
| 2001 | 1,5 | 1,6 | 2,4 | 3,8 | 2,7 | 2,8 | 2,8 | 2,4 | 2,5 | 1,8 | 1,9 | 1,8 |
| 2002 | 1,6 | 1,5 | 2,2 | 2,8 | 2,2 | 2,5 | 3,5 | 2,6 | 2,1 | 2,0 | 1,9 | 1,0 |
| 2003 | 1,8 | 2,1 | 2,1 | 2,2 | 2,9 | 2,8 | 2,3 | 2,4 | 2,4 | 2,1 | 1,5 | 2,1 |
| 2004 | 1,7 | 2,4 | 3,1 | 2,4 | 3,2 | 2,7 | 2,7 | 3,5 | 2,6 | 2,1 | 1,7 | 1,8 |
| 2005 | | | | | | | | | | | | |
| 2006 | | | | | | | | | | | | |
| 2007 | | | | | | | | | | | | |
| 2008 | | | | | | | | | | | | |
| 2009 | | | | | | | | | | | | |
| 2010 | | | | | | | | | | | | |
| 2011 | | | | | | | | | | | | |

| | T max (°C) | | | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 16,03 | 18,77 | 23,18 | 28,71 | 34,77 | 41,71 | 41,04 | 40,1 | 35,79 | 31,48 | 24,88 | 18,27 |
| 1994 | 16,97 | 21,26 | 25,27 | 26,51 | 39,44 | 41,05 | 42,45 | 42,84 | 38,17 | 28,89 | 23,96 | 18,61 |
| 1995 | 17,52 | 22,54 | 23,88 | 26,16 | 32,80 | 39,43 | 42,45 | 42,83 | 35,98 | 27,86 | 22,26 | 19,82 |
| 1996 | 20,19 | 18,25 | 24,19 | 28,64 | 34,12 | 36,78 | 42,61 | 44,35 | 36,18 | 28,63 | 24,02 | 21,36 |
| 1997 | 19,49 | 22,37 | 23,66 | 26,88 | 35,58 | 42,46 | 44,27 | 42,07 | 35,25 | 30,53 | 25 | 19,12 |
| 1998 | 20,36 | 20,68 | 23,72 | 26,24 | 35,49 | 42,46 | 44,25 | 42,37 | 35,15 | 31,55 | 25,2 | 19,1 |
| 1999 | 18,31 | 18,94 | 23 | 31,09 | 37,39 | 38,38 | 44,35 | 38,44 | 36,38 | 32,26 | 21,91 | 16 |
| 2000 | 19,39 | 20,23 | 30,75 | 29,61 | 36,45 | 41,53 | 47,36 | 44,4 | 38,86 | 35,2 | 23 | 19,02 |
| 2001 | 18,35 | 20,23 | 27,59 | 29,93 | 35,75 | 40,25 | 42,98 | 41,1 | 39,95 | 29,87 | 22,93 | 21,13 |
| 2002 | 17,19 | 24,03 | 27,33 | 29,93 | 35,85 | 40,25 | 42,95 | 42,33 | 36,95 | 29,85 | 22,93 | 21,86 |
| 2003 | 18,27 | 19,41 | 23 | 31,09 | 37,32 | 39,73 | 44,33 | 39,72 | 36,71 | 33,08 | 22,15 | 15,95 |
| 2004 | 17,48 | 20,69 | 25,71 | 28,5 | 30,09 | 39,01 | 42,35 | 43,16 | 35,36 | 32,91 | 18,71 | 17,8 |
| 2005 | 14,98 | 18,39 | 26,01 | 30,75 | 36,62 | 39,31 | 44,45 | 39,19 | 35,41 | 31,27 | 23,63 | 16,32 |
| 2006 | 14,35 | 18,96 | 26,27 | 32,7 | 36,29 | 39,66 | 40,29 | 42,79 | 35,23 | 33,04 | 25,1 | 20,56 |
| 2007 | 21,61 | 21,46 | 23,48 | 27,63 | 34,59 | 40,4 | 41,51 | 42,37 | 39,18 | 31,56 | 23,06 | 13,83 |
| 2008 | 16,96 | 20,29 | 24,77 | 29,93 | 33,7 | 38,08 | 44,64 | 41,58 | 36,95 | 29,2 | 20,18 | 18,7 |
| 2009 | 17,3 | 19,35 | 22,96 | 26,23 | 33,83 | 38,93 | 44,29 | 42,93 | 33,01 | 29,36 | 21,73 | 20,75 |
| 2010 | 18,5 | 22 | 25,2 | 28,7 | 31,4 | 39,8 | 42,3 | 44 | 35,7 | 29,5 | 22,7 | 19,1 |
| 2011 | 19,2 | 18,6 | 22,1 | 29,1 | 31 | 39 | 44,3 | 41,1 | 35,3 | 28 | 23 | 12,9 |

| | T min (°C) | | | | | | | | | | | |
|------|------------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 4,05 | 4,64 | 6,86 | 12,3 | 19,18 | 25,54 | 23,82 | 24,94 | 20,85 | 16,76 | 10,83 | 4,91 |
| 1994 | 4,79 | 5,5 | 10,65 | 11,52 | 17,94 | 21,98 | 24,03 | 24,54 | 23,08 | 21,3 | 6,24 | 2,78 |
| 1995 | 2,78 | 5,58 | 9,34 | 10,96 | 16,81 | 22,65 | 27,14 | 24,43 | 21,71 | 20,02 | 7,71 | 7,36 |
| 1996 | 6,97 | 5,87 | 10,32 | 13,85 | 17,45 | 21,77 | 24,04 | 26,35 | 20,38 | 12,52 | 8,88 | 5,64 |
| 1997 | 5,14 | 6,61 | 7,38 | 11,46 | 17,58 | 24,8 | 25,03 | 24,75 | 17,7 | 16,17 | 9,73 | 5,95 |
| 1998 | 5,11 | 6,71 | 7,32 | 11,46 | 17,45 | 24,86 | 24,96 | 22,61 | 17,7 | 16,5 | 9,73 | 5,93 |
| 1999 | 4,65 | 4,64 | 8,8 | 14,05 | 17,94 | 23,45 | 26,4 | 23,5 | 21,88 | 17,58 | 8,36 | 3,38 |
| 2000 | 3,07 | 3,49 | 9,9 | 10,45 | 16,56 | 22,26 | 27,2 | 25,09 | 22,3 | 18,29 | 8,13 | 3,81 |
| 2001 | 1 | 3,78 | 7,95 | 11,73 | 17,55 | 20,81 | 26,01 | 24,82 | 21,28 | 14,96 | 9,25 | 5,13 |
| 2002 | 0,93 | 3,73 | 8 | 11,7 | 17,62 | 20,81 | 25,96 | 24,83 | 21,28 | 14,9 | 9,25 | 5,31 |
| 2003 | 4,88 | 4,44 | 8,83 | 14,05 | 18,01 | 23,45 | 26,41 | 23,58 | 21,53 | 17,8 | 8,36 | 3,35 |
| 2004 | 3,58 | 6,16 | 9,58 | 16,46 | 15,24 | 21,31 | 24,8 | 26,4 | 18,63 | 17,58 | 7,38 | 4,62 |
| 2005 | 1,36 | 2,71 | 10,29 | 12,16 | 18,41 | 23,33 | 26,17 | 23,54 | 20,26 | 16,09 | 9,18 | 2,72 |
| 2006 | 1,01 | 5,46 | 10,29 | 15,83 | 20,33 | 24,08 | 26,09 | 25,88 | 19,98 | 16,46 | 9,55 | 7,04 |
| 2007 | 4,56 | 7,46 | 8,14 | 12,73 | 17,91 | 23,88 | 26,12 | 26,14 | 23,9 | 16,29 | 7,6 | 3,88 |
| 2008 | 4,35 | 5,5 | 10,25 | 14,58 | 19,41 | 21,38 | 26,72 | 24,16 | 22,11 | 16,5 | 8,13 | 4,22 |
| 2009 | 5,14 | 6,1 | 9,48 | 11,66 | 17,19 | 23,56 | 26,93 | 25,48 | 19,41 | 13,48 | 8,36 | 6,11 |
| 2010 | 4,5 | 6,7 | 9,9 | 14,8 | 16,1 | 23,5 | 26,7 | 27 | 20,6 | 14,6 | 8,2 | 4,1 |
| 2011 | 3,5 | 4,1 | 7,9 | 13,3 | 16 | 24 | 27 | 26,3 | 22,1 | 15,2 | 7,2 | 1,7 |

| | T moy (°C) | | | | | | | | | | | |
|------|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 9,87 | 11,02 | 14,81 | 20,5 | 27,09 | 33,73 | 33,55 | 33,35 | 28,59 | 23,83 | 17,59 | 11,35 |
| 1994 | 11,74 | 13,93 | 16,67 | 19,02 | 27,84 | 31,18 | 39,58 | 34,15 | 29,63 | 23,12 | 15,11 | 10,04 |
| 1995 | 9,77 | 14,46 | 17,31 | 18,56 | 27,85 | 31,5 | 35,96 | 33,93 | 28,46 | 21,94 | 15,38 | 13,53 |
| 1996 | 13,58 | 12,06 | 17,25 | 21,24 | 25,78 | 29,27 | 33,33 | 35,35 | 28,28 | 20,58 | 16,45 | 13,5 |
| 1997 | 12,31 | 14,49 | 15,52 | 19,17 | 26,58 | 33,63 | 34,65 | 33,41 | 26,47 | 23,35 | 17,36 | 12,54 |
| 1998 | 11,69 | 14,64 | 15,51 | 19,18 | 27,49 | 33,67 | 33,94 | 33,6 | 26,48 | 23,36 | 17,47 | 13,2 |
| 1999 | 11,6 | 12,31 | 15,83 | 23,27 | 27,12 | 31,62 | 35,39 | 32,71 | 29,15 | 24,94 | 15,13 | 9,7 |
| 2000 | 11,32 | 11,98 | 20,33 | 19,87 | 26,18 | 31,9 | 37,09 | 34,92 | 30,25 | 26,76 | 15,57 | 11,42 |
| 2001 | 9,14 | 13,87 | 17,77 | 20,8 | 25,8 | 29,68 | 34,5 | 29,11 | 33,61 | 22,2 | 16,08 | 13,55 |
| 2002 | 9,06 | 13,88 | 17,66 | 20,81 | 26,74 | 30,53 | 34,45 | 33,58 | 29,11 | 22,37 | 16,09 | 13,59 |
| 2003 | 11,58 | 11,92 | 15,91 | 22,57 | 27,66 | 31,59 | 35,37 | 31,65 | 29,12 | 25,44 | 15,25 | 9,65 |
| 2004 | 10,53 | 13,44 | 17,65 | 20,8 | 22,73 | 30,21 | 33,17 | 34,78 | 26,9 | 24,76 | 12,71 | 11,41 |
| 2005 | 8,43 | 10,55 | 18,13 | 21,45 | 27,29 | 31,32 | 33,31 | 31,37 | 27,84 | 23,68 | 16,41 | 9,52 |
| 2006 | 7,68 | 12,21 | 18,28 | 24,26 | 28,31 | 31,87 | 33,19 | 34,33 | 27,6 | 24,75 | 17,32 | 13,8 |
| 2007 | 13,08 | 14,46 | 15,81 | 20,18 | 26,25 | 32,14 | 33,82 | 34,25 | 31,54 | 23,92 | 15,33 | 8,86 |
| 2008 | 10,66 | 12,89 | 17,51 | 22,25 | 26,56 | 29,73 | 35,68 | 32,87 | 29,53 | 22,85 | 14,15 | 11,46 |
| 2009 | 11,22 | 12,73 | 16,22 | 18,95 | 25,51 | 31,25 | 35,61 | 34,2 | 26,21 | 21,42 | 15,03 | 13,43 |
| 2010 | 11,2 | 14,4 | 17,5 | 22 | 23,7 | 31,6 | 34,55 | 35,46 | 28,14 | 22 | 15,59 | 11,7 |
| 2011 | 11,35 | 11,44 | 14,45 | 21,2 | 23,75 | 32,69 | 35,6 | 34 | 32,1 | 21,3 | 15,13 | 7,14 |

| | Précipitations (mm) | | | | | | | | | | | |
|------|---------------------|-----|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|-----|
| | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| 1993 | 0 | 5,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,2 | 0,25 | 0,3 | 0,1 | 0 |
| 1994 | 3,6 | 0 | 18,5 | 0,6 | 0 | 1,5 | 0 | 0 | 19,6 | 14,7 | 0 | 0,3 |
| 1995 | 0 | 0 | 2,6 | 2,5 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4,7 | 7,2 | 0 | 1,6 |
| 1996 | 24,8 | 3,2 | 22,1 | 0 | 1,5 | 0,3 | 1 | 0 | 1,1 | 0 | 0 | 4 |
| 1997 | 0 | 4 | 0 | 5,9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5,5 | 8,5 | 4 | 3 |
| 1998 | 0 | 0,4 | 2 | 1,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,3 | 4,2 | 4,5 | 0,4 |
| 1999 | 18,3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 20,9 | 4,1 |
| 2000 | 0,3 | 0 | 0 | 0 | 27,4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 33,9 | 0 | 0 |
| 2001 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1,2 |
| 2002 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,6 | 0 | 0 | 4,1 | 0,6 | 0,9 | 1,7 | 0 |
| 2003 | 12,7 | 4,2 | 5,2 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0,4 | 1,3 | 0 | 0,3 |
| 2004 | 4,2 | 0 | 12,7 | 3,8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6,8 | 17,6 | 35,7 | 7,3 |
| 2005 | 0 | 2 | 3,6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1,8 | 15 | 0,6 |
| 2006 | 4 | 0 | 0 | 0,1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3,2 | 7,5 | 0 | 3,8 |
| 2007 | 0 | 0 | 0 | 5,2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2,1 | 5,5 |
| 2008 | 5,1 | 0 | 0 | 0 | 0,5 | 0 | 0 | 2,3 | 14,8 | 23,6 | 0 | 0 |
| 2009 | 46,4 | 0,8 | 11,2 | 0,5 | 0 | 1 | 0 | 0 | 1,4 | 0 | 0 | 0 |
| 2010 | 8 | 0 | 0 | 0 | 2 | 2,2 | 0 | 0 | 1,8 | 7,2 | 0 | 8 |
| 2011 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |

Annexe N°03

Comparaison annuelle des deux stations (1993-2011)

| | Humidité (%) | |
|------|--------------|-------|
| | S1 | S2 |
| 1993 | 47,67 | 52,93 |
| 1994 | 49,25 | 54,52 |
| 1995 | 47,83 | 53,12 |
| 1996 | 47,58 | 47,68 |
| 1997 | 41,25 | 47,69 |
| 1998 | 40,25 | 46,97 |
| 1999 | 43,33 | 43,76 |
| 2000 | 42,92 | 42,21 |
| 2001 | 41,42 | 40,69 |
| 2002 | 40,08 | 39,59 |
| 2003 | 41,50 | 52,38 |
| 2004 | 43,17 | 48,41 |
| 2005 | 41,17 | 54,33 |
| 2006 | 40,33 | 52,12 |
| 2007 | 40,00 | 47,11 |
| 2008 | 43,92 | 46,11 |
| 2009 | 44,42 | 45,54 |
| 2010 | 40,75 | 44,64 |
| 2011 | 51,67 | 46,57 |

| | L'évaporation (mm) | |
|------|--------------------|--------|
| | S1 | S2 |
| 1993 | 172,83 | 260,05 |
| 1994 | 177,92 | 242,99 |
| 1995 | 154,58 | 275,85 |
| 1996 | 122,92 | 263,73 |
| 1997 | 132,75 | 269,87 |
| 1998 | 258,08 | 281,05 |
| 1999 | 339,25 | 317,98 |
| 2000 | 270,75 | 298,60 |
| 2001 | 306,50 | 301,48 |
| 2002 | 281,50 | 271,78 |
| 2003 | 297,33 | 273,06 |
| 2004 | 293,83 | 275,19 |
| 2005 | 315,75 | 222,03 |
| 2006 | 316,33 | 230,28 |
| 2007 | 301,00 | 195,37 |
| 2008 | 229,92 | 198,17 |
| 2009 | 201,50 | 166,88 |
| 2010 | 230,25 | 228,90 |
| 2011 | 280,73 | 186,27 |

| | Vent (m/s) | |
|------|------------|-----|
| | S1 | S2 |
| 1993 | 4.2 | 2,5 |
| 1994 | 3.4 | 2,4 |
| 1995 | 4.2 | 2,0 |
| 1996 | 3.6 | 2,1 |
| 1997 | 3.2 | 2,1 |
| 1998 | 3.9 | 2,3 |
| 1999 | 4.7 | 2,2 |
| 2000 | 3.9 | 2,5 |
| 2001 | 3.5 | 2,3 |
| 2002 | 3.2 | 2,2 |
| 2003 | 3.9 | 2,2 |
| 2004 | 3.7 | 2,5 |
| 2005 | 3.5 | |
| 2006 | 3.8 | |
| 2007 | 4.0 | |
| 2008 | 3.9 | |
| 2009 | 2.7 | |
| 2010 | 3.8 | |
| 2011 | 1.7 | |

| | T max (°C) | |
|------|------------|------|
| | S1 | S2 |
| 1993 | 30,6 | 29,4 |
| 1994 | 31,7 | 30,5 |
| 1995 | 30,8 | 29,2 |
| 1996 | 31,1 | 29,9 |
| 1997 | 30,9 | 30,6 |
| 1998 | 30,3 | 30,5 |
| 1999 | 31,0 | 29,7 |
| 2000 | 30,5 | 32,2 |
| 2001 | 31,7 | 30,8 |
| 2002 | 30,3 | 31,0 |
| 2003 | 30,0 | 30,1 |
| 2004 | 30,3 | 29,3 |
| 2005 | 30,2 | 29,7 |
| 2006 | 30,8 | 30,4 |
| 2007 | 30,8 | 30,1 |
| 2008 | 31,1 | 29,6 |
| 2009 | 30,7 | 29,2 |
| 2010 | 31,9 | 29,9 |
| 2011 | 36,4 | 28,6 |

| | T min (°C) | | | T moy (°C) | |
|------|------------|------|------|------------|------|
| | S1 | S2 | | S1 | S2 |
| 1993 | 15,0 | 14,3 | 1993 | 22,8 | 21,9 |
| 1994 | 16,3 | 14,5 | 1994 | 23,1 | 22,7 |
| 1995 | 15,7 | 14,5 | 1995 | 22,9 | 22,4 |
| 1996 | 15,4 | 14,5 | 1996 | 22,9 | 22,2 |
| 1997 | 15,9 | 14,4 | 1997 | 23,4 | 22,5 |
| 1998 | 15,0 | 14,2 | 1998 | 22,6 | 22,5 |
| 1999 | 16,6 | 14,6 | 1999 | 23,8 | 22,4 |
| 2000 | 15,7 | 14,2 | 2000 | 23,0 | 23,1 |
| 2001 | 16,7 | 13,7 | 2001 | 24,2 | 22,2 |
| 2002 | 16,4 | 13,7 | 2002 | 23,6 | 22,3 |
| 2003 | 17,0 | 14,6 | 2003 | 23,6 | 22,3 |
| 2004 | 16,7 | 14,3 | 2004 | 23,4 | 21,6 |
| 2005 | 16,6 | 13,9 | 2005 | 23,4 | 21,6 |
| 2006 | 15,2 | 15,2 | 2006 | 23,8 | 22,8 |
| 2007 | 16,4 | 14,9 | 2007 | 23,6 | 22,5 |
| 2008 | 16,6 | 14,8 | 2008 | 23,7 | 22,2 |
| 2009 | 15,9 | 14,4 | 2009 | 24,2 | 21,8 |
| 2010 | 16,9 | 14,7 | 2010 | 24,5 | 22,3 |
| 2011 | 10,9 | 14,0 | 2011 | 23,6 | 21,7 |

| | Précipitations (mm) | |
|------|---------------------|-------|
| | S1 | S2 |
| 1993 | 12,90 | 6,10 |
| 1994 | 51,90 | 58,80 |
| 1995 | 40,70 | 19,60 |
| 1996 | 57,50 | 58,00 |
| 1997 | 29,90 | 30,90 |
| 1998 | 12,60 | 13,00 |
| 1999 | 48,80 | 43,30 |
| 2000 | 47,60 | 61,60 |
| 2001 | 5,90 | 3,20 |
| 2002 | 13,90 | 13,90 |
| 2003 | 32,30 | 24,20 |
| 2004 | 117,80 | 88,10 |
| 2005 | 24,10 | 25,00 |
| 2006 | 27,50 | 18,60 |
| 2007 | 13,10 | 12,80 |
| 2008 | 46,40 | 46,30 |
| 2009 | 69,90 | 61,30 |
| 2010 | 24,20 | 29,20 |
| 2011 | 18,80 | 2,00 |

Annexe N°04

Comparaisons mensuelle des deux stations durant la période 1993-2011

| T max (°C) | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mois | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| Ouargla | 19,23 | 21,51 | 25,75 | 30,16 | 35,59 | 39,36 | 43,86 | 43,16 | 39,32 | 31,31 | 24,35 | 19,65 |
| HBA | 18,02 | 20,34 | 24,85 | 28,86 | 34,98 | 39,91 | 43,32 | 41,98 | 36,43 | 30,74 | 22,86 | 18,43 |

| T min (°C) | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|------|------|
| Mois | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| Ouargla | 4,88 | 6,48 | 9,55 | 14,46 | 19,77 | 24,15 | 27,52 | 27,11 | 23,96 | 16,81 | 9,43 | 5,64 |
| HBA | 3,76 | 5,22 | 9,01 | 12,90 | 17,66 | 23,02 | 25,87 | 24,97 | 20,88 | 16,47 | 8,40 | 4,63 |

| T moy (°C) | | | | | | | | | | | | |
|------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mois | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| Ouargla | 11,92 | 13,76 | 17,93 | 22,28 | 27,60 | 32,66 | 35,70 | 34,96 | 30,52 | 24,47 | 17,39 | 12,61 |
| HBA | 10,83 | 12,98 | 16,85 | 20,85 | 26,33 | 31,53 | 34,88 | 33,53 | 28,91 | 23,29 | 15,64 | 11,55 |

| Humidité (%) | | | | | | | | | | | | |
|--------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Mois | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| Ouargla | 60,89 | 52,76 | 44,63 | 37,47 | 33,76 | 28,66 | 26,89 | 29,89 | 39,79 | 48,79 | 57,89 | 61,82 |
| HBA | 59,32 | 52,64 | 48,03 | 44,13 | 39,72 | 36,31 | 35,87 | 39,67 | 48,59 | 53,31 | 55,66 | 59,09 |

| L'évaporation (mm) | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|
| Mois | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| Ouargla | 102,91 | 134,85 | 192,66 | 261,01 | 316,31 | 377,97 | 428,46 | 406,83 | 287,69 | 225,43 | 128,74 | 90,61 |
| HBA | 102,13 | 132,06 | 190,92 | 234,65 | 335,87 | 380,51 | 455,71 | 433,04 | 296,51 | 207,42 | 141,42 | 96,66 |

| Vent (m/s) | | | | | | | | | | | | |
|------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mois | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| Ouargla | 2,82 | 3,09 | 3,74 | 4,45 | 4,68 | 4,59 | 4,54 | 4,03 | 4,08 | 3,43 | 2,84 | 2,90 |
| HBA | 1,74 | 1,93 | 2,48 | 2,75 | 2,74 | 2,80 | 2,56 | 2,45 | 2,28 | 2,03 | 1,80 | 1,64 |

| Précipitation (mm) | | | | | | | | | | | | |
|--------------------|------|------|------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| Mois | Jan | Fev | Mars | Avril | Mai | Juin | Juil | Aout | Sep | Oct | Nov | Dec |
| Ouargla | 7,06 | 1,33 | 5,94 | 1,36 | 1,05 | 0,52 | 0,19 | 0,99 | 4,28 | 6,99 | 4,96 | 1,86 |
| HBA | 6,71 | 1,06 | 4,10 | 1,10 | 2,00 | 0,26 | 0,05 | 0,40 | 3,46 | 6,88 | 4,72 | 2,11 |

Annexe N°06

Données saisonnières de Hassi Ben Abdallah (1993-2011)

| | T max (°C) | | | |
|------|------------|-----------|-------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 17,69 | 28,89 | 40,95 | 31,48 |
| 1994 | 18,95 | 30,41 | 42,11 | 30,34 |
| 1995 | 19,96 | 25,02 | 41,57 | 28,7 |
| 1996 | 19,93 | 28,98 | 41,25 | 29,61 |
| 1997 | 20,33 | 28,71 | 42,93 | 30,26 |
| 1998 | 20,05 | 28,48 | 43,03 | 30,63 |
| 1999 | 17,75 | 30,49 | 40,39 | 30,18 |
| 2000 | 19,55 | 32,27 | 44,43 | 32,35 |
| 2001 | 19,90 | 31,09 | 41,44 | 30,92 |
| 2002 | 21,03 | 31,04 | 41,84 | 29,91 |
| 2003 | 17,88 | 30,47 | 41,26 | 30,65 |
| 2004 | 18,66 | 28,1 | 41,51 | 28,99 |
| 2005 | 16,56 | 31,13 | 40,98 | 30,10 |
| 2006 | 17,96 | 31,75 | 40,91 | 31,12 |
| 2007 | 18,97 | 28,57 | 41,43 | 31,27 |
| 2008 | 18,65 | 29,47 | 41,43 | 28,78 |
| 2009 | 19,13 | 27,67 | 42,05 | 28,03 |
| 2010 | 19,87 | 28,43 | 42,03 | 29,3 |
| 2011 | 16,9 | 27,4 | 41,47 | 28,77 |

| | T min (°C) | | | |
|------|------------|-----------|-------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 4,53 | 12,78 | 24,77 | 16,76 |
| 1994 | 4,36 | 13,37 | 23,52 | 16,87 |
| 1995 | 5,24 | 10,15 | 24,74 | 16,48 |
| 1996 | 6,16 | 13,87 | 24,05 | 13,93 |
| 1997 | 5,90 | 12,14 | 24,86 | 14,53 |
| 1998 | 5,92 | 12,08 | 24,14 | 14,64 |
| 1999 | 4,22 | 13,60 | 24,45 | 15,94 |
| 2000 | 3,46 | 12,30 | 24,85 | 16,24 |
| 2001 | 3,30 | 12,41 | 23,88 | 15,16 |
| 2002 | 3,32 | 12,44 | 23,87 | 15,14 |
| 2003 | 4,22 | 13,63 | 24,48 | 15,90 |
| 2004 | 4,79 | 13,76 | 24,17 | 14,53 |
| 2005 | 2,26 | 13,62 | 24,35 | 15,18 |
| 2006 | 4,50 | 15,48 | 25,35 | 15,33 |
| 2007 | 5,30 | 12,93 | 25,38 | 15,93 |
| 2008 | 4,69 | 14,75 | 24,09 | 15,58 |
| 2009 | 5,78 | 12,78 | 25,32 | 13,75 |
| 2010 | 5,10 | 13,60 | 25,73 | 14,47 |
| 2011 | 3,10 | 12,40 | 25,77 | 14,83 |

| | T moy (°C) | | | |
|------|------------|-----------|-------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 10,75 | 20,80 | 33,54 | 23,83 |
| 1994 | 11,90 | 21,18 | 34,97 | 22,62 |
| 1995 | 12,59 | 21,24 | 33,80 | 21,93 |
| 1996 | 13,05 | 21,42 | 32,65 | 21,77 |
| 1997 | 13,11 | 20,42 | 33,90 | 22,39 |
| 1998 | 13,18 | 20,73 | 33,74 | 22,44 |
| 1999 | 11,20 | 22,07 | 33,24 | 23,07 |
| 2000 | 11,57 | 22,13 | 34,64 | 24,19 |
| 2001 | 12,19 | 21,46 | 31,10 | 23,96 |
| 2002 | 12,18 | 21,74 | 32,85 | 22,52 |
| 2003 | 11,05 | 22,05 | 32,87 | 23,27 |
| 2004 | 11,79 | 20,39 | 32,72 | 21,46 |
| 2005 | 9,50 | 22,29 | 32,00 | 22,64 |
| 2006 | 11,23 | 23,62 | 33,13 | 23,22 |
| 2007 | 12,13 | 20,75 | 33,40 | 23,60 |
| 2008 | 11,67 | 22,11 | 32,76 | 22,18 |
| 2009 | 12,46 | 20,23 | 33,69 | 20,89 |
| 2010 | 12,43 | 21,07 | 33,87 | 21,91 |
| 2011 | 9,98 | 19,80 | 34,10 | 22,84 |

| | Humidité (%) | | | |
|------|--------------|-----------|-------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 67,54 | 48,71 | 43,14 | 51,10 |
| 1994 | 61,78 | 49,63 | 44,17 | 62,52 |
| 1995 | 63,02 | 48,75 | 42,79 | 57,92 |
| 1996 | 61,77 | 42,41 | 36,59 | 49,95 |
| 1997 | 59,16 | 44,20 | 31,94 | 55,47 |
| 1998 | 55,30 | 43,77 | 36,34 | 52,47 |
| 1999 | 48,27 | 39,44 | 38,59 | 48,73 |
| 2000 | 54,05 | 41,79 | 30,38 | 42,60 |
| 2001 | 48,33 | 34,63 | 30,99 | 48,80 |
| 2002 | 45,70 | 36,64 | 34,05 | 41,97 |
| 2003 | 54,98 | 49,22 | 46,45 | 58,85 |
| 2004 | 62,06 | 48,02 | 31,01 | 52,54 |
| 2005 | 58,53 | 48,06 | 47,93 | 62,78 |
| 2006 | 62,70 | 49,27 | 48,25 | 48,25 |
| 2007 | 61,73 | 44,38 | 34,88 | 47,44 |
| 2008 | 58,46 | 37,94 | 35,02 | 53,03 |
| 2009 | 56,09 | 41,84 | 31,07 | 53,17 |
| 2010 | 48,27 | 43,07 | 34,53 | 52,70 |
| 2011 | 55,63 | 43,50 | 30,27 | 56,87 |

| | L'évaporation (mm) | | | |
|------|--------------------|-----------|--------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 101,67 | 262,47 | 409,20 | 280,50 |
| 1994 | 127,13 | 271,60 | 387,33 | 185,90 |
| 1995 | 129,20 | 227,95 | 493,50 | 236,77 |
| 1996 | 136,23 | 257,27 | 451,80 | 209,60 |
| 1997 | 121,20 | 267,47 | 481,70 | 209,10 |
| 1998 | 129,77 | 278,50 | 473,60 | 242,33 |
| 1999 | 112,07 | 319,00 | 529,13 | 311,70 |
| 2000 | 126,03 | 346,00 | 473,00 | 249,37 |
| 2001 | 139,63 | 308,00 | 487,60 | 270,67 |
| 2002 | 118,50 | 300,13 | 443,57 | 224,93 |
| 2003 | 113,60 | 255,90 | 452,53 | 270,20 |
| 2004 | 119,07 | 289,50 | 473,23 | 218,95 |
| 2005 | 114,97 | 286,67 | 317,37 | 169,13 |
| 2006 | 89,70 | 229,63 | 419,57 | 182,20 |
| 2007 | 91,40 | 158,37 | 315,60 | 181,47 |
| 2008 | 68,13 | 211,93 | 312,93 | 200,45 |
| 2009 | 75,00 | 153,67 | 316,70 | 122,13 |
| 2010 | 96,37 | 184,73 | 452,87 | 181,63 |
| 2011 | 83,97 | 177,67 | 330,80 | 200,83 |

| | Vent (m/s) | | | |
|------|------------|-----------|------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 1,94 | 2,73 | 2,96 | 2,01 |
| 1994 | 1,88 | 3,28 | 2,50 | 1,71 |
| 1995 | 1,40 | 2,54 | 2,41 | 1,89 |
| 1996 | 1,63 | 2,49 | 2,55 | 1,75 |
| 1997 | 1,78 | 2,55 | 2,13 | 1,95 |
| 1998 | 2,16 | 2,25 | 2,64 | 2,07 |
| 1999 | 1,73 | 2,55 | 2,38 | 2,20 |
| 2000 | 1,78 | 2,82 | 2,66 | 2,59 |
| 2001 | 1,64 | 2,97 | 2,65 | 2,06 |
| 2002 | 1,34 | 2,40 | 2,89 | 2,00 |
| 2003 | 1,99 | 2,43 | 2,53 | 2,01 |
| 2004 | 1,94 | 2,87 | 2,95 | 2,15 |
| 2005 | | | | |
| 2006 | | | | |
| 2007 | | | | |
| 2008 | | | | |
| 2009 | | | | |
| 2010 | | | | |
| 2011 | | | | |

| | Précipitations (mm) | | | |
|------|---------------------|-----------|------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 17,69 | 0 | 0,07 | 0,3 |
| 1994 | 1,87 | 6,37 | 0,5 | 11,43 |
| 1995 | 1,30 | 1,7 | 0,33 | 3,97 |
| 1996 | 0,53 | 7,87 | 0,43 | 0,37 |
| 1997 | 10,67 | 1,97 | 0 | 6 |
| 1998 | 2,33 | 1,07 | 0 | 3 |
| 1999 | 0,27 | 0 | 0 | 6,97 |
| 2000 | 7,47 | 9,13 | 0 | 11,3 |
| 2001 | 0,1 | 0,33 | 0 | 0,33 |
| 2002 | 0,4 | 2,2 | 1,37 | 1,07 |
| 2003 | 0 | 1,77 | 0 | 0,57 |
| 2004 | 5,73 | 5,5 | 0 | 20,03 |
| 2005 | 3,83 | 1,2 | 0 | 6,27 |
| 2006 | 0,87 | 0,03 | 0 | 3,57 |
| 2007 | 2,6 | 1,73 | 0 | 0,7 |
| 2008 | 1,83 | 0,17 | 0,77 | 12,8 |
| 2009 | 1,7 | 3,9 | 0,33 | 0,47 |
| 2010 | 15,73 | 0,67 | 0,73 | 3 |
| 2011 | 5,33 | 0 | 0 | 0,67 |

Annexe N°05
Données saisonnières de Ouargla (1993-2011)

| | Tmax (°C) | | | |
|------|-----------|-----------|-------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 19,53 | 29,67 | 41,50 | 31,70 |
| 1994 | 20,87 | 29,03 | 43,40 | 33,60 |
| 1995 | 20,70 | 29,70 | 41,10 | 31,67 |
| 1996 | 20,97 | 28,97 | 42,20 | 32,33 |
| 1997 | 20,97 | 31,47 | 40,63 | 30,37 |
| 1998 | 19,53 | 29,67 | 40,50 | 31,47 |
| 1999 | 17,93 | 30,10 | 44,07 | 32,00 |
| 2000 | 19,67 | 31,33 | 40,93 | 30,10 |
| 2001 | 19,63 | 31,43 | 42,70 | 32,93 |
| 2002 | 20,30 | 30,37 | 39,43 | 30,93 |
| 2003 | 20,23 | 28,07 | 39,90 | 31,63 |
| 2004 | 19,93 | 28,80 | 42,47 | 29,83 |
| 2005 | 17,20 | 30,40 | 42,17 | 31,07 |
| 2006 | 17,80 | 32,37 | 41,83 | 31,00 |
| 2007 | 20,30 | 29,30 | 42,00 | 31,70 |
| 2008 | 19,37 | 31,40 | 43,53 | 30,23 |
| 2009 | 20,33 | 28,87 | 42,83 | 30,80 |
| 2010 | 22,77 | 31,00 | 42,93 | 30,83 |
| 2011 | 24,40 | 37,53 | 46,30 | 37,33 |

| | T min (°C) | | | |
|------|------------|-----------|-------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 4,30 | 13,20 | 26,07 | 16,60 |
| 1994 | 6,40 | 13,57 | 27,00 | 18,33 |
| 1995 | 7,17 | 14,43 | 25,03 | 16,03 |
| 1996 | 5,77 | 13,77 | 26,17 | 15,73 |
| 1997 | 6,40 | 15,90 | 24,67 | 16,73 |
| 1998 | 4,30 | 13,20 | 25,20 | 17,10 |
| 1999 | 5,60 | 14,60 | 28,17 | 18,10 |
| 2000 | 4,83 | 15,77 | 25,57 | 16,43 |
| 2001 | 5,07 | 15,93 | 27,17 | 18,77 |
| 2002 | 5,03 | 16,00 | 27,40 | 16,97 |
| 2003 | 8,77 | 14,27 | 26,97 | 18,17 |
| 2004 | 7,60 | 15,23 | 26,73 | 17,20 |
| 2005 | 4,40 | 16,23 | 27,83 | 17,93 |
| 2006 | 4,43 | 15,40 | 25,60 | 15,17 |
| 2007 | 6,27 | 14,93 | 26,53 | 17,73 |
| 2008 | 5,67 | 15,90 | 26,97 | 17,70 |
| 2009 | 7,23 | 13,57 | 27,10 | 15,70 |
| 2010 | 7,60 | 16,50 | 27,30 | 16,23 |
| 2011 | 2,07 | 8,83 | 21,43 | 11,27 |

| | T moy (°C) | | | |
|------|------------|-----------|-------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 11,40 | 21,60 | 34,60 | 23,57 |
| 1994 | 12,20 | 22,40 | 34,10 | 23,63 |
| 1995 | 13,17 | 21,37 | 34,23 | 22,93 |
| 1996 | 13,97 | 22,07 | 33,07 | 22,30 |
| 1997 | 13,70 | 21,28 | 35,20 | 23,56 |
| 1998 | 11,60 | 21,90 | 32,83 | 24,10 |
| 1999 | 11,77 | 22,37 | 36,10 | 25,03 |
| 2000 | 11,97 | 23,60 | 33,23 | 23,23 |
| 2001 | 12,33 | 23,67 | 34,93 | 25,87 |
| 2002 | 12,57 | 23,23 | 34,80 | 23,80 |
| 2003 | 13,70 | 21,37 | 34,43 | 24,80 |
| 2004 | 13,77 | 22,30 | 33,93 | 23,63 |
| 2005 | 10,67 | 23,50 | 35,00 | 24,57 |
| 2006 | 12,03 | 24,80 | 34,43 | 23,87 |
| 2007 | 13,28 | 22,13 | 34,27 | 24,72 |
| 2008 | 12,33 | 23,63 | 34,70 | 24,00 |
| 2009 | 13,67 | 21,20 | 34,97 | 27,10 |
| 2010 | 15,07 | 23,83 | 35,63 | 23,40 |
| 2011 | 13,23 | 23,18 | 33,87 | 24,30 |

| | Humidité (%) | | | |
|------|--------------|-----------|-------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 71,33 | 44,67 | 25,67 | 49,00 |
| 1994 | 65,00 | 42,00 | 32,67 | 57,33 |
| 1995 | 64,67 | 44,67 | 29,33 | 52,67 |
| 1996 | 64,67 | 46,67 | 27,67 | 51,33 |
| 1997 | 58,67 | 38,00 | 22,67 | 45,67 |
| 1998 | 55,67 | 32,00 | 27,33 | 46,00 |
| 1999 | 63,33 | 34,33 | 26,33 | 49,33 |
| 2000 | 57,67 | 38,00 | 27,33 | 48,67 |
| 2001 | 44,67 | 27,33 | 42,33 | 51,33 |
| 2002 | 55,00 | 32,67 | 26,00 | 46,67 |
| 2003 | 53,00 | 41,67 | 27,67 | 43,67 |
| 2004 | 56,33 | 39,67 | 27,67 | 49,00 |
| 2005 | 58,33 | 32,67 | 26,00 | 47,67 |
| 2006 | 61,00 | 33,00 | 23,67 | 43,67 |
| 2007 | 55,00 | 39,00 | 25,67 | 40,33 |
| 2008 | 60,00 | 34,67 | 28,33 | 52,67 |
| 2009 | 58,33 | 43,00 | 26,33 | 50,00 |
| 2010 | 48,67 | 37,67 | 29,33 | 47,33 |
| 2011 | 60,00 | 52,17 | 39,17 | 55,33 |

| | L'évaporation (mm) | | | |
|------|--------------------|-----------|--------|---------|
| | Hiver | Printemps | Été | Automne |
| 1993 | 63,00 | 77,00 | 322,67 | 171,00 |
| 1994 | 96,33 | 194,67 | 296,67 | 124,00 |
| 1995 | 65,00 | 152,33 | 233,33 | 167,67 |
| 1996 | 61,00 | 126,00 | 189,33 | 115,33 |
| 1997 | 66,33 | 140,67 | 228,33 | 95,67 |
| 1998 | 101,67 | 211,67 | 425,67 | 293,33 |
| 1999 | 112,00 | 362,67 | 570,67 | 311,67 |
| 2000 | 99,33 | 339,33 | 484,67 | 159,67 |
| 2001 | 133,33 | 310,33 | 505,33 | 277,00 |
| 2002 | 125,67 | 306,33 | 444,67 | 249,33 |
| 2003 | 150,00 | 278,33 | 481,67 | 279,33 |
| 2004 | 119,67 | 301,00 | 501,67 | 253,00 |
| 2005 | 120,33 | 377,67 | 510,67 | 254,33 |
| 2006 | 108,67 | 361,00 | 553,00 | 242,67 |
| 2007 | 122,00 | 319,00 | 495,00 | 268,00 |
| 2008 | 97,00 | 274,67 | 347,67 | 200,33 |
| 2009 | 102,33 | 159,33 | 378,00 | 166,33 |
| 2010 | 116,33 | 225,33 | 407,67 | 171,67 |
| 2011 | 249,37 | 301,50 | 307,30 | 264,77 |

| | Vent (m/s) | | | |
|------|------------|-----------|------|---------|
| | Hiver | Printemps | Été | Automne |
| 1993 | 2,77 | 4,37 | 5,27 | 4,20 |
| 1994 | 3,10 | 3,67 | 3,40 | 3,27 |
| 1995 | 2,80 | 4,77 | 5,17 | 3,87 |
| 1996 | 3,20 | 4,27 | 4,43 | 2,50 |
| 1997 | 2,47 | 3,80 | 3,70 | 2,83 |
| 1998 | 2,70 | 3,47 | 5,03 | 4,53 |
| 1999 | 4,03 | 5,27 | 4,70 | 4,73 |
| 2000 | 2,67 | 4,93 | 4,53 | 3,30 |
| 2001 | 2,60 | 4,13 | 3,87 | 3,27 |
| 2002 | 1,97 | 4,10 | 4,13 | 2,50 |
| 2003 | 3,87 | 4,20 | 4,47 | 3,13 |
| 2004 | 3,07 | 4,53 | 3,93 | 3,30 |
| 2005 | 3,03 | 4,77 | 4,03 | 2,17 |
| 2006 | 3,27 | 4,37 | 4,53 | 3,13 |
| 2007 | 2,57 | 4,60 | 4,73 | 3,93 |
| 2008 | 2,83 | 4,73 | 4,17 | 3,90 |
| 2009 | 2,83 | 2,60 | 2,50 | 2,73 |
| 2010 | 3,03 | 4,43 | 4,40 | 3,33 |
| 2011 | 1,40 | 2,23 | 1,40 | 1,60 |

| | Précipitations (mm) | | | |
|------|---------------------|-----------|------|---------|
| | Hiver | Printemps | Eté | Automne |
| 1993 | 2,00 | 0,27 | 0,00 | 2,03 |
| 1994 | 1,73 | 6,30 | 0,83 | 8,43 |
| 1995 | 1,60 | 6,07 | 0,00 | 5,90 |
| 1996 | 10,30 | 5,73 | 0,23 | 2,90 |
| 1997 | 2,53 | 1,60 | 0,10 | 5,73 |
| 1998 | 0,73 | 1,60 | 0,33 | 1,53 |
| 1999 | 7,93 | 0,20 | 0,23 | 7,90 |
| 2000 | 0,00 | 3,73 | 0,00 | 12,13 |
| 2001 | 1,20 | 0,13 | 0,00 | 0,63 |
| 2002 | 0,00 | 1,67 | 0,80 | 2,17 |
| 2003 | 4,23 | 5,17 | 0,00 | 1,37 |
| 2004 | 4,83 | 9,03 | 4,43 | 20,97 |
| 2005 | 0,17 | 0,33 | 0,07 | 7,47 |
| 2006 | 3,40 | 0,40 | 0,00 | 2,97 |
| 2007 | 2,03 | 1,27 | 0,97 | 0,10 |
| 2008 | 2,10 | 0,40 | 0,13 | 12,83 |
| 2009 | 18,53 | 3,80 | 0,83 | 2,13 |
| 2010 | 1,53 | 0,87 | 1,80 | 3,87 |
| 2011 | 0,00 | 4,27 | 0,00 | 2,00 |

Annexe N°07

Données climatiques de la région de Ouargla durant la période 1993-2011

| | S1 | | | | | | |
|-----------|-----------|------------|------------|-------|-----------|---------|---------|
| | Tmax (°C) | T min (°C) | T moy (°C) | H % | Evap (mm) | V (m/s) | PR (mm) |
| Janvier | 19,23 | 4,88 | 11,92 | 60,89 | 102,91 | 2,73 | 7,06 |
| Février | 21,51 | 6,48 | 13,76 | 52,76 | 134,85 | 3,15 | 1,33 |
| Mars | 25,75 | 9,55 | 17,93 | 44,63 | 192,66 | 3,77 | 5,94 |
| Avril | 30,16 | 14,46 | 22,28 | 37,47 | 261,01 | 4,38 | 1,36 |
| Mai | 35,59 | 19,77 | 27,60 | 33,76 | 316,31 | 4,35 | 1,05 |
| Juin | 39,36 | 24,15 | 32,66 | 28,66 | 377,97 | 4,55 | 0,52 |
| Juillet | 43,86 | 27,52 | 35,70 | 26,89 | 428,46 | 4,09 | 0,19 |
| Août | 43,16 | 27,11 | 34,96 | 29,89 | 406,83 | 3,73 | 0,99 |
| Septembre | 39,32 | 23,96 | 30,52 | 39,79 | 287,69 | 3,78 | 4,28 |
| Octobre | 31,31 | 16,81 | 24,47 | 48,79 | 225,43 | 3,28 | 6,99 |
| Novembre | 24,35 | 9,43 | 17,39 | 57,89 | 128,74 | 2,76 | 4,96 |
| Décembre | 19,65 | 5,64 | 12,61 | 61,82 | 95,31 | 2,68 | 1,86 |
| Moyenne | 31,10 | 15,81 | 23,48 | 43,61 | 2958,17* | 3,61 | 36,51* |

Données climatiques de la sous région de HBA durant la période 1993-2011

| | S2 | | | | | | |
|-----------|------------|------------|------------|-------|-----------|---------|---------|
| | T max (°C) | T min (°C) | T moy (°C) | H % | Evap (mm) | V (m/s) | PR (mm) |
| Janvier | 18,02 | 3,76 | 10,83 | 59,32 | 102,13 | 1,77 | 6,71 |
| Février | 20,34 | 5,22 | 12,98 | 52,64 | 132,06 | 2,00 | 1,06 |
| Mars | 24,85 | 9,01 | 16,85 | 48,03 | 190,92 | 2,48 | 4,10 |
| Avril | 28,86 | 12,90 | 20,85 | 44,13 | 234,65 | 2,75 | 1,10 |
| Mai | 34,98 | 17,66 | 26,33 | 39,72 | 335,87 | 2,74 | 2,00 |
| Juin | 39,91 | 23,02 | 31,53 | 36,31 | 380,51 | 2,80 | 0,26 |
| Juillet | 43,32 | 25,87 | 34,88 | 35,87 | 455,71 | 2,56 | 0,05 |
| Août | 41,98 | 24,97 | 33,53 | 39,67 | 433,04 | 2,45 | 0,40 |
| Septembre | 36,43 | 20,88 | 28,91 | 48,59 | 296,51 | 2,28 | 3,46 |
| Octobre | 30,74 | 16,47 | 23,29 | 53,31 | 207,42 | 2,03 | 6,88 |
| Novembre | 22,86 | 8,40 | 15,64 | 55,66 | 141,42 | 1,80 | 4,72 |
| Décembre | 18,43 | 4,63 | 11,55 | 59,09 | 96,66 | 1,64 | 2,11 |
| Moyenne | 30,06 | 14,40 | 22,26 | 47,70 | 3006,88* | 2,27 | 32,85* |

Etude de l'influence de la variabilité climatique sur le comportement de la végétation dans la région de Ouargla

Résumé :

La variabilité climatique et microclimatique au niveau de la région de Ouargla fait l'objet de la présente étude. L'analyse des données des deux stations météorologiques à savoir la station régionale de Ouargla et microclimatique de Hassi Ben Abdallah, porté sur une période d'environ 19 ans (1993-2011), nous a permis de ressortir les résultats suivants:

Les paramètres climatiques manifestent des variations mensuelles, saisonnières et annuelles au niveau de la station elle-même et entre ses deux milieux à savoir la réduction de la vitesse du vent, l'augmentation considérable de l'humidité de l'air et de l'évaporation, l'abaissement notable de la température maximale, minimale et moyenne au niveau du microclimat de la palmeraie par rapport au climat régional, ainsi que la modification de la distribution horizontale des pluies sur le sol.

Le test STUDENT montre une différence périodique « non significative » entre les deux stations pour la majorité des paramètres, alors qu'elle est très hautement significative pour le vent. Les résultats annuels montrent une différence « non significative » pour l'évaporation et les précipitations, elle est « hautement significative » pour la température maximale et l'humidité alors qu'elle est « très hautement significative » pour la température minimale, moyenne et pour la vitesse du vent.

La variabilité du climat à différentes échelles spatiales et temporelles est due à l'effet oasis, à l'existence et la nature de brise vent, aux caractéristiques écologiques et à la structure de la palmeraie définissant le microclimat.

L'inventaire de la flore dans la région de Ouargla reflète la richesse des palmeraies en espèces, 12 introduites, 10 cultivées et 09 spontanées dans l'ensemble de 31 espèces réparties en 16 familles. L'abondance des espèces est de 1471 individus, la présence totale est de 77, le recouvrement est 11.89 %, et la fréquence est de 27.60%. Par contre dans le milieu naturel, nous avons obtenu 04 espèces spontanées réparties en 04 familles, leur présence est de 11, leur abondance est 158 individus, leur recouvrement est de 18.63%, et leur fréquence est de 68.75%. L'indice de similitude floristique de Jaccard et la distance de Hamming confirment que ses deux biotopes sont totalement différents l'un de l'autre. Le comportement de la végétation dans les deux biotopes est différent, conséquence de la variabilité de quelques paramètres climatiques.

Mots clés : station météorologique, climat, variabilité, Ouargla, végétation, palmeraie, milieu naturel, espèce.

دراسة تأثير التغيرات المناخية على الخصائص النباتية في منطقة ورقلة

الملخص:

إن الاختلاف المناخي الجهوي والملي على مستوى منطقة ورقلة هو هدف هذه الدراسة. سمحت المعطيات المناخية المسجلة خلال 19 سنة (1993-2011) لكل من المحطتين : محطة ورقلة الجهوية و المحطة المحلية لحاسي بن عبد الله. بالتحصل على النتائج التالية:

العوامل المناخية تساهم في الاختلافات الشهرية و الفصلية وكذلك السنوية على مستوى نفس المحطة و بين البيئتين على غرار انخفاض سرعة الرياح و الارتفاع النسبي لرطوبة الهواء و التبخر و الانخفاض الملحوظ في درجة الحرارة القصوى و الدنيا بالإضافة إلى المتوسطة و ذلك على المستوى المحلي للواحات و بمقارنته بالمناخ الجهوي. بالإضافة إلى التغيرات في التوزيع الأفقي للإمطار في التربة.

اختبار STUDENT يبين أن الوقتي كان له تأثير غير معنوي بين المحطتين بالنسبة إلى جل المعايير المدروسة بالإضافة إلى انه يوجد اختلاف عالي المعنوية بالنسبة إلى شدة الرياح. النتائج السنوية أوضحت انه يوجد اختلاف غير معنوي في ما يخص كمية التبخر و التساقط و اختلاف عالي المعنوية بالنسبة إلى درجة الحرارة القصوى و نسبة الرطوبة بينما هناك اختلاف عالي المعنوية بشدة يخص درجة الحرارة الدنيا و المتوسطة و كذلك نسبة الرياح.

التغيرات المناخية المكانية و الزمنية تعود إلى تأثير واحات النخيل و التنوع، إضافة إلى طبيعة حواجز الرياح. و إلى المميزات البيئية و هيكلت الواحة المتدخلة في المناخ المحلي.

التعداد النباتي في منطقة ورقلة يبين أن الواحات ثرية بالأصناف النباتية منها 12 دخيلة، 10 مزرعة، و 09 تلقائية من مجموع 31 نوع مقسمة إلى 16 عائلة نباتية. الأصناف ممثلنة ب 1471 عدد بنسبة تواجد إجمالي 77% و تغطية ب 11.89% كما أن نسبة ترددها تصل إلى 27.60% على عكس البيئة الطبيعية حيث تحصلنا على 04 أصناف تلقائية تنتمي إلى 04 عائلات نباتية بتواجد 11 و نسبة توفر 158 فرد و تغطي 18.63% بتردد 68.75%.

مؤشر التشابه ل Jaccard و كذلك مؤشر المسافة ل Hamming أكد أن البيئة الحيوية مختلفة كلياً بين الواسطين. الخصائص النباتية للبيئتين مختلفة و ذلك راجع إلى الاختلاف في بعض العوامل المناخية.

الكلمات الدالة: محطة الأرصاد الجوية، مناخ، تغير، ورقلة، نباتات، واحة، وسط طبيعي، نوع.

Study of the influence of climatic variability on the behavior of the vegetation in the area of Ouargla

Summary:

Climatic and microclimatic variability on the level of the area of Ouargla is the subject of this study. The analysis of the data of the two weather stations to knowing the station regional of Ouargla and microclimatic of Hassi Ben Abdallah, related to one period of approximately 19 years (1993-2011), us made it possible to arise the following results:

The climatic parameters express monthly, seasonal and annual variations on the level of the station itself and between its two mediums with knowing the reduction the speed of the wind, the considerable increase in the moisture of the air and evaporation, the notable lowering of the maximum, minimal and average temperature on the level of the microclimate of the palm plantation compared to the regional climate, as well as the modification of the horizontal distribution of the rains about the ground.

Test STUDENT shows a periodic difference "non significant" between the two stations for the majority of the parameters, whereas it is very highly significant for the wind. The annual results show a "non significant" difference for evaporation and precipitations, it is "highly significant" for the maximum temperature and moisture whereas it is "very highly significant" for the minimal temperature, average and for the speed of the wind.

The variability of the climate on various space and temporal scales is due to the oasis effect, the existence and the nature of breeze wind, to the ecological characteristics and the structure of the palm plantation defining the microclimate.

The inventory of the flora in the area of Ouargla reflects the richness of the palm plantations in cash, 12 introduced, 10 cultivated and 09 spontaneous in the whole of 31 species divided into 16 families. The abundance of the species is of 1471 individuals, the total presence is 77, covering is 11.89 %, and the frequency is 27.60%. On the other hand in the natural environment, we obtained 04 spontaneous species divided into 04 families, their presence is 11, their abundance is 158 individuals, their covering is 18.63%, and their frequency is 68.75%. The floristic index of similarity of Jaccard and the distance the Hamming one confirm that its two biotopes are completely different one from the other. The behavior of the vegetation in the two biotopes is different, consequence of the variability of some climatic parameters.

Key words: weather station, climate, variability, Ouargla, vegetation, palm plantation, natural environment,