

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE  
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA  
RECHERCHE SCIENTIFIQUE



UNIVERSITE BADJI MOKHTAR –ANNABA



FACULTE DES SCIENCES

DEPARTEMENT DE BIOLOGIE

*Mémoire de Fin d'Etudes*

*Présenté en Vue de l'Obtention du Diplôme de Magister en  
Biologie  
Ecole Doctorale : Biologie Environnementale*

*Option  
Ecologie Et Biologie Végétale*

**Intitulé**

**Etude de la biodiversité floristique  
de la zone humide de Boukhmira  
Sidi Salem – El Bouni -Annaba**

*Présenté par :*

**M<sup>lle</sup> ALLOUT Imen**

*Devant le jury composé de :*

***Président : M<sup>r</sup> BENSLAMA . M    Professeur (Université Annaba)***

***Promoteur : M<sup>r</sup> CHEFROUR . A    Maître de conférences (Université Annaba)***

***Examinateur: M<sup>r</sup> LAIFA . A        Professeur (Université Annaba)***

***Examinateur : M<sup>r</sup> DJAMAI . R    Professeur (Université Annaba)***

***Promotion: 2013***

## *Remerciement*

Au nom de Dieu Le Clément et Le Miséricordieux, le grand merci Lui revient de nous avoir à élaborer ce mémoire de dissertation scientifique.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à M<sup>r</sup>. *CHEFFROUR Azzedine*, Maître de conférences à l'Université de Annaba qui a suivi et dirigé ce travail avec un enthousiasme toujours égale, ses précieux commentaires, et ses conseils pertinents m'ont grandement aidé tout au long des différentes étapes de l'élaboration de ce mémoire. Je le remercie pour sa gentillesse, sa patience, la disponibilité constante qu'il a manifesté, le soutien qu'il m'a apporté, la confiance qu'il m'a témoigné, afin de mener à terme ce mémoire.

Je voudrais également remercier les membres de jury, pour avoir bien voulu lire, commenter, et débattre mon mémoire.

Je remercie toute personne, qui de près ou de loin ayant généreusement contribué à l'élaboration de ce mémoire, surtout M<sup>r</sup>. *SAMAR Rida*, Maître de conférences à l'Université d'El Taref, M<sup>r</sup>. *DJABRI Larbi*, Professeur à l'Université de Annaba et M<sup>r</sup>. *KADRJ Sami*, Architecte à Annaba.

Mes remerciements vont aussi à l'ensemble des travailleurs de la Conservation des forêts de Annaba, surtout M<sup>r</sup> *BOUCHAMA*, M<sup>r</sup> *MEDDAH* et *Farouk*.

Je voudrais remercier encore mes enseignants du département de Biologie de l'université d'Annaba, et mes collègues de la promotion de Poste Graduation Ecologie Végétal.

Si par mégarde, j'ai oublié quelqu'un, qu'il me pardonne et qu'il soit remercié pour tous.

# *Dédicaces*

*À la lumière de mes yeux et aux ailes de mes voltiges papa  
et maman qui n'ont jamais cessés de me chérir et me  
soutenir durant toutes mes années d'études. Je leur dis  
merci et que dieu vous garde.*

*À mes frères et mes sœurs surtout*

*Yasmine*

*À mes collègues*

*À mes amis*

## Résumé

Le tapis végétal est analysé par deux principaux descripteurs qui sont le bioclimat et l'action anthropique. L'impact de ces deux facteurs est largement exprimé par un appauvrissement et une substitution de plus en plus rapide des espèces du couvert végétal.

L'étude floristique, écologique et phytosociologique menée dans la zone humide de Boukhmira située à Sidi Salem – Commune d'El Bouni a permis de recenser **104** espèces appartenant à **89** genres et **42** familles dont la plus représentée et celle des *Asteraceae* (47,62%).

Dominée par les éléments **Méditerranéens** (41,34%) et Cosmopolites, cette flore est caractérisée morphologiquement par la dominance des **herbacées vivaces** (40,38 %) et biologiquement par les **Hémicryptophytes** (34,61%) ainsi que les espèces **Anémochores** (31,71%).

L'interprétation par l'**AFC** de la végétation (taxonomie) a permis de préciser les affinités qui existent entre les différents taxons. Ce traitement multidimensionnel met en relief l'importance des facteurs anthropiques et bioclimatiques régissant cette la composition floristique de cette zone humide.

**Mots Clés :** Zone humide Boukhmira, Inventaire Floristique, Etude phytoécologique, AFC.

## Summary

The vegetation is analyzed by two main descriptors that are bioclimate and human action. The impact of these two factors is widely expressed by a loss and substitution of increasingly rapid of species of vegetation.

The floristic, ecological and phytosociological study in the wetland of Boukhmira located in Sidi Salem - City of El Bouni has allowed identifying **104** species belonging to **89** gender and **42** families while the most represented is that of the **Asteraceae** (47,62%).

Dominated by **Mediterranean** elements (41.34%) and Cosmopolitan, this flora is morphologically characterized by the dominance of **herbaceous perennials** (40,38%) and biologically by **hemicryptophytes** (34,61%) as well as cash **Anémochores** (31,71%).

The interpretation by the **AFC** vegetation (taxonomy) has clarified the affinities between the different taxa. This multidimensional treatment highlights the importance of human and bioclimatic factors governing the floristic composition of this wetland.

**Keywords:** Wetland Boukhmira, Floristic Inventory, Study phytoecological, AFC.

## ملخص

الغطاء النباتي يمكن تحليله بواسطة عاملين مهمين هما عامل المناخ و سلوك الانسان الممارس عليه.

تأثير هاذين العاملين يعبر عنه بافتقار و استبدال بصفة سريعة لأصناف الغطاء النباتي.

الدراسة النباتية ، الاكولوجية، ودراسة المجتمع النباتي في المنطقة الرطبة " بوخميرة " المتواجدة ببلدية البوني، ناحية سيدي سالم سمحت لنا بإحصاء 104 صنف نباتي ينتمي الى 89 جنس و 42 عائلة حيث اكثر عائلة معبر عنها هي " *Asteraceae* " بنسبة (47,62%) .

يتميز هذا الغطاء النباتي بطغاء الاصناف النباتية ذات الاصل المتوسطي ( 41, 34% ) و المتواجدة في كل مكان. من الناحية المرفولوجية تعتبر الاصناف

« **Herbacées vivaces** » الأكثر انتشارا و ذلك بنسبة ( 40, 38% ) و من الناحية الحيوية هي الاصناف « **Hémicryptophytes** » و ذلك بنسبة

( 34, 61% ) بلاضافة الى الاصناف « **Anémochores** » بنسبة ( 31, 71% ).

التحليل الاحصائي بل « **AFC** » سمح لنا بتحديد التوافق و التجاذب بين مختلف الاصناف النباتية بلاضافة الى اهمية دور العامل المناخي و البشري في تحديد التركيبة النباتية لهذه المنطقة الرطبة.

**كلمات مفتاح :** المنطقة الرطبة بوخميرة – احصاء نباتي – دراسة نباتية اكلوجية –

**AFC**

# Sommaire

## INTRODUCTION GENERALE

## CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

### Page

1-1 Définitions des zones humides.....	01
1-1-1 Approche des scientifiques et écologistes.....	01
1-1-2 Définition de la convention RAMSAR.....	02
1-2 Régime hydrique des zones humides.....	02
1-2-1 Les apports d'eau dans les zones humides.....	02
a) Les précipitations.....	02
b) Les eaux de surface.....	02
c) Les écoulements souterrains.....	02
1-2-2 Les sorties d'eau.....	03
1-3 Caractérisation des zones humides.....	03
1-3-1 Critère Hydrologie.....	03
1-3-2 Critère Hydromorphie.....	03
1-3-3 Critère Floristique.....	04
1-3-3-1 Espèces hygrophiles.....	04
a) les hydrophytes.....	04
b) les hélophytes.....	04
c) les halophytes.....	04
1-3-3-2 La végétation et la dominance.....	05
1-4 Types de zones humides.....	05
1-4-1 Zones humides marines/côtières.....	05
1-4-2 Zones humides continentales.....	06
1-4-3 Zones humides artificielles.....	06
1-5 Fonctions et valeurs des zones humides.....	07
1-5-1 Fonctions des zones humides.....	07
1-5-1-1 Productions agraires.....	07
1-5-1-2 Maîtrise des crues et des inondations.....	07
1-5-1-3 Recharge des nappes phréatiques.....	08
1-5-1-4 Epuration des eaux.....	08
1-5-1-5 Réservoir de biodiversité.....	08
1-5-1-6 Les fonctions climatiques des zones humides.....	09
1-5-1-7 Supports de développement local.....	09

1-5-2 Valeurs des zones humides.....	09
1-5-2-1 Valeur économique.....	10
1-5-2-2 Valeur biologique.....	10
1-5-2-3 Valeur esthétique.....	10
1-5-2-4 Valeur culturelle.....	11
1-5-2-5 Valeur de services.....	11
1-6 Menaces sur les zones humides.....	11
1-6-1 Changement climatique.....	12
1-6-2 Mauvaises utilisations des terres et des eaux.....	12
1-6-3 Pollution.....	12
1-6-4 Espèces invasives.....	12
1-7 Les zones humides d'importance internationale en Algérie.....	13
1-8 Les zones humides de la Wilaya d'Annaba.....	17

## **CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

### **2-1 CADRE GENERAL.....21**

2-1-1 Situation géographique.....	21
2-1-2 Géomorphologie.....	24
2-1-2-1 Les montagnes.....	25
2-1-2-2 La plaine de Annaba.....	26
2-1-2-3 Le cordon dunaielittoral.....	27
2-1-3 Réseauhydrographique.....	27
a) Sous bassin versant de l'Oued Boudjemaâ.....	28
b) Sous bassin versant de l'Oued Forcha.....	29
c) Sous bassin versant de l'Oued Sidi Harb.....	29
d) Sousbassin versant de l'Oued Bouhdid.....	29
2-1-4 Couvert végétal des sols.....	30
2-1-5 Aperçu Economique.....	31
Conclusion.....	31

### **2-2 CLIMATHOLOGIE.....32**

2-2-1 Stations de mesures.....	32
2-2-2 Variations des facteurs climatiques.....	34



<b>2-2-2-1</b>	<b>Les Précipitations.....</b>	<b>34</b>
<b>2-2-2-1-1</b>	<b>Précipitations moyennes mensuelles.....</b>	<b>34</b>
<b>2-2-2-1-2</b>	<b>Répartition saisonnière des précipitations.....</b>	<b>35</b>
<b>2-2-2-1-3</b>	<b>Précipitations moyennes annuelles.....</b>	<b>36</b>
<b>2-2-2-1-4</b>	<b>Coefficient pluviométrique (H).....</b>	<b>37</b>
<b>2-2-2-2</b>	<b>Les autres facteurs météorologiques .....</b>	<b>41</b>
<b>2-2-2-2-1</b>	<b>L'humidité relative.....</b>	<b>41</b>
<b>2-2-2-2-2</b>	<b>Le Vent.....</b>	<b>41</b>
<b>2-2-2-2-3</b>	<b>La température.....</b>	<b>42</b>
<b>2-2-2-2-4</b>	<b>Diagramme pluviométrique (Courbe de GAUSSEN et BAGNOUL <math>P = 2T</math>).....</b>	<b>43</b>
<b>2-2-2-2-5</b>	<b>Le quotient pluviothermique d'EMBERGER (1954).....</b>	<b>44</b>
<b>2-2-2-2-6</b>	<b>Détermination du type du climat (Indice de MARTONNE).....</b>	<b>45</b>
<b>2-2-3</b>	<b>Le bilan hydrique.....</b>	<b>46</b>
<b>2-2-3-1</b>	<b>L'évapotranspiration.....</b>	<b>47</b>
<b>2-2-3-1-1</b>	<b>L'évapotranspiration potentielle.....</b>	<b>47</b>
a)	Formule de SERRA.....	47
b)	Formule de THORNTHWAITE.....	48
<b>2-2-3-1-2</b>	<b>L'évapotranspiration réelle (ETR).....</b>	<b>50</b>
a)	Formule de COUTAGNE.....	50
b)	Formule de TURC.....	50
<b>2-2-3-</b>	<b>Ruissellement.....</b>	<b>51</b>
a)	Formule de TIXERON-BERKALOFF.....	51
b)	Formule de TIXERON-BERKALOFF modifié par ROMANTCHOUK.....	51
<b>2-2-3-3</b>	<b>Infiltration.....</b>	<b>52</b>
<b>2-2-4</b>	<b>Bilan hydrique selon C.W. THORNTHWAITE.....</b>	<b>52</b>
<b>2-2-5</b>	<b>L'interprétation du bilan hydrique.....</b>	<b>57</b>
a)	Station des Salines.....	57
b)	Station de Berrahal.....	57
c)	Station de Séraïdi.....	58
d)	Pont Bouchet.....	58
	<b>Conclusion.....</b>	<b>58</b>
<b>2-3</b>	<b>APERÇU GÉOLOGIQUE.....</b>	<b>60</b>
<b>2-3-1</b>	<b>Le massif de l'Edough.....</b>	<b>61</b>
<b>2-3-1-1</b>	<b>Le complexe Cristallophyllien.....</b>	<b>62</b>

a) Unité de base.....	62
b) Unité intermédiaire.....	62
b) 1- Les Micaschistes.....	62
b) 2- Le Marbre.....	63
c) Unité supérieure (série des alternances).....	63
<b>2-3-1-2 Les Roches ignées.....</b>	<b>63</b>
a) Le groupe Microgranitique.....	63
b) Le groupe Rhyolitique.....	63
c) Le groupe Dioritique.....	63
d) Le groupe Andésitiques.....	63
<b>2-3-1-3 Les terrains sédimentaires.....</b>	<b>64</b>
a) Les Flyschs ou Grès numidiens.....	65
b) Les Flyschs Sénoniens.....	65
c) Le Mio-Pliocène.....	65
<b>2-3-2 La nappe numidienne.....</b>	<b>65</b>
<b>2-3 -3 Le Quaternaire.....</b>	<b>66</b>
a) Quaternaire ancien (haute terrasse) .....	66
b) Quaternaire moyen.....	66
c) Quaternaire récent.....	66
d) Quaternaire actuel.....	66
<b>2-3-4 Tectonique.....</b>	<b>66</b>
a) Le massif de l'Edough.....	67
b) La plaine de Annaba.....	67
<b>2-3-4-1 Déformations synmétamorphiques.....</b>	<b>67</b>
<b>2-3-4-2 Déformations tardives.....</b>	<b>67</b>
<b>2-3-5 Minéralisations du massif de l'Edough.....</b>	<b>68</b>
Conclusion.....	68
<b>2-4 APERÇU HYDROGEOLOGIQUE.....</b>	<b>69</b>
<b>2-4-1 Les nappes superficielles.....</b>	<b>69</b>
✓ La nappe des dunes.....	70
✓ La nappe de gneiss altéré.....	70
✓ La nappe superficielle de Annaba.....	70
<b>2-4-2 La nappe profonde.....</b>	<b>71</b>

✓ La nappe des cipolins.....	71
✓ La nappe des graviers.....	72
<b>2-4-3</b> Piézomètre de l'aquifère.....	73
<b>2-4-3-1</b> Inventaire des points d'eau.....	73
<b>2-4-3-2</b> Carte piézométrique.....	73
<b>2-4-3-2-1</b> Calcul du gradient hydraulique.....	73
<b>2-4-3-2-2</b> Interprétation des cartes piézométriques.....	74
a) Carte piézométrique du mois de Mars 2006.....	74
b) Carte piézométrique du mois de Juillet 2006.....	75
Conclusion .....	76
<b>CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES.....</b>	<b>78</b>
<b>3-1</b> Equipement de Terrain.....	78
<b>3-2</b> Méthodologie.....	79
<b>3-2-1</b> Choix du type d'échantillonnage.....	79
a- Echantillonnage systématique.....	79
b- Echantillonnage au hasard.....	79
c- Echantillonnage stratifié.....	79
d- Echantillonnage subjectif.....	80
<b>3-2-2</b> Choix des Stations.....	80
<b>3-2-3</b> Réalisation des relevés phytoécologiques.....	81
<b>3-2-4</b> Composition d'un relevé phytoécologique.....	81
<b>3-3</b> Méthode d'analyse des données floristiques.....	82
<b>3-3-1</b> Composition floristique.....	82
<b>3-3-2</b> Richesse spécifique.....	84
<b>3-3-3</b> La fréquence relative.....	84
<b>3-3-4</b> La diversité des taxons.....	84
<b>3-4</b> Méthode d'analyse phytosociologique.....	85
<b>3-4-1</b> Echelle d'abondance-dominance selon BRAUN-BLANQUET (1960) .....	85
<b>3-4-2</b> L'indice de présence.....	85
<b>3-4-3</b> L'indice de fréquence.....	85
<b>3-5</b> Les Analyses statistiques.....	86
<b>3-5-1</b> Les indices de diversité.....	86
<b>3-5-1-1</b> L'indice de SHANNON-WEAVER.....	86

<b>3-5-1-2</b> L'indice d'équitabilité de PIELOU (1966) .....	87
<b>3-5-2</b> Les analyses multivariées.....	88
<b>3-5-2-1</b> Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) .....	88
<b>3-5-3</b> Les tests statistiques.....	89

## **CHAPITRE IV : ANALYSE DE LA FLORE TOTALE ET IDENTIFICATION DES GROUPEMENTS**

<b>4-1</b> Composition et diversité floristique.....	91
<b>4-1-1</b> Liste floristique.....	91
<b>4-1-2</b> Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées.....	102
<b>4-1-2-1</b> Saison d'Hiver.....	102
a) Relevés floristiques .....	102
b) Présence (%) et Fréquence relative (%).....	104
<b>4-1-2-2</b> Saison de printemps.....	106
a) Relevés floristiques.....	106
b) Présence (%) et Fréquence relative (%).....	108
<b>4-1-2-3</b> Saison d'Automne.....	111
a) Relevés floristiques.....	111
b) Présence (%) et Fréquence relative (%).....	113
<b>4-1-3</b> Composition Systématique et diversité floristique.....	114
<b>4-1-3-1</b> Composition Systématique.....	114
a) Saison d'Hiver.....	115
b) Saison de Printemps.....	116
c) Saison d'Automne.....	118
<b>4-1-3-2</b> Diversité floristique.....	120
a) Saison d'Hiver.....	120
b) Saison de Printemps.....	122
c) Saison d'Automne.....	123
<b>4-1-4</b> Les indices de diversité.....	125
<b>4-1-4-1</b> Saison d'Hiver.....	125
<b>4-1-4-2</b> Saison de Printemps.....	126
<b>4-1-4-3</b> Saison d'Automne.....	126
<b>4-1-5</b> Analyse globale des caractères biologiques et écologiques.....	128

<b>4-1-5-1</b> Type morphologique.....	128
<b>4-1-5-2</b> Type Biologique.....	131
<b>4-1-5-3</b> Type de diaspora.....	134
<b>4-1-5-4</b> Types de distribution phytogéographique.....	137

## **CHAPITRE V : ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS**

Introduction.....	139
<b>5-1</b> Méthodologie.....	139
<b>5-2</b> Résultats et Interprétations.....	141
<b>5-2-1-1</b> Saison d'hiver.....	141
a) Interprétation de diagramme à lignes « Stations ».....	141
b) Interprétation de diagramme à colonnes « Espèces ».....	144
c) Interprétation de diagramme de symétrie « Station – Espèces ».....	148
<b>5-2-1-2</b> Saison de printemps.....	151
a) Interprétation de diagramme à lignes « Stations ».....	151
b) Interprétation de diagramme à colonnes « Espèces ».....	154
c) Interprétation de diagramme de symétrie « Station – Espèces ».....	158
<b>5-2-1-3</b> Saison d'automne.....	161
a) Interprétation de diagramme à lignes « Stations ».....	161
b) Interprétation de diagramme à colonnes « Espèces ».....	164
c) Interprétation de diagramme de symétrie « Station – Espèces ».....	168

## **DISCUSSION**

## **CONCLUSION GENERALE**

## **PERSPECTIVES**

## **REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES**

## **ANNEXES**

# Liste des Figures

	<b>Page</b>
<b>Figure N° 01 :</b> Localisation géographique de la zone humide de Bhoukhmira.....	22
<b>Figure N° 02:</b> Carte de situation géographique de la plaine de Annaba.....	24
<b>Figure N° 03:</b> Carte Géomorphologique de la plaine de Annaba.....	25
<b>Figure N° 04 :</b> Réseau hydrographique et les sous bassin versant de la plaine de Annaba.....	28
<b>Figure N°05:</b> Localisation des stations climatologiques dans la région de Annaba.....	33
<b>Figure N°06:</b> Histogrammes des variations des pluies mensuelles aux stations considérées.....	35
<b>Figure N°07 :</b> Répartition Saisonnière des pluies pour chaque station.....	36
<b>Figure N°08 :</b> Variations interannuelles des précipitations.....	39
<b>Figure N° 09 :</b> La fréquence des vents de la région de Annaba (1978-1998).....	42
<b>Figure N°10 :</b> Histogrammes des variations des Températures mensuelles pour les stations des salines, de Séraïdi, de Berrahal et de Pont Bouchet (1980-81/2006-07).....	43
<b>FigureN°11:</b> Diagrammes Pluviothermiques.....	44
<b>Figure N°12 :</b> Etage bioclimatique de la région d'Annaba selon le climagramme d'EMBERGER (1954).....	45
<b>FigureN°13 :</b> Variation du bilan d'eau, au niveau des stations.....	56
<b>FigureN°14 :</b> La carte géologique des plaines de la région de Annaba.....	60
<b>FigureN°15:</b> Situation géographique du massif de l'Edough.....	61
<b>FigureN°16:</b> Colonne lithologique du massif de l'Edough.....	64
<b>FigureN°17 :</b> Coupe schématique du système aquifère d'Annaba.....	65
<b>FigureN°18 :</b> Schéma hydrogéologique de la plaine de Kherraza.....	72
<b>FigureN°19 :</b> Carte d'inventaire des points d'eau dans la zone d'étude.....	73

<b>FigureN°20 :</b> Carte piézométrique de la plaine de Kherraza - Mars 2006 .....	75
<b>FigureN°21 :</b> Carte piézométrique de la plaine de Kherraza, mois de Juillet 2006,.....	76
<b>FigureN°22 :</b> Stations d'étude choisies dans la zone humide de Boukhmira.....	83
<b>FigureN°23 :</b> Richesse globale des familles dans la zone humide de Boukhmira - Hiver-.....	119
<b>Figure N° 24:</b> Richesse globale des familles dans la zone humide de Boukhmira – Printemps.....	119
<b>FigureN°25:</b> Richesse globale des familles dans la zone humide de Boukhmira – Automne.....	119
<b>Figure N° 26 :</b> Répartition des types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira.....	128
<b>Figure N° 27:</b> Répartition des types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira – Hiver -.....	130
<b>Figure N° 28 :</b> Répartition des types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira – Printemps -.....	130
<b>Figure N° 29 :</b> Répartition des types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira – Automne –.....	130
<b>Figure N° 30 :</b> Répartition des types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira.....	132
<b>Figure N° 31 :</b> Répartition des types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira - Hiver-.....	133
<b>Figure N° 32 :</b> Répartition des types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira -Printemps-.....	133
<b>Figure N° 33:</b> Répartition des types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira -Automne-.....	134
<b>Figure N° 34 :</b> Répartition des types de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira.....	135
<b>Figure N° 35 :</b> Répartition des types de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira-Hiver-.....	136
<b>Figure N °36 :</b> Répartition des types de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira-Printemps-.....	137
<b>Figure N °37 :</b> Répartition des types de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira-Automne-.....	137

<b>Figure N°38</b> : Répartition des types de distribution phytogéographique au niveau de la zone humide de Boukhmira.....	138
<b>Figure N° 39</b> : Plan Factoriel « Stations » – Hiver-.....	143
<b>Figure N° 40</b> : Plan Factoriel « Espèces » – Hiver-.....	146
<b>Figure N° 41</b> : Plan Factoriel « Stations - Espèces » – Hiver-.....	150
<b>Figure N° 42</b> : Plan Factoriel « Stations » – Printemps-.....	152
<b>Figure N° 43</b> : Plan Factoriel « Espèces » – Printemps-.....	156
<b>Figure N° 44</b> : Plan Factoriel « Stations - Espèces » – Printemps-.....	160
<b>Figure N° 45</b> : Plan Factoriel « Stations » – Automne-.....	162
<b>Figure N° 46</b> : Plan Factoriel « Espèces » – Automne.....	165
<b>Figure N° 47</b> : Plan Factoriel « Stations - Espèces » – Automne-.....	169



# Liste des Tableaux

	Page
<b>Tableau N°01 :</b> Productivité de quelques écosystèmes humides.....	09
<b>Tableau N°2 :</b> Les sites d'Algérie inscrits sur la Liste de la convention de RAMSAR des zones humides d'importance internationale entre 1982 et 2011.....	14
<b>Tableau N°3 :</b> Les zones humides recensées au niveau de la Wilaya de Annaba.....	18
<b>Tableau N°4:</b> Caractéristiques géographiques des stations étudiées.....	33
<b>Tableau N° 5:</b> Précipitations moyennes annuelles calculée pour chaque station.....	37
<b>Tableau N°6:</b> Coefficient pluviométrique calculé.....	38
<b>Tableau N° 7 :</b> Les années excédentaires et déficitaires, calculées pour chaque station.....	40
<b>Tableau N° 8 :</b> Les moyennes mensuelles de l'humidité relative et la vitesse du vent (stations de Séraïdi et les Salines).....	41
<b>Tableau N°09:</b> Fréquence des vents de la région de Annaba (1978-1998).....	42
<b>Tableau N°10:</b> l'ETP selon la formule de SERRA (en mm).....	48
<b>Tableau N° 11 :</b> l'ETP selon la formule de THORNTHWAITE (en mm).....	49
<b>Tableau N° 12 :</b> l'ETR d'après la méthode de COUTAGNE(en mm).....	50
<b>Tableau N° 13 :</b> l'ETR d'après la méthode de TURC (en mm).....	51
<b>Tableau N° 14:</b> Ruissellement selon la formule de TIXERON-BERKALOFF modifié par ROMANTCHOUK (en mm).....	51
<b>Tableau N° 15 :</b> Bilan hydrique.....	52
<b>Tableau N° 16 :</b> Estimation des valeurs de la RFU selon la formule de HALLAIRE.....	53
<b>Tableau N° 17 :</b> Bilan hydrique (méthode de C. W THORNTHWAITE - Station les Salines) (1980-81/2006-07).....	54
<b>Tableau N° 18 :</b> Bilan hydrique (méthode de C. W THORNTHWAITE - Station Berrahal) (1980-81/2006-07).....	54
<b>Tableau N° 19 :</b> Bilan hydrique (méthode de C. W THORNTHWAITE - Station de Séraïdi) (1980-81/2006-07).....	55

<b>Tableau N° 20 :</b> Bilan hydrique (méthode de C. W THORNTHWAITE- Station de Pont Bouchet) (1980-81/2006-07).....	55
<b>Tableau N°21:</b> Valeurs de l'évapotranspiration réelle selon les différentes méthodes.....	56
<b>Tableau N°22:</b> Description géologique et hydrogéologique de la plaine de Annaba.....	71
<b>Tableau N°23 :</b> Espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (famille, genre, type morphologique, type biologique, type de diaspora, type biogéographique).....	91
<b>Tableau N° 24 :</b> Espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (famille, genre, type morphologique, type biologique, type de diaspora, type biogéographique) – Hiver...	95
<b>Tableau N° 25 :</b> Espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (famille, type biologique, type morphologique, type biogéographique)–Printemps -.....	97
<b>Tableau N° 26 :</b> Espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (famille, type biologique, type morphologique, type biogéographique) – Automne –.....	100
<b>Tableau N° 27 :</b> Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira -Hiver-.....	104
<b>Tableau N° 28 :</b> Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira -Printemps -.....	108
<b>Tableau N° 29 :</b> Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira -Automne -.....	113
<b>Tableau N° 30 :</b> Richesse globale des familles en espèces et en genres dans la zone humide de Boukhmira.....	114
<b>Tableau N°31 :</b> Richesse globale des familles en espèces et en genres dans la zone humide de Boukhmira -Hiver-.....	116
<b>Tableau N° 32 :</b> Richesse globale des familles en espèces et en genres dans la zone humide de Boukhmira - Printemps -.....	117
<b>Tableau N° 33 :</b> Richesse globale des familles en espèces et en genres dans la zone humide de Boukhmira - Automne –.....	118
<b>Tableau N° 34 :</b> Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira.....	120
<b>Tableau N° 35 :</b> Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira -Hiver-.....	121
<b>Tableau N° 36 :</b> Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira -Printemps -.....	122

<b>Tableau N° 37 :</b> Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira -Automne-	124
<b>Tableau N° 38 :</b> Valeurs moyennes des indices de diversité dans les différentes stations -Hiver-	125
<b>Tableau N° 39 :</b> Valeurs moyennes des indices de diversité dans les différentes stations -Printemps-	126
<b>Tableau N° 40 :</b> Valeurs moyennes des indices de diversité dans les différentes stations -Automne-	127
<b>Tableau N° 41 :</b> Analyse globale de types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira	128
<b>Tableau N° 42 :</b> Analyse globale de types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira par saison	129
<b>Tableau N° 43 :</b> Analyse globale de types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira	131
<b>Tableau N° 44 :</b> Analyse globale de types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira par saison	133
<b>Tableau N° 45 :</b> Analyse globale de type de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira	135
<b>Tableau N° 46 :</b> Analyse globale de type de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira par saison	136
<b>Tableau N° 47 :</b> Types de distribution phytogéographique au niveau de la zone humide de Boukhmira	138
<b>Tableau N° 48 :</b> Valeurs propres et pourcentages d’Inertie pour les deux premiers axes de l’AFC « Stations »	141
<b>Tableau N° 49 :</b> Contributions des Stations pour les Axes 01 et 02 – Hiver –	142
<b>Tableau N° 50 :</b> Stations à fortes contributions pour les Axes 01 et 02 – Hiver-	144
<b>Tableau N° 51 :</b> Contributions des Espèces pour les Axes 01 et 02 – Hiver –	145
<b>Tableau N° 52 :</b> Espèces à fortes contributions pour les Axes 01 et 02 – Hiver-	148
<b>Tableau N° 53 :</b> Valeurs propres et pourcentages d’Inertie pour les deux premiers axes de l’AFC « Stations »	151
<b>Tableau N° 54 :</b> Contributions des Stations pour les axes 01 et 02 – Printemps –	152

<b>Tableau N° 55 :</b>	Stations à fortes contributions pour les axes 01 et 02 – Printemps-...	153
<b>Tableau N° 56 :</b>	Contributions des Espèces pour les axes 01 et 02 – Printemps – .....	154
<b>Tableau N° 57 :</b>	Espèces à fortes contributions pour les axes 01 et 02 – Printemps-.....	158
<b>Tableau N° 58 :</b>	Valeurs propres et pourcentages d’Inertie pour les deux premiers axes de l’AFC « Stations » .....	161
<b>Tableau N° 59 :</b>	Contributions des Stations pour les axes 01 et 02 – Automne –.....	161
<b>Tableau N° 60 :</b>	Stations à fortes contributions pour les axes 01 et 02 – Automne-.....	163
<b>Tableau N° 61 :</b>	Contributions des Espèces pour les axes 01 et 02 – Automne –.....	164
<b>Tableau N° 62 :</b>	Espèces à fortes contribution pour l’axe 01 et 02 – Automne –.....	167

# **INTRODUCTION GENERALE**

---

# INTRODUCTION GENERALE

Les zones humides sont des sites de transition entre les milieux terrestres et les milieux aquatiques. Elles se distinguent par des sols hydromorphes, une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année et abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces (GROSS, 1999).

Par leur richesse floristique, faunistique et leur biodiversité, les zones humides jouent un rôle important dans l'épuration des eaux, le développement de la pêche, la production du bois, la prévention des inondations, le captage des sédiments, la recharge des nappes phréatiques, la stabilisation des berges et l'atténuation des forces érosives (HOLLIS, 1989). Ce qui a attiré l'attention de plusieurs organismes et pays à l'établissement de règles régissant le contrôle, la gestion, la protection et la sauvegarde de ces écosystèmes continentaux.

L'Algérie est riche en zones humides qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle. Aujourd'hui, nous savons qu'elles jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs.

Les zones humides sont détruites à un rythme sans précédent, elles sont privées de leur eau par des pompages excessifs ou par la construction de barrages, elles sont même complètement drainées au profit de l'agriculture. Durant la colonisation, cela a été le cas pour de nombreuses zones humides en Algérie, tel que lac Fetzara qui a subi plusieurs tentatives d'assèchement heureusement échouées (BOUMEZBEUR, 2008).

Les zones humides algériennes sont également caractérisées par une végétation diversifiée qui comprend du phytoplancton, des algues, des plantes supérieures (phragmites, arbustes et arbres notamment). Relativement peu connue encore, plusieurs thèmes de recherches lui sont consacrés (notamment : KADID, 1989 et 1999; MIRI, 1996; CHEROUANA, 1996; MOKRANE, 1999; DJAABOUB, 2003; BOUZGHINA, 2003).

La présente étude est basée sur l'inventaire de la flore de la zone humide de Boukhmira et consiste en une analyse quantitative et qualitative de cette flore à travers des paramètres significatifs: composition globale (nombre de taxons), endémisme, rareté, diversité spécifique, types morphologique, types biologiques et répartition biogéographique, afin de souligner l'importance de la diversité floristique de cette zone humide et analyser les principaux facteurs qui influent sur le couvert végétal.

Ce présent travail est organisé en cinq chapitres:

\*Le premier chapitre est consacré à des généralités sur les zones humides.

\*Le second chapitre présentera la zone d'étude en insistant sur le climat de la région avec les caractéristiques saisonnières des variations de la pluviométrie et de l'évaporation qui peuvent influencer l'abondance, la diversité et la répartition de la végétation avec une étude géologique, hydrogéologique et un aperçu sur la situation socio – économique de la région.

\*Le troisième chapitre sera réservé aux matériel et méthodes d'étude, dans lequel on va présenter les campagnes d'échantillonnage, les techniques analytiques et les outils de traitement des données.

\*Le quatrième chapitre récapitule les différents résultats obtenus de l'étude des groupements végétaux inventoriés au niveau de la zone humide de Boukhmira. Cette étude est basée sur des campagnes de relevés dont l'objectif principal est d'analyser la composition de ces groupements pendant les trois saisons d'échantillonnage (Automne, Printemps, Hiver).

\*Le dernier chapitre regroupe les résultats des analyses statistiques obtenus. L'Analyse Factorielle des Correspondances a été adopté comme principal outil d'analyse, les inventaires donnent des informations sur le degré de rareté des espèces, permettant de faire une évaluation de l'intérêt de site dans la préservation de la zone et le degré de la dégradation causée par la forte pression de l'anthropisation. Une synthèse globale des principaux résultats relatifs aux sites a permis, entre autre, la comparaison des groupements végétaux des différents types des zones humides.

## CHAPITRE I

---

# **SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE**



# CHAPITRE I : SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE

## 1-1 Définitions des zones humides

Définir les zones humides n'est pas chose aisée et selon les formations (scientifiques, juristes) diverses définitions existent :

### 1-1-1 Approche des scientifiques et écologistes :

Le terme « zones humides » est apparu en France à la fin des années 1960, introduit par les scientifiques et protecteurs de la nature ; cette expression est une traduction du mot « *wetland* » utilisé aux USA depuis le 17<sup>ème</sup> siècle.

Cette expression nomme des milieux variés regroupés par la présence d'eau douce, salée ou saumâtre et la faible profondeur de celle-ci, il s'agit de marais, marécages, estuaires, lagunes, étangs, tourbières...

En 1982, TOUFFET propose une définition dans le dictionnaire essentiel d'écologie, selon lui les zones humides sont « tous les milieux où le plan d'eau se situe au niveau de la surface du sol ou à proximité. Ils se trouvent ainsi saturés d'eau de façon permanente ou temporaire par des eaux courantes ou stagnantes, douces, saumâtres ou salées. Il s'y développe une végétation adaptée à un engorgement plus ou moins permanent. On comprend dans les zones humides : les zones halophiles et saumâtres, les marais arrière-littoraux, les marais continentaux, les tourbières, les bordures d'étangs et les berges des eaux courantes, les prairies, landes et bois humides établis sur des sols hydro morphes».

Dans le Dictionnaire Encyclopédique de l'écologie, RAMADE (1993) introduit les menaces qui pèsent sur ces milieux singuliers. Ainsi, « zone humide » apparaît être un « Terme général désignant tous les biotopes aquatiques marécageux ou lagunaires, continentaux ou littoraux. Ces derniers sont particulièrement menacés par les drainages et les assèchements pour leur mise en culture ».

Selon BOUDE en 1994 d'autres définitions plus sommaires ont été élaborées, néanmoins en 1991, une définition écologique plus globale est apparue. BARNAUD propose la définition suivante : «Les zones humides se caractérisent par la présence permanente ou temporaire, en surface ou à faible profondeur dans le sol d'eau disponible douce, saumâtre ou salée. Souvent en position d'interface de transition entre milieux terrestres et milieux aquatiques proprement dits, elles se distinguent par des sols hydromorphes ou non évolués, et/ou une végétation dominante composée de plantes hygrophiles au moins pendant une partie de l'année. Enfin elles nourrissent et/ou abritent de façon continue ou momentanée des espèces animales inféodées à ces espaces».

A cette définition s'ajoute une liste d'écosystèmes plus ou moins communs appartenant aux zones humides, il s'agit des « marais, marécages, fondrières, fagnes, pannes, roselières, tourbières, prairies humides, marais agricoles, landes et bois

marécageux, forêts alluviales et ripisylves marécageuses, mares y compris les temporaires, étangs, bras-morts, grèves à émergence saisonnière, vasières, lagunes, prés-salés, marais salicoles, rizières, mangroves, etc.. Elles se trouvent en lisière de source, de ruisseaux, de fleuves, de lacs, en bordure de mer, de baies et d'estuaires, dans les deltas, dans les dépressions de vallée ou dans les zones de suintements à flanc de collines ».

### **1-1-2 Définition de la convention RAMSAR**

La convention RAMSAR signée en 1971 en Iran a pour but de protéger les zones humides au niveau international.

Les articles 1.1 et 1.2 donnent une définition large.

Les zones humides sont selon la convention « des étendues de marais, de fagnes, de tourbières ou d'eaux naturelles ou artificielles, permanentes ou temporaires, où l'eau est stagnante ou courante, douce, saumâtre ou salée, y compris des étendues d'eaux marines dont la profondeur à marée basse n'excède pas six mètres ».

L'article 2.1 rajoute que les zones humides pourront inclure des zones de rives ou de côtes adjacentes à la zone humide et des îles ou des étendues d'eau marine d'une profondeur supérieure à six mètres à marée basse, entourées par la zone.

La convention ajoute à cette définition de type juridique une longue liste d'écosystèmes et de milieux créés par l'homme concernés par cette convention.

## **1-2 Régime hydrique des zones humides**

### **1-2-1 Les apports d'eau dans les zones humides**

On peut distinguer trois types principaux d'alimentation en eau :

#### **a) Les précipitations**

Peuvent alimenter les zones humides de façon directe. Selon le type de zone humide et sa situation géographique, les précipitations contribueront d'une façon plus ou moins importante à son alimentation hydrique. Pour certains milieux particuliers les précipitations sont l'unique apport d'eau de la zone humide.

#### **b) Les eaux de surface**

Sont également une source d'alimentation pour de nombreuses zones humides. Elles peuvent provenir du ruissellement des précipitations arrivées sur un bassin versant et finissant leur trajet dans les secteurs topographiquement plus bas (cuvettes, dépressions, talwegs, etc.). Elles peuvent être apportées par un cours d'eau qui se déverse directement dans la zone humide. Les crues de ces cours d'eau peuvent aussi participer à l'alimentation des zones humides grâce aux débordements.

#### **c) Les écoulements souterrains**

Peuvent participer de manière importante à l'alimentation en eau des zones humides. Il peut s'agir de l'eau mobile contenue dans l'épaisseur des sols des versants et

qui s'accumule dans les points bas. Il s'agit également de l'eau des nappes qui peut alimenter certaines zones humides soit en un point d'émergence précis (une source) soit sur des étendues plus vastes lorsque la nappe affleure.

### **1-2-2 Les sorties d'eau**

L'eau présente dans les zones humides n'est pas stockée indéfiniment. Après un temps de séjour dont la durée est extrêmement variable d'une zone humide à l'autre, l'eau sera naturellement évacuée en dehors du système par diverses voies : atmosphère, transferts superficiels et transferts souterrains.

Dans tous les milieux humides, une partie de l'eau sera restituée dans l'atmosphère, ce processus d'évapotranspiration combine à la fois l'évaporation directe de l'eau présente dans les sols et l'évaporation induite par le métabolisme des végétaux.

Des transferts superficiels, sous forme de ruissellement, participent de manière importante au bilan hydrologique de la zone humide particulièrement lorsqu'elles sont situées dans les zones de bas-fonds. Dans ces milieux humides où le sol est quasiment saturé en eau, les apports sont majoritairement évacués par les transferts superficiels et alimentent parfois d'autres zones humides de taille plus restreinte. Ces dernières peuvent alors prendre une part importante dans la « rétention superficielle » à l'échelle du bassin versant.

Des transferts souterrains peuvent prendre une part plus ou moins importante dans le fonctionnement hydrologique de la zone humide. Selon le contexte, l'eau est susceptible de rejoindre les aquifères profonds et participe ainsi à la recharge des nappes.

## **1-3 Caractérisation des zones humides**

Le régime hydrique (inondation ou saturation), la végétation hygrophile et l'hydromorphie du sol sont les trois caractéristiques essentielles des zones humides.

Les différents critères ainsi que les méthodes utilisées pour observer et/ou mesurer les paramètres liés à ces critères sont définies ci-dessous :

### **1-3-1 Critère Hydrologie**

En raison de l'importance du rôle de l'eau, sa présence en surface ou à une très faible profondeur dans le sol (à moins de 50 cm) est l'un des premiers paramètres ou critères à rechercher. La présence d'eau en surface ou la saturation du sol pendant plusieurs jours au cours de la saison de végétation, crée des conditions particulières d'anaérobiose au niveau du sol qui affectent le type de végétation qui se met en place ainsi que le développement du sol. L'importance et la durée de l'inondation ou de la saturation dépendent de plusieurs facteurs, notamment de la hauteur et de la répartition des précipitations, des écoulements en surface et en profondeur, de la nature du sol, de la topographie.

### **1-3-2 Critère Hydromorphie**

L'hydromorphie du sol, permet d'avoir des indications sur l'histoire de la constitution ou des perturbations éventuelles qui ont affecté la zone humide. En effet, comme la tourbe (qui garde les pollens permettant de retracer l'évolution de la végétation environnante au cours du temps) le sol garde en " mémoire ", dans le profil, les conditions écologiques qui ont prévalu lors de sa formation. Ainsi, certaines zones humides très artificialisées par l'homme (drainage, endiguement...) et n'ayant plus de fonctionnement hydrologique et de végétation caractéristiques de zone humide conservent dans le sol les traces de l'hydromorphie. Le sol est donc un bon critère pour identifier les zones humides potentielles. Ce critère est important à la fois pour localiser les zones susceptibles de bénéficier d'actions de restauration (prévues dans le plan d'action pour les zones humides) et négocier avec les usagers, notamment les professionnels de l'agriculture, les conditions d'une réversibilité.

### **1-3-3 Critère Floristique**

La végétation est sans doute la composante de l'écosystème qui intègre le mieux les paramètres caractérisant les différentes zones humides: importance et durée de l'inondation, chimie de l'eau (salinité, pH, potentiel Redox, etc.). Elle traduit les conditions qui existent dans la zone humide à la fois sur le plan hydrologique et pédologique. C'est pourquoi, la végétation occupe une place particulière dans tous les manuels de caractérisation des zones humides à travers le monde.

La végétation est un critère explicite de la loi sur l'eau de 1992. Cette dernière considère qu'une zone est humide si " la végétation, quand elle existe, y est dominée par des plantes hygrophiles pendant au moins une partie de l'année ". La loi fait donc référence à trois notions qu'il est important de définir et expliciter: espèces hygrophiles, végétation et dominance.

#### **1-3-3-1 Espèces hygrophiles :**

Ces espèces caractéristiques de zones humides peuvent être réparties dans trois grands types de végétaux :

##### **a) les hydrophytes**

Ce sont des plantes strictement aquatiques qui développent la totalité de leur appareil végétatif dans l'eau ou à la surface. Elles peuvent être flottantes (Lentilles d'eau), en surface (Nénuphars), entre deux eaux (Utriculaires) ou complètement submergées (Isoètes, Potamots, Zostères, Posidonies, Ruppies...).

##### **b) les hélophytes**

Ce sont des plantes qui sont enracinées dans un sol submergé une partie de l'année et qui développent un appareil végétatif aérien. Elles se rencontrent dans les plans d'eau peu profonds comme les lagunes ou en bordure de plans d'eau. On parle aussi de plantes émergentes (Roseaux, Scirpes et Joncs lacustres, Massettes,...).

### **c) les halophytes**

Ce sont les espèces végétales qui tolèrent le sel et qui se développent plutôt dans des eaux salées ou saumâtres (Salicornes, Soudes, Obiones,...). Ces espèces subdivisées en halophytes strictes ou tolérantes sont surtout caractéristiques des zones humides littorales proches de la mer.

### **1-3-3-2 La végétation et la dominance**

A cette notion de végétation s'ajoute celle de formation végétale définie comme « Un ensemble de végétaux qui peuvent appartenir à des espèces différentes mais qui présentent pour la plupart, des caractères convergents dans leurs formes biologiques et parfois dans leurs comportements ». Pour FLAHAULT (1901), qui a introduit cette notion, certaines espèces sont dominantes, soit parce qu'elles sont caractéristiques du paysage végétal par la taille, le nombre, la forme ou la durée des individus (espèces sociales) soit par l'action qu'elles exercent sur l'habitat en créant pour ainsi dire la station.

Cette notion tient compte de l'abondance des espèces et de leur recouvrement dans les différentes strates qui composent la végétation. Les espèces dominantes sont donc " Celles que l'on voit " et qui par leur abondance ou recouvrement importants vont marquer le paysage végétal.

### **1-4 Types de zones humides**

Selon la définition retenue, les zones prises en compte varient. Ainsi, la convention RAMSAR répertorie trente (30) groupes de zones humides naturelles et neuf (09) groupes de zones humides artificielles qu'il est possible de regrouper en cinq (05) grands systèmes : les estuaires, le milieu marin, le milieu riverain, le milieu palustre et le milieu lacustre.

La délimitation précise des zones humides relevait de l'impossible, car il existe pour une même zone humides trois types de délimitations (BARNAUD, 2000): effective (celle qui est observée), efficace (limite définie par les fonctions assurées par l'écosystème) et potentielle (les limites de la zone humides si l'homme n'avait pas à jouer un rôle au niveau de ces écosystèmes).

#### **1-4-1 Zones humides marines/côtières**

**Eaux marines peu profondes et permanentes** : dans la plupart des cas d'une profondeur inférieure à six mètres à marée basse ; y compris baies marines et détroits.

**Lits marins aquatiques subtidaux**; y compris lits de varech, herbiers marins, prairies marines tropicales.

**Récifs coralliens.**

**Rivages marins rocheux**; y compris îles rocheuses, falaises marines.

**Rivages de sable fin, grossier ou de galets** ; y compris bancs et langues de sable, îlots sableux, systèmes dunaires et dépressions intra dunales humides.

**Eaux d'estuaires** : eaux permanentes des estuaires et systèmes deltaïques estuariens.

**Vasières, bancs de sable ou de terre salée intertidaux.**

**Marais intertidaux**; y compris prés salés, schorres, marais salés levés, marais cotidaux saumâtres et d'eau douce.

**Zones humides boisées intertidales;** y compris marécages à mangroves, marécages à palmiers nipa et forêts marécageuses cotidales d'eau douce.

**Lagunes côtières saumâtres/salées;** y compris lagunes saumâtres à salées reliées à la mer par un chenal relativement étroit au moins.

**Lagunes côtières d'eau douce;** y compris lagunes deltaïques d'eau douce.

#### **1-4-2 Zones humides continentales**

**Deltas intérieurs permanents.**

**Rivières/cours d'eau/ruisseaux permanents;** y compris cascades.

**Rivières/cours d'eau/ruisseaux saisonniers/intermittents/irréguliers.**

**Lacs d'eau douce permanents** (plus de 8 hectares); y compris grands lacs de méandres.

**Lacs d'eau douce saisonniers/intermittents** (plus de 8 hectares ; y compris lacs des plaines d'inondation).

**Lacs salés/saumâtres/alcalins permanents.**

**Lacs salés et étendues/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents.**

**Mares/marais salins/saumâtres/alcalins permanents.**

**Mares/marais salins/saumâtres/alcalins saisonniers/intermittents.**

**Mares/marais d'eau douce permanents;** étangs (moins de 8 hectares), marais et marécages sur sols inorganiques ; avec végétation émergente détrempée durant la majeure partie de la saison de croissance au moins.

**Mares/marais d'eau douce saisonniers/intermittents sur sols inorganiques;** y compris fondrières, marmites torrentielles, prairies inondées saisonnièrement, marais à lâches.

**Tourbières non boisées;** y compris tourbières ouvertes ou couvertes de buissons, marécages, fagnes.

**Zones humides alpines;** y compris prairies alpines, eaux temporaires de la fonte des neiges.

**Zones humides de toundra;** y compris mares de la toundra, eaux temporaires de la fonte des neiges.

**Zones humides dominées par des buissons;** marécages à buissons, marécages d'eau douce dominés par des buissons, saulaies, aulnaies ; sur sols inorganiques.

**Zones humides d'eau douce dominées par des arbres;** y compris forêts marécageuses d'eau douce, forêts saisonnièrement inondées, marais boisés ; sur sols inorganiques.

**Tourbières boisées;** forêts marécageuses sur tourbière.

**Sources d'eau douce; oasis.**

**Zones humides géothermiques.**

**Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, continentaux.**

#### **1-4-3 Zones humides artificielles**

**Étangs d'aquaculture** (poissons, crevettes).

**Étangs;** y compris étangs agricoles, étangs pour le bétail, petits réservoirs; (généralement moins de 8 hectares).

**Terres irriguées;** y compris canaux d'irrigation et rizières.

**Terres agricoles saisonnièrement inondées.**

**Sites d'exploitation du sel ;** marais salants, salines, etc.

**Zones de stockage de l'eau;** réservoirs/barrages/retenues de barrages/retenues d'eau (généralement plus de 8 hectares).

**Excavations ;** gravières/ballastières/glaisières; sablières, puits de mine.

**Sites de traitement des eaux usées;** y compris champs d'épandage, étangs de sédimentation, bassins d'oxydation, etc.

**Canaux et fossés de drainage, rigoles.**

**Systèmes karstiques et autres systèmes hydrologiques souterrains, artificiels**

## **1-5 Fonctions et valeurs des zones humides**

### **1-5-1 Fonctions des zones humides**

Le fonctionnement complexe des zones humides, largement lié à l'eau, a longtemps été méconnu et est encore souvent incompris au niveau local. Pourtant l'eau est autant crainte que recherché, d'où l'importance des aménagements hydrauliques propres à chaque société.

L'agriculture intensive et les infrastructures de gestion de l'eau mises en place au milieu du 20<sup>ème</sup> siècle montrent aujourd'hui de graves signes de faiblesses qui montrent ainsi la faiblesse de nos connaissances des zones humides et les insuffisances des politiques de gestion de l'eau.

Les fonctions des zones humides sont donc nombreuses; celles présentées ci-dessous sont les principales:

#### **1-5-1-1 Productions agraires**

La grande fertilité des sols des zones humides, associée à la disponibilité d'eau permet une productivité biologique exceptionnelle. Alors que les terres inondées en permanence peuvent être vouées à la pisciculture, chasse et exploitation des roseaux, les terres émergées les plus humides fournissent des pâturages ou des prés de fauche. Les terres les plus hautes, bien qu'inondées de temps à autres, peuvent être consacrées aux grandes cultures, arboriculture et maraîchage.

#### **1-5-1-2 Maîtrise des crues et des inondations**

Les terres les plus basses près des cours d'eau sont des champs d'expansion des crues naturels et dont la capacité est énorme.

Le stockage des eaux de crues et le soutien des étiages concernent essentiellement les zones humides situées à proximité des cours d'eau, en lit majeur mais les multiples zones humides disséminées au sein du bassin versant participent également à cette fonction de stockage, notamment celles situées en tête de bassin.

D'une manière générale la capacité de régulation des pics de crues par les zones humides dépend de leurs caractéristiques intrinsèques et de la superficie qu'elles occupent au sein d'un bassin versant.

Une synthèse réalisée sur le sujet, basée sur l'analyse de 400 sites à travers le monde, a montré que plus de 80% des plaines alluviales participaient efficacement à la diminution et au retardement des pics de crues. Les autres systèmes humides, notamment ceux situés sur les versants, se montraient moins efficaces (BULLOCK, 2003).

Les zones humides participent donc efficacement à la régulation des pics de crues, limitant ainsi le risque d'inondation en zone urbaine.

#### **1-5-1-3 Recharge des nappes phréatiques**

Certaines zones humides permettent une recharge directe des nappes phréatiques grâce à la perméabilité du sol et à la proximité directe de la nappe.

L'introduction d'eau en hiver dans ces zones permet donc d'alimenter cette nappe, alors qu'en période estivale c'est cette dernière qui maintient l'humidité.

#### **1-5-1-4 Epuration des eaux**

Le phosphore et l'azote sont deux éléments présents dans la nature et constituent les éléments de base pour la croissance des végétaux, c'est pourquoi ils sont à l'origine d'un type de pollution appelé «Eutrophisation». En effet, lorsque ces deux éléments se retrouvent en quantité anormalement élevée dans un milieu naturel, ils provoquent une forte augmentation de la production végétale, entraînant des modifications en chaîne et des déséquilibres dans les systèmes naturels, en particulier les milieux aquatiques.

En ce qui concerne le phosphore, la capacité de rétention des zones humides est très variable en fonction du contexte et de la complexité des échanges avec les milieux aquatiques adjacents. Certaines études montrent que les quantités de phosphore retenues peuvent être très importantes, participant ainsi à l'épuration des eaux et donc à l'amélioration de sa qualité.

D'une manière générale, dans les zones humides, les mécanismes de transformation de l'azote sont différents à ceux observés dans les écosystèmes « Classiques » à cause de l'absence d'oxygène. Dans ces conditions, l'azote organique est transformé en formes gazeuses ( $\text{NO}_x$ ,  $\text{N}_2$ ) qui sont alors rejetés dans l'atmosphère.

L'intérêt de ce mécanisme est de diminuer les quantités de nitrates ( $\text{NO}_3$ ) présentes dans les milieux aquatiques. Les capacités d'épuration d'une zone humide donnée sont toutefois limitées et il serait erroné de voir ces milieux naturels comme des filtres capables de retenir les polluants déversés en excès. Cette idée pourrait être renforcée par le fait que des zones humides artificielles sont créées uniquement dans un but d'épuration des eaux. Dans un fonctionnement naturel, les zones humides peuvent épurer une certaine quantité de nutriments, mais il existe un seuil au-delà duquel ces fonctions ne peuvent être maintenues et pour lequel la qualité des zones humides est aussi altérée. Il est donc nécessaire de maintenir les zones humides pour leur rôle d'épuration naturelle et d'amélioration de la qualité de l'eau, mais la réduction des quantités de polluants à la source est également indispensable.

Le maintien de la qualité de l'eau fait partie des services rendus par les zones humides.



### 1-5-1-5 Réservoir de biodiversité

Les zones humides constituent un réservoir de biodiversité. Ainsi, en France, 30% des espèces végétales remarquables et menacées vivent dans les zones humides; environ 50% des espèces d'oiseaux dépendent de ces zones et les 2/3 des poissons consommés s'y reproduisent ou s'y développent.

Les zones humides assument dans leur globalité les différentes fonctions essentielles à la vie des organismes qui y sont inféodés:

- fonction d'alimentation : découlant de la richesse et de la concentration en éléments nutritifs observées dans ces zones, les marais assurent ainsi une mise à disposition de ressources alimentaires pour de nombreuses espèces animales localement et à distance par exportation de matière organique.
- fonction de reproduction : la présence de ressources alimentaires variées et la diversité des habitats constituent des éléments essentiels conditionnant la reproduction des organismes vivants.
- fonction d'abri, de refuge et de repos notamment pour les poissons et les oiseaux.

Ces fonctions biologiques confèrent aux zones humides une extraordinaire capacité à produire de la matière vivante; elles se caractérisent ainsi par une productivité biologique nettement plus élevée que les autres milieux.

**Tableau N° 01 : Productivité de quelques écosystèmes humides**

Lacs tempérés	1,3 g m.s./m <sup>2</sup> /j
Littoraux	1,6 g m.s./m <sup>2</sup> /j
Étangs tempérés	1,6 g m.s./m <sup>2</sup> /j
Culture intensive de maïs	2,2 g m.s./m <sup>2</sup> /j
Rizières	3,8 g m.s./m <sup>2</sup> /j
Lacs tropicaux	4,7 g m.s./m <sup>2</sup> /j
Forêts humides tropicales	5,5 g m.s./m <sup>2</sup> /j
Marais tempérés	5,5 g m.s./m <sup>2</sup> /j
Estuaires, mangroves, récifs	16 g m.s./m <sup>2</sup> /j

### 1-5-1-6 Les fonctions climatiques des zones humides

Les zones humides participent aussi à la régulation des microclimats. Les précipitations et la température atmosphérique peuvent être influencées localement par les phénomènes d'évaporation intense d'eau au travers des terrains et de la végétation (évapotranspiration) qui caractérisent les zones humides. Elles peuvent ainsi tamponner les effets des sécheresses au bénéfice de certaines activités agricoles.

### **1-5-1-7 Supports de développement local**

De nombreuses activités humaines peuvent se développer sur le territoire des zones humides. L'agriculture, l'élevage, la pêche, la chasse, la randonnée, la découverte de la nature, l'éducation à l'environnement, l'agri/écotourisme... sont autant de possibilités qui s'offrent à ces territoires exceptionnels.

### **1-5-2 Valeurs des zones humides**

La valeur d'un territoire peut naturellement être évaluée selon sa valeur foncière ou selon la valeur de sa production agricole, cependant d'autres valeurs doivent être considérées dans une perspective de développement durable qui vise une approche globale.

Ainsi les zones humides sont un exemple remarquable de par la multiplicité et l'importance de ces autres valeurs.

#### **1-5-2-1 Valeur économique**

Donner un prix à la nature, évaluer économiquement les services rendus par les écosystèmes est un exercice relativement récent et qui a certainement été une étape indispensable pour une meilleure prise en compte des milieux naturels dans nos sociétés. Pour les zones humides, les estimations se basent sur la valeur marchande des productions issues de ces milieux et tentent de chiffrer les services qu'elles procurent à la collectivité. Ces évaluations s'appuient bien souvent sur le coût des dommages évités (dégâts causés par des inondations par exemple), les coûts de protection (construction de digues) ou les coûts de remplacement des services (traitement des eaux).

Les chiffres sont édifiants et très certainement sous-estimés et de nombreuses valeurs non marchandes (présence d'espèces rares, valeur culturelle, ...) restant difficilement chiffrables.

La valeur des zones humides à l'échelle mondiale est estimée à 15 000 milliards d'Euros, soit environ la moitié de la valeur globale de l'ensemble des écosystèmes à l'échelle planétaire. Les marais et plaines inondables intérieures ont été évalués à environ 20 000 Euros/ha. Même si ces évaluations économiques représentent un argument en faveur de la sauvegarde de ces milieux, il serait dangereux de le considérer comme l'unique critère de préservation. Elles permettent toutefois d'illustrer et de rendre compréhensible les notions de fonctionnalités et de services.

#### **1-5-2-2 Valeur biologique**

Les zones humides possèdent une biodiversité exceptionnelle alors qu'elles ne représentent qu'une petite des terres émergées. A l'échelle planétaire, elles occupent environ 6,4% de la surface des continents, mais accueilleraient de façon permanente ou temporaire de 12% à 15% de la faune mondiale (BARNAUD, 2007).

Cette richesse patrimoniale s'explique à la fois par la diversité et l'hétérogénéité de ces milieux et à la fois par des conditions de vie extrêmes auxquelles les organismes se sont adaptés au cours des processus évolutifs. On peut de ce fait y observer des espèces particulièrement bien adaptées et ne vivant dans aucun autre type de milieux.

Les zones humides représentent donc un réel enjeu pour le maintien de la biodiversité, les pressions et menaces sont d'autant plus préoccupantes que les surfaces concernées sont faibles.

### **1-5-2-3 Valeur esthétique**

Les marais, étangs, canaux et prés humides constituent des paysages fortement appréciés. De nombreux artistes ont pu les saisir et les mettre en valeur. La valorisation de tels espaces par l'agritourisme et l'écotourisme est fréquente.

### **1-5-2-4 Valeur culturelle**

L'usage souvent communautaire des zones humides leur confère une vocation sociale de rencontre, de détente mais aussi d'identité. En cas de privatisation de l'espace, l'attachement personnel des familles propriétaires et souvent très fort et lié tant à l'aménagement long et difficile de ces espaces qu'à l'exceptionnelle valeur biologique et paysagère de ces lieux. L'activité cynégétique est souvent aussi un marqueur de l'identité à ce terroir.

### **1-5-2-5 Valeur de services**

Les services rendus par les zones humides sont nombreux et relèvent souvent de leurs fonctions écologiques :

- Maîtrise des crues et des inondations.
- Recharge des nappes phréatiques.
- Epuration des eaux.
- Piégeage du carbone atmosphérique.

## **1-6 Menaces sur les zones humides**

Bien que la perception des zones humides par nos sociétés se soit nettement améliorée au cours des dernières décennies et malgré la reconnaissance des fonctions et services rendus, la dégradation et la disparition des zones humides se poursuivent. Actuellement, les causes les plus préoccupantes semblent être liées à la fois à l'urbanisation et au développement des infrastructures qui au-delà de la destruction directe des milieux naturels, provoquent une fragmentation des habitats, un mitage de l'espace, une rupture des continuités écologiques incompatibles avec le maintien de la faune, de la flore et de la fonctionnalité des zones humides. De plus, ces aménagements ou les perturbations qu'ils engendrent sont souvent des facteurs favorables pour l'installation et la dissémination d'espèces exotiques envahissantes.

Ce dernier phénomène, favorisé par le développement des échanges à l'échelle planétaire, est extrêmement préoccupant et certains experts estiment qu'il constitue la seconde cause de régression de la biodiversité dans le monde après la destruction directe des habitats.

Les zones humides ne doivent pas être considérées comme des systèmes isolés. Leur fonctionnement, lié à la présence d'eau, implique des connexions complexes avec les milieux adjacents qui participent souvent à leur alimentation en eau. De ce fait, elles

peuvent être affectées par travaux, aménagements ou activités réalisés en dehors de leur strict périmètre. La prise en compte du fonctionnement hydrologique d'une zone humide est donc un paramètre fondamental qui devrait être étudié avant toute intervention.

Les principales menaces qui pèsent sur la gestion durable des zones humides sont de quatre ordres : le changement climatique, les mauvaises utilisations de terres, les pollutions et l'impact des plantes aquatiques envahissantes.

### **1-6-1 Changement climatique**

La grande sécheresse caractérisée par la faiblesse et la mauvaise répartition de la pluviométrie a eu un impact négatif très accentué sur l'écologie des zones humides en modifiant profondément le régime des grands cours- d'eau.

Comme conséquence de cette situation, on enregistre le plus souvent un taux de remplissage faible et le mauvais fonctionnement de ces zones.

### **1-6-2 Mauvaises utilisations des terres et des eaux**

Les zones humides en tant qu'écotopes multi - fonctionnels assurent aux communautés qui les exploitent beaucoup de ressources. Cependant, au niveau des zones humides tant naturelles qu'artificielles, les nombreuses activités humaines sont susceptibles d'avoir des incidences négatives sur les terres, les eaux et les communautés locales.

La croissance démographique, allant de pair avec une distribution inéquitable des ressources et des droits d'accès aux ressources, a accéléré la course à la terre qui, à son tour, exerce de fortes pressions sur les zones humides. Ainsi, la capacité de charge humaine du Sahel est déjà égale ou inférieure à la densité de population.

Les activités liées à l'intensification de l'agriculture dans les périmètres irrigués, l'exploitation forestière, la lutte contre les vecteurs de maladies et l'utilisation des pesticides et herbicides causent des dégâts souvent graves aux zones humides.

A côté des impacts positifs des aménagements qui contribuent à la diminution de la pression sur les ressources naturelles, les programmes d'irrigation ont de nombreux impacts négatifs. Les pratiques agricoles intensives transforment les bourgoutières et les pâturages en terres cultivables, ce qui augmente la charge du bétail sur les aires périphériques.

Le déboisement et le labour profond modifient la structure du sol et provoquent l'érosion avec dépôt de sédiments. La qualité des eaux se détériore entraînant des dégâts sur la faune et la flore, l'apparition des maladies hydriques et une prolifération des ennemis des cultures notamment les oiseaux granivores.

### **1-6-3 Pollution**

La pollution chimique notamment par l'utilisation d'engrais et de pesticides empoisonnent ou étouffent la flore et la faune par eutrophisation et constitue un facteur essentiel de dégradation de la qualité des eaux (déchets industriels et artisanaux... etc.).

#### 1-6-4 Espèces invasives

On considère comme invasives les plantes exotiques introduites qui, par leur prolifération, produisent des changements significatifs au niveau des écosystèmes.

L'introduction des espèces exotiques est un phénomène qui existe depuis de nombreux siècles. Toutefois, le rythme actuel et l'intensité de leur propagation sont tellement importants, qu'on observe aujourd'hui une modification complète de certains écosystèmes avec un remplacement des espèces indigènes par des espèces exotiques envahissantes.

Les plantes invasives induisent de nombreuses nuisances. Leurs proliférations, lorsque les peuplements sont importants, **modifient le fonctionnement, la composition ou la structure des milieux aquatiques** et des zones humides. Elles concurrencent ainsi les espèces indigènes jusqu'à entraîner parfois leur disparition.

Elles représentent également **une gêne pour les usages**, c'est-à-dire pour les activités de loisirs, l'agriculture, la navigation, la pêche...

On considère aujourd'hui qu'elles représentent l'une des **causes majeures d'appauvrissement de la biodiversité** dans le monde après la destruction et la dégradation des écosystèmes.

Il s'agit de :

- Plantes flottantes de surface comme : *Pistia stratiotes* (salade d'eau), *Eichhornia crassipes* (jacinthe d'eau).
- Plantes aquatiques submergées : *Mimosa pigra*.

#### 1-7 Les zones humides d'importance internationale en Algérie

L'Algérie est riche en zones humides qui font partie des ressources les plus précieuses sur le plan de la diversité biologique et de la productivité naturelle, elles jouent un rôle important dans les processus vitaux, entretenant des cycles hydrologiques et accueillant une flore importante, des poissons et des oiseaux migrateurs.

Les principales zones humides algériennes qui se situent sur les 2 grandes voies de migration du *Fly-Way international* de l'atlantique Est et de l'Algérie du Nord, jouent un important rôle de relais entre les deux obstacles constitués par la Mer Méditerranée d'une part et le Sahara d'autre part pour la faune migratrice. Parmi ces milieux, les plus connus à l'heure actuelle, sont ceux des complexes d'El Kala et de Guerbes-Sanhadja, considérés comme exceptionnels, constituant l'un des principaux réservoirs de la biodiversité du bassin méditerranéen. C'est d'ailleurs, quelques-uns des lacs et marécages d'El Kala qui ont permis à l'Algérie d'adhérer à la Convention de RAMSAR.

L'autorité de la Convention de RAMSAR en Algérie, la Direction Générale des Forêts, a procédé au classement de 50 sites sur la Liste de la Convention de RAMSAR des zones humides d'importance internationale, englobant une superficie totale de **2 991 013 ha**. Le classement de ces sites est intervenu entre 1982 et 2011.

**Tableau N°2: Les sites d'Algérie inscrits sur la Liste de la convention de RAMSAR  
des zones humides d'importance internationale entre 1982 et 2011.**

<b>Nom de la zone humide</b>	<b>Année d'inscription</b>	<b>Superficie (ha)</b>	<b>Type de zone humide</b>	<b>Wilaya</b>	<b>Coordonnées géographiques</b>
Réserve Intégrale du Lac Oubeïra	1982	2 200	Lac d'eau douce côtier, végétation périphérique	El Tarf	36°50'N 008°23'E
Réserve Intégrale du Lac Tonga	1982	2 700	Lac d'eau douce côtier, marais et aulnaie	El Tarf	36°53'N 008°31'E
La Réserve Naturelle du Lac des Oiseaux	1999	170	Lac d'eau douce côtier. Végétation en périphérie	El Tarf	36°42'N 008°07'E
Chott Echergui	2001	855 500	Chott salé, continental saumâtre et d'eau douce. Forêt humide de Tamarix	Saïda	34°27'N 000°50'E
Chott el Hodna	2001	362 000	Chott et sebkha continentaux, sources d'eau douce	M'Sila, Batna	35°18'N 004°40'E
Chott Merrouane et Oued Khrouf	2001	337 700	Chott continental alimenté d'eau de drainage et oued	El Oued Biskra	33°55'N 006°10'E
Sebkha d'Oran	2001	56 870	Sebkha ou lac salé continental	Oran	35°31'N 000°50'W
Complexe de zones humides de la plaine de Guerbes-Sanhadja	2001	42 100	Plaine d'inondation côtière, lacs d'eau douce et saumâtres, marais, aulnaie.	Skikda	36°53'N 007°16'E
La Vallée d'Iherir	2001	6 500	Gueldates d'eau douce continentales sahariennes	Illizi	25°24'N 008°25'E
Les Gueldates d'Issikarassene	2001	35 100	Gueldates d'eau douce continentales sahariennes	Tamanrasset	22°25'N 005°45'E
Marais de la Macta	2001	44 500	Marais côtier et Oued	Mascara, Mostaganem Oran	35°41'N 000°10'E
Oasis de Ouled Saïd	2001	25 400	Oasis et foggara	Adrar	29°24'N 000°18'E
Oasis de Tamantit et Sid Ahmed Timmi	2001	95 700	Oasis et foggara	Adrar	27°45'N 000°15'E
Aulnaie de Aïn Khiar	2001	170	Aulnaie et oued d'eau douce	El Tarf	36°40'N 008°20'E
Chott de Zehrez Chergui	2003	50 985	Chott et sebkha continentaux	Djelfa	35°15'N 003°30'E
Chott de Zehrez	2003	52 200	Chott et sebkha	Djelfa	34°58'N 002°44'E

Gharbi			contnentaux		
Chott Melghir	2003	551 500	Chott et Sekha salés continentaux	El Oued, Biskra, Khenchela	34°15'N 006°19'E
Grotte karstique de Ghar Boumâaza	2003	20 000	Grotte karstique continentale et oued	Tlemcen	34°42'N 001°18'E
Guelates Afilal	2003	20 900	Guelates d'eau douce continentales sahariennes	Tamanrasset	23°09'N 005°46'E
Lac de Fetzara	2003	20 680	Lac d'eau douce	Annaba	36°47'N 007°32'E
Le Cirque de Aïn Ouarka	2003	2 350	Lacs et sources d'eaux chaudes et froide, cirque géologique	Naâma	32°44'N 000°10'E
Marais de la Mekhada	2003	8 900	Marais d'eaux douces et saumâtres	El Tarf	36°48'N 008°00'E
Oasis de Moghrar et Tiout	2003	195 500	Oasis et foggara	Naâma	32°53'N 000°40'E
Réserve Naturelle du Lac de Béni-Bélaïd	2003	600	Lac, marais, aulnaie et oued côtiers d'eau douce	Jijel	36°53'N 006°05'E
Réserve Naturelle du Lac de Réghaïa	2003	842	Lac, marais et oued côtiers	Alger	36°46'N 003°20'E
Tourbière du Lac Noir	2003	5	Tourbière morte	El Tarf	36°54'N 008°12'E
Chott Aïn El Beïda	2004	6 853	Lac salé	Ouargla	31°48'N 005°22'E
Chott El Beïdha Hammam Essoukhna	2004	12 223	Lac salé permanent	Sétif, Batna	35°55'N 005°45'E
Chott Oum El Raneb	2004	7 155	Lac salé	Ouargla	32°02'N 005°22'E
Chott Sidi Slimane	2004	616	Lac saumâtre permanent	Ouargla	33°17'N 003°45'E
Chott Tinsilt	2004	2 154	Chott et sebkha	Oum El Bouaghi	35°53'N 006°29'E
Dayet El Ferd	2004	3 323	Lac saumâtre permanent	Tlemcen	34°28'N 001°15'E
Garaet Annk Djemel et El Merhsel	2004	18 140	Lac salé saisonnier	Oum El Bouaghi	35°47'N 006°51'E
Garaet El Taref	2004	33 460	Lac salé permanent	Oum El Bouaghi	35°41'N 007°08'E
Garaet Guellif	2004	24 000	Lac salé saisonnier	Oum El Bouaghi	35°47'N 006°59'E
Lac de Télamine	2004	2 399	Lac salé saisonnier	Oran	35°43'N 000°23'E
Réserve Intégrale du Lac El Mellah	2004	2 257	Lac d'eau saumâtre	El Tarf	36°53'N 008°20'E

Les Salines d'Arzew	2004	5 778	Lac salé saisonnier	Oran, Mascara	35°41'N 000°18'W
Oglat Ed Daïra	2004	23 430	Lac saumâtre	Naâma	33°18'N 001°48'E
Sebkhet Bazer	2004	4 379	Lac salé permanent	Sétif	36°05'N 005°41'E
Sebkhet El Hamiet	2004	2 509	Lac salé saisonnier	Sétif	35°55'N 005°33'E
Sebkhet El Melah	2004	18 947	Lac salé	Ghardaïa	30°25'N 002°55'E
Garaet Timerganine	2009	1 460	Marais d'eaux douces saisonnier	Oum El Bouaghi	35°40'N 006°58'E
Marais de Bourdim	2009	11	Marais d'eaux douces et saumâtres	El Taref	36°48'N 08°15'E
Site classé Sebkhet Ezzmoul	2009	6 765	Chott et Sebkha	Oum El Bouaghi	35°05'N 006°30'E
Site Ramsar du Lac Boulhilet	2009	856	Lac salé saisonnier	Oum El Bouaghi	35°45'N 006°48'E
Vallée de l'oued Soummam	2009	12 453	Marais de montagne, lagune côtière	Béjaïa	35°45'N 006°48'E
Nechaa Oum Lâagareb	2011	729	Aulnaie, Marais	El Tarf	36°49'N 8°12'E
Lac du barrage de Boughezoul	2011	9	Lac d'eau Saumâtre	Médéa	35°44'N 002°47'E
Île de Rachgoun	2011	66	Île	Aïn Témouchent	35°19'N 01°28'W
<b>Total = 50 lieux</b>		<b>2 991 013</b>			

Sources : **wetlands.org**, Liste établie selon la Convention de RAMSAR



## **1-8 Les zones humides de la Wilaya d'Annaba**

Le recensement systématique des zones humides de la wilaya d'Annaba a permis de retenir des sites humides d'importance pour les oiseaux d'eau en plus du lac Fetzara (Tab. 3). Ces milieux sont le plus souvent des marécages, des marais, des gueltas, des estuaires. On retient également la présence d'une île au large de Chétaïbi.

Certains de ces milieux sont situés à proximité de zones urbaines et subissent de ce fait, des actions anthropiques qui risquent de les détruire complètement tel que les marécages de Sidi Achour et le marécage de Boucédra.

Ces sites humides ont été introduits dans le programme de dénombrement annuel des oiseaux d'eau par la Conservation des Forêts de la Wilaya de Annaba visant ainsi à mettre en évidence l'importance de ces zones humides en tant que source de biodiversité floristique et particulièrement en tant qu'habitats pour les oiseaux d'eau.

**Tableau N° 3 : Les zones humides recensées au niveau de la Wilaya de Annaba**

Type de Zone Humide	Nom de Site	Commune	Superficie (ha)	Profondeur (m)	Coordonnées Géographiques	Flore Existante
<b>Lacs d'eau douce et saumâtre</b>	Lac Fetzara	Berrahal	20,680	02	36° 47 ' N - 7° 30 'E	<i>Alisma plantago aquatica, Juncus maritimus</i> <i>Juncus bufonius, Phragmite australis</i> <i>Mentha aquatica, Lythrum salicaria</i> <i>Ranunculus aquatilis, Ranunculus flamula</i> <i>Tamarix gallica, Typha angustifolia</i> <i>Salix pedicillata, Paspalum distichum</i> <i>Myriophyllum spicatum, Ceratophyllum demersum</i> <i>Potamogeton natans, Salicornia arabica</i> <i>Asparagus sp, Trifolium sp</i> <i>Euphorbia helioscopea, Ziziphus lotus</i> <i>Chamaerops humilis</i>
<b>Marais</b>	Boucédra	El Bouni	40	0,50	36° 50' N - 7° 43' E	<i>Phragmite australis, Juncus maritimus</i> <i>Typha angustifolia</i>
<b>Gueltat</b>	la Maison Cantonnière	Berrahal	25	0,75	36° 52' N - 7° 22' E	<i>Phragmite australis, Juncus maritimus</i> <i>Typha angustifolia</i>
<b>Marécage</b>	Sidi Achour	Annaba	20	0,40	36°52' N - 7°43' E	<i>Phragmite australis, Juncus maritimus</i> <i>Tamarix gallica , Typha angustifolia</i> <i>Euphorbia helioscopea , Chamaerops humilis,</i> <i>Bellis, Salicornia arabica</i>
	El Bourdi	Berrahal	10	0,30	36° 48' N - 7° 26' E	<i>Typha angustifolia, Juncus maritimus, Bellis</i>
<b>Garaat</b>	Tacha	Berrahal	20	0,30	36° 51' N - 7° 25' E	<i>Juncus maritimus, Ranunculus aquatilis</i>

**(Source : Conservation des Forêts de Annaba)**

A signalé la présence d'autres zones humides tel que :

- **Garaat** Tacha – Commune Berrahal
- **Estuaire** de l'oued Seybouse – Commune El Hadjar

#### **Cours d'eau :**

- Oued Seybouse – Commune El Hadjar/ El Bouni
- Oued Boukhmira – Commune El Bouni
- Oued Meboudja – Commune El Hadjar
- Oued Afres – Commune Séraïdi
- Oued Bagrat- Commune Séraïdi
- Oued Bedjima – Commune Annaba/ El Bouni
- Oued Dheb – Commune Annaba
- Oued Forcha – Commune Annaba
- Oued Ourida – Commune Annaba
- Oued Kouba – Commune Annaba
- Oued Zied – Commune Oued El Aneb
- Oued Rassoul – Commune Cheurfa/ Ain Berda
- Oued El Hout – Commune El Eulma/ Ain Berda
- Oued Mellah – Commune El Eulma
- Oued Magroun – Commune Tréat
- Oued Boudjenane – Commune Tréat
- Oued Mehaïsser – Commune Tréat
- Oued El Aneb – Commune Oued El Aneb/ Tréat
- Oued Enkouche – Commune Chétaïbi
- Oued Ouider – Commune Séraïdi/ Oued El Aneb/ Chétaïbi
- Canal principal d'assèchement du lac Fetzara – Commune Berrahal

#### **Retenues collinaires**

- Ballout Zaouch – Commune Berrahal
- Boutaleb - Commune Ain Berda
- Koudiat M'rah - Commune Ain Berda

#### **Zones inondable**

- Khéraza – Commune El Bouni
- Boukhadra – Commune El Bouni

#### **Prairies humides**

- Prairies du lac Fetzara- Commune Berrahal, Commune El Chorfa, Commune El Eulma.

#### **Îles**

- Île Saint Piastre – Commune Chétaïbi

**Salines**

- Les salines d'Annaba – Commune El Bouni

**Bras mort**

-Bras mort d'oued Seybouse – Commune El Bouni

## CHAPITRE II

---

### **PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

## **CHAPITRE II : PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE**

### **2-1 CADRE GENERAL**

#### **2-1-1 Situation géographique**

La zone d'étude est située dans le Nord – Est algérien et fait partie de la Wilaya de Annaba, commune d'El Bouni, localité de Sidi Salem. Elle se localise dans la partie Est de la plaine de Annaba, ses limites sont :

- Au Nord, la Mer Méditerranée.
- Au Sud, la Commune d'El Bouni et de Sidi Amar.
- A l'Est, Echatt et Ben Mhidi.
- A l'Ouest, la plaine de Annaba et le Massif de l'EDOUGH.

Le secteur de la zone se situe entre la latitude  $36^{\circ} 50' 48''$ N et longitude  $7^{\circ} 48' 50''$ E.

La zone humide de Boukhmira est une dépression de 02 m d'altitude, caractérisée par des formations argileuses noir et hydromorphes, résultant de la disparition à l'Est et à l'Ouest de la basse terrasse sableuse de l'Oued Seybouse. (BOUDJEMAA, 2010).

Comme elle fait partie de la plaine de Annaba, la zone humide de Boukhmira est influencée par les caractéristiques géomorphologiques et le réseau hydrographique locales et régionales.



**Figure N° 01 : Localisation géographique de la zone humide de Bhoukhmira ( Source : Google Maps,2011)**

La plaine de Annaba est bordée à l'Ouest par le massif de l'EDOUGH dominant la ville de Annaba et le lac Fetzara situé plus au Sud, elle est limitée au Sud par les monts de la Chaffia et bordée au Nord par la mer Méditerranée et à l'Est par Bouteldja.

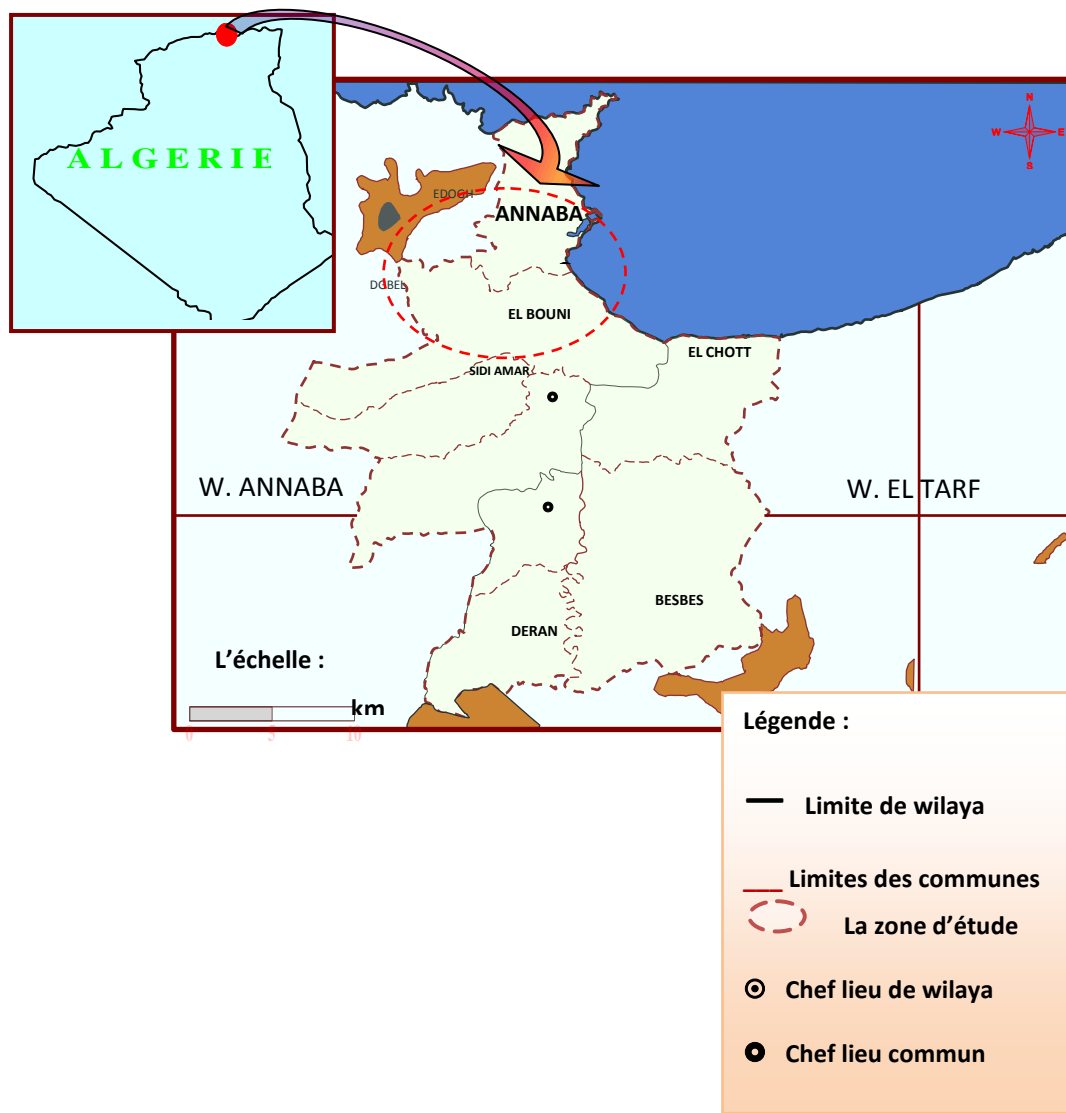
Cette région constitue la basse plaine de l'Oued Seybouse, elle peut être subdivisée en plusieurs unités géographiques :

- Plaine de Annaba Ouest entre le lac Fetzara et l'oued Seybouse (dépression du lac Fetzara).
- Plaine de Annaba centre, localisée entre les Oueds Seybouse et Bounamoussa.
- Les marécages de Mekhada, constituant la limite Est de la zone d'étude.

La plaine côtière est située à une altitude inférieure à 150 m dans sa partie amont. Cette plaine se caractérise également par deux importantes chaînes de montagnes littorales correspondent à des crêtes souvent allongées et arrondies dont les altitudes varient entre 200 et 400 m (monts de Chaffia).

Le mont de l'EDOUGH est nettement séparé des reliefs situés au Nord – Ouest, sa masse principale est plongée en direction du Nord à 55° Est, la ligne de crête, relativement rectiligne et longue de 26 Km, débute au Nord du lac Fetzara, elle s'élève rapidement à plus de 600 m pour culminer à 1008 m d'altitude au Kef Sebaa et redescend à 867 m vers Séraïdi, elle s'abaisse ensuite régulièrement jusqu'au Cap de Garde au Nord de la ville.



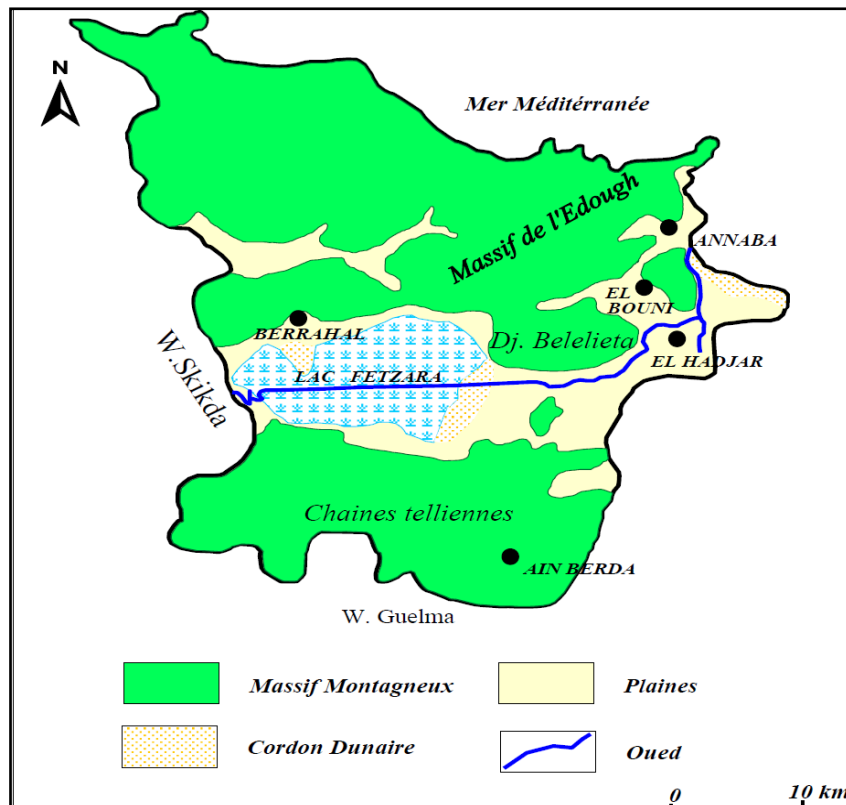


**Figure N° 2:** Carte de la situation géographique de la plaine de ANNABA (in SABOUA, 2010)

## 2-1-2 Géomorphologie

La région de Annaba se caractérise par des monticules dont l'altitude est supérieure à 40 m, des dépressions particulièrement le lac Fedzara dont l'altitude oscille entre 20 et 40 m et la plaine de Annaba proprement dite avec 11 mètres d'altitude.

La région est caractérisée par plusieurs sous bassins versant, nous commençons par le sous bassins versant de l'Oued Bouhdid (2182 ha), le sous bassin versant de l'Oued Sidi Harb, (875 ha), le sous bassin versant de l'Oued Fourcha (712 ha) et le sous bassin de l'Oued Bou Djamaa avec une superficie de 4685 ha (SABOUA, 2010).



**Figure N° 03:** Carte Géomorphologique de la plaine de Annaba (in BOUDJEMAA, 2010)

### 2-1-2-1 Les montagnes

Au contact brutal de la plaine de Annaba et la mer s'élève l'entité Cristallophyllienne du massif de l'Edough témoin des événements géologiques et tectoniques complexes. La masse principale de ce massif qui a l'allure d'un dôme anticlinal est limitée au Sud - Ouest par la dépression du lac Fetzara, à l'Est par la plaine d'Annaba et au Nord par la mer.

La ligne de crête longue et relativement rectiligne suit une direction Sud - Ouest, Nord - Est en débutant de la bordure du lac Fetzara au Sud - Ouest, s'élève rapidement à plus de 600 m à koudiet El-Rohna, atteint 1008 m à Kef Sbaa (point culminant) puis s'abaisse régulièrement pour s'achever par la presqu'île du Cap de Garde.

Les principaux versants du massif de l'Edough sont assez dissymétriques : le versant Nord - Ouest profondément entaillé par de nombreux oueds descend progressivement après

une série de crêtes étagées en direction du Nord jusqu'à la Mer où se forme le promontoire rocheux de la Voile Noire et du Pain de Sucre.

Le versant Sud- Ouest dont les lignes orographiques sont encore moins brutales s'abaissent lentement jusqu'à l'oued Aneb.

Par contre le versant Sud- Est est beaucoup plus raide ; sur une distance approximative de 3,5 km entre Séraïdi et la vallée de l'Oued Oureida on a une dénivelée de 800 m.

D'autre part au Sud- Est, deux chaînons parallèles séparés par la plaine des Kherazas viennent se greffer au Djebel Edough.

Le massif de Boukantas dont le point culminant est à 586 m se prolonge par le Kef N'Sour et les trois mamelons de la ferme Duzer jusqu'à la butte témoin du cimetière israélite.

Le Djebel Bellileita (288 m) que termine le massif de Bouhamra jusqu'à la butte de la basilique Saint Augustin.

A l'Ouest, le massif de l'Edough est isolé du djebel Belelieta par une vallée à fond plat qu'empruntent la voie ferrée, et la route (RN 44) il s'agit là d'une fosse Ouest-Est d'effondrement entre les Djebels Edough et Belelieta (287 m) ouvrant ainsi une dépression vers la mer Méditerranée (SABOUA, 2010).

### **2-1-2-2 La plaine de Annaba**

La plaine de Annaba est située immédiatement en arrière de la ville de Annaba. Elle est limitée au Nord par la Mer Méditerranée, au Nord-Ouest par l'anticlinal du massif de l'Edough et au Sud par l'anticlinal de la chaîne Numidienne, avec une topographie relativement régulière.

Dans l'espace ainsi défini trois secteurs présentent chacun des formes différentes; la basse plaine dans laquelle s'encaisse l'Oued Seybouse, les bordures où on peut observer des glacis et le littoral où quelques formations quaternaires sont visibles.

Cette basse plaine a une forme inclinée et légèrement bombée avec la Seybouse comme axe de drainage. Celle-ci présente un tracé plus rectiligne (BELHAMRA, 2001 ; HABES, 2006 *in* BOUDJEMAA, 2010).

A l'Est et à l'Ouest, la basse terrasse sableuse de la Seybouse disparaît pour laisser la place à des dépressions de 02 m d'altitude et aux formations argileuses noire et hydromorphes c'est notre zone d'étude le marais de Boukhmira près de l'aéroport de Annaba.

La Seybouse se jette dans la Mer Méditerranée à Sidi Salem par l'intermédiaire d'un chenal artificiel creusé pendant les années 1960 (ZAHY, 2008 *in* BOUDJEMAA, 2010).

### **2-1-2-3 Le cordon dunaire littoral**

C'est une série de dunes sableuses d'origine éolienne et marine qui longent la mer du Nord - Ouest au Sud - Est depuis la cité Seybouse à l'Ouest et El-Kala à l'Est.

Ces dunes dont l'altitude et la largeur augmentent de l'Ouest à l'Est isolent la grande plaine de Annaba de la Méditerranée en formant une barrière naturelle qui gêne l'écoulement superficiel des eaux de certains réseaux hydrographiques comme celui du Boukhmira et de la Mafragh.

A l'intérieur du périmètre d'étude ces dunes n'occupent qu'une bande de 500 m à 700 m de largeur qui s'élève au dessus de la mer de 03 m au niveau de la cité Seybouse à 18 m en face de l'aéroport (BOUDJEMAA, 2010).

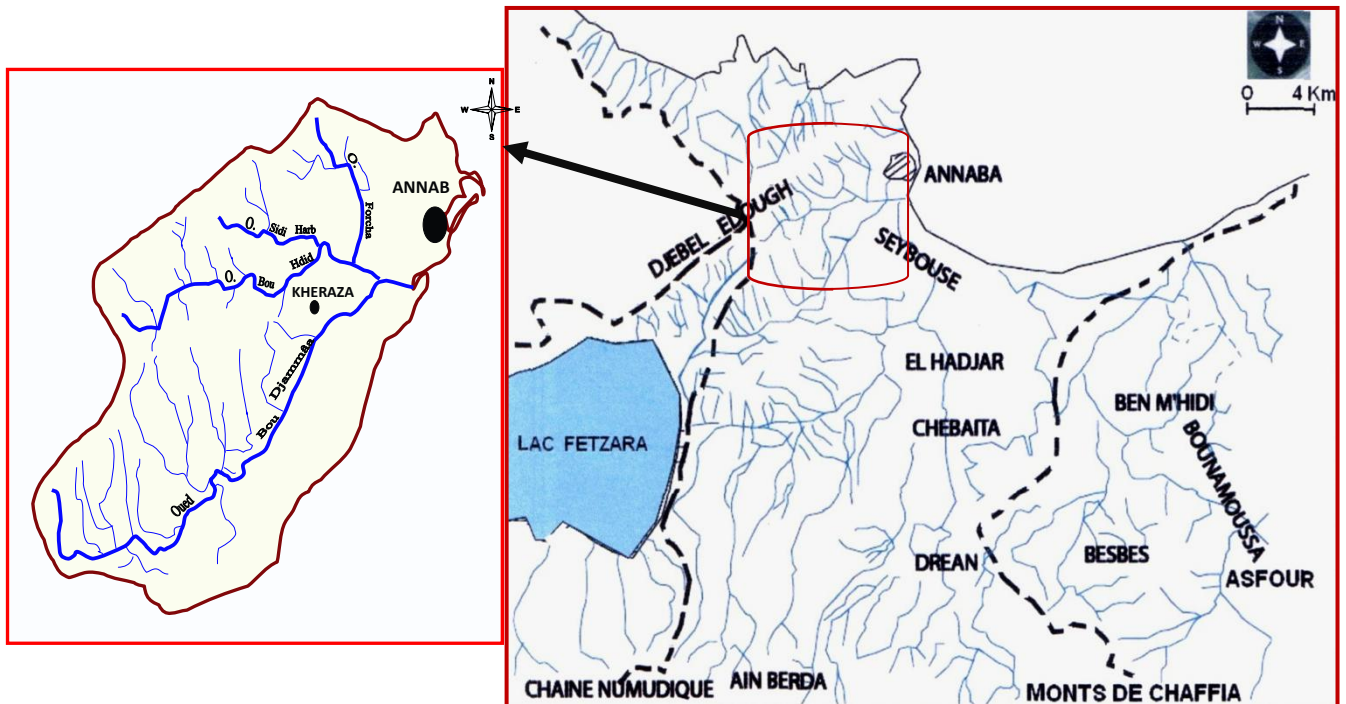
### **2-1-3 Réseau hydrographique**

Les principaux facteurs physiques déterminant les caractéristiques du réseau hydrographique sont la géomorphologie, la nature géologique du terrain, le climat et la végétation.

Ainsi, la partie montagneuse à versants raides constitués généralement de roches dures est sillonnée par un important réseau hydrographique dense et ramifié (Chaâbets) à écoulement torrentiel temporaire. Ces Chaâbets convergent en aval pour former des Oueds dont l'écoulement trouve des difficultés à atteindre la mer à l'Est et au Nord-Ouest après de nombreuses ondulations de leurs cours en raison de la faible pente de la plaine et de la barrière dunaire littorale. C'est à ce niveau que les débordements sont les plus fréquents et où subsistent de grandes étendues marécageuses.

Les principaux canaux de dessèchement ouverts pour le drainage du lac Fetzara au Sud-Ouest, les marais de la plaine de Benazouz à l'Ouest et les marais de la Mekhada et de Boukhmira à l'Est restent insuffisants pour résoudre la stagnation des eaux pluviales.

Ainsi de grands travaux hydrauliques sont à prévoir pour la maîtrise et la régularisation des eaux superficielles qui pourraient constituer un apport hydrique important pour le développement socio-économique de la région (SABOUA ,2010).



**Figure N° 4 :** Réseau hydrographique et les sous bassin versant de la plaine de Annaba  
(in SABOUA, 2010)

**a) Sous bassin versant de l'Oued Boudjemaâ (sans le canal de l'Oued Eddeheb)**

Le collecteur principal (Oued Boudjemaâ) de ce grand bassin de 4,685 ha draine les versants Sud du massif de Bougentas et Kef N'sour, les versants Nord du massif de Bellelieta et les versants Ouest et Nord du Bouhamra. Le couvert végétal se compose en général de maquis clairs localement denses et quelques zones de reboisement d'Eucalyptus.

Les faibles pentes de la vallée de Kherraza dans laquelle l'Oued coule du Sud-Ouest au Nord-Est ne facilitent pas l'évacuation des eaux, qui lors des crues débordent en plusieurs endroits, par contre les pentes des talwegs qui drainent les versants sont assez fortes. C'est ainsi que les parties centrales et aval de la plaine de Kherraza jusqu'à Bouhamra sont souvent inondés ou marécageux.

Cette plaine assez large est constituée d'un dépôt alluvionnaire d'origine fluviale et laguno-marin plus fins que celui de la vallée de Oued Bouhdid (limons, sables, argiles, vases).

A la hauteur de Bouhamra, l'Oued Boudjemaâ reçoit les eaux du canal de l'Oued Eddeheb (collecteur des Oueds Bouhdid, Sidi Harb et Forcha) avant de déboucher dans la mer entre la cité Seybouse et le complexe industriel « ASMIDAL ».

De l'analyse des bassins versants dominants la ville d'Annaba on retient ce qui suit :

- Les mêmes types de végétation couvrent partiellement l'ensemble des bassins versants,
- Les bassins disposent d'un certain nombre d'équipements de protection et de drainage qui, par manque d'entretien permanent, ne jouent pas pleinement leurs rôles.
- Les parties pentues et peu urbanisées sont restées pratiquement intactes hormis celles qui ont été incendiées, par contre, les parties plus douces sont sérieusement dégradées.

L'ensemble des versants relativement assez accidentés se termine brutalement par des vallées et des plaines douces où les débordements des Oueds sont plus fréquents (BOUDJEMAA, 2010).

#### **b) Sous bassin versant de l'Oued Forcha**

Ce bassin d'une surface de 712 ha est constitué d'un sol à texture grossière dominée par les gneiss. Les versants Est et Nord- Est jusqu'au 8<sup>ème</sup> Km de la route de Annaba - Séraïdi où la ville a pu localement s'étendre (lotissement Oued Fourcha) ont des pentes relativement moins fortes par rapport à l'ensemble du bassin.

Le couvert végétal appauvri par le surpâturage, les défrichements et les incendies est composé de broussailles dans les parties Est et Nord- Est et de maquis denses, d'oliviers et de chêne liège dans les parties Ouest et supérieure du bassin versant. Cette dernière zone est caractérisée par des pentes fortes est difficilement accessible pour que l'on puisse l'exploiter pour le pâturage, l'implantation humaine et les défrichements.

A travers la cité Oued Forcha, l'Oued a été canalisé par un dalot enterré sur près de 500 m de longueur, de là, l'Oued continue son parcours à travers la plaine de la Cité El Moukaouama pour se brancher sur le canal de Oued Eddeheb (SABOUA, 2010).

#### **c) Sous bassin versant de l'Oued Sidi Harb**

Ce sous bassin occupe une superficie de 875 ha, il est constitué d'un sol gneissique à pentes assez fortes notamment à l'amont de Sidi Benothmane où l'accessibilité devient très difficile. En aval de Sidi Benothmane, la végétation est surtout composée de maquis plus dense qu'en amont.

La transition entre le thalweg amont très pentu et le thalweg aval se fait au niveau de cimetière de Sidi Harb et la jonction avec le canal « URBAN »

#### **d) Sous bassin versant de l'oued Bouhdid**

Ce bassin d'une superficie de 2,182 ha est drainé par un réseau hydrographique dense et ramifié remontant jusqu'aux hauteurs de Séraïdi -Bouzizi et Bougentas.

Ce sous bassin est protégé par une végétation assez dense, constituée principalement de chêne liège de maquis et des reboisements d'Eucalyptus, à l'exception des parties incendiées du versant Nord du djebel Bougentas.

Le cours d'eau principal de l'Oued coule dans une vallée à faibles pentes constituée d'un dépôt alluvionnaire grossier (limons, sables, graviers et galets roulés) tandis que les thalwegs qui drainent les versants sont composés d'un sol gneissique d'assez fortes pentes (SABOUA,2010).

#### **2-1-4 Le couvert végétal des sols**

L'ensemble du territoire montagneux du périmètre d'étude est dominé par une forêt à base de maquis et broussailles de type méditerranéen qui s'étend sur une superficie assez importante de 6650 ha soit 26 % du la plaine.

Les espèces végétales les plus répandues de ce maquis sont les Cistes (أم العلية), Bruyères (بوحداد), Lentisques (الدرو), Myrtes Arbousiers (الريحان), Diss, Gendouls et les Oliviers nains (شجر زيتون).

Le bois naturel qui autre fois était plus développé ne subsiste pratiquement qu'au fond de la vallée de l'Oued Oureida sous forme de chêne liège. Partout ailleurs il a été détruit par les nombreux incendies depuis l'époque coloniale.

Dés les années 70, des travaux forestiers ayant pour but la mise en valeur et la protection de cet environnement ont été entrepris par la création des tranchées pare-feux, des pistes forestières, des banquettes de drainage des eaux pluviales et des reboisements d'Eucalyptus et de pin Maritime, malheureusement, ces réalisations sont à leur tour en voie de dégradation par l'absence d'entretien et surtout les incendies.

Ces reboisements se retrouvent principalement sur les hauteurs d'Oued Zied, Oued Nil, Hdjar Ediss, sur les versants du djebel Bougentas, sur Kef N'Sour, aux environs du cimetière Sidi Harb et à l'intérieur du parc du Cap de Garde.

Les vallées de Sidi Harb et d'Oued Forcha sont occupées par une végétation variée (oliviers, vergers, broussailles et maquis). Les terres de plaine en dehors des tissus urbanisés représentent la quasi-totalité des terres agricoles.

Ce sont des terres alluvionnaires d'origine fluviale et laguno-marin à haute valeur agro-pédologique où toute sorte de culture peut être pratiquée.

Certaines terres comme celles de la bordure du lac Fetzara, de Kheraza aux environs de l'ancien confluent Oued Boudjamaa – Oued Méboudja ne sont exploitées que pratiquement ou pendant la saison sèche à cause de la stagnation des eaux en saison pluviale (SABOUA, 2010).

### **2-1-5 Aperçu Economique**

Cette région est connue par sa grande activité agricole et industrielle. La population qui se trouve sur la zone d'étude atteint 500 000 habitants, elle est concentrée généralement au niveau des communes et des hameaux.

L'agriculture est observée sur l'ensemble de la plaine, avec une très grande variété de cultures, céréalières, maraîchères et arboricoles.

L'industrie est remarquable dans la région, elle se positionne surtout en bordure de l'Oued Meboudja. Trois catégories d'industries sont observées:

- (1) Industries lourdes (Complexe Sidérurgique - ARCELOR MITTAL) .
- (2) Industrie chimique (Complexe des Engrais Phosphatés et Azotés - FERTIAL).
- (3) Industrie Agro- Alimentaire représentée par de petites entreprises (conserverie, minoterie).

L'ensemble des rejets urbains et industriels se jette directement dans les Oueds, sauf celui de l'usine FERTIAL qui envoie ces rejets directement dans la mer (BELABED, 2010).

### **Conclusion**

L'étude géomorphologie nous a permis de distinguer trois formes morphologiques :

Les reliefs montagneux qui correspondent à la retombée des djebels Edough au Nord et les massifs de Bellileita au Sud - Ouest et Bouhamra au Sud, le cordon dunaire d'origine éolienne et marine qui longe la mer du Nord - Ouest au Sud - Est depuis la cité Seybouse à l'Ouest et El-Kala à l'Est et la petite plaine de Annaba qui s'étend entre les coteaux de Annaba, le pied du Djebel l'Edough et les terminaisons du Bouguentas et du Bouhamra

Le réseau hydrographique est caractérisé par quatre Oueds principaux constituent les sous bassins de la plaine de Annaba : le sous bassin versant de l'Oued Forcha, le sous bassin versant de l'Oued Sidi Harb, le sous bassin versant de l'Oued Bouhdid et le sous bassin versant de l'Oued Boudjemàa, ce dernier est le principal Oued, il comporte plusieurs affluents.



## **2-2 CLIMATHOLOGIE**

Le climat est un facteur déterminant de premier ordre pour une approche du milieu ; c'est un ensemble de phénomènes météorologiques qui sont principalement la température, les précipitations et les vents. Ce climat se place en amont de toute étude relative au fonctionnement des écosystèmes écologiques (THINTHOIN, 1948).

Pour la région méditerranéenne, les précipitations et les températures constituent les facteurs limitant pour la végétation, à côté de quelques autres facteurs qui influencent d'une manière ou d'une autre les biocénoses comme la neige, le vent, la grêle, le gel.

Le climat méditerranéen est caractérisé par deux points importants :

- un régime pluviométrique, plus ou moins régulier avec un maximum en hiver et un minimum en été ; les précipitations sont inversement proportionnelles aux températures.
- un été sec, avec des pluies qui se font rares pendant 04 à 06 mois en Afrique du Nord (BELGHERBI, 2002).

Le climat méditerranéen est aussi caractérisé par une concentration hivernale des précipitations, l'été étant sec (DAGET, 1980) ; ces caractéristiques du climat méditerranéen à côté de quelques autres, ont fait l'objet de plusieurs études par des scientifiques écologues.

Les travaux les plus connus sont ceux de : QUEZEL (1976), DAGET (1980), ALCARAZ (1982), DJEBAILI (1984), DAHMANI (1984), TOUBAL (1986), SELTZER (1946), BAGNOULS et GAUSSEN (1953), LE HOUEROU (1990), STEWART (1975).

Ces études sont intéressantes car elles révèlent, à côté des caractéristiques du climat méditerranéen, la richesse et la diversité de la flore ; en effet, QUEZEL (1985) estime les espèces à 25000 et plus récemment par GREUTER (1991) à  $24000 \pm 600$ . DAHMANI (1984) quant à elle, signale que la grande répartition de la pluviosité se traduit par une diversité au niveau du cortège floristique.

Pour connaître les caractéristiques du climat, l'étude doit reposer sur une période d'observation assez longue. ESTIENNE et GODAR (1970) recommandent une durée de 20 ans pour l'étude des pluies. Pour SAUVAGE (1963) cette période doit s'étaler sur 30 ans. Selon DJELLOULI (1981), il faut une période d'au moins 25 à 30 ans.

### **2-2-1 Stations de mesure**

La détermination des caractéristiques hydroclimatologiques est nécessaire pour l'évaluation et la compréhension des mécanismes d'alimentation et de circulation des eaux superficielles et souterraines. Elle permet également d'approcher les termes du bilan hydrique, qui sont les précipitations, la température et l'évapotranspiration.

Pour réaliser notre travail, nous nous prenons en considération les informations recueillies au niveau des quatre stations météorologiques : Pont Bouchet, les Salines, Séraïdi et Berrahal.

Le tableau N° 4, suivant donne un aperçu, sur la situation géographique de chaque station ainsi que la période d'observations pour chacune d'entre elles.

**Tableau N° 4:** Caractéristiques géographiques des stations étudiées.

Station climatologique	Code	X (km)	Y (km)	Z (m)	Période d'observations
Pont Bouchet	140631	950,25	402,80	6	1980/1981-2006/2007
Les salines	60360	955,80	403,80	3	1980/1981-2006/2007
Séraïdi	31406	943	412,5	840	1980/1981-2006/2007
Berrahal	31302	923,35	405,56	33	1980/1981-2006/2007



**Figure N° 05 :** Localisation des stations climatologiques dans la région de Annaba.  
(in SABOUA, 2010)

## **2-2-2 Variations des facteurs climatiques**

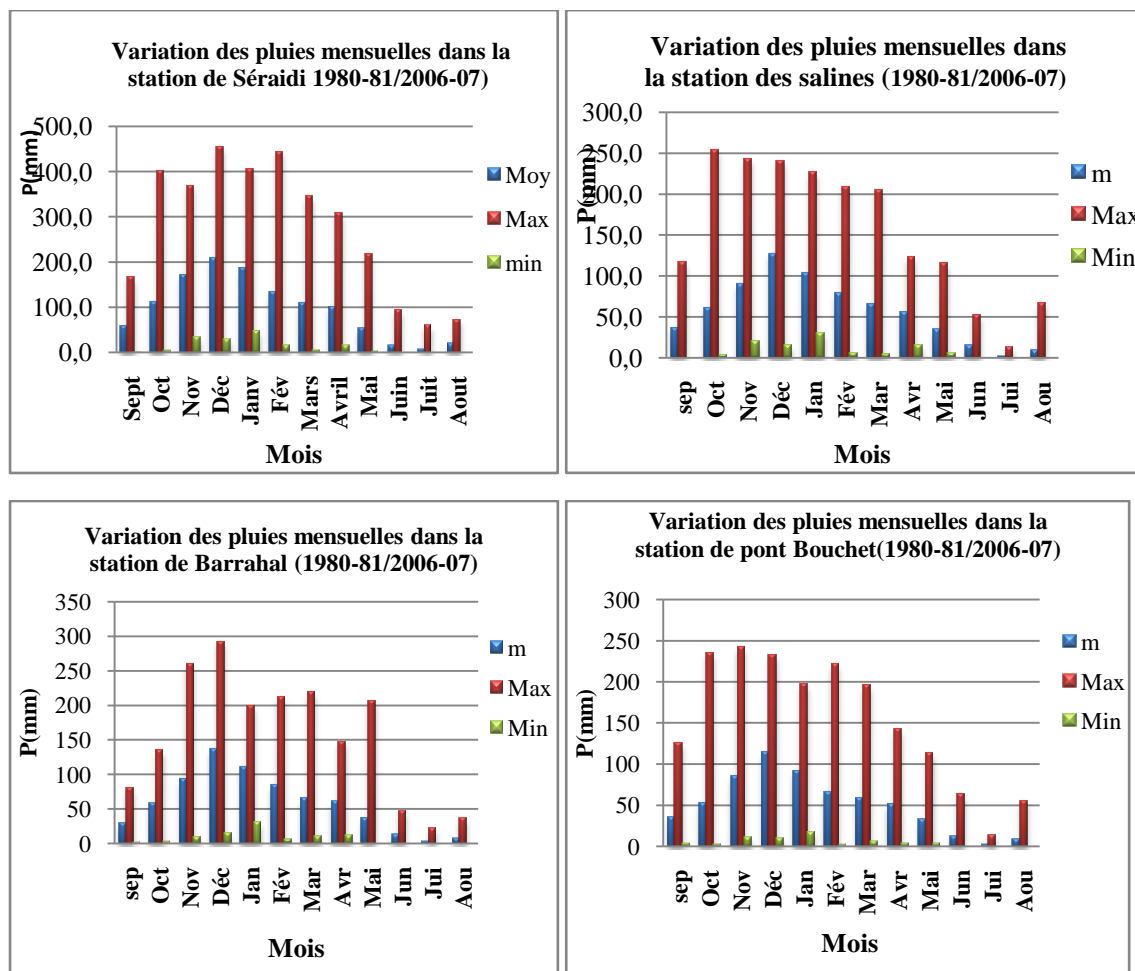
### **2-2-2-1 Les Précipitations**

La pluviosité conditionne et agit directement sur le sol et la végétation ; elle favorise leur maintien et leur développement. La pluviosité varie en fonction de l'altitude, de la longitude, de la latitude ainsi que l'exposition des versants. GAOUAR (1980) mentionne que c'est en fonction du relief que la pluviosité donne à la végétation ses caractéristiques et au sol sa typologie. La quantité de pluie diminue du Nord au Sud selon la latitude, de l'Est à l'Ouest selon la longitude et elle est plus importante sur les versants exposés au Nord et aux vents frais et humides.

Les pluies en Algérie proviennent d'une part des vents pluvieux qui abordent le Maghreb par le littoral durant la saison froide (SELTZER, 1946), et d'autre part, des orages dus aux perturbations atmosphériques engendrées par les dépressions en provenance des régions sahariennes surtout en fin de printemps (DUBIEF, 1959).

#### **2-2-2-1-1 Précipitations moyennes mensuelles**

Le présent travail est réalisé, sur la base des données enregistrées aux stations de Séraïdi, des Salines, de Berrahal et de Pont Bouchet. Les données recueillies s'étalent sur une période de 27 ans (1980/1981-2006/2007), la figure 06, montre les variations de la moyenne mensuelle des précipitations au niveau de chaque station sur 27 années d'observations.



**Figure N°06: Histogrammes des variations des pluies mensuelles aux stations considérées.**

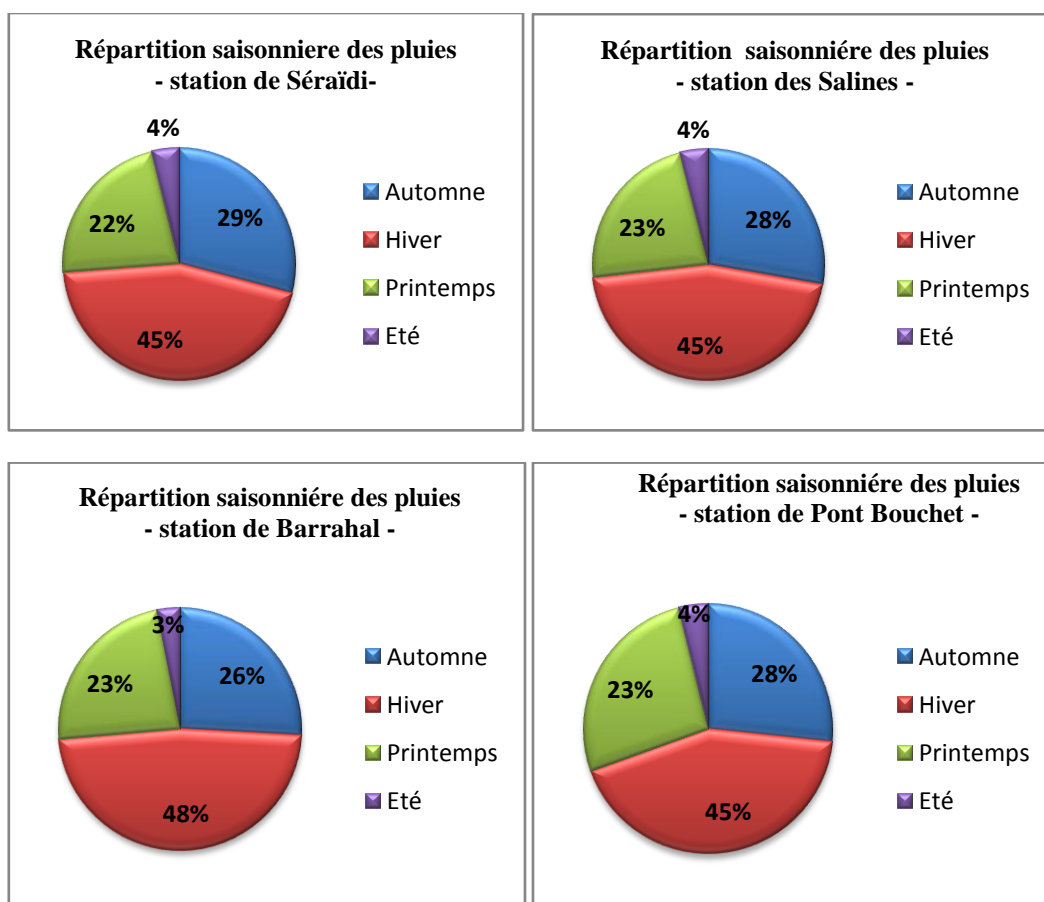
L'observation de la figure 06, montre que le mois de décembre reste le plus pluvieux. Cette précipitation est de l'ordre de "127,0 mm" à la station des Salines, de "113,9 mm" à la station de Pont Bouchet, de "208,1 mm" à la station de Séraïdi, et de "136,1 mm" à la station de Barrahal. Par contre, le minimum est atteint au mois de juillet et il est respectivement de "2,3mm" à la station des Salines, de "2,5 mm" à la station de Pont Bouchet, de "7,3 mm" à la station de Séraïdi, et de " 3,3 mm" à la station de Barrahal.

L'interprétation des histogrammes réalisés à partir des données des stations, nous amène à dire que le maximal est toujours enregistré au mois de décembre pour les quatre stations.

#### 2-2-2-1-2 Répartition saisonnière des précipitations

La subdivision des pluies de l'année pour chaque saison est faite suivant les saisons agricoles (automne : Septembre, Octobre et Novembre, l'hiver : Décembre, Janvier et Février, printemps : Mars, Avril et Mai, été : Juin, Juillet et Aout).

La figure ci-dessous montre la répartition saisonnière des précipitations :



**Figure N° 07 : Répartition Saisonnière des pluies pour chaque station.**

L'observation des précédentes figures, montre que la saison hivernale est la plus pluvieuse, il tombe en moyenne entre **271,7 mm** et **525,8 mm**, soit autour de **44,54 %** à **47,58 %** du total annuel. L'automne et le printemps, se caractérisent par une pluviométrie allant de **142,3 mm** à **341,7 mm** soit de **22,41 %** à **29,15 %** des pluies totales annuelles. En été, la pluviométrie est faible, ne dépassant pas **42 mm**, soit **4,02%** du total des pluies.

### 2-2-2-1-3 Précipitations moyennes annuelles :

Les moyennes annuelles calculées, amènent les remarques suivantes (tableau n°5) :  
 Les plus fortes précipitations sont enregistrées à Séraïdi (1172,2 mm), suivie de la station de Barrahal (693,9 mm), des salines (678,8 mm) et en dernière position celle de pont Bouchet avec 610,2 mm.

**Tableau N° 5 : Précipitations moyennes annuelles calculée pour chaque station**

Station	Précipitation moyenne annuelle en (mm)
Les Saline (1980-81/2006-07)	678,8
Pont Bouchet (1980-81/2006-07)	610,2
Séraïdi (1980-81/2006-07)	1172,2
Berrahal (1980-81/2006-07)	693,9

#### **2-2-2-1-4 Coefficient pluviométrique (H) :**

Pour connaître la situation de chaque station (excédentaire ou déficitaire), nous avons calculé le coefficient pluviométrique annuel pour chaque station. Il est défini par le rapport de la pluviométrie (**P**) d'une année à la pluviométrie moyenne ( $\bar{P}$ ) pour une période de (**n**) années (27 ans).

$$H = \frac{P}{\bar{P}}$$

**Avec :** H : Coefficient pluviométrique.

P : Hauteur annuelle des pluies en mm.

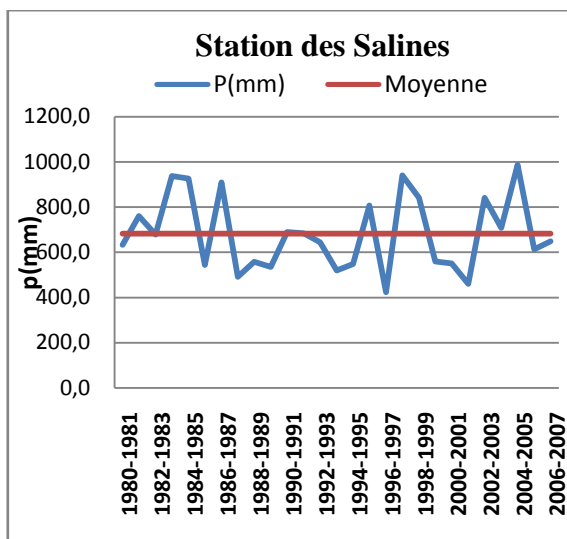
$\bar{P}$  : Pluviométrie moyenne en mm.

Le tableau suivant récapitule les résultats obtenus à partir des calculs effectués :

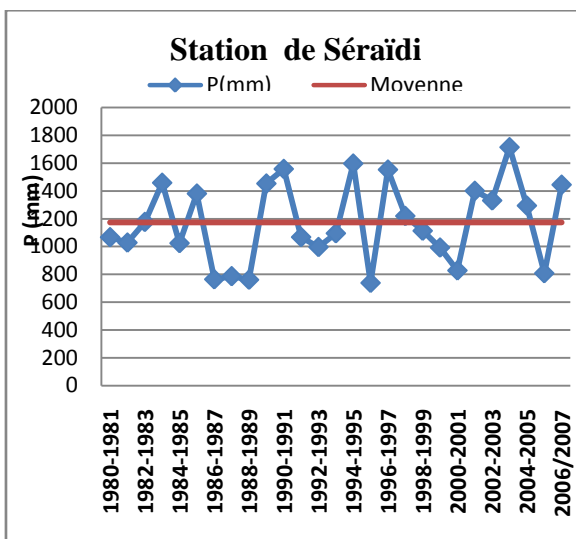
**Tableau N° 6: Coefficient pluviométrique calculé**

Les Stations	Station des Salines			Station de Pont Bouchet			Station de Séraïdi			Station de Berrahal		
Année hydrologique	Hauteur annuelle de pluies P (mm)	Pluviométrie moyenne $\overline{P}$ en (mm)	Coefficient pluviométrique H	Hauteur annuelle de pluies P (mm)	Pluviométrie moyenne $\overline{P}$ en (mm)	Coefficient pluviométrique H	Hauteur annuelle de pluies P (mm)	Pluviométrie moyenne $\overline{P}$ en (mm)	Coefficient pluviométrique H	Hauteur annuelle de pluies P (mm)	Pluviométrie moyenne $\overline{P}$ en (mm)	Coefficient pluviométrique H
1980-1981	633,00	678,8	00,93	535,7	610,2	00,87	1066,80	1172,2	00,91	841,7	693,9	01,21
1981-1982	760,40		01,12	665,40		01,09	1027,90		00,87	833,7		01,20
1982-1983	678,10		01,00	526,20		00,86	1176,40		01,00	634		00,92
1983-1984	937,80		01,38	824,60		01,35	1458,90		01,24	756,2		01,09
1984-1985	927,00		01,36	900,20		01,47	102,1		00,87	879,1		01,26
1985-1986	543,00		00,79	417,70		00,68	1381,00		01,17	573,9		00,82
1986-1987	909,30		01,33	737,40		01,20	763,6		00,65	847		01,22
1987-1988	491,00		00,72	366,10		00,60	786,0		00,67	519,6		00,74
1988-1989	557,00		00,82	487,80		00,80	760,2		00,64	454,7		00,65
1989-1990	535,00		00,78	489,50		00,80	1453,40		01,24	473,9		00,68
1990-1991	689,30		01,01	653,60		01,07	1558,5		01,33	704,9		01,01
1991-1992	684,60		01,00	622,90		01,02	1067,7		00,91	687,9		01,00
1992-1993	644,10		00,94	632,10		01,03	996,00		00,85	660,6		00,95
1993-1994	519,70		00,76	488,80		00,80	1095,00		00,93	650,6		00,93
1994-1995	548,30		00,80	531,70		00,87	1597,1		01,36	547,6		00,79
1995-1996	807,00		01,18	726,80		01,19	737,80		00,63	757,3		01,09
1996-1997	422,80		00,62	389,50		00,64	1553,6		01,32	632,2		00,91
1997-1998	941,00		01,38	748,60		01,22	1219,60		01,04	749,7		01,08
1998-1999	841,00		01,23	687,30		01,12	1113,00		00,95	748,1		01,07
1999-2000	559,60		00,82	470,50		00,77	992,00		00,84	622,9		00,90
2000-2001	550,70		00,82	521,40		00,85	827,10		00,70	605,1		00,87
2001-2002	460,30		00,67	411,50		00,67	1401,00		01,19	503,5		00,72
2002-2003	842,10		01,24	933,60		01,53	1331,3		01,13	937,7		01,35
2003-2004	708,00		01,04	606,80		01,00	1714,9		01,46	754,5		01,08
2004-2005	987,70		01,45	890,30		01,50	1294,2		01,10	1068,9		01,54
2005-2006	612,50		00,90	558,70		00,96	807,3		00,68	590,7		00,85
2006/2007	647,90		00,95	651,9		01,06	1444,9		01,23	698,5		01,00

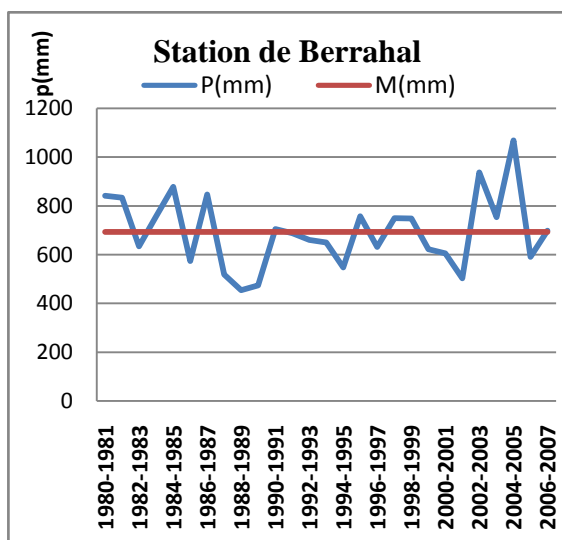
Le tableau **06** récapitule des valeurs du coefficient pluviométrique (H), calculé aux quatre stations. Ce tableau, permet de visualiser le rythme de succession des années humides et des années sèches, pour chaque station.



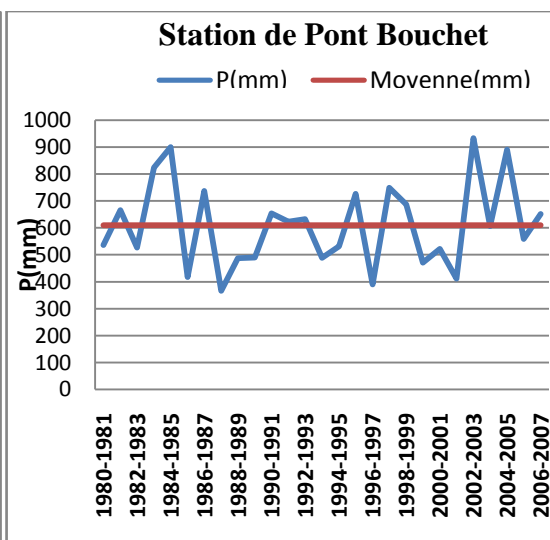
-a-



-b-



- c -



- d -

**Figure N° 08 - a, b, c, et d : Variations interannuelles des précipitations.**

La figure N° 08 - a, b, c et d, montre les variations interannuelles des précipitations (P) par rapport à la moyenne (M) calculée pour chaque station. L'année est d'autant plus excédentaire que H est supérieur à l'unité ( $H > 1$ ) et si ( $H < 1$ ) l'année correspondante est déficitaire, comme indiqué sur le tableau suivant :



**Tableau N°7 : Les années excédentaires et déficitaires, calculées pour chaque station**

Station	Les Salines		Pont Bouchet		Séraïdi		Berrahal	
Année	Coefficient pluviométrique	observation	Coefficient pluviométrique	observation	Coefficient pluviométrique	observation	Coefficient pluviométrique	observation
1980-81	0,93	Def	0,87	Def	0,91	Def	1,21	exc
1981-82	1,12	exc	1,09	exc	0,87	Def	1,20	exc
1982-83	1,00	exc	0,86	Def	1,00	exc	0,92	Def
1983-84	1,38	exc	1,35	exc	1,24	exc	1,09	exc
1984-85	1,36	exc	1,47	exc	0,87	Def	1,26	exc
1985-86	0,79	Def	0,68	Def	1,17	exc	0,82	Def
1986-87	1,33	exc	1,20	exc	0,65	Def	1,22	exc
1987-88	0,72	Def	0,60	Def	0,67	Def	0,74	Def
1988-89	0,82	Def	0,80	Def	0,64	Def	0,65	Def
1989-90	0,78	Def	0,80	Def	1,24	exc	0,68	Def
1990-91	1,01	exc	1,07	exc	1,33	exc	1,01	exc
1991-92	1,00	exc	1,02	exc	0,91	Def	1,00	exc
1992-93	0,94	Def	1,03	exc	0,85	Def	0,95	Def
1993-94	0,76	Def	0,80	Def	0,93	Def	0,93	Def
1994-95	0,80	Def	0,87	Def	1,36	exc	0,79	Def
1995-96	1,18	exc	1,19	exc	0,63	Def	1,09	exc
1996-97	0,62	Def	0,64	Def	1,32	exc	0,91	Def
1997-98	1,38	exc	1,22	exc	1,04	exc	1,08	exc
1998-99	1,23	exc	1,12	exc	0,95	Def	1,07	exc
1999-00	0,82	Def	0,77	Def	0,84	Def	0,90	Def
2000-01	0,82	Def	0,85	Def	0,70	Def	0,87	Def
2001-02	0,67	Def	0,67	Def	1,19	exc	0,72	Def
2002-03	1,24	exc	1,53	exc	1,13	exc	1,35	exc
2003-04	1,04	exc	1,00	exc	1,46	exc	1,08	exc
2004-05	1,45	exc	1,50	exc	1,10	exc	1,54	exc
2005-06	0,90	Def	0,96	Def	0,68	Def	0,85	Def
2006-07	0,95	Def	1,50	exc	1,23	exc	1,00	exc

Le tableau **07** nous indique les années excédentaires et déficitaires Observées sur une période allant de 1980/1981 à 2006/2007 soit 27 ans, On remarque que dans la station des salines il y a (**13** années excédentaires et **14** années déficitaires), la station de Pont Bouchet (**14** années excédentaires et **13** années déficitaires), la Station de Séraïdi (**13** années excédentaires et **14** années déficitaires) et la station de Berrahal (**14** années excédentaires et **13** années déficitaires).

## **2-2-2-2 Les autres facteurs météorologiques**

### **2-2-2-2-1 L'humidité relative**

L'humidité relative de l'air montre l'état de l'atmosphère en expliquant s'il est plus ou moins proche de la condensation, elle correspond au rapport de la tension de vapeurs réelles observées à la tension de vapeur saturante à la même température. Ce paramètre intervient comme coefficient de l'évapotranspiration lorsqu'il est inférieur à 50%.

### **2-2-2-2-2 Le Vent**

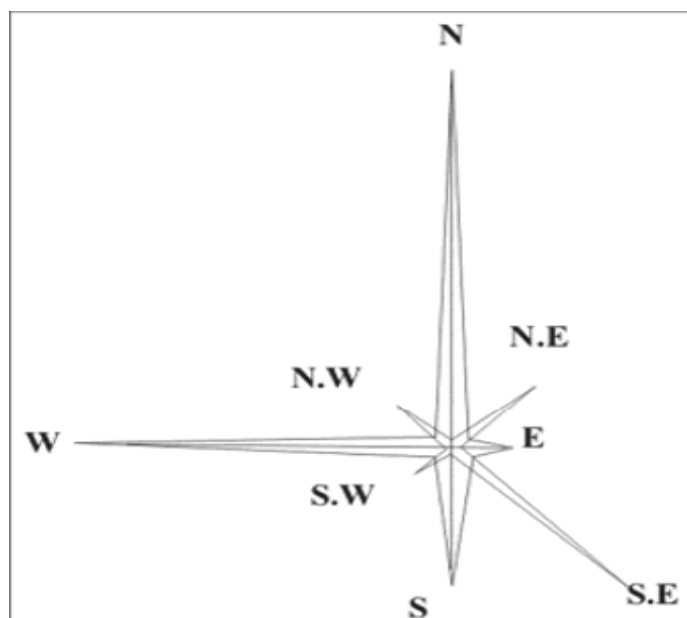
C'est l'un des éléments les plus déterminants des régimes pluviaux, de l'évapotranspiration et par conséquent du climat. Selon l'atlas climatique National (période : 1975-1984), les vents dominant sont les vents du sud – Ouest (octobre- mars) et du nord (Mai – Septembre), les vents violents (vitesse supérieure à 130 km/h) surgissement, mais de façon très rare, aux mois d'octobre, de janvier et de février), a l'échelle de l'année, le vent moyen souffle avec une vitesse de 3 à 4 m/s.

**Tableau N° 8 : Les moyennes mensuelles de l'humidité relative et la vitesse du vent  
(stations de Séraïdi et les Salines)**

Station des salines												
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou
Humidité (%)	74	74	76	77	78	78	75	75	76	72	71	71
Vitesse du vent (m/s)	3,9	4,1	4	3,8	3,6	3,8	4,1	3,8	3,8	3,5	4	4,3
Station de Séraïdi												
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	Jui	Aou
Vitesse du vent (m/s)	3,8	3,6	3,5	3,3	2,4	2,1	1,8	1,9	2,5	2,5	3,2	3,8

**Tableau N° 09: Fréquence des vents de la région de Annaba (1978-1998)**

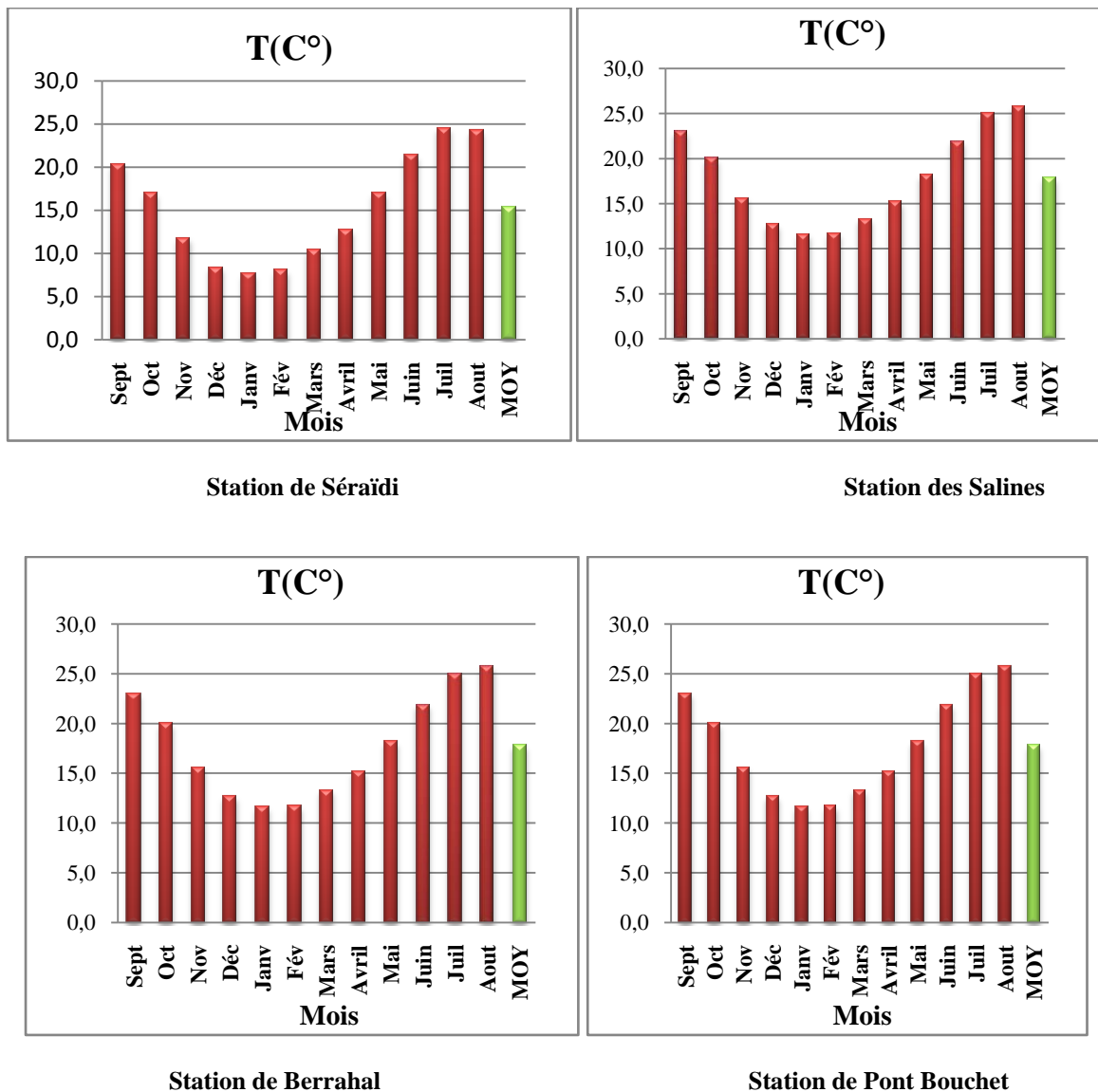
Direction des vents	Fréquence (%)
Nord (N)	29,7
Nord-Est (N.E)	8,6
Est (E)	2,5
Sud-Est (S.E)	15,9
Sud (S)	10,4
Sud-Ouest (S.W)	0,4
Ouest (W)	26,5
Nord-Ouest (N.W)	5,9



**Figure N° 09 : La fréquence des vents de la région de Annaba (1978-1998).**  
(in BOUDJEMAA, 2010)

### **2-2-2-2-3 La température**

La température est un facteur très important, dans l'étude du climat de la région. Les données disponibles sont issues des enregistrements réalisés aux stations des Salines, de Séraïdi, de Berrahal et de Pont Bouchet comme indiqué dans la figure suivante:



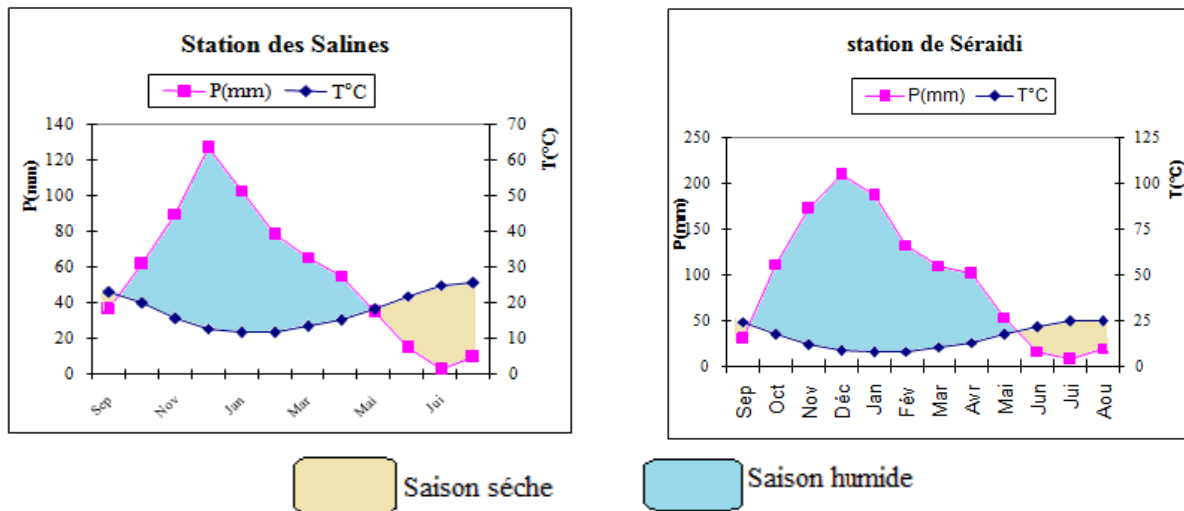
**Figure N°10 : Histogrammes des variations des Températures mensuelles pour les stations des salines, de Séraïdi, de Berrahal et de Pont Bouchet (1980-81/2006-07).**

Les histogrammes précédents montrent que les températures maximales sont enregistrées au cours du mois de juillet (24,6 °C, Séraïdi - 25 °C, les Salines, Berrahal et Pont Bouchet). Le minimum est enregistré au mois Janvier avec 7,7 °C pour la station de Séraïdi, de l'ordre de 11,6°C, pour la station des Salines, de Berrahal et de Pont Bouchet. La moyenne annuelle atteint 15,3 °C, à la station de Séraïdi et 17,8°C, à la station des Salines, de Berrahal et de Pont Bouchet.

#### **2-2-2-2-4 Diagramme pluviométrique (Courbe de GAUSSEN et BAGNOUL $P = 2T$ )**

Les diagrammes réalisés figure 11 montrent la présence de deux saisons. La première sèche et chaude, elle s'étend du mois de mai, jusqu'au mois de septembre. La seconde

humide, s'étalant sur le reste de l'année, c'est-à-dire du mois de septembre jusqu'au mois de mai.



**Figure N°11 : Diagrammes Pluviothermiques (in SABOUA, 2010)**

#### 2-2-2-2-5 Le quotient pluviothermique d'EMBERGER (1954)

EMBERGER (1954) a proposé un indice appelé quotient pluviothermique (Q) spécifique au climat méditerranéen :

$$Q = 2000 * P / (M_2 - m_2)$$

**P** : pluviométrie moyenne annuelle (mm).

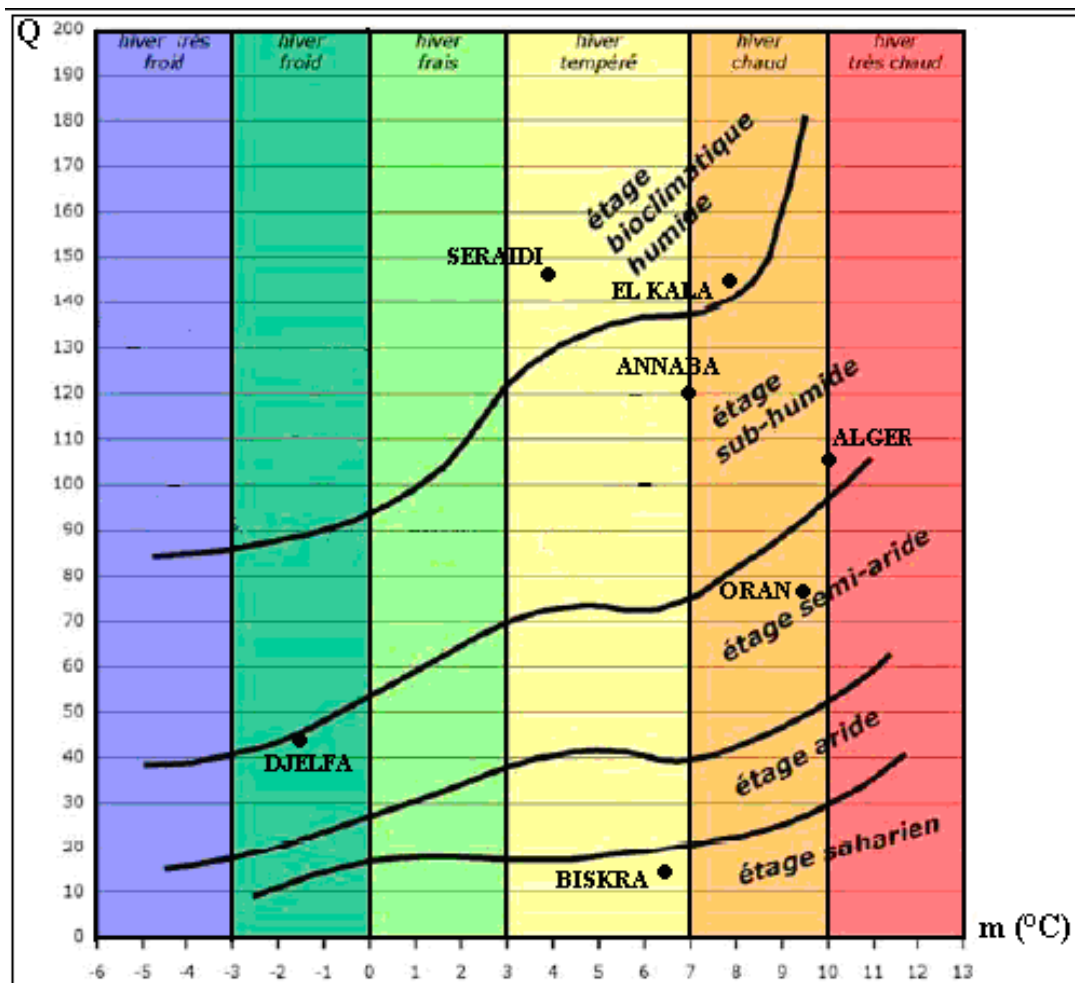
**M** : température maximale moyenne annuelle en degrés absolus (°K).

**m** : température minimale moyenne annuelle en degrés absolus (°K).

STEWART (1969) a montré que le quotient pluviothermique d'EMBERGER (1954) pouvait être simplifié pour le Maghreb pour s'écrire :

$$Q_2 = 3,43 * P / (M - m)$$

Le quotient pluviothermique d'EMBERGER (1954), classe la région d'Annaba dans le climagramme qui porte son nom, dans le climat méditerranéen tempéré à étage sub-humide doux (figure 12).



**Figure N° 12 : Etage bioclimatique de la région d'Annaba selon le climagramme d'EMBERGER (1954) (in BOUDJEMAA, 2010)**

En conclusion, il s'avère que le climat de la région d'Annaba présente des saisons contrastées, avec une période humide et fraîche de 6 mois et une période sèche et chaude de 6 mois. Il correspondrait à un climat **méditerranéen subhumide**.

#### **2-2-2-2-6 Détermination du type du climat (Indice de DE MARTONNE)**

Pour la détermination du type de climat DE MARTONNE (1925) a proposé une formule climatologique appelée indice d'aridité qui est en fonction de la température moyenne annuelle et des précipitations moyennes annuelles :

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

Avec : A : Indice d'aridité annuelle.

P : Précipitations moyennes annuelles en (mm).

T : Températures moyennes annuelles en (°C).

Selon DE MARTONNE :

- $A < 5$  : le climat est hyper aride.
- $5 < A < 10$  : le climat est très sec.
- $10 < A < 20$  : le climat est sec.
- $20 < A < 30$  : le climat est tempère.
- $A > 30$  : le climat est humide (écoulement abondant).

Notre cas :

**La station des Salines :**

$$- A = \frac{678,8}{17,8 + 10} = 24,42 \quad \boxed{A = 24,42}$$

\*  $A = 24,42 \Rightarrow 20 < A < 30 \Rightarrow$  le climat est **tempère**.

**La station de Pont Bouchet :**

$$- A = \frac{610,2}{17,8 + 10} = 21,95 \quad \boxed{A = 21,95}$$

\*  $A = 21,95 \Rightarrow 20 < A < 30 \Rightarrow$  le climat est **tempère**.

**La station de Barrahal :**

$$- A = \frac{693,9}{17,8 + 10} = 24,96 \quad \boxed{A = 24,96}$$

\*  $A = 24,96 \Rightarrow 20 < A < 30 \Rightarrow$  le climat est **tempère**.

**La station de Séraïdi :**

$$- A = \frac{1172,2}{15,3 + 10} = 46,33 \quad \boxed{A = 46,33}$$

\*  $A = 46,33 \Rightarrow A > 30 \Rightarrow$  le climat est **humide**.

Les résultats de l'indice d'aridité calculés concernant la zone d'étude indiquent un climat **tempéré**.

### 2-2-3 Le bilan hydrique

Le but du bilan hydrique est d'établir une équation d'équilibre entre les apports et les pertes qui influent directement sur les variations des réserves. Pour estimer le bilan hydrique, la méthode de THORNTHAITE est la plus appliquée, car se rapprochant au mieux de la réalité de la zone d'étude, elle prend en considération la RFU, qui est elle-même tient compte du type de sol, de l'enracinement et des plantes.... Dans la pratique et pour la région, on admet que la RFU (réserve facilement utilisable), atteint un maximum de 100 mm.

L'établissement du bilan d'eau d'une région nécessite l'évaluation de la répartition des précipitations entre les composantes suivantes :

- L'écoulement.
- L'infiltration.
- L'évapotranspiration potentielle (ETP) et réelle (ETR).

Le bilan hydrique est calculé par la formule suivante :

$$P = ETR + R + I$$

Avec :

**P** : précipitation moyenne annuelles (mm).

**ETR** : évapotranspiration réelle moyenne annuelle (mm).

**R** : ruissellement moyen annuel (mm).

**I** : infiltration moyenne annuelle (mm).

### 2-2-3-1 L'évapotranspiration

Dans les études hydrogéologiques, les deux éléments principaux du bilan, évaporation et transpiration sont réunis en un seul terme : L'évapotranspiration.

L'évapotranspiration est la plus importante des paramètres, c'est la somme des quantités d'eau exprimées en mm évaporées par la surface du sol et utilisées par les plantes.

L'évapotranspiration ou l'évaporation totale (ET) est l'ensemble des phénomènes d'évaporation (processus physique) et de transpiration (phénomène biologique).

On distingue:

- L'évapotranspiration potentielle (ETP).
- L'évapotranspiration réelle (ETR).

#### 2-2-3-1-1 L'évapotranspiration potentielle

On appelle évapotranspiration potentielle (ETP), exprimée en hauteur de lame ou tranche d'eau évaporée, la somme des quantité d'eau pouvant s'évaporer et transpirer sur une surface donnée et pendant une période bien définie, en considérant des apports d'eau suffisants.

##### c) Formule de SERRA

$$ETP = 16 * (10t / I)^a$$

$$i = 0,09 * t^{3/2}$$

$$I = \sum i$$

$$a = (1,6/100) * I + 0,5$$

Avec : **ETP** : Evapotranspiration potentielle mensuelle (mm).



t : température moyenne mensuelle (°C).

i : indice thermique mensuel.

**Tableau N° 10 : l'ETP selon la formule de SERRA (en mm).**

Station de Séraïdi (1980-2007)													
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	jui	Aou	total
T°C	20,3	17,0	11,8	8,4	7,7	8,0	10,3	12,7	17,0	21,3	24,6	24,3	15,3
i	8,23	6,30	3,65	2,19	1,92	2,03	2,97	4,07	6,30	8,84	10,98	10,78	68,26
I	68,26												
a	1,6												
ETP	91,5	68,9	38,41	22,3	19,4	20,62	30,9	43,2	68,9	98,82	124,43	122,01	749,4
Station des salines (1980-2007)													
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	jui	Aou	total
T°C	23,0	20,0	15,6	12,7	11,6	11,7	13,3	15,2	18,2	21,9	25,0	25,7	17,8
i	9,92	8,05	5,54	4,07	3,55	3,60	4,36	5,33	6,98	9,22	11,25	11,72	83,59
I	83,6												
a	1,83												
ETP	101,96	78,95	50,10	34,39	29,13	29,60	37,42	47,78	66,43	93,21	118,77	124,92	812,66
Station de Berrahal (1980-2007)													
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	jui	Aou	total
T°C	23,0	20,0	15,6	12,7	11,6	11,7	13,3	15,2	18,2	21,9	25,0	25,7	17,8
i	9,92	8,05	5,54	4,07	3,55	3,60	4,36	5,33	6,98	9,22	11,25	11,72	83,59
I	83,6												
a	1,83												
ETP	101,96	78,95	50,10	34,39	29,13	29,60	37,42	47,78	66,43	93,21	118,77	124,92	812,66
Station de Pont Bouchet (1980-2007)													
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	jui	Aou	total
T°C	23,0	20,0	15,6	12,7	11,6	11,7	13,3	15,2	18,2	21,9	25,0	25,7	17,8
i	9,92	8,05	5,54	4,07	3,55	3,60	4,36	5,33	6,98	9,22	11,25	11,72	83,59
I	83,6												
a	1,83												
ETP	101,96	78,95	50,10	34,39	29,13	29,60	37,42	47,78	66,43	93,21	118,77	124,92	812,66

**d) Formule de THORNTHWAITE**

C.W THORNTHWAITE a établi une correction entre la température moyenne mensuelle et l'évapotranspiration mensuelle, il définit d'abord un indice thermique mensuel (i), où :

$$ETP(mm) = 16 \left( \frac{10T}{I} \right)^a \times K$$

Où :

$$I = \sum_{i=1}^{12} i \Rightarrow i = \left( \frac{T}{5} \right)^{1,5}$$

$$a = \left( \frac{1,6}{100} \right) I + 0,5$$

Avec : **ETP** : évapotranspiration potentielle en mm.

**T** : Température moyenne mensuelle en °C.

**i** : Indice thermique mensuel.

**I** : Indice thermique annuel.

**K** : Coefficient d'ajustement mensuel dont les valeurs sous nos climats tempérés.

**Tableau N°11 : l'ETP selon la formule de THORNTHWAITE (en mm).**

Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	jui	Aou	total
T(°C)	23,0	20,0	15,6	12,7	11,6	11,7	13,3	15,2	18,2	21,9	25,0	25,7	17,8
k	1,03	0,96	0,85	0,80	0,85	0,83	1,01	1,09	1,20	1,21	1,24	1,16	1,08
ETP	105,2	76,4	42,7	27,5	24,9	24,8	38,1	52,1	80,0	113,7	147,8	145,5	878,8
Station des Salines													
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	jui	Aou	total
T(°C)	23,0	20,0	15,6	12,7	11,6	11,7	13,3	15,2	18,2	21,9	25,0	25,7	17,8
k	1,03	0,96	0,85	0,80	0,85	0,83	1,01	1,09	1,20	1,21	1,24	1,16	1,08
ETP	105,2	76,4	42,7	27,5	24,9	24,8	38,1	52,1	80,0	113,7	147,8	145,5	878,8
Station de Berrahal													
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	jui	Aou	total
T(°C)	23,0	20,0	15,6	12,7	11,6	11,7	13,3	15,2	18,2	21,9	25,0	25,7	17,8
k	1,03	0,96	0,85	0,80	0,85	0,83	1,01	1,09	1,20	1,21	1,24	1,16	1,08
ETP	105,2	76,4	42,7	27,5	24,9	24,8	38,1	52,1	80,0	113,7	147,8	145,5	878,8
Station de Pont Bouchet													
Mois	Sep	Oct	Nov	Déc	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jun	jui	Aou	total

T(C°)	20,3	17,0	11,8	8,4	7,7	8,0	10,3	12,7	17,0	21,3	24,6	24,3	15,3
k	1,01	0,95	0,84	0,80	0,85	0,83	1,01	1,083	1,19	1,20	1,22	1,14	1,08
ETP	93,0	65,9	32,5	17,7	16,6	17,2	31,3	46,8	82,2	119,0	152,4	139,8	814,2
Station de Séraïdi													

### 2-2-3-1-2 L'évapotranspiration réelle (ETR)

Par définition, on appelle évapotranspiration réelle effective actuelle ou encore déficit d'écoulement (ETR) la somme de l'évapotranspiration et de la transpiration réelle pour une surface donnée et une période définie. Pour le calcul de l'ETR on utilise les formules suivantes :

#### a) Formule de COUTAGNE

La formule de COUTAGNE permet de calculer l'évapotranspiration réelle en faisant intervenir la pluviométrie et la température.

$$ETR = P - \lambda * P^2$$

Avec

$$\lambda = 1 / (0,8 + 0,14T)$$

**ETR** : Evapotranspiration réelle (mm/an).

**P** : Précipitations moyennes annuelles (mm/an).

**T** : Température moyenne annuelle (°C).

Elle est applicable pour la condition suivante :  $1/8 \lambda < P < 1/2 \lambda$

Les résultats obtenus sont englobés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°12 : l'ETR d'après la méthode de COUTAGNE(en mm)**

Stations	T °C	$\lambda$	$1/2\lambda$	P(m)	$1/8\lambda$	ETR (mm)
Séraïdi	15,3	0,40	1,25	1,1722	0,31	622,5
Les salines	17,8	0,30	1,66	0,6788	0,41	540,50
Pont Bouchet	17,8	0,30	1,66	0,6102	0,41	427,14
Berrahal	17,8	0,30	1,66	0,6933	0,41	485,31

#### b) Formule de TURC

Cette formule tient compte de la durée de l'insolation et applicable à tous les types de climat, la formule est la suivante :

$$ETR = P / \sqrt{0,9} + (P) / L$$

Avec

**P** : Précipitations moyennes annuelles (mm).

**L** : pouvoir évaporant de l'atmosphère,  $L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$ .

**T** : Température moyenne annuelle (°C).

**ETR** : évapotranspiration réelle (mm).

Les résultats sont récapitulés dans le tableau ci-dessous ;

**Tableau N°13 : l'ETR d'après la méthode de TURC (en mm)**

<b>Stations</b>	<b>P (mm)</b>	<b>T (°C)</b>	<b>L</b>	<b>ETR (mm)</b>
<b>Les Salines</b>	678,8	17,8	1027	543,04
<b>Séraïdi</b>	1172,2	15,3	861,58	518,67
<b>Pont Bouchet</b>	610,2	17,8	1027	642,31
<b>Berrahal</b>	693,3	17,8	1027	729,80

#### **2-2-3-2 Ruissellement**

L'évaluation du ruissellement est impérative pour estimer l'importance de l'érosion mécanique et chimique qui affecte la surface du sol, il est calculé selon deux formules :

##### **a)-Formule de TIXERON-BERKALOFF**

$$R = P^3 / 3 * ETP^2 \quad \text{si } P < 600 \text{ mm.}$$

##### **b)-Formule de TIXERON-BERKALOFF modifié par ROMANTCHOUK**

$$R = P^3 / 3 \quad \text{si } P < 600 \text{ mm.}$$

Avec :

**P** : Précipitations moyennes annuelles (mm).

**ETP** : Evapotranspiration potentielle annuelles (mm).

**R** : Ruissellement (mm).

Les résultats sont représentés dans le tableau ci-dessous :

**Tableau N°14: Ruissellement selon la formule de TIXERON-BERKALOFF modifié par ROMANTCHOUK (en mm).**

<b>Stations</b>	<b>P (mm)</b>	<b>R (mm)</b>
<b>Les Saline</b>	678,8	104,25
<b>Pont Bouchet</b>	610,2	75,734
<b>Séraïdi</b>	1172,2	538,88
<b>Berrahal</b>	693,9	111,37

### 2-2-3-3 Infiltration

L'infiltration est calculée à partir de la formule générale du bilan :

$$P = ETR + I + R$$

$$I = P - ETR - R$$

Avec : **ETR** : Evapotranspiration réelle (mm) selon THORNTHWAITE.

**Tableau N°15 : Bilan hydrique**

Stations	P (mm)	ETR (mm)	R (mm)	I (mm)
Les Saline (1980-81/2006-07)	678,8	469,6	104,25	<b>104,95</b>
Pont Bouchet (1980-81/2006-07)	610,2	453,3	75,734	<b>81,17</b>
Séraïdi (1980-81/2006-07)	1172,2	481,9	538,88	<b>151,42</b>
Berrahal (1980-81/2006-07)	693,9	455,9	111,37	<b>126,63</b>

### 2-2-4 Bilan hydrique selon C.W.THORNTHWAITE

C'est la méthode la plus utilisée pour les climats Sub-humides et semi- arides, elle permet de quantifier ou d'évaluer la répartition des précipitations entre les différents composants du bilan hydrique (l'écoulement, l'infiltration et l'évapotranspiration) et permet également de cerner plus précisément la notion de sécheresse.

L'estimation de l'évapotranspiration réelle établie par la méthode de THORNTHWAITE est liée au volume de précipitations, Trois cas peuvent se présenter :

- 1<sup>er</sup> cas :  $P \geq ETP \Rightarrow ETR = ETP$ .

Il y a reconstitution des réserves du sol jusqu'à saturation, le sur plus, représentera l'écoulement superficiel.

- 2<sup>ème</sup> cas :  $P < ETP \Rightarrow ETR = P + RFU$ .

Dans ce cas, on puisera dans les réserves du sol jusqu'à satisfaction de l'ETP.

- 3<sup>ème</sup> cas :  $P < ETP$  et  $RFU = 0 \Rightarrow ETR = P$ .

Ici on aura un déficit qui représente la quantité d'eau à apporter pour l'irrigation (déficit agricole).

Le bilan hydrique vise à déterminer la répartition des précipitations reçues par une surface, il tient compte de :

**P** : précipitation brute moyenne mensuelle en (mm).

**ETR** : Evapotranspiration réelle en (mm).

**ETP** : Evapotranspiration potentielle en (mm).

**I** : L'infiltration efficace atteignant les eaux souterraines en (mm).

**R** : Ruissellement qui rejoint l'oued en (mm).

**RFU** : Réserve facilement utilisable (le RFU = 100 mm pour les trois stations).

Pour le calcul du bilan d'eau, la valeur de la RFU a été choisie en fonction de la nature du sol.

Le sol de la région étudiée étant hétérogène, nous avons estimé les valeurs de la RFU selon la formule de HALLAIRE qui s'écrit de la manière suivante :

$$RFU = \frac{C-f}{100} \times H \times D + 30 \quad (mm)$$

Avec : **RFU** : Réserve en eau du sol en (mm).

**C** : Capacité au champ.                      **f** : Capacité au point de flétrissement.

**H** : profondeur du sol en (mm).      **D** : densité apparente,  $D = 1$ .

- Les valeurs de  $C - f$  donnée par HALLAIRE selon la nature du sol sont :

\*  $C - f = 5 \%$  pour un sol sableux.

\*  $C - f = 10 \%$  à  $15 \%$  limoneux.

\*  $C - f = 20 \%$  pour un sol argilo-sableux.

**Tableau N°16** : Estimation des valeurs de la RFU selon la formule de HALLAIRE

(BROCHET et al).

Secteurs	Caractéristiques pédologiques du sol et profondeur d'enracinement	RFU (mm)
La plaine de Annaba	* Sols Argilo-limoneux : $C - f = 15 \%$ * Profondeur moyenne d'enracinement : 450 mm	100

Les tableaux ci-dessous résument les bilans des eaux pour les quatre stations, établis selon la méthode de THORNTHWAITE :

**Tableau N°17 : Bilan hydrique (méthode de C. W THORNTHWAITE - Station les Salines) (1980-81/2006-07)**

Mois	T°C	I	K	ETPC	P (mm)	RFU	ETPR	Def	Exc
S	23	9,92	1,03	105,2	36,5	0,0	36,5	68,7	0,0
O	20	8,05	0,96	76,4	61,6	0,0	61,6	14,8	0,0
N	15,6	5,54	0,85	42,7	90,1	47,4	42,7	0,0	0,0
D	12,7	4,07	0,80	27,5	127	100,0	27,5	0,0	46,9
J	11,6	3,35	0,85	24,9	103	100,0	24,9	0,0	78,1
F	11,7	3,6	0,83	24,8	78,3	100,0	24,8	0,0	53,5
M	13,3	4,36	1,01	38,1	65,6	100,0	38,1	0,0	27,5
A	15,2	5,33	1,09	52,1	55,3	100,0	52,1	0,0	3,2
M	18,2	6,98	1,20	80,0	34,8	54,8	80,0	0,0	0,0
J	21,9	9,22	1,21	113,7	14,7	0,0	69,5	44,2	0,0
J	25	11,25	1,24	147,8	2,3	0,0	2,3	145,5	0,0
A	25,7	11,72	1,16	145,5	9,7	0,0	9,7	135,8	0,0
Annuel	17,8	83,6	1,08	878,6	678,9		469,6	409,0	209,3

**Tableau N°18 : Bilan hydrique (méthode de C. W THORNTHWAITE - Station Berrahal) (1980-81/2006-07)**

Mois	T°C	IT	K	ETPC	P(mm)	RFU	ETPR	Def	Exc
S	23	9,92	1,03	105,2	28,7	0,0	28,7	76,5	0,0
O	20	8,05	0,96	76,4	57,4	0,0	57,4	19,0	0,0
N	15,6	5,54	0,85	42,7	92,7	50,0	42,7	0,0	0,0
D	12,7	4,07	0,80	27,5	136,1	100,0	27,5	0,0	58,6
J	11,6	3,35	0,85	24,9	110,1	100,0	24,9	0,0	85,2
F	11,7	3,6	0,83	24,8	83,9	100,0	24,8	0,0	59,1
M	13,3	4,36	1,01	38,1	65	100,0	38,1	0,0	26,9
A	15,2	5,33	1,09	52,1	60,1	100,0	52,1	0,0	8,0
M	18,2	6,98	1,20	80,0	36,4	56,4	80,0	0,0	0,0
J	21,9	9,22	1,21	113,7	12,8	0,0	69,2	44,5	0,0
J	25	11,25	1,24	147,8	3,3	0,0	3,3	144,5	0,0
A	25,7	11,72	1,16	145,5	7,3	0,0	7,3	138,2	0,0
Annuel	17,8	83,6	1,08	878,6	693,8		455,9	422,7	237,9

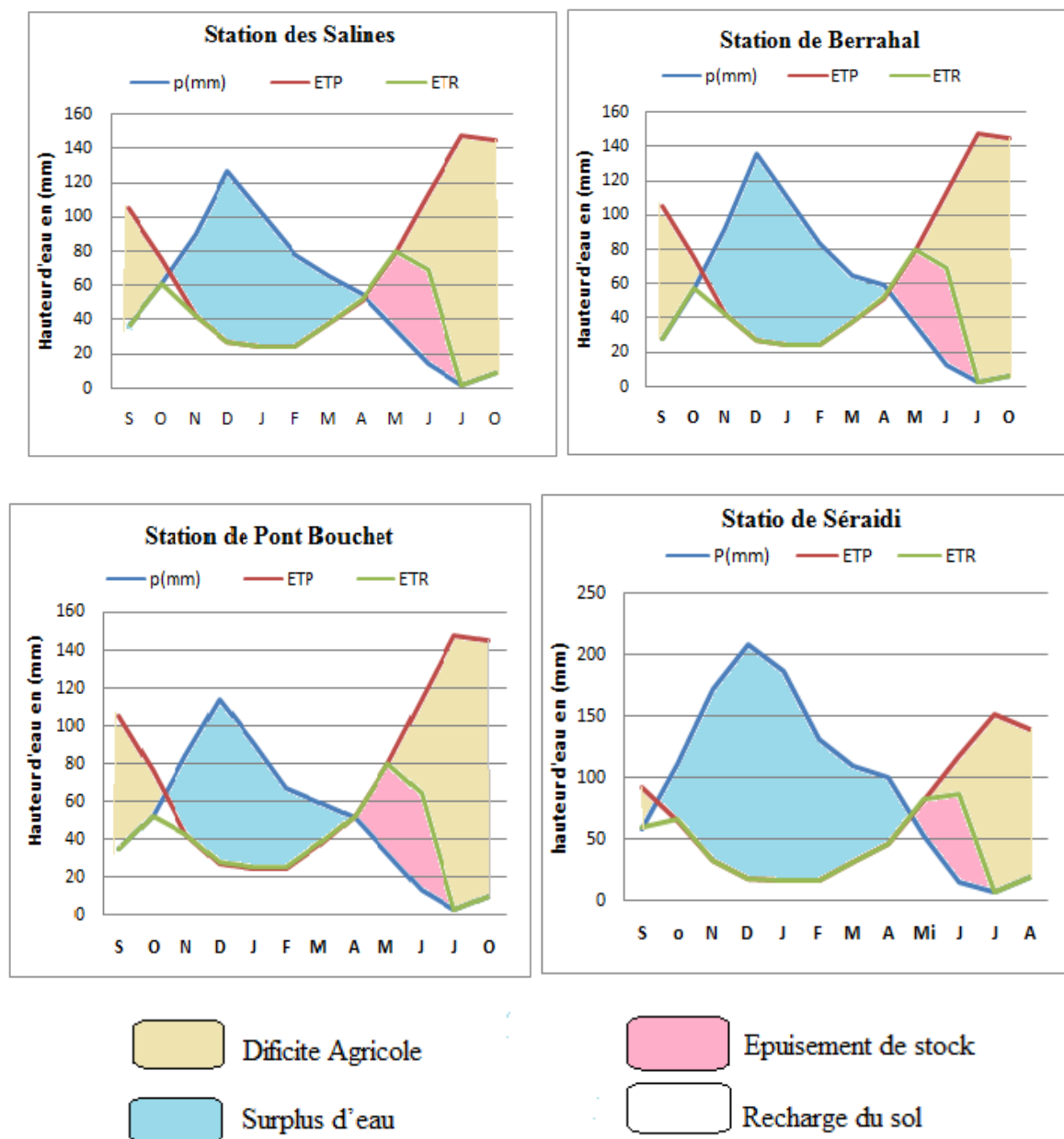
**Tableau N°19 : Bilan hydrique (méthode de C. W THORNTHWAITE. Station de Séraïdi (1980-81/2006-07)**

Mois	T°C	I	K	ETPC	P(mm)	RFU	ETPR	Def	Exc
S	20,3	8,23	1,01	93,0	59	0,0	59,0	34,0	0,0
O	17	6,3	0,95	65,9	111	45,1	65,9	0,0	0,0
N	11,8	3,65	0,84	32,5	171,3	100,0	32,5	0,0	83,9
D	8,4	2,19	0,80	17,7	208,1	100,0	17,7	0,0	190,4
J	7,7	1,92	0,85	16,6	185,9	100,0	16,6	0,0	169,3
F	8	2,03	0,83	17,2	131,8	100,0	17,2	0,0	114,6
M	10,3	2,97	1,01	31,3	109,4	100,0	31,3	0,0	78,1
A	12,7	4,07	1,08	46,8	100,3	100,0	46,8	0,0	53,5
M	17	6,30	1,19	82,2	53	70,8	82,2	0,0	0,0
J	21,3	8,84	1,20	119,0	15,7	0,0	86,5	32,4	0,0
J	24,6	10,98	1,22	152,4	7,3	0,0	7,3	145,1	0,0
A	24,3	10,78	1,14	139,8	19	0,0	19,0	120,8	0,0
Annuel	15,3	68,26	1,08	814,2	1172,2		481,9	332,3	689,9

**Tableau N°20: Bilan hydrique (méthode de C. W THORNTHWAITE. Station de Pont Bouchet ) (1980-81/2006-07)**

Mois	T°C	I	K	ETPC	P(mm)	RFU	ETPR	Def	Exc
S	23,0	9,92	1,03	105,2	34,8	0,0	34,8	70,4	0,0
O	20,0	8,05	0,96	76,4	52	0,0	52,0	24,4	0,0
N	15,6	5,54	0,85	42,7	84,6	41,9	42,7	0,0	0,0
D	12,7	4,07	0,80	27,5	113,9	100,0	27,5	0,0	28,3
J	11,6	3,35	0,85	24,9	91	100,0	24,9	0,0	66,1
F	11,7	3,6	0,83	24,8	66,8	100,0	24,8	0,0	42,0
M	13,3	4,36	1,01	38,1	58,7	100,0	38,1	0,0	20,6
A	15,2	5,33	1,09	52,1	51,2	99,1	52,1	0,0	0,0
M	18,2	6,98	1,20	80,0	32,4	51,5	80,0	0,0	0,0
J	21,9	9,22	1,21	113,7	12,9	0,0	64,4	49,3	0,0
J	25,0	11,25	1,24	147,8	2,5	0,0	2,5	145,3	0,0
A	25,7	11,72	1,16	145,5	9,5	0,0	9,5	136,0	0,0
Annuel	17,8	83,6	1,08	878,6	610,3		453,3	425,3	157,0





**Figure N° 13 :** Variation du bilan d'eau, au niveau des stations (*in* SABOUA, 2010).

**Tableau N°21:** Valeurs de l'évapotranspiration réelle selon les différentes méthodes.

Méthode	ETR (mm/an)			
	Les Salines	Séraïdi	Pont Bouchet	Berrahal
<b>THORNTHWAITE</b>	469,60	481,90	453,30	455,90
<b>COUTAGNE</b>	540,50	622,50	427,14	485,31
<b>TURE</b>	543,04	518,67	642,31	729,80

### **2-2-5 L'interprétation du bilan hydrique**

L'établissement du bilan hydrique nous permet de connaître les différents paramètres (ETP, ETR, RFU, Def, Exc), qui nous aident à comprendre le fonctionnement des systèmes hydrauliques de surface.

Lorsque la réserve facilement utilisable (RFU) est totale, il y a un surplus d'eau accompagné généralement par un écoulement. Dès que la RFU diminue, il y a un épuisement du stock au point où la RFU sera complètement vide, il y aura un déficit agricole (DA).

La figure N°09 présente les graphismes des bilans d'eau (THORNTHWAITE) qui illustrent les résultats des tableaux des quatre stations (les Salines, Séraïdi, Berrahal et Pont Bouchet),

#### **a) Station des Salines**

Le bilan d'eau établi par la formule de THORNTHWAITE montre que l'ETP atteint son maximum au mois de juillet (147,8 mm) et son minimum au mois de Février (24,80 mm).

La reconstitution de la RFU s'effectue au mois de novembre (47,4 mm) et atteint son maximum (100 mm) à partir du mois de novembre jusqu'au mois d'avril, à partir duquel on assiste à un épuisement du stock.

L'écoulement commence après le remplissage de la RFU (100 mm) c'est-à-dire au mois de décembre et se termine en avril, avec un maximum au mois de janvier (78,1 mm) et un minimum au mois d'avril (3,2 mm).

L'excédent égal à (209,03 mm) représentant 30,83 % des précipitations annuelles alors que l'ETR est de l'ordre de (469,6 mm) représentant 69,17 % des précipitations annuelles.

Le déficit agricole DA débute au mois de juillet, et se poursuit jusqu'au mois d'octobre.

#### **b) Station de Berrahal**

Le bilan d'eau établi par la formule de THORNTHWAITE montre que l'ETP atteint son maximum au mois de juillet (147,8 mm) et son minimum au mois de février (24,80 mm).

La reconstitution de la RFU s'effectue au mois de novembre (50,0 mm) et atteint son maximum (100 mm) à partir du mois de décembre jusqu'au mois d'avril, à partir duquel on assiste à un épuisement du stock.

L'écoulement commence après le remplissage de la RFU (100 mm) c'est-à-dire au mois de décembre et se termine en avril, avec un maximum au mois de janvier (85,2 mm) et un minimum au mois d'avril 8,0 mm).

L'excédent égal à (237,9 mm) représentant 34,29 % des précipitations annuelles alors que l'ETR est de l'ordre de (455,9 mm) représentant 65,71 % des précipitations annuelles.

Le déficit agricole DA débute au mois de juillet, et se poursuit jusqu'au mois d'octobre.

### **c) Station de Séraïdi**

Le bilan d'eau établi par la formule de THORNTHWAITE montre que l'ETP atteint son maximum au mois de juillet (152,4 mm) et son minimum au mois de janvier (16,60 mm).

La reconstitution de la RFU s'effectue au mois de novembre (45,10 mm) et atteint son maximum (100 mm) à partir du mois de décembre jusqu'au mois d'avril, à partir duquel on assiste à un épuisement du stock.

L'écoulement commence après le remplissage de la RFU (100 mm) c'est-à-dire au mois de décembre et se termine en avril, avec un maximum au mois de décembre (190,4 mm) et un minimum au mois d'avril 53,5 mm).

L'excédent égal à (689,9 mm) représentant 58,85 % des précipitations annuelles alors que l'ETR est de l'ordre de (481,9 mm) représentant 41,11 % des précipitations annuelles.

Le déficit agricole DA débute au mois de mai, et se poursuit jusqu'au mois septembre.

### **d) Pont Bouchet :**

Le bilan d'eau établi par la formule de THORNTHWAITE montre que l'ETP atteint son maximum au mois de juillet (147,8 mm) et son minimum au mois de février (24,80 mm).

La reconstitution de la RFU s'effectue au mois de novembre (41,90 mm) et atteint son maximum (100 mm) à partir du mois de décembre jusqu'au mois d'avril, à partir duquel on assiste à un épuisement du stock.

L'écoulement commence après le remplissage de la RFU (100 mm) c'est-à-dire au mois de décembre et se termine en avril, avec un maximum au mois de janvier (66,1 mm) et un minimum au mois de Mars (20,60 mm).

L'excédent égal à (157,0 mm) représentant 25,72 % des précipitations annuelles alors que l'ETR est de l'ordre de (435,3 mm) représentant 72,28 % des précipitations annuelles.

Le déficit agricole DA débute au mois de juillet, et se poursuit jusqu'au mois d'octobre.

### **Conclusion :**

L'analyse des données climatiques d'une série d'observation de 27 ans a permis d'attribuer à la région d'étude un climat méditerranéen à deux périodes bien distinctes :

- une période chaude et sèche.
- une période froide et humide.

Pour le calcul du bilan hydrique, la valeur de la réserve facilement utilisable (RFU) à été choisie en fonction de la nature du terrain (RFU = 100 mm).

Le bilan hydrologique est une façon de compter tous les éléments d'apport et de sortie d'eau au dessus d'une surface donnée.

La pluviométrie moyenne annuelle est de l'ordre de (678,9 mm) de la station des Salines, de l'ordre de (610,2 mm) à la station de Pont Bouchet, de l'ordre de (1172,2 mm) à la station de Séraïdi et de l'ordre de (693,9 mm) à la station Berrahal de ceci dit, la plaine de Annaba est permis les régions les plus arrosées en Algérie.

L'évapotranspiration potentielle annuelle est de 878,6 mm pour les trois stations des Salines, de Pont Bouchet et Berrahal est de (814,2 mm) pour la station de Séraïdi.

L'estimation du bilan d'eau par la méthode de THORNTHWAITE a montré que, a partir du mois de novembre, l'apport considérable de la pluie, la chute de température et la diminution de l'évapotranspiration permettent la recharge du sol mais un déficit agricole enregistré à partir du mois de juin jusqu'au mois de septembre pour la station des Salines, jusqu'au mois d'octobre pour la station de Pont Bouchet, et à partir du mois de mai jusqu'au mois de septembre pour la station de Séraïdi, c'est la période des basses eaux et c'est également la saison durant laquelle on irrigue ,afin de rattrape ce déficit les agricultures puisent de l'eau des oueds souvent pollués et font contaminer non seulement leurs cultures mais aussi les eaux souterraine (période correspond à l'épuisement du stock) .

## 2-3 APERÇU GÉOLOGIQUE

La connaissance des formations géologiques et de leurs caractéristiques, donne un aperçu sur les successibilités hydrauliques. L'étude géologique est donc importante quand on doit réaliser une étude hydrogéologique de détails.

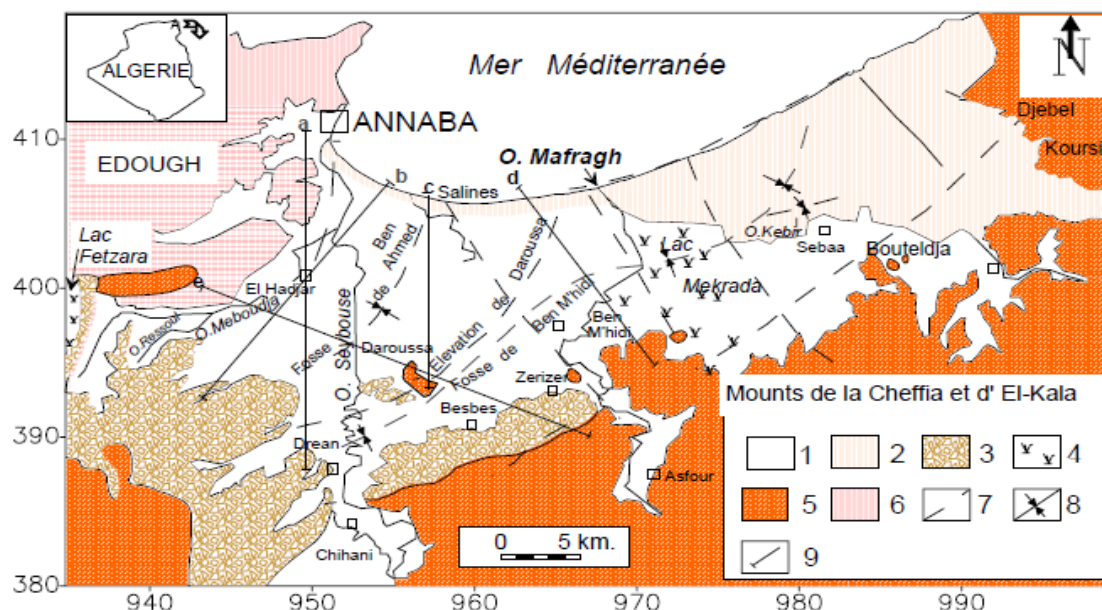
La couverture géologique du territoire des quatre communes Annaba, El-Bouni, Sidi Amar et El Hadjar a été identifiée à partir des cartes géologiques à l'échelle 1/50000 de Annaba, Séraïdi, Ain Berda et Dréan.

Le terrain en question chevauche sur diverses formations géologiques d'origine sédimentaire, métamorphique et éruptive attribuées aux Paléozoïque, Cénozoïque et Quaternaire qui correspondent à quatre grands ensembles tectoniques et structuraux :

Le massif Cristalloyphyllien de la région de Annaba, l'Edough constitue la terminaison Est de la ligne des crêtes des massifs Kabyles. Il forme aujourd'hui un dôme anticlinal sous l'aspect d'une amygdale elliptique dont l'axe orienté SW – NE se prolonge au-dessus du lac Fetzara par les coteaux de Berrahal.

Au relief principal, s'ajoutent à l'Est le djebel Bouguentas, le Kef N'sour et le Bouhamra, les coteaux de Annaba et enfin le promontoire du Cap de Garde qui est tranché brusquement par l'affaissement méditerranéen.

Cet ensemble montagneux de structures complexes (faillé et plissé) est affecté par toutes les phases tectoniques depuis le Paléozoïque. Il apparaît comme tout à fait indépendant du reste de la région de Annaba dont l'orogénie se lie à la terminaison orientale de la chaîne Numidique.



**Figure N° 14 :** La carte géologique des plaines de la région de Annaba (in HANI, 2003)

**Légende** : **1** : Alluvions récentes et actuelles ; **2** : Dunes; **3** : Alluvions anciennes; **4**: Marécage ou Lac ; **5** : Grés et argile numidiens ; **6** : Formations métamorphiques ; **7**: Faille ; **8** : Axe des fosses ; **9** : Tracé de coupe.

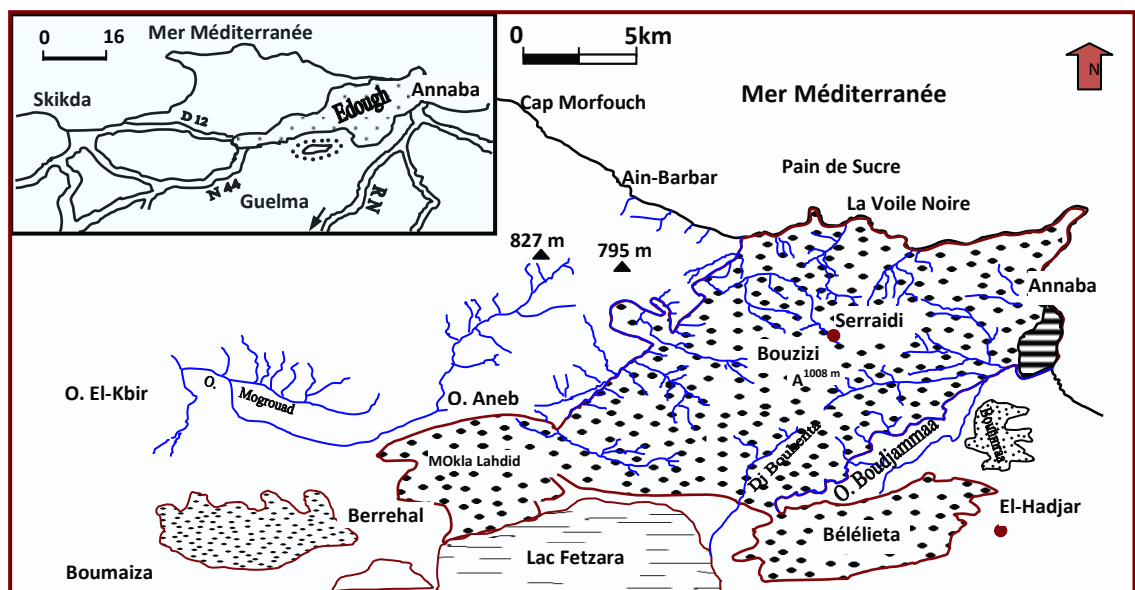
### 2-3-1 Le massif de l'Edough

Situé sur la côte algérienne dans la région d'Annaba, c'est le massif Cristalloyllien le plus oriental de la côte algérienne, il se présente comme une antiforme de Gneiss et Micaschistes de 50 Km de long sur 20 Km de large et d'orientation axiale N 60 à intercalation de Marbre-Amphibolite et de Schiste satinés.

Il s'élève brutalement au dessus de la mer et des plaines environnantes jusqu'à plus de milles mètre (1000 m). (VILA, 1980).

Il est constitué par un empilement de plusieurs unités qui forment un dôme de foliation allongé selon la direction NE-SW (HILLY, 1975, 1962 ; BRUNEL *et al.*, 1988 ; GLEIZES *et al.*, 1988), ce massif est caractérisé par une lithologie variée, on y distingue un complexe Cristalloyllien qui est la partie essentielle du massif, des formations magmatiques et sédimentaires qui sont localisées principalement dans la partie Est du massif.

Il a fait l'objet de plusieurs études géologiques (HILLY, 1962; VILA, 1970; GLEIZES *et al.*, 1988; MARIGNAC et ZIMMERMANN, 1983; MARIGNAC, 1985; BOUGUERRA, 1990 ; MONIE *et al.*, 1992; HAMMOR, 1992; AISSA *et al.*, 1995; HAMMOR et LANCELOT, 1998; LAOUAR *et al.*, 2002) et il est considéré comme faisant partie des zones internes de la chaîne alpine de l'Afrique du Nord, associée à la collision de la plaque Africaine et Européenne durant la période Oligo-Miocène (AUZENDE *et al.*, 1975; BOUILLIN, 1979; 1986; COHEN, 1980; MAUREY *et al.*, 2000; LAOUAR *et al.*, 2005).



**Figure N° 15:** Situation géographique du massif de l'Edough (HILLY, 1962 modifiée in SABOUA, 2010)

Le complexe de l'Edough est composé d'une variété de roches métamorphiques d'âge Précambrien à Paléozoïque; l'ensemble de ces roches forme une antiforme d'axe NE-SW (Fig. 15).

### **2-3-1-1 Le complexe Cristalloyllien**

D'après les nombreux travaux géologiques dont VILA (1970) et GLEIZES (1988), le massif pourrait être subdivisé en trois unités :

- Unité de base.
- Unité intermédiaire.
- Unité supérieure.

#### **a - Unité de base**

Représentée principalement par des Gneiss et des Micaschistes correspondant respectivement à la série gneissique de base, on y distingue des Gneiss clairs, des Gneiss sombres et des Leptynites. L'ensemble constitue le cœur de l'anticlinal et cette unité gneissique est riche en matériel Quartzo-Feldspathique, en Mica, en Sillimanite et parfois en Tourmaline.

Les Gneiss clairs sont pauvres en biotite et sont caractérisés par de gros yeux de Feldspaths de 03 à 05 cm.

#### **b- Unité intermédiaire**

Elle repose sur la série gneissique. Cette série est constituée par une alternance de Micaschiste et de bancs de Marbre à cristaux plus ou moins bien cristallisés.

Le contact entre les Marbres et les Micaschistes est souligné par des Skarns de réaction.

#### **b-1 Les Micaschistes**

Leur épaisseur varie de quelques mètres à 100 m, sauf au Cap de Garde où ils apparaissent en position verticale avec une structure litée, selon leur composition minéralogique il existe plusieurs types de Micaschistes : Micaschistes à Grenat, Micaschistes à Grenat et Andalousite, Micaschistes à deux Mica, Micaschistes à Phénoblastes de Muscovite, Micaschistes à Grenat et Staurotide, Micaschistes à Andalousite et à Tourmaline avec plus ou moins de Grenat, Micaschistes à Disthène.

Tous les Micaschistes renferment des minéraux du métamorphisme dont certains sont visibles à l'œil nu (Grenat, Andalousite, Staurotide et Disthène). Ces minéraux sont assez bien formés et sont souvent idiomorphe.

## **b-2 Le Marbre**

Affleure en lentilles ou en petits bancs, parfois recoupé des Micaschistes. La couleur est souvent grise très claire, légèrement blanche.

## **c- Unité supérieure (série des alternances)**

Cette unité est essentiellement constituée par l'alternance régulière de Micaschiste souvent fortement alumineux de Quartzite Feldspathique très plissotée.

Dans les Micaschistes alumineux à Muscovite (ou) à Biotite s'intercalent des "Lydiennes" noirs en lits d'épaisseur centimétrique à décimétrique. La présence d'Acritarches (ILAVSKY et SNOBKOVA, 1987) précise que cette série est d'âge Paléozoïque. Vers la base s'intercalent des dalles de Gneiss œillet dont la puissance varie de 10 à 100 m.

## **2-3-1-2 Les Roches ignées**

Les roches ignées du massif de l'Edough sont localisées, d'une part à la bordure Nord occidentale du massif et dans la région de Ain Barbar, d'autre part dans la partie septentrionale du massif du Cap de Fer. Ces roches font partie d'une même série Calco-alcaline et peuvent être classé en grands groupes:

### **a- Le groupe Microgranitique**

C'est le groupe le plus important dans le massif de l'Edough, comprend des roches microgrenues plus rarement à tendance Microlitique. Il se présente selon le cas : en dykes, en petits pointements, en bosses, et des laccolites.

### **b - Le groupe Rhyolitique**

Les laves qui appartiennent au groupe Rhyolitique n'affleurent pratiquement que dans la région située au Nord-Ouest du massif, il se présente soit en filon soit en massif.

Les Rhyolites renferment des enclaves de Gneiss, de Micaschistes, Grès numidien, Flysch Sénonien et Microgranite au sein des Rhyolites.

### **c - Le groupe Dioritique**

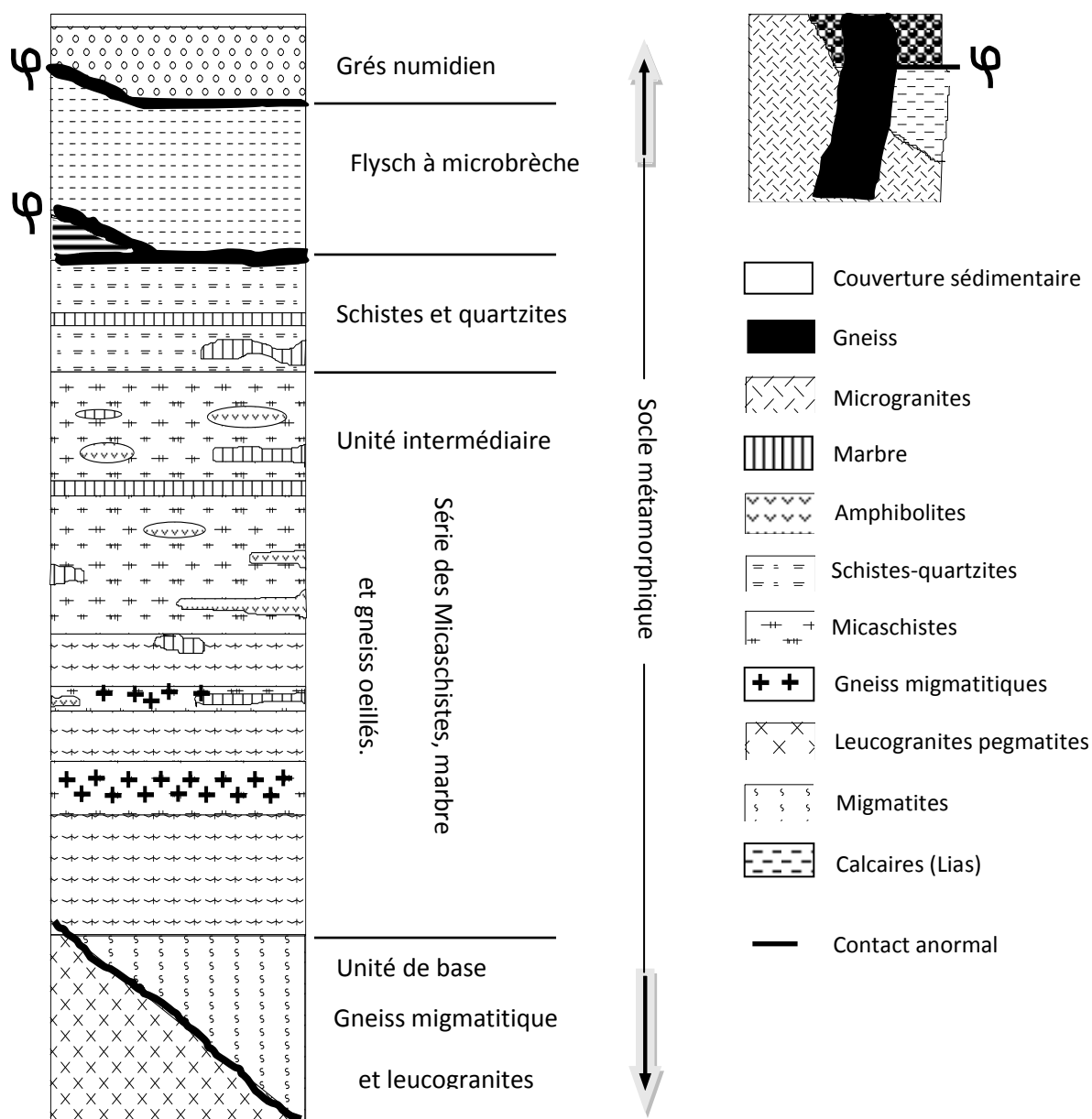
Les roches du groupe Dioritique sont localisées dans la partie septentrionale du massif de Cap de Fer, leur texture est généralement grenue, elles sont formées de plagioclase, de hornblende et augite.

### **d - Le groupe Andésitiques**

Ce groupe est beaucoup moins homogène que les précédents, il comprend des roches allant des Basaltes aux Rhyolites mais qui ont, pour la plus part, un faciès andésitique.

Ce groupe ne se situe pas exactement dans le massif de l'Edough mais plutôt du côté du Cap de Fer et de Chétaïbi.





**Figure N° 16** : Colonne lithologique du massif de l'Edough (AISSA, 1985 *in* BELABED, 2010)

### 2-3-1-3 Les terrains sédimentaires

Les terrains sédimentaires occupent la quasi-totalité de la plaine de Annaba et une grande partie de celui du massif de l'Edough.

On distingue les Flyschs et les formations post-nappes :

#### **a- Les Flyschs ou Grès numidiens**

Ils se présentent sous forme d'alternance de grès grossiers, hétérométrique à dragées de quartz et de minces couches pelitiques, les argiles forment la base de cette unité.

Les Flyschs numidiens reposent sur les Flyschs Sénoniens et sont séparés en deux par une zone Bréchique intensément Silicifiés et Chloritisés.

#### **b- Les Flyschs Sénoniens**

Ils affleurent sous le numidien en fenêtre près d'El Mellaha et Es Saf-Saf au Nord Ouest du massif. Les Flyschs Sénoniens présentent un aspect de Schistes argileux de teinte noire, bleutée ou jaunâtre. Ils sont constitués d'un matériel Quartzeux, Chloriteux très fin, carbonaté ou bioclastique.

#### **c- Le Mio-Pliocène**

Constitue le remplissage graveleux et sablo-argileux du bassin de la plaine de Annaba. Ces formations sont d'origine continentale, elles incluent des horizons graveleux et des niveaux de travertins qui constituent le réservoir de la nappe des graviers.(SABOUA, 2010)

Ces formations sont liées aux dépôts des fosses d'effondrement. En effet, la prospection par sismique réflexion a mis en évidence l'existence de deux fosses (SONATRACH, 1969 ; STROJEXPORT, 1975) :

- La fosse de Ben - Ahmed, orientée S-N.
- La fosse de Ben – M'hidi, orientée SW-NE.

Ces deux fosses sont séparées par le haut fond de Daroussa (ou élévation de Daroussa). Cet effondrement s'est produit au cours du Mio-Pliocène. Ces dépôts qui le remplissent forment une série continentale argilo - sableuse avec des lits de conglomérats constituant le réservoir de la nappe captive des plaines de Annaba – Bouteldja.

### **2-3-2 La nappe numidienne**

La nappe numidienne de Chihani et Dréan est formée de roches sédimentaires d'âge Oligo-Miocène inférieur.

Il s'agit de puissantes formations gréseuses constituées de bas en haut par :

- des argiles à Tubotumaculum d'âge Oligocène inférieur dites sous- numidienne. Ce sont en fait des marnes argileuses rouges, vertes ou violacées (butte de Bouzenzel) d'une épaisseur de 200 m.

- des bancs gréseux à grains hétérométriques qui forment les reliefs de cette région. Ces formations qui présentent des intercalations d'argiles vertes sont d'âge Miocène inférieur et ont une épaisseur de 100 à 150 m.
- des argiles à Sileites, dites Supra Numidiennes formant la partie sommitale de la série numidienne. Ces argiles sont d'âge Burdigalien inférieur (KHERICI, 1993).

### **2-3 -3 Le Quaternaire**

il est constitué par les faciès suivants :

- Faciès alluvionnaires ou fluviaux.
- Faciès éoliens (sable dunaires).
- Faciès colluviaux.
- Faciès marins.

La chronologie mise au point par JOLEAUD (1936) pour le quaternaire de la région d'Annaba, fait apparaître les traits essentiels suivants.

#### **a-Quaternaire ancien (haute terrasse)**

Constitué par des formations alluviales (argiles, limon, sables, gravier et galets), et formant un réservoir d'eau superficielle, son altitude varie entre 75 et 150 m.

#### **b- Quaternaire moyen**

Correspond à la basse terrasse de 20 à 50 m, constituée par des argiles et des sables. Elle supporte des terres cultivées. Cette terrasse se développe sur toute la région.

#### **c- Quaternaire récent**

Caractérisé par des dépôts alluvionnaires, limoneux très fins, à prédominance d'argile qui couvrent indifféremment l'ensemble de la plaine (CHERRAD, 1979 *in* KHERICI, 1993) il correspond à la basse et la moyenne terrasse.

#### **d- Quaternaire actuel**

Les alluvions sont représentées par des dépôts des lits actuels des Oueds, formés généralement de matériaux variés, argiles, sables et des cailloux, résultant de l'érosion des formations traversées par l'Oued.

Cette description géologique de la plaine de Annaba a montré, que les formations du Mio-Pliocène et du Quaternaire sont intéressantes du point hydrogéologique car pouvant contenir des réservoirs d'eau importants.

### **2-3-4 Tectonique**

Selon VILA (1977) la tectonique de l'Algérie orientale est particulièrement complexe, généralement, on peut subdiviser la région en deux grandes unités structurales :

### **a) Le massif de l'Edough**

Formé d'un socle Cristallophyllien et d'une couverture sédimentaire.

### **b) La plaine de Annaba**

Elle a connue deux événements tectoniques distincts :

\* Durant le Miocène, un enfoncement progressif du Grès Numidiens, une des conséquences de la phase alpine et continue jusqu'au Miocène supérieur.

\* Durant le Plio-Quaternaire, s'est produit un remplissage des matériaux détritiques, ce remplissage correspond au dépôt de deux fosses d'effondrement d'âge Mio-Pliocène.

## **2-3-4-1 Déformations synmétamorphiques**

Le socle de l'Edough a subi une histoire Tectonométamorphique complexe où deux séquences d'événements peuvent être individualisées :

**a-** Plissements Synschisteux contemporains d'un métamorphisme de type barrovien (Disthène-Staurotide-Grenat).

**b-** Plissements Synschisteux et cisaillements ductiles contemporains d'un métamorphisme de basse pression (Andalousite-Sillimanite) dans le contexte distensif d'une faille de détachement (BRUNEL et *al.*, 1989) d'âge Burdigalien (MONIE et *al.*, 1992; AISSA et *al.*, 1994; 1995).

## **2-3-4-2 Déformations tardives**

Les déformations tardives se résument essentiellement par la formation de plis et de failles (AISSA, 1995):

**a- *plis*** : Plis droits à N140°E et Brachyanticlinal (N50-60°E) façonnant la forme actuelle du massif.

**b- *Failles*** : Un premier type de failles (F1) constitue une famille dont l'orientation dominante varie de N120° à N150°E et correspondrait à des failles décrochantes dextres. Les failles N150° à N160°E contrôlent les minéralisations polymétalliques hydrothermales et paraissent par ailleurs avoir guidé la mise en place des Rhyolites.

Un deuxième type de failles (F2), d'orientation NE-SW cette famille correspondrait à un système de failles décrochements senestres.

Un troisième type de failles (F3) moins important qui a une direction moyenne E-W et un quatrième type rare de direction moyenne N-S qui semble en liaison avec le premier type (F1).

### **2-3-5 Minéralisations du massif de l'Edough :**

La présence de gîtes et indices métallifères dans le massif de l'Edough est en relation plus ou moins directe avec l'activité magmatique et les systèmes de failles principalement contrôlés par la tectonique distensive Langhienne. Quatre types principaux de minéralisation sont reconnus :

**a-** Gîtes à Fe-(Pb-Zn-Cu) liés aux Marbres et Skarns exemple : ceux de Berrahal et Boumaiza.

**b-** Filons à minéralisation polymétallique encaissés dans les Flyschs crétacés exemple: Ain Barbar, El-Mellaha.

**c-** Gîtes à W-As-Au liés aux skarns et gneiss exemple: Belelieta, Bouzizi.

**d-** Filons à Sb-Au situés à travers le complexe métamorphique exemple: Koudiat El-Ahrach, Saf-Saf, Ain Barbar.(SABOUA, 2010)

### **Conclusion**

L'histoire de la plaine de Annaba remonte probablement au début du Miocène supérieur qui coïncide avec la régression de la Mer Miocène vers le Nord.

Ce changement de niveau de base a accentué la torrentielle favorisant un charriage important vers le Paleorivage.

La géométrie des fosses a largement conditionné le remplissage par les apports de conglomérats. A mesure que le remplissage s'accroît, la vitesse de la subsidence augmente d'où l'épaississement de la partie médiane, et l'amincissement sur les bords.

En effets, cette subsidence est confirmée à la surface par l'absence totale de niveaux de terrasses dans la plaine. Cependant, des terrasses témoins sont restées perchées aux pieds des massifs gréseux du Numidien dominant la plaine.

La continuité des réservoirs captifs est assurée par une passée mince. Cette continuité confirmée par le sondage, reste néanmoins insuffisante pour préciser l'extension et l'épaisseur exacte des formations conglomérations.

Ces formations conglomératiques constituent le réservoir de l'aquifère captif.

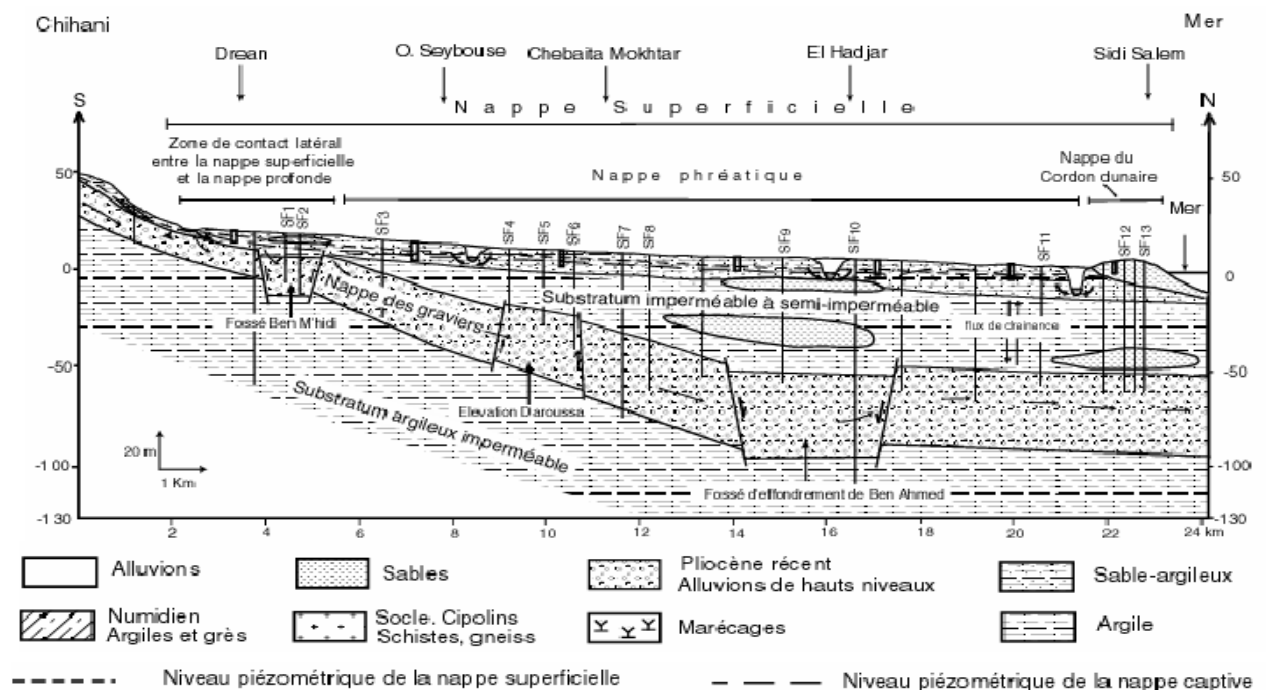
## 2-4 APERÇU HYDROGEOLOGIQUE

L'hydrogéologie constitue une partie importante dans notre travail. Elle permet l'identification du système aquifère et décrit son comportement hydrodynamique, dans une zone très contrastée.

L'hydrogéologie permet la compréhension des processus d'alimentation des aquifères, la circulation des eaux souterraines grâce à la détermination du sens d'écoulement, la variation du gradient hydraulique et les caractéristiques hydrodynamiques : la perméabilité (K), la transmissivité (T) et le coefficient d'emménagement (S).

La répartition spatiale des systèmes présents dans la zone d'étude, montre la succession suivante :

- Un aquifère superficiel exploité en grande partie par des puits domestiques et dont la lithologie varie d'une zone à l'autre.
- Une nappe profonde, occupant surtout la partie Nord, reconnue par les forages profonds (BELABED, 2010).



**Figure N°17 : Coupe schématique du système aquifère d'Annaba (in BELABED, 2010)**

### 2-4-1 Les nappes superficielles

Dans cette zone, le sol est constitué essentiellement par des alluvions récentes et actuelles, des argiles sableuses, des argiles limoneuses et des sables argileux.

L'étude menée par la D. G. R. H. A, en 1967 et complétée par celles de A. N. R. H, en 1969 montre la succession des nappes libres suivantes au niveau de la plaine de Annaba.

#### ✓ **La nappe des dunes**

Elle est présente au Nord- Est de la plaine d'Annaba constituée de sable dunaire éolien fin à moyen. Elle est alimentée à partir des précipitations, qui constituent la principale source et par le débordement des Oueds pendant les crues. Cet aquifère est caractérisé par une transmissivité de l'ordre de ( $T = 10^{-3}$  m<sup>2</sup>/s) et une perméabilité variant entre ( $K = 10^{-3}$  et  $10^{-5}$  m/s). (SABOUA, 2010)

#### ✓ **La nappe de gneiss altéré**

Elle se situe dans la région Nord-Ouest, sur le flanc Est du massif métamorphique de Bouhamra et de Belelieta, elle est alimentée par les eaux de pluie. Son épaisseur est avoisine de 15m. Elle est exploitée par des puits et des forages. La perméabilité varie entre ( $K = 10^{-3}$  et  $10^{-5}$  m/s) (BELABED, 2010).

#### ✓ **La nappe superficielle de Annaba**


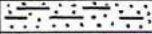

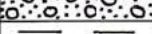
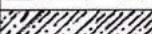
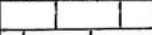
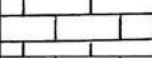
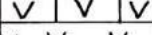
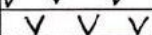
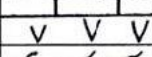
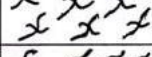
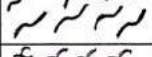
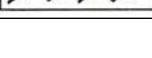
D'après la géomorphologie de la région, on peut diviser la nappe en deux : région Est et région Ouest.

- La région Est présente une nappe superficielle continue localisée dans la plaine Ouest d'el Hadjar ainsi que dans la région d'Allelick
- La région Ouest correspond à une nappe superficielle discontinue qui entoure le lac Fetzara.

Ces deux régions communiquent entre elles à travers le cordon dunaire, de nature sableuse. L'épaisseur de l'aquifère varie généralement entre ( $H = 2$  et  $10$  m) dont les potentialités hydrauliques sont limitées.

La capacité d'infiltration de l'eau dans le sol est moyenne, de l'ordre de  $0,05$  m/j à  $0,10$  m/j (DEBIECHE, 2002). La nappe superficielle est intensément exploitée par des forages et surtout par des puits, son alimentation se fait par les précipitations et par l'apport à partir de la nappe des graviers et par les bordures latérales de la nappe des dunes. L'oued Seybouse assure l'alimentation de la nappe par l'intermédiaire de son lit.

De Dréan à la mer, la nappe superficielle et la nappe des graviers sont séparés par un horizon semi-perméable argilo-sableux qui constitue à la fois le substratum semi-perméable de la nappe superficielle et le toit de la nappe des graviers (SABOUA, 2010).

Ere	Système	Lithologie	Epaisseur (m)	Log Strati-graphique	Hydrogéologie	
					perméabilité	type de nappe
Quaternaire	récent	sable	5-15		perméable	<i>Nappe du cordon dunaire</i>
	moyen	sablo-argileuse	0-20		semi-perméable	<i>Nappe phréatique</i>
	ancien	argile avec des lentilles sableuses	50-150		Imperméable à semi-perméable	substratum
Tertiaire	Pliocène	graviers et galets	10-150		perméable	<i>Nappe des graviers</i>
	Miocène	argile	250		imperméable	substratum
	Oligocène	Argilo-gréseux	150		semi-perméable	numidienne
	Eocène inf.	Calcaire massif	-		formations fissurées	Nappe Karstique
Secondaire	Crétacé	calcaire dolomitique	-			
	Jurassique	dolomie	-			
	Trias	dolomie, calcaire et gypse	-		-	-
Primaire	supérieur	micaschistes et gneiss	-		formations altérées	Nappe du Socle métamorphique
	intermédiaire	schistes	-			
	inférieur	gneiss	-			

**Tableau N° 22 : Description géologique et hydrogéologique de la plaine de Annaba**  
(In DEBIECHE, 2002)

#### 2-4-2 La nappe profonde

Cette nappe peut être expliquée par une alimentation à partir des massifs de l'Edough et de Bellelieta situé respectivement au Nord et au Sud de la plaine de Kherraza, qui présente un réseau de faille (KINIOUAR, 2006), à l'origine d'une fissuration pouvant favoriser l'infiltration des eaux superficielles.

La profondeur de la majorité des forages exécutés dans la région va jusqu'à une profondeur maximum. Cette nappe est captée, elle est surmontée par une couche argileuse dont l'épaisseur varie de (H = 15 à 25 m), la plupart des forages captant cette nappe sont artésiens.

##### ✓ La nappe des cipolins

Cette nappe se trouve au niveau des calcaires métamorphiques fissurés (Nord-Ouest), des massifs de Bouhamra, Belelieta. Elle est exploitée par plusieurs forages. Cette nappe est en contact avec la nappe des graviers dans le secteur de Annaba. Elle présente les caractéristiques hydrodynamiques suivantes :



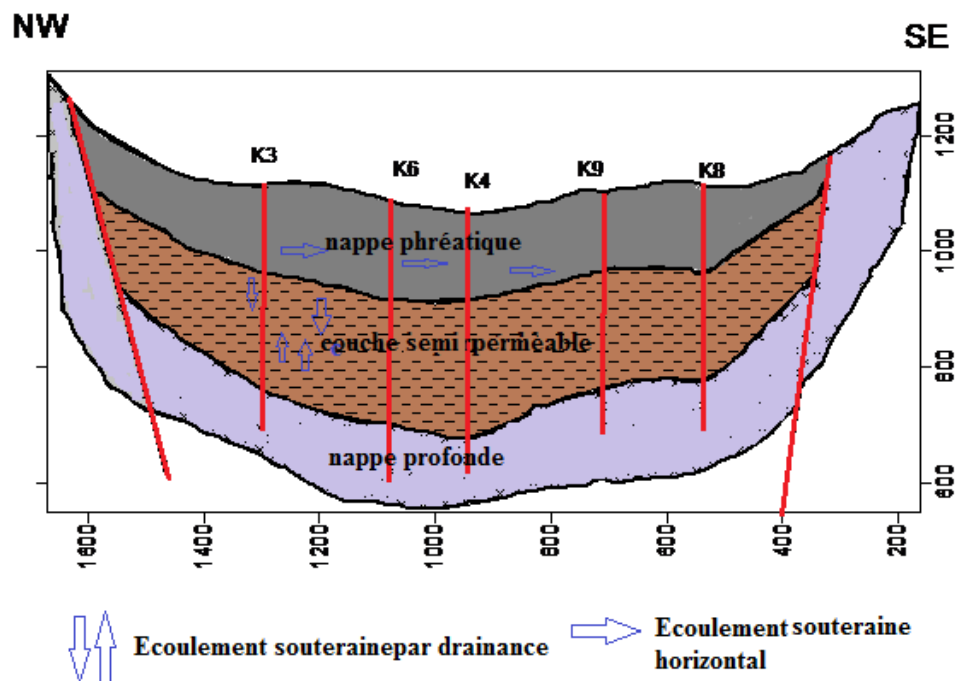
- Les débits extraits varient entre ( $Q = 0,3 \text{ l/s}$  et  $15 \text{ l/s}$ ).
- La transmissivité varie entre ( $T = 5 \cdot 10^{-5}$  et  $10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ .)
- La perméabilité entre ( $K = 10^{-6}$  et  $10^{-4} \text{ m/s}$ .)

### ✓ la nappe des graviers

Elle est présente sur toute l'étendue de la plaine et contenue dans des graviers, des sables et des galets plio- quaternaires et encaissée dans un bassin d'effondrement. Son toit est perméable à semi-perméable, il disparaît complètement et laisse place à une nappe libre entre Chihani et Dréan, c'est la nappe la plus exploitée.

- Dans la région de Dréan la transmissivité de l'aquifère varie entre ( $T = 3 \cdot 10^{-2}$  et  $3,5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ )
- Dans la région de Annaba entre ( $T = 4,6 \cdot 10^{-3}$  et  $5 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2/\text{s}$ ) témoignant ainsi de l'hétérogénéité des formations aquifères.

Les coefficients d'emmagasinement sont parfois très faibles de l'ordre de ( $S = 10^{-4}$ ) dans les zones où la nappe est captive et atteignent ( $S = 10^{-2}$ ) dans les zones où elle est libre. La perméabilité de cette nappe varie entre ( $K = 10^{-4}$  et  $10^{-5} \text{ m/s}$ ). (BELABED, 2010).



**Figure N° 18:** Schéma hydrogéologique de la plaine de Kherraza (in BELABED, 2010)

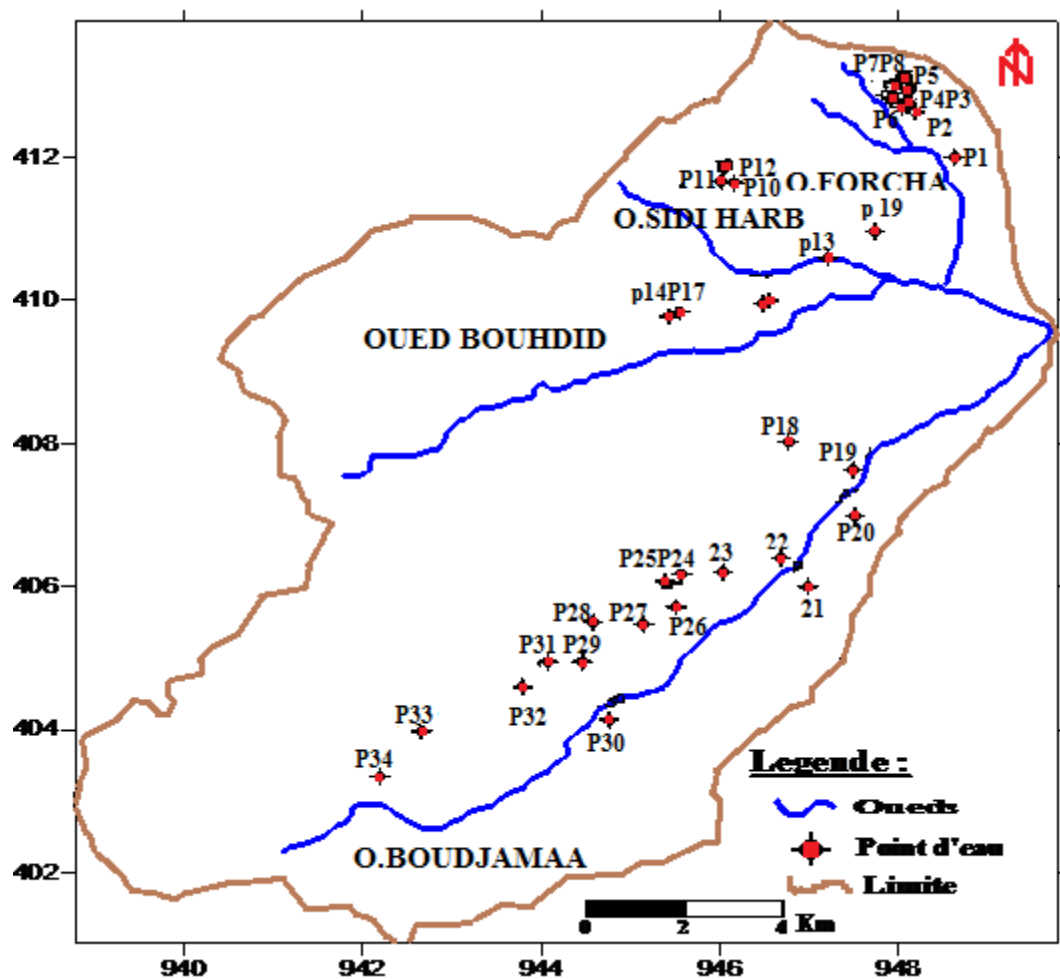
Les études antérieures (NAFAA, 1985) montrent que la nappe des graviers est tantôt alimentée partiellement par une drainance à partir de la nappe superficielle de la région qui s'étale entre El Hadjar et Allélik. Par fois elle peut alimenter verticalement la nappe superficielle qui se trouve entre Allélik et la mer.

Le débit de drainance a été estimé ( $Q = 4,75 \text{ l/s}$ ) au Nord d'El Hadjar et ( $Q = 9,85 \text{ l/s}$ ) dans la région d'El Hadjar (NAFAA, 1985).

### 2-4-3 Piézomètre de l'aquifère

#### 2-4-3-1 Inventaire des points d'eau

A partir des observations faites sur le terrain, l'ensemble des points d'eau est reporté sur la carte d'inventaire, fig n° 19, les points inventoriés sont des puits à gros diamètre. Notons qu'il existe aussi des forages dont la profondeur peut atteindre 100 mètres (SABOUA, 2010).



**Figure N°19: Carte d'inventaire des points d'eau dans la plaine de Annaba.**  
(MESSAOUDI et TOUMI, 2006 in SABOUA, 2010)

### **2-4-3-2 Carte piézométrique**

#### **2-4-3-2-1 Calcul du gradient hydraulique**

Le gradient hydraulique est la différence piézométrique entre deux points de surface piézométrique, par unité de longueur, mesurée le long d'une ligne de courant (SABOUA, 2010). Dans la pratique, il est calculé sur le terrain, à l'aide des niveaux piézométriques mesurés dans deux ouvrages d'observation, alignés sur une ligne de courant l'un amont  $H_1$ , l'autre aval  $H_2$ , séparés d'une distance  $L$ , à partir de la formule suivante :

$$i = \frac{H_1 - H_2}{L}$$

Avec :

$i$  : Gradient hydraulique.

$H_1$  : Niveau piézométrique au point 1.

$H_2$  : Niveau piézométrique au point 2.

$L$  : La distance entre les deux points 1 et 2.

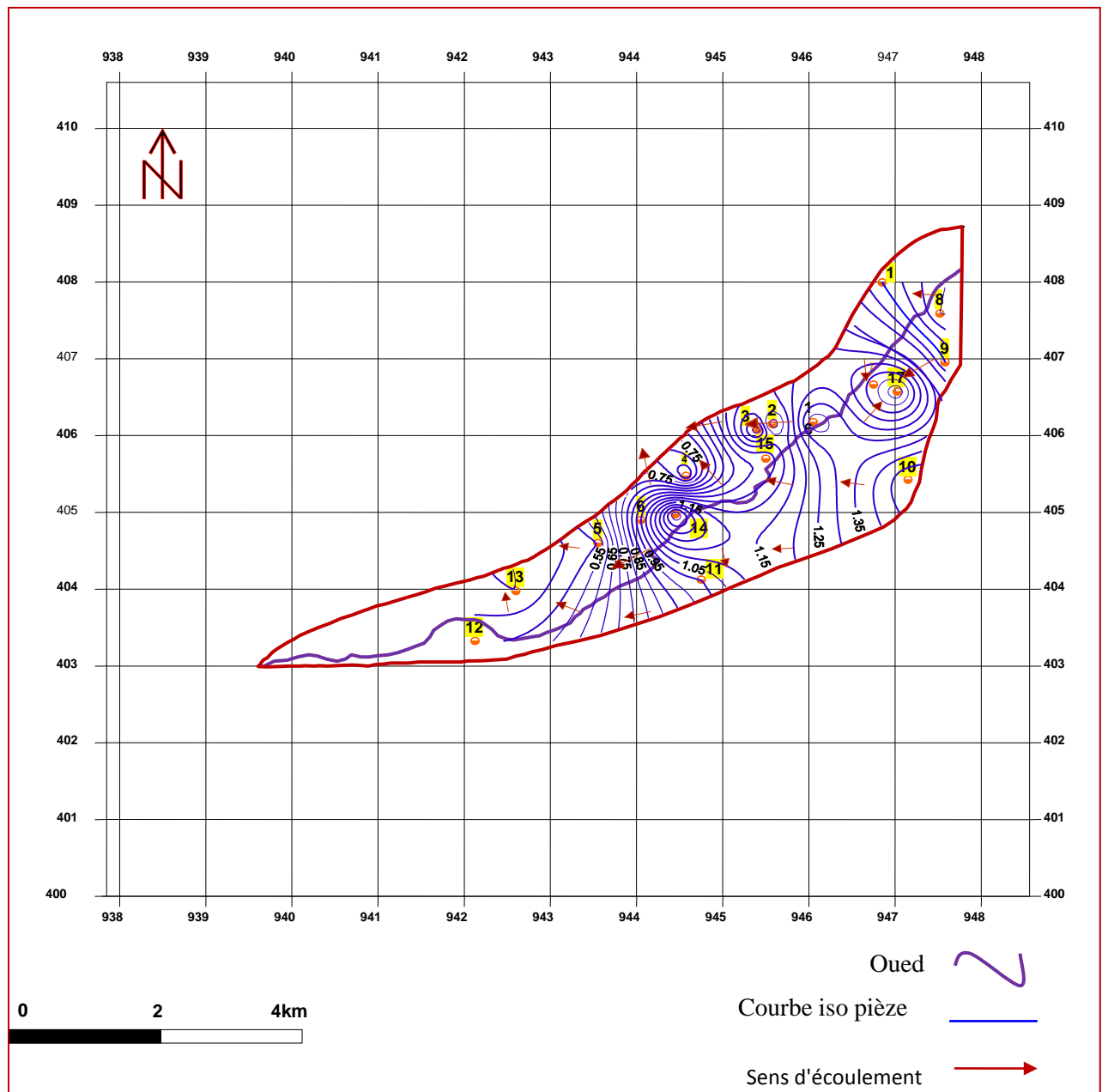
#### **2-4-3-2-2 Interprétation des cartes piézométriques :**

Les mesures piézométriques réalisées d'après, MESSAOUDI et TOUMI (2006) au mois de décembre 2005 (basses eaux) et au mois de mars 2006 (hautes eaux) ont permis d'élaborer les cartes piézométriques suivantes :

##### **a - Carte piézométrique du mois de Mars 2006**

La carte piézométrique, correspondant à la période des hautes eaux (Mars 2006), l'examen de cette carte montre un drainage de l'Oued vers la nappe.

Les courbes iso pièzes sont serrées au centre de la plaine avec un gradient hydraulique fort de  $I = 3,33 \times 10^{-4}$  vers l'Est et de  $I = 5 \times 10^{-4}$  vers l'Ouest ce qui traduit une grande vitesse de l'écoulement, et espacer dans les cotés avec un gradient hydraulique faible.

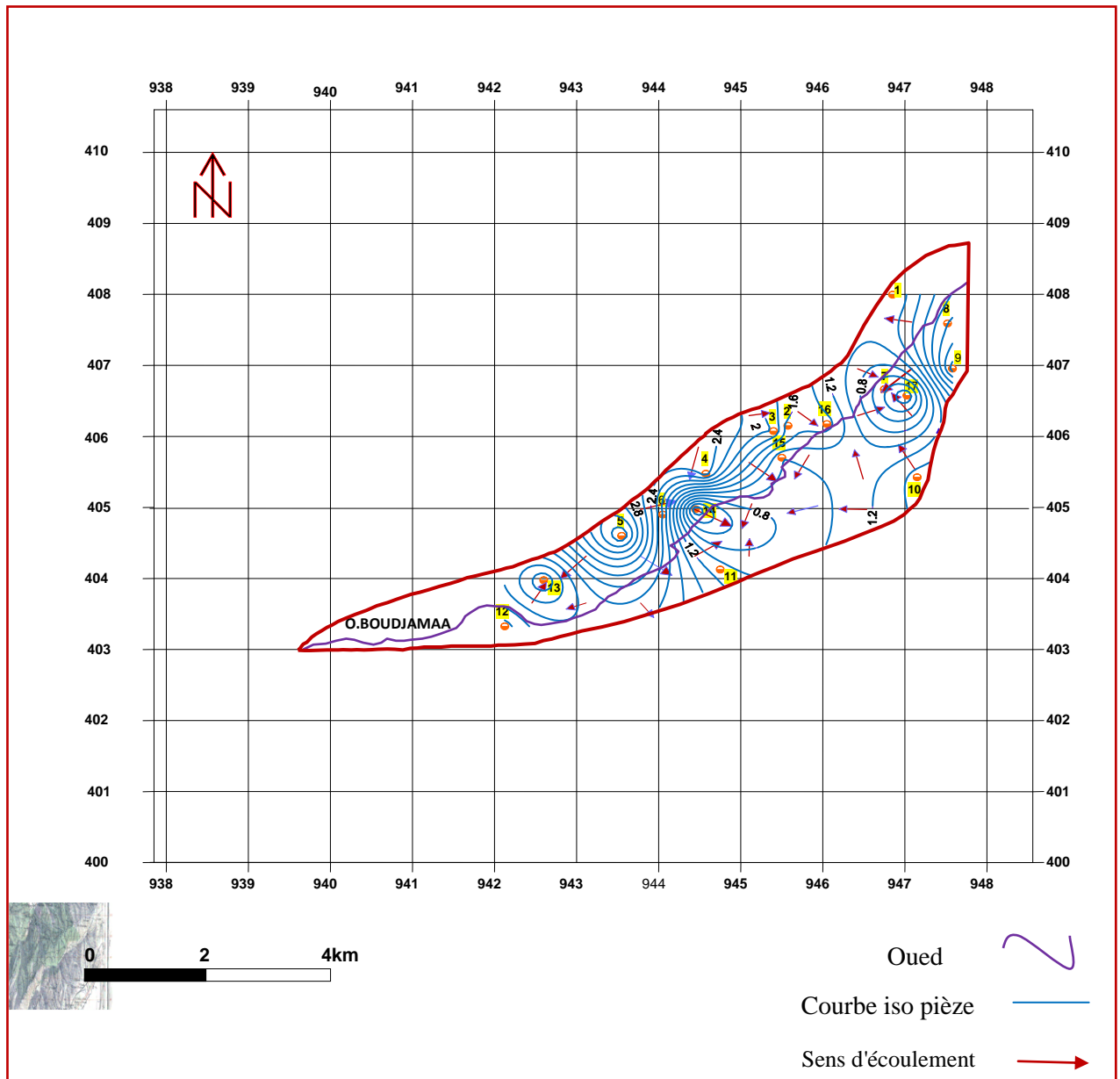


**Figure N°20 : Carte piézométrique de la plaine de Kherraza Mars 2006  
(MESSAOUDI et TOUMI, 2006 in SABOUA, 2010)**

#### **b - Carte piézométrique du mois de Juillet 2006.**

L'étude des fluctuations de la nappe permet d'étudier l'alimentation naturelle des couches aquifères et l'évolution des réserves des eaux souterraines.

La carte montre un écoulement différent de celui des hautes eaux. Les courbes isopièzes sont moyennement espacées ce qui indique un écoulement assez calme dû à la topographie plate de la région. L'examen de cette carte montre que l'écoulement général des eaux souterraines se fait de l'oued vers la nappe presque partout.



**Figure N°21 : Carte piézométrique de la plaine de Kherraza, mois de Juillet 2006, (MESSAOUDI et TOUMI, 2006 *in* SABOUA, 2010)**

## Conclusion

Le système aquifère de la plaine Annaba comprend essentiellement deux types d'aquifère : un aquifère superficiel contenu dans les formations sableuses et un aquifère profond. L'ensemble se comporte comme un même système avec des transferts hydrauliques horizontaux et verticaux par drainance.

L'établissement de la carte piézométrique nous a permis de constater que :

L'écoulement des eaux souterraines est généralement dirigé de la nappe vers l'Oued pendant la période des hautes eaux et le contraire durant la période des basses eaux, c'est-à-dire de l'Oued vers la nappe.

La cote piézométrique varie entre 0,5 et 1,5 m durant les hautes eaux et entre 0,8 et 3 m lors des basses eaux.

L'étude hydrogéologique nous a permis d'éclaircir quelques points entre autres :

- Le sens d'écoulement.
- La variation du gradient hydraulique.

## CHAPITRE III

---

### MATERIEL ET METHODES

## CHAPITRE III : MATERIEL ET METHODES

La phytosociologie est la branche de la botanique qui étudie la manière dont les plantes dans la nature, s'associent dans l'espace et dans le temps pour composer les différentes entités de végétation.

Les populations d'espèces végétales qui exploitent un même habitat naturel, ou biotope, constituent des phytocénoses dont la phytosociologie cherche à décrire la composition et les variations floristiques, mais aussi la dynamique.

Constatant que les diverses espèces de plantes ne se répartissaient pas au hasard et que l'on retrouvait souvent les mêmes espèces cohabitant dans des mêmes formes de végétation, les précurseurs de la phytosociologie, tel CHATEAU (1866-1952), ont défini les associations végétales comme unités structurelles fondamentales de la couverture végétale.

D'autres phytosociologues, comme BRAUN-BLANQUET (1884-1980) ou EMBERGER (1897-1969) ont construit un système complexe de classification hiérarchisée, analogue à celui des espèces vivantes, prenant pour base l'association végétale considérée comme représentée par des «individus d'association».

Ce système a constitué un socle théorique pour le développement des outils pratiques de la connaissance écologique, notamment les inventaires floristiques, et il a permis de mettre de l'ordre dans la compréhension des affinités entre les communautés d'espèces et entre celles-ci et le milieu naturel (DAURBY, 2007).

### 3-1 Equipement de Terrain

Pour mener cette étude à bon port et pour atteindre nos objectifs, divers matériels ont été utilisés :

- Appareil – photos numérique (CYBER SHOT) pour la prise des photos;
- GPS (**Système de Positionnement Géographique**) pour l'orientation et le prélèvement des coordonnées géographiques à l'intérieur de chaque station ;
- Pelle, Pioche, Sachets;
- Mètre ruban de 30 m de long était utilisé dans la délimitation de la surface de relevé et la distance entre les différentes stations d'échantillonnage ;
- Sécateur pour sectionner les spécimens destinés à l'herbier ;
- Matériels indispensables pour conserver les espèces récoltés sous forme d'herbier;
- Cahier ministre et un crayon pour l'enregistrement des données (pente, exposition, topographie) ainsi que les noms vernaculaires des plantes ;

La détermination des espèces a été faite à l'aide de Mr CHEFROUR et selon les clés de détermination de la flore (QUEZEL et SANTA, 1962-1963; GUENOD, 1954; POTTIER et ALAPETITE, 1979-1981; VALDES et *al.*, 2000).



## **3-2 METHODOLOGIE**

### **3-2-1 Choix du type d'échantillonnage**

L'échantillonnage constitue la base de toute étude floristique, il désigne l'ensemble des opérations qui ont pour objet de relever dans une population les individus devant constituer l'échantillon (GOUNOT, 1969).

Le problème de l'échantillonnage consiste à choisir des éléments de façon à obtenir des informations objectives et une précision mesurable sur l'ensemble (LONG, 1974; GOUNOT, 1969), respectant les règles d'échantillonnage qui sont : le hasard, la représentativité et l'homogénéité ; car un échantillon est un fragment d'un ensemble. Ces critères sont approchés par la notion d'aire minimale qui correspond à l'aire dans laquelle la quasi-totalité des espèces de la communauté végétale est représentée (GOUNOT, 1969).

L'échantillonnage des communautés végétales doit comprendre deux phases :

- La première est constituée par l'analyse des échantillons eux-mêmes pour vérifier s'ils répondent aux critères d'homogénéité et de représentativité.
- La deuxième correspond à la comparaison des échantillons pour tirer des conclusions valables sur les communautés (GOUNOT, 1969 *in* BELDJAZIA, 2009).

Cet auteur a proposé 04 types d'échantillonnage :

#### **a - Echantillonnage systématique**

Il consiste à disposer des échantillons selon un mode répétitif pouvant être représenté par un réseau de mailles régulières, de bandes ou de transects, de segments consécutifs, de grilles de points ou de points quadra alignés. Selon (GOUNOT, 1969) c'est une méthode d'échantillonnage dont les relevés se font systématiquement à intervalle régulier, mais avec le risque de sur-échantillonnage ou bien sous échantillonner certaines stations.

#### **b - Echantillonnage au hasard**

Il consiste à tirer au hasard des diverses localisations des échantillons à étudier.

#### **c - Echantillonnage stratifié**

C'est une méthode qui consiste à subdiviser une communauté hétérogène en unités homogène appelées strates ; l'échantillonnage stratifié permet d'obtenir des stations susceptibles de traduire le maximum de situations écologiques tout en étant représentatives du plus grand nombre de cas.

#### **d - Echantillonnage subjectif**

C'est la forme la plus simple et la plus intuitive d'échantillonnage (GOUNOT, 1969), qui consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs est suffisamment homogènes (LONG, 1974). Selon ce même auteur, l'échantillonnage subjectif constitue un point de départ pour les recherches phytoécologiques ; il permet, en effet, de juger de la validité du choix de la variable retenue pour conduire l'échantillonnage stratifié.

Le choix du type d'échantillonnage se base sur la réalité du terrain, sur les données bibliographiques et sur la nature des documents (photographies aériennes ou images satellites) (ALI TATAR, 2010).

La méthode d'échantillonnage qui satisfait notre objectif (diagnose phytoécologique) la plus efficace, s'avère être celle d'échantillonnage **systématique**.

#### **3-2-2 Choix des Stations**

Pour avoir un bon aperçu de la diversité floristique et l'hétérogénéité des formations végétales présentes, de nombreux relevés phytoécologiques ont été effectués sur des surfaces relativement homogènes dans la zone d'étude.

Pour lever toute ambiguïté, il s'avère nécessaire de définir le terme « Station » tel qu'on l'a utilisé dans ce travail « la station est la surface dans laquelle on a effectué le relevé phytoécologique », elle représente une surface où les conditions écologiques sont homogènes et où la végétation est uniforme (GUINOCHET, 1973) .

Ainsi le choix des stations tient compte de la physionomie de la végétation (densité du couvert, composition floristique...) et de conditions écologiques (texture de sol, position topographique, micro – climat, exposition des versants...) (BELDJAZIA, 2009).

Notre zone d'étude a été subdivisée en **quinze (15) stations** (fig. 22) dans lesquelles on a effectué des relevés phytoécologiques et la distance qui sépare deux stations varie entre **100 et 200** mètres.

L'échantillonnage est effectué seulement sur le côté de la zone humide en face de la Mer car c'est le plus diversifié concernant la végétation. L'autre côté (en face de l'aéroport) se caractérise par l'abondance de *Phragmites australis*, *Juncus maritimus* et *Typha latifolia*.

### 3-2-3 Réalisation des relevés phytoécologiques

Trois conditions sont exigées pour la réalisation d'un relevé :

a) Dimensions adéquates, pour contenir un échantillon d'espèces représentatives de la communauté. Selon LIPPMAA (1935), la surface des relevés doit se situer entre 1 et 4 m<sup>2</sup> pour les associations herbacées, autour de 25 m<sup>2</sup> pour les associations arbustives de sous-bois, elle est plus importante dans les formations arborescentes mais ne dépasse généralement pas 100 m<sup>2</sup> (GUINOCHET, 1973). Pour la ripisylve, le relevé est linéaire sur 20 m de long.

Chaque relevé phytoécologique est réalisé au sein d'une station qui est floristiquement uniforme et écologiquement homogène, cette surface correspond à l'aire minimale.

b) Uniformité de l'habitat, le relevé ne débordera pas sur deux habitats différents.

c) Homogénéité de la végétation, en n'incluant qu'un stade successional ou qu'une phase dynamique ; il existe des outils statistiques pour tester l'homogénéité de la végétation (ALI TATAR, 2010).

### 3-2-4 Composition d'un relevé phytoécologique

Le relevé comporte trois catégories d'informations :

- Géographiques : date, localité, coordonnées (éventuellement par GPS), altitude, pente, Exposition ;
- Environnementales : lithologie, drainage, humidité, humus, sol, pH, facteurs biotique (abrouissement par le gibier, défoliation, etc), microclimat ;
- Spécifiques, ou floristiques : liste des espèces végétales, éventuellement en fonction de la stratification des individus, avec des indications quantitatives d'abondance, de recouvrement, de biomasse ou, simplement qualitatives, de présence, de fréquence et de sociabilité (NASHIMBA, 2005).

Au sein de chaque station un relevé phytoécologique a été réalisé sur une surface de **01 m<sup>2</sup>** et pour avoir un inventaire assez complet de la végétation, il a été nécessaire d'effectuer des relevés à différentes périodes de l'année (Décembre 2010, Mars et Novembre 2011).

### **3-3 Méthode d'analyse de données floristiques**

#### **3-3-1 Composition floristique**

Pour la composition floristique, une liste des espèces inventoriées dans les **15** Stations a été dressée. Le nombre de familles, de genres et d'espèces était évalué dans chaque station. Cette liste a été analysée.

Pour toutes les espèces, le nom vernaculaire, les types morphologiques, les types biologiques, les types de désamination des graines et les types de distribution phytogéographique ont été prises en compte dans l'analyse globale.



**Figure N° 22 : Stations d'étude choisies dans la zone humide de Boukhmira**

### 3-3-2 Richesse spécifique

C'est l'une des mesures les plus communes de la biodiversité. Elle indique le nombre d'espèces recensées par unité de surface (MONOD, 1955; MARGALEF, 1958; MENHINICK, 1964; WALKER, 1992 et 1995).

Les deux grands gradients de variation de la richesse spécifique sont :

- Le nombre d'espèces
- La surface sur laquelle sont étudiées ces espèces.

Une richesse spécifique peut s'exprimer en richesse totale ou en richesse moyenne :

\*La richesse totale correspond au nombre total d'espèces présentes dans un biotope ou une station donnée.

\*La richesse moyenne correspond au nombre moyen d'espèces présentes dans les échantillons d'un peuplement étudié (DAURBAY, 2007).

### 3-3-3 La fréquence relative

Selon CURTIS et MCINTOSH (1950), la fréquence d'une espèce est égale au nombre d'apparition de cette espèce sur la surface d'inventaire. La fréquence relative d'une espèce est égale au quotient de la fréquence par la somme des fréquences de toutes les espèces et multipliée par 100 (DAURBAY, 2007).

$$\text{Fréquence relative d'une espèce} = \frac{\text{fréquence d'une espèce}}{\sum \text{des fréquences de toutes les espèces}} \times 100$$

### 3-3-4 La diversité des taxons

La diversité des taxons est évaluée en fonction du nombre d'individus au sein d'une espèce ou d'une famille dans une communauté.

Appelée aussi hétérogénéité spécifique, elle est un caractère unique du niveau de l'organisation biologique d'une communauté. Ainsi, la communauté diversifiée correspond à un grand nombre d'espèces ou de familles (DAURBAY, 2007).

Elle nous permet de mettre en évidence l'importance relative des grandes familles caractérisant la végétation étudiée. Elle s'exprime par la formule ci-après :

$$\text{Indice de diversité relative} = \frac{\text{Nombre d'espèces au sein d'une famille}}{\text{Nombre total d'espèces dans l'échantillonnage}} \times 100$$

### 3-4 Méthode d'analyse phytosociologique

Evaluer la diversité végétale d'un écosystème, constitue sans doute la première préoccupation de tout écologiste afin d'obtenir des résultats nécessaires et susceptibles d'influencer la conservation ou l'exploitation durable de celle-ci.

La méthode poursuivie ici est essentiellement basée sur les relevés phytosociologiques qui sont indispensables en vue de permettre une bonne comparaison des résultats et aussi de mettre au point les différents groupements du terrain d'étude.

#### 3-4-1 Echelle d'abondance-dominance selon BRAUN-BLANQUET (1960)

Etant donné que les résultats bruts (c'est-à-dire exprimés tels qu'ils ont été obtenus, par exemple le nombre d'individus par m<sup>2</sup> pour une espèce), sont meilleurs, mais ne facilitent pas toujours la comparaison entre plusieurs échantillons lorsque les valeurs brutes y sont très différentes et que l'on s'intéresse plus aux valeurs relatives qu'aux valeurs absolues, nous préférons présenter les résultats obtenus de nos différents relevés selon la méthode d'abondance-dominance d'après l'échelle de Braun-Blanquet qui s'apprécie de la manière suivante:

**r** : très peu abondant, recouvrement très faible.

**+** : peu abondant, recouvrement très faible.

**1** : abondant, mais avec un faible recouvrement ou assez peu abondant, mais avec un recouvrement plus grand.

**2** : très abondant ou recouvrement supérieur à **5 %**.

**3** : recouvrement de **25-50 %**, abondance quelconque.

**4** : recouvrement de **50-75 %**, abondance quelconque.

**5** : recouvrement supérieur à **75 %**, abondance quelconque.

Cette échelle combine donc l'abondance relative et le recouvrement en une échelle unique qui représente surtout l'abondance dans le bas de l'échelle et le recouvrement vers le haut (ALI TATAR, 2010).

#### 3-4-2 L'indice de présence

C'est un indice à caractère synthétique ; la présence indique le nombre de relevés où l'espèce « x » est présente, il s'exprime par la formule ci-après :

$$P = \frac{n}{N} \times 100 \quad \text{dont}$$

**n** : le nombre de relevés où l'espèce « x » existe.

**N** : le nombre total de relevés effectués.

**P** : l'indice de présence.

On peut l'apprécier suivant une échelle de I à V de la manière suivante:

**I** : Espèces présentes dans 21% des relevés.

**II** : Espèces présentes dans 21 à 41% des relevés.

**III** : Espèces présentes dans 41 à 61% des relevés.

**IV** : Espèces présentes dans 61 à 81% des relevés.

**V** : Espèces présentes dans 81 à 100% des relevés.

### **3-4-3 L'indice de fréquence**

C'est un indice à caractère synthétique ; la fréquence indique le nombre de relevés où l'espèce « x » est présente.

On peut l'apprécier suivant l'échelle suivante:

$00\% < \mathbf{F} < 20\%$  : espèce très rare.

$20\% < \mathbf{F} < 40\%$  : espèce rare.

$40\% < \mathbf{F} < 60\%$  : espèce fréquente.

$60\% < \mathbf{F} < 80\%$  : espèce abondante.

$80\% < \mathbf{F} < 100\%$  : espèce très constante.

## **3-5 Les Analyses statistiques**

### **3-5-1 Les indices de diversité**

Les indices de diversité sont fréquemment utilisés en écologie car ils constituent des paramètres de caractérisation d'un peuplement (RAMADE, 1994).

Par ailleurs, ces indices fournissent plusieurs renseignements notamment, sur la qualité et la fonctionnalité des peuplements (diversité, interaction, etc.), la viabilité ou non des peuplements (nombre d'individus et diversité génétique) ; l'évolution des peuplements (progression et régression). Ainsi, parmi les indices couramment utilisés, nous avons préféré utiliser pour ce travail, ceux de SHANNON-WEAVER et de PIELOU (NASHIMBA, 2005).

#### **3-5-1-1 L'indice de SHANNON-WEAVER**

Selon DANAIS (1982) et FRONTIER et ces collaborateurs (1993) *In* Le JOLY (1995), l'indice de diversité de SHANNON-WEAVER mesure la quantité moyenne d'informations données par l'indication de l'espèce d'un individu de la collection. Cette moyenne est calculée à partir des proportions d'espèces qu'on a recensées.

Pour ce travail, cet indice représente la somme des informations données par la fréquence des diverses espèces le long de la surface d'inventaire.



$$H = - \sum_{i=1}^S f_i \cdot \log_2 f_i$$

$f_i = \frac{n_i}{N}$  avec  $n_i$  compris entre 0 et N,  $f_i$  est compris entre 0 et 1

$N$  : effectif total

$n_i$  : effectif de l'espèce  $i$  dans l'échantillon

$S$  : nombre d'espèces total dans l'échantillon

Ce même indice sera aussi utilisé pour mesurer la diversité spécifique des groupements obtenus. RAMADE (1994) précise que cet indice convient bien à l'étude comparative des peuplements, parce qu'il est relativement indépendant de la taille de l'échantillon (NASHIMBA, 2005).

Cet indice varie à la fois en fonction du nombre d'espèces présentes et en fonction de la portion relative du recouvrement de différentes espèces.

Il peut varier entre 1 et 4,5 pour des relevés de faibles tailles.

Selon FRONTIER et PICHOD-VIALE (1995), In NGOK (2005), l'indice de diversité de SHANNON et WEAVER, peut être maximal ( $H_{\max}$ ) en prenant des valeurs comprises entre 8 et 9 pour des échantillons comprenant notamment 100 et 200 espèces.

L'indice de SHANNON est maximal quand tous les individus sont répartis d'une façon égale sur toutes les espèces. Il est cependant minimal si tous les individus du peuplement appartiennent à une seule et même espèce.

### 3-5-1-2 L'indice d'équitabilité de PIELOU (1966)

Selon FRONTIER et ses collaborateurs (1993), cet indice est défini par la formule :

$$R = \frac{H}{H_{\max}}$$

$R$  = régularité (= équitabilité) varie de 0 à 1.

$H$  = indice de SHANNON-WEAVER, = diversité spécifique observée.

$H_{\max} = \log_2 S$  = diversité spécifique maximale.

$S$  = nombre total d'espèces.

La régularité d'un échantillon est le rapport de sa diversité à la diversité maximale pouvant être obtenue avec le même nombre de taxons (NASHIMBA, 2005).

### **3-5-2 Les analyses multivariées**

En écologie, de nombreuses études s'attachent à définir les structures des communautés végétales ou animales ainsi que les facteurs environnementaux qui en sont responsables. Ainsi, les aires de distribution des espèces et les variations de la biodiversité à travers le temps et l'espace sont fréquemment analysées lors de travaux à vocation théorique ou pratique.

La manipulation de grands jeux de données rend nécessaire l'utilisation d'outils statistiques dans cette discipline. La statistique exploratoire multidimensionnelle a pour objet d'identifier la partie structurée, assimilable à un modèle des systèmes biologiques ; ce modèle participera ensuite à la formulation des hypothèses sur l'origine des structures rencontrées et le fonctionnement du modèle (YOCCOZ, 1988). Cette démarche nécessite une connaissance préalable du modèle sous-jacent aux données observées car chaque méthode a des objectifs, des propriétés et des conditions d'applications qui lui sont propres (DAURBY, 2007).

L'utilisation d'une méthode revient alors, implicitement, à faire des suppositions sur le système étudié. Le choix d'un outil statistique en adéquation avec les données à traiter apparaît donc comme une première étape primordiale.

L'écologie de chaque espèce est décrite par la manière dont elle occupe, elle domine ou elle est absente de la station. Plusieurs méthodes d'analyse ainsi que des tests statistiques et logiciels existent, mais dans ce travail, nous nous limitons à ceux qui suivent :

#### **3-5-2-1 Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)**

L'analyse phyto-écologique permet de préciser l'effet des facteurs écologiques sur la dispersion, le développement, l'abondance et l'agencement des espèces. Deux approches prévalent dans l'analyse d'un même lot de données phyto-écologiques (TRAORE, 1991; Le BOURGEOIS, 1991): l'approche analytique ou méthode des profils écologiques et l'approche globale ou méthode d'analyses multivariées, c'est le cas de l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC) utilisée dans cette étude.

Elle s'avère très adaptée aux études phytosociologiques et phyto-écologiques en ce sens qu'elle permet d'obtenir une vision synthétique des liaisons entre espèces et facteurs du milieu (ROMANE, 1972). Elle donne la possibilité de résumer, en quelques dimensions importantes (ou axes factoriels indépendants), la plus grande variabilité de la matrice des données.

On peut alors représenter variables et individus dans un même espace de dispersion et connaître la quantité d'information expliquée par ces axes factoriels indépendants (LEGENDRE et LEGENDRE, 1984), rendant ainsi compte du maximum de covariance entre les descripteurs. Il s'agit donc d'une approche globale qui dégage les relations essentielles existant entre la végétation et le milieu.

L'AFC, présentée en détail dans la littérature (LEBRETON *et al.*, 1991), permet de savoir dans quelle mesure la répartition des espèces peut être expliquée par les conditions du milieu inventoriées.

Le but de cette méthode (descriptive et non explicative) est de réaliser un ou plusieurs graphiques à partir du tableau de données en réduisant les dimensions de leur espace de représentation, tout en essayant de ne pas perdre trop d'informations au moment de cette réduction. Pour cela, il suffit de déterminer, comme un architecte au moment où il réalise les plans d'une maison, les axes de projection qui sont les plus aptes à représenter correctement une construction.

En AFC, si on s'intéresse au cas d'un tableau de contingence de **n** individus à **p** variables, on remarque que la comparaison de deux lignes du tableau n'est pas facile car les effectifs sont inégaux. En revanche, si on divise chaque ligne par son effectif total, on obtient alors des pourcentages que l'on appelle profils, et les comparaisons entre lignes deviennent alors beaucoup plus faciles. Les calculs mis en œuvre dans l'Analyse Factorielle des Correspondances consistent à comparer les profils des pourcentages lignes avec le profil moyen de la ligne totale.

Lorsque deux lignes ont un profil voisin, les deux points associés à ces deux lignes sont proches sur la représentation graphique. Si deux lignes ont un profil différent, voire opposé, les deux points sont éloignés.

L'analyse des profils des colonnes se fait de la même manière. L'indice qui sert de base à ces comparaisons est la valeur du Chi-carré. Les propriétés de cet indice permettent de représenter sur le même graphique les points lignes et les points colonnes de la matrice de contingence.

L'analyse factorielle des correspondances met en relation d'une manière symétrique les deux ensembles de variables, et permet le rapprochement sur un même graphique des deux types de variables (DAURBY, 2007).

### **3-5-3 Les tests statistiques**

Les tests statistiques sont des outils d'*aide à la décision* : ils ne prendront jamais la décision à votre place, ils ne servent qu'à calculer le risque d'erreur que vous prenez en décidant que « ceci est plus ... que cela », ou que « ceci est corrélé avec cela ». Les tests statistiques ne proposent aucune interprétation des résultats. C'est à vous de le faire, c'est à vous d'argumenter votre décision, et en le faisant, vous devez vous rappeler les deux risques d'erreur qui vous guettent (ZAR, 1999 ; SIEGEL et CASTELLAN, 2007).

1) Soit le test vous indique un risque d'erreur  $> 0,05$  : vous devez donc conclure à une différence non significative entre vos deux séries de mesures. Toutefois, les populations dont proviennent vos mesures peuvent quand même être réellement différentes, vous pouvez donc conclure erronément à une non-différence.

2) Soit le test vous indique un risque d'erreur  $< 0,05$  : vous pouvez donc conclure à une différence significative entre vos deux séries de mesures. Toutefois, les populations dont proviennent vos mesures peuvent quand même être identiques, vous pouvez donc conclure erronément à une différence (SIEGEL et CASTELLAN, 2007 *in* NASHIMBA, 2005).

## **RESULTATS ET DISCUSSION**

---

## CHAPITRE IV

---

# **ANALYSE DE LA FLORE TOTALE ET IDENTIFICATION DES GROUPEMENTS**

# CHAPITRE IV : ANALYSE DE LA FLORE TOTALE ET IDENTIFICATION DES GROUPEMENTS

## 4-1 Composition et diversité floristique

### 4-1-1 Liste floristique

La flore de la zone humide de Boukhmira englobe plusieurs espèces de plantes spontanées, semi - aquatiques et des sols hydromorphes. Les plantes inventoriées sont groupées dans la liste floristique du tableau 23 ainsi que des tableaux : 24, 25 et 26 (liste floristique par saison), présentées par famille, genre et espèce.

Le type morphologique, le type biologique, le type de diaspore et le type de distribution biogéographique sont affectés à chaque espèce.

**Tableau N° 23 : Espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (famille, genre, type morphologique, type biologique, type de diaspore, type biogéographique)**

Espèce	Famille	Genre	Type morphologique	Type biologique	Type diaspore	Type Biogéo graphique
<i>Lobularia maritima</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Lobularia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (< 1m) érigé	Anémochore	Méd
<i>Ammi visnaga</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Visnaga</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Asie – occi Afr- sept Méd
<i>Senecio jacobea</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Senecio</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Anémochore	Eur -asia
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Barochore	Cosmop - termo
<i>Plantago coronopus</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Eurp -asia
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium</i>	Herbacée vivace	phanérophyte	Anémochore	<u>Cosmop</u>
<i>Retama monosperma</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Retama</i>	Arbuste	Nanophanérophyte (2 à 4m) Caducifolie	Barochore	Afr -N Méd
<i>Suaeda maritima</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Suaeda</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Hydrochore	Méd-Atlant
<i>Oxalis cernua</i>	<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte sosetté	Autochore	Méd - Eurp Asie Afr
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus</i>	Arbrisseau ou arbuste dressé	Parvophanérophyte	Endozoochore	Méd Eurp- centr
<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Raphanus</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Eurasiat tempéré
<i>Brassica napus</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Brassica</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte estival	Barochore	Méd
<i>Trifolium repens</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte stolonifère	Epizoochore	Eur - asia
<i>Juncus maritimus</i>	<i>Juncaceae</i>	<i>Juncus</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Epizoochore	Cosmop
<i>Daucus carota</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Epizoochore	Atlantique
<i>Plantago crassifolia</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophytes capiteux	Barochore	Méd
<i>Rumex acetosella</i>	<i>Polygonaceae</i>	<i>Rumex</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Barochore	Cosmop - termo

<i>Solanum sodomium</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Sous-arbrisseau	Chaméphyte frutescent	Endozoochore	Méd
<i>Inula viscosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Inula</i>	Herbacée vivace	Chaméphyte (< 1m) suffrutescent	Anémochore	Méd Afr - sept
<i>Taraxacum dens leonis</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Taraxacum</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Anémochore	Afr - sept Amér - sept
<i>Erodium moschatum</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte estival	Autochore	Europ- cent Asie - occi Afr - sept Méd
<i>Tamarix galica</i>	<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix</i>	Arbrisseau	Parvophanérophite	Barochore	Méd
<i>Plantago lenceolata</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Anémochore	Europ Asie - occi Afr - sept
<i>Arundo donax</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Arundo</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte stolonifère	Anémochore	Cosmopo
<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Autochore	Europ -cent Asie – occid Afr -sept
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Anémochore	Cosmopo
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	<i>Anagallis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Anémochore	Cosmop - termo
<i>Olea europea</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Olea</i>	Arbrisseau ou arbre vivace	Phanérophite feuillu	Barochore	Méd
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Autochore	Europ Asie Afr Amér
<i>Dipsacus silvestris</i>	<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Dipsacus</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (>=1m)	Anémochore	Eup - Mér
<i>Echinops spinosus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Echinops</i>	Herbacée vivace à souche ligneuse	Phanérophite	Anémochore	Afr - N
<i>Centaurea calcitrapa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Centaurea</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Barochore	Europ -cent Afr - sept Méd-atlant
<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Arecaceae</i>	<i>Chamaerops</i>	Arbuste	Parvophanérophite	Endozoochore	Méd
<i>Scolymus hispanicus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Scolymus</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Epizoochore	Méd
<i>Clematis vitalba</i>	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Clematis</i>	<u>Liane</u> vivace, grimpante	Parvophanérophite	Anémochore	Holarctique
<i>Rubus fruticosus</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus</i>	Sous-arbrisseau vivace	Hémicryptophyte	Endozoochore	Méd
<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Xanthium</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Epizoochore	Cosmopo
<i>Scrofularia laevigata</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Scrophularia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Barochore	Circumboréale
<i>Fumaria capreolata</i>	<i>Papaveraceae</i>	<i>Fumaria</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Europ -cent Asie - occid Afr -sept
<i>Ephedra sinica</i>	<u><i>Ephedraceae</i></u>	<u><i>Ephedra</i></u>	Sous-arbrisseau vivace	Chaméphyte (<1m) frutescent	Anémochore	Méd Europ – asie tempéré
<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pistacia</i>	Arbrisseau	Parvophanérophite	Endozoochore	Méd
<i>Scilla maritima</i>	<i>Hyacinthaceae</i>	<i>Scilla</i>	Herbacée vivace	Géophyte à bulbe	Barochore	Méd
<i>Euphorbia peplis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Méd Europ -occi
<i>Verbascum sp</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Verbascum</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (>=1m)	Epizoochore	Eur –asia - méridi
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Asparagaceae</i>	<i>Asparagus</i>	Herbacée ligneuse	Chaméphyte frutescent	Endozoochore	Méd
<i>Rubia tinctorium</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Rubia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Endozoochore	Atlantique Europ-moy
<i>Lactuca virosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Lactuca</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Anémochore	Méd Atlantique
<i>Rosa canina</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa</i>	Arbrisseau	Nanophanérophite	Endozoochore	Europ – asie tempéré
<i>Asphodelus aestivus</i>	<i>Asphodelaceae</i>	<i>Asphodelus</i>	Herbacée vivace	Géophyte à tubercule	Barochore	Méd -occid



<i>Allisma Plantago aquatica</i>	<i>Alismaceae</i>	<i>Alisma</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophytes capiteux	Hydrochore	Holarctiq
<i>Echinops retro</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Echinops</i>	Herbacée vivace	PhanérophYTE	Anémochore	Méd
<i>Urtica urens</i>	<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Epizoochore	Circumboréal
<i>Paronychia argentea</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Paronychia</i>	Herbacée annuelle	Hémicryptophyte érigé	Barochore	Méd Eur - mérid Asie - occid Afr - sept
<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Lamiaceae</i>	<i>Lamium</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte ramifié	Barochore	Afr - sept Eur - asia
<i>Phillyrea angustifolia</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Phillyrea</i>	Arbrisseau	ParvophanérophYTE	Endozoochore	Médi
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Endozoochore	Cosmopo
<i>Spergularia rubra</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Spergularia</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Eur - asia
<i>Typha latifolia</i>	<i>Typhaceae</i>	<i>Typha</i>	Herbacée vivace	Géophyte a rhizome	Anémochore	Cosmopol
<i>Silene colorata</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Silene</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Anémochore	Atlantique
<i>Plantago major</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Anémochore	Cosmopo
<i>Galactites tomentosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Galactites</i>	Herbacée bisannuelle	Hemicryptophyte	Anémochore	Méd
<i>Urtica dioïca</i>	<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica</i>	Herbacée vivace	Géophytes (>= 1m) à rhizome	Epizoochore	Cosmopol
<i>Accacia horrida</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Acccia</i>	Arbuste	MésophanérophYTE caducifolie	Barochore	Méd
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Chrysanthemum</i>	Herbacée bisannuel	Hémicryptophyte	Epizoochore	Méd
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cynoglossum</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (< 1m)	Epizoochore	Méd
<i>Taraxacum officinalis</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Taraxacum</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Anémochore	Eur - asia
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus</i>	Herbacée vivace	PhanérophYTE lianescent	Barochore	Cosmopo
<i>Pallenis spinosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Pallenis</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Anémochore	Méd
<i>Sherardia arvensis</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Sherardia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Epizoochore	Eur –asia - méridi
<i>Matricaria maritima</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Matricaria</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (< 1m) érigé	Barochore	Atlantique
<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Arecaceae</i>	<i>Phoenix</i>	Arbre	PhanérophYTE dressé	Anémochore	<u>Afr - N</u>
<i>Ranunculus acris</i>	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Ranunculus</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Epizoochore	Europ Asie Boréale
<i>Bellis annua</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Bellis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte vernal	Epizoochore	Méd Afr – sept
<i>Aster tripolium</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Aster</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Anémochore	Europ Afr -sept
<i>Plantago sp</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Méd
<i>Chenopodium sp</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Chenopodium</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (< 1m) érigé	Barochore	Holarctique
<i>Arisarum vulgare</i>	<i>Araceae</i>	<i>Arisarum</i>	Herbacée vivace	Géophyte (< 1m) à bulbe	Endozoochore	Méd
<i>Arum maculatum</i>	<i>Araceae</i>	<i>Arum</i>	Herbacée vivace	Géophyte (< 1m) à bulbe	Endozoochore	Europ
<i>Smilax aspera</i>	<i>Smilacaceae</i>	<i>Smilax</i>	Liane vivace	ParvophanérophYTE	Endozoochore	Méd
<i>Trifolium pratense</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophytes (< 1m) érigé	Epizoochore	Atlantique
<i>Daphné gnidium</i>	<i>Thymeleaceae</i>	<i>Daphné</i>	Arbrisseau vivace	NanophanérophYTE	Endozoochore	Méd
<i>Crataegus monogyna</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Crataegus</i>	Arbrisseau	ParvophanérophYTE	Endozoochore	Eur - asia méridi
<i>Galium sp</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Galium</i>	Herbacée vivace	Thérophyte (>=1m) estival (liane)	Epizoochore	Eur - asia méridi
<i>Phragmites australis</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Phragmites</i>	Herbacée vivace	Géophytes (>= 1m) à rhizome	Anémochore	Cosmop

<i>Calycotum spinosa</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Calicotome</i>	Arbrisseau dressé	Nanophanérophyte (2 à 4m) (caducifoliée)	Anémochore	Méd - occid
<i>Picris sp</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>picris</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (< 1m) érigé	Anémochore	Sub – méd Afr – N Eur - mérid
<i>Eryngium dichotomum</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium</i>	Herbacée vivace	phanérophyte	Anémochore	Cosmop
<i>Linum usitatissimum</i>	<i>Linaceae</i>	<i>Linum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Eur -asiat
<i>Erodium botrys</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte vernal	Autochore	Méd Afr -sept
<i>Lathyrus hirsutus</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Lathyrus</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Epizoochore	Eur - asia méridi
<i>Carlina lanata</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Carlina</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Anémochore	méd
<i>Mercurialis annua</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Mercurialis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Myrmécochore	Europ Asie - occid Afr - sept
<i>Ricinus communis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Ricinus</i>	Arbrisseau annuel	Parvophanérophyte	Dyszoochore	Subtropical
<i>Salvia verbenaca</i>	<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Barochore	Méd Atlant
<i>Cirsium monspessulanum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Cirsium</i>	Herbacée Vivace	Hémicryptophyte (>= 1m) érigé	Anémochore	Méd - occid
<i>Capsella bursa pastoris</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Capsella</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Anémochore	Cosmopol
<i>Anagallis monelii</i>	<i>Primulaceae</i>	<i>Anagallis</i>	Herbacée Vivace	Thérophyte	Anémochore	Méd
<i>Cyperus longus</i>	<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus</i>	Herbacée Vivace	Géophyte à rhizome	Barochore	Europ Afr - N (Cosmopolite en lieux humides)
<i>Geranium robertianum</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Geranium</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte	Autochore	Europ Asi – occid Afr - sept
<i>Trifolium campestre</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte ramifié	Epizoochore	Europ Asie - occid Afr - sept
<i>Lathyrus aphaca</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Lathyrus</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Anémochore	Méd
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetaceae</i>	<i>Equisetum</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Anémochore	Europ Asie Afr Circumboréa
<i>Juncellus laevigatus</i>	<i>Cyperaceae</i>	<i>Juncellus</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte stolonifère	Barochore	Méd
<i>Cartamus lanatus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Carthamus</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Epizoochore	Méd

**Tableau N° 24 : Espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (famille, genre, type morphologique, type biologique, type de diaspore, type biogéographique)**

– Hiver –

Espèce	Famille	Genre	Type morphologique	Type biologique	Type diaspore	Type biogéographique
<i>Lobularia maritima</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Lobularia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (< 1m) érigé	Anémochore	Méd
<i>Ammi visnaga</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Visnaga</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Asie - occi Afr- sept Méd
<i>Senecio jacobea</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Senecio</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Anémochore	Eur -asia
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Barochore	Cosmop -termo
<i>Plantago coronopus</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Eurp -asia
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Autochore	Europ Asie Afr Amér
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium</i>	Herbacée vivace	phanérophYTE	Anémochore	Cosmop
<i>Retama monosperma</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Retama</i>	Arbuste	NanophanérophYTE (2 à 4m) caducifolie	Barochore	Afr -N Méd
<i>Suaeda maritima</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Suaeda</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Hydrochore	Méd-Atlant
<i>Oxalis cernua</i>	<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte sosetté	Autochore	Méd - Eurp Asie Afr
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus</i>	Arbrisseau ou arbuste dressé	ParvophanérophYTE	Endozochore	Méd Eurp- centr
<i>Juncus maritimus</i>	<i>Juncaceae</i>	<i>Juncus</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Epizochore	Cosmop
<i>Plantago crassifolia</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophytes capiteux	Barochore	Méd
<i>Arundo donax</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Arundo</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte stolonifère	Anémochore	Cosmopo
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Anémochore	Cosmopo
<i>Inula viscosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Diitrichia</i>	Herbacée vivace	Chaméphyte (< 1m) suffrutescent	Anémochore	Méd Afr - sept
<i>Echinops spinosus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Echinops</i>	Herbacée vivace à souche ligneuse	PhanérophYTE	Anémochore	Afr - N
<i>Daucus carota</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Epizochore	Atlantique
<i>Centaurea calcitrapa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Centaurea</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Barochore	Europ -cent Afr - sept Méd-atlant
<i>Tamarix galica</i>	<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix</i>	Arbrisseau	ParvophanérophYTE	Barochore	Méd
<i>Smilax aspera</i>	<i>Smilacaceae</i>	<i>Smilax</i>	<u>Liane</u> vivace	ParvophanérophYTE	Endozochore	Méd
<i>Scilla maritima</i>	<i>Hyacinthaceae</i>	<i>Scilla</i>	Herbacée vivace	Géophyte à bulbe	Barochore	Méd
<i>Euphorbia peplis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Méd Europ -occi
<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Xanthium</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Epizochore	Cosmopo
<i>Solanum sodomium</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Sous-arbrisseau	Chaméphyte frutescent	Endozochore	Méd
<i>Scolymus hispanicus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Scolymus</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Epizochore	Méd
<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Arecaceae</i>	<i>Chamaerops</i>	Arbuste	ParvophanérophYTE	Endozochore	Méd
<i>Asphodelus aestivus</i>	<i>Asphodelaceae</i>	<i>Asphodelus</i>	Herbacée vivace	Géophyte à tubercule	Barochore	Méd -occid
<i>Allisma Plantago aquatica</i>	<i>Alismaceae</i>	<i>Alisma</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophytes capiteux	Hydrochore	Holarctiq
<i>Clematis vitalba</i>	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Clematis</i>	<u>Liane</u> vivace, grimpante	ParvophanérophYTE	Anémochore	Holarctique
<i>Rubus fruticosus</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus</i>	Sous-arbrisseau	Hémicryptophyte	Endozochore	Méd

			vivace			
<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pistacia</i>	Arbrisseau	Parvophanérophyte	Endozoochore	Méd
<i>Phillyrea angustifolia</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Phillyrea</i>	Arbrisseau	Parvophanérophyte	Endozoochore	Médi
<i>Rosa canina</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa</i>	Arbrisseau	Nanophanérophyte	Endozoochore	Europ – asie tempérée
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Endozoochore	Cosmopo
<i>Spergularia rubra</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Spergularia</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Eur - asia
<i>Verbascum sp</i>	<i>Scrofulariaceae</i>	<i>Verbascum</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (>=1m)	Epizoochore	Eur –asia méridi
<i>Typha latifolia</i>	<i>Typhaceae</i>	<i>Typha</i>	Herbacée vivace	Géophyte a rhizome	Anemochore	Cosmopol
<i>Erodium moschatum</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte estival	Autochore	Europ- cent Asie - occi Afr - sept Méd
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus</i>	Herbacée vivace	Phanérophyte lianescent	Barochore	Cosmopo
<i>Accacia horrida</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Acccia</i>	Arbuste	Mésophanérophyte caducifolie	Barochore	Méd
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	<i>Anagallis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Anémochore	Cosmop - termo
<i>Erodium botrys</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte vernal	Autochore	Méd Afr -sept
<i>Lathyrus hirsutus</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Lathyrus</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Epizoochore	Eur - asia méridi
<i>Taraxacum dens leonis</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Taraxacum</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Anémochore	Afr - sept Amér - sept
<i>Carlina lanata</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Carlina</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Anémochore	méd
<i>Mercurialis annua</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Mercurialis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Myrmécochore	Europ Asie - occid Afr - sept
<i>Ricinus communis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Ricinus</i>	Arbrisseau annuel	Parvophanérophyte	Dyszoochore	Subtropical
<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Arecaceae</i>	<i>Phoenix</i>	Arbre	Phanérophyte dressé	Anémochore	Afr - N
<i>Arisarum vulgare</i>	<i>Araceae</i>	<i>Arisarum</i>	Herbacée vivace	Géophyte (< 1m) à bulbe	Endozoochore	Méd
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cynoglossum</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (< 1m)	Epizoochore	Méd
<i>Olea europea</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Olea</i>	Arbrisseau ou arbre vivace	Phanérophyte feuillu	Barochore	Méd
<i>Eryngium dichotomum</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium</i>	Herbacée vivace	phanérophyte	Anémochore	Cosmop
<i>Bellis annua</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Bellis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte vernal	Epizoochore	Méd Afr – sept
<i>Plantago major</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Anémochore	Cosmopo
<i>Cartamus lanatus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Carthamus</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Epizoochore	Méd
<i>Geranium robertianum</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Geranium</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte	Autochore	Europ Asi - occid Afr - sept

**Tableau N° 25 : Espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (famille, type biologique, type morphologique, type biogéographique)**

– Printemps -

Espèce	Famille	Genre	Type morphologique	Type biologique	Type de diaspore	Type Biogéo graphique
<i>Juniperus oxycedrus</i>	<i>Cupressaceae</i>	<i>Juniperus</i>	Arbrisseau ou arbuste dressé	ParvophanérophYTE	Endozoochore	Méd Eurp- centr
<i>Raphanus raphanistrum</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Raphanus</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Eurasiat tempéré
<i>Brassica napus</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Brassica</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte estival	Barochore	Méd
<i>Trifolium repens</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte stolonifère	Epizoochore	Eur - asia
<i>Lobularia maritima</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Lobularia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (< 1m) érigé	Anémochore	Méd
<i>Plantago coronopus</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Eurp -asia
<i>Daucus carota</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Epizoochore	Atlantique
<i>Senecio jacobea</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Senecio</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Anémochore	Eur -asia
<i>Plantago crassifolia</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophytes capiteux	Barochore	Méd
<i>Echinops spinosus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Echinops</i>	Herbacée vivace à souche ligneuse	PhanérophYTE	Anémochore	Afr - N
<i>Rumex acetosella</i>	<i>Polygonaceae</i>	<i>Rumex</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Barochore	Cosmop - termo
<i>Solanum sodomium</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Sous-arbrisseau	Chaméphyte frutescent	Endozoochore	Méd
<i>Inula viscosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Diurichia</i>	Herbacée vivace	Chaméphyte (< 1m) suffrutescent	Anémochore	Méd Afr - sept
<i>Retama monosperma</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Retama</i>	Arbuste	NanophanérophYTE (2 à 4m) caducifolie	Barochore	Afr -N Méd
<i>Juncus maritimus</i>	<i>Juncaceae</i>	<i>Juncus</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Epizoochore	Cosmop
<i>Taraxacum dens leonis</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Taraxacum</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Anémochore	Afr - sept Amér - sept
<i>Erodium moschatum</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Erodium</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte estival	Autochore	Europ- cent Asie - occi Afr - sept Méd
<i>Tamarix galica</i>	<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix</i>	Arbrisseau	ParvophanérophYTE	Barochore	Méd
<i>Plantago lanceolata</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Anémochore	Europ Asie - occi Afr - sept
<i>Papaver rhoeas</i>	<i>Papaveraceae</i>	<i>Papaver</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Autochore	Europ -cent Asie - occid Afr -sept
<i>Ammi visnaga</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Visnaga</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Asie - occi Afr- sept Méd
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	<i>Anagallis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Anémochore	Cosmop - termo
<i>Olea europea</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Olea</i>	Arbrisseau ou arbre vivace	PhanérophYTE feuillu	Barochore	Méd
<i>Arundo donax</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Arundo</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte stolonifère	Anémochore	Cosmopo
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Autochore	Europ Asie Afr Amér

<i>Dipsacus silvestris</i>	<i>Caprifoliaceae</i>	<i>Dipsacus</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (>=1m)	Anémochore	Eu - Mér
<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Arecaceae</i>	<i>Chamaerops</i>	Arbuste	Parvophanérophite	Endozoochore	Méd
<i>Scolymus hispanicus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Scolymus</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Epizoochore	Méd
<i>Clematis vitalba</i>	<i>Ranunculaceae</i>	<i>Clematis</i>	<u>Liane</u> vivace, grimpante	Parvophanérophite	Anémochore	Holarctique
<i>Rubus fruticosus</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus</i>	Sous-arbrisseau vivace	Hémicryptophyte	Endozoochore	Méd
<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Xanthium</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Epizoochore	Cosmopo
<i>Smilax aspera</i>	<i>Smilacaceae</i>	<i>Smilax</i>	<u>Liane</u> vivace	Parvophanérophite	Endozoochore	Méd
<i>Scrofularia laevigata</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Scrophularia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Barochore	Circumboréale
<i>Fumaria capreolata</i>	<i>Papaveraceae</i>	<i>Fumaria</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Europ -cent Asie - occid Afr -sept
<i>Ephedra sinica</i>	<u><i>Ephedraceae</i></u>	<u><i>Ephedra</i></u>	Sous-arbrisseau vivace	Chaméphyte (<1m) frutescent	Anémochore	Méd Europ – asie tempéré
<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pistacia</i>	Arbrisseau	Parvophanérophite	Endozoochore	Méd
<i>Scilla maritima</i>	<i>Hyacinthaceae</i>	<i>Scilla</i>	Herbacée vivace	Géophyte à bulbe	Barochore	Méd
<i>Verbascum sp</i>	<i>Scrofulariaceae</i>	<i>Verbascum</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (>=1m)	Epizoochore	Eur –asia - méridi
<i>Asparagus acutifolius</i>	<i>Asparagaceae</i>	<i>Asparagus</i>	Herbacée ligneuse	Chaméphyte frutescent	Endozoochore	Méd
<i>Rubia tinctorum</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Rubia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Endozoochore	Atlantique Europ-moy
<i>Lactuca virosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Lactuca</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Anémochore	Méd Atlantique
<i>Rosa canina</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rosa</i>	Arbrisseau	Nanophanérophite	Endozoochore	Europ – asie tempéré
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Barochore	Cosmop - termo
<i>Echinops retro</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Echinops</i>	Herbacée vivace	Phanérophite	Anémochore	Méd
<i>Urtica urens</i>	<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Epizoochore	Circumboréa
<i>Paronychia argentea</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Paronychia</i>	Herbacée annuelle	Hémicryptophyte érigé	Barochore	Méd Eur -mérid Asie - occid Afr - sept
<i>Lamium amplexicaule</i>	<i>Lamiaceae</i>	<i>Lamium</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte ramifié	Barochore	Afr - sept Eur - asia
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Endozoochore	Cosmopo
<i>Typha latifolia</i>	<i>Typhaceae</i>	<i>Typha</i>	Herbacée vivace	Géophyte a rhizome	Anémochore	Cosmopol
<i>Silene colorata</i>	<i>Caryophyllaceae</i>	<i>Silene</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Anémochore	Atlantique
<i>Scrofularia laevigata</i>	<i>Scrophulariaceae</i>	<i>Scrophularia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Barochore	Circumboréa
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Anémochore	Cosmopo
<i>Oxalis cernua</i>	<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte sosetté	Autochore	Méd - Eurp Asie Afr
<i>Plantago major</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Anémochore	Cosmopo
<i>Galactites tomentosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Galactites</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Anémochore	Méd
<i>Urtica dioïca</i>	<i>Urticaceae</i>	<i>Urtica</i>	Herbacée vivace	Géophytes (>= 1m) à rhizome	Epizoochore	Cosmopol
<i>Accacia horrida</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Accia</i>	Arbuste	Mésophanérophite caducifolie	Barochore	Méd
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Chrysanthemum</i>	Herbacée bisannuel	Hémicryptophyte	Epizoochore	Méd
<i>Euphorbia peplis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Méd Europ -occi
<i>Cirsium monspessulanum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Cirsium</i>	Herbacée Vivace	Hémicryptophyte (>= 1m) érigé	Anémochore	Méd - occid
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cynoglossum</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (< 1m)	Epizoochore	Méd

<i>Asphodelus aestivus</i>	<i>Asphodelaceae</i>	<i>Asphodelus</i>	Herbacée vivace	Géophyte à tubercule	Barochore	Méd -occid
<i>Taraxacum officinalis</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Taraxacum</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Anémochore	Eur - asia
<i>Sherardia arvensis</i>	<i>Rubiaceae</i>	<i>Sherardia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Epizoochore	Eur –asia - méridi
<i>Bellis annua</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Bellis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte vernal	Epizoochore	Méd Afr – sept
<i>Pallenis spinosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Pallenis</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Anémochore	Méd
<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Arecaceae</i>	<i>Phoenix</i>	Arbre	Phanérophyte dressé	Anémochore	Afr - N
<i>Salvia verbenaca</i>	<i>Lamiaceae</i>	<i>Salvia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Barochore	Méd atlant
<i>Aster tripolium</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Aster</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte	Anémochore	Europ Afr -sept
<i>Plantago sp</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Méd
<i>Chenopodium sp</i>	<i>Chenopodiaceae</i>	<i>Chenopodium</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (< 1m) érigé	Barochore	Holarctique
<i>Arisarum vulgare</i>	<i>Araceae</i>	<i>Arisarum</i>	Herbacée vivace	Géophyte (< 1m) à bulbe	Endozoochore	Méd
<i>Capsella bursa pastoris</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Capsella</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Anémochore	Cosmopol
<i>Anagallis monelii</i>	<i>Primulaceae</i>	<i>Anagallis</i>	Herbacée Vivace	Thérophyte	Anémochore	Méd
<i>Mercurialis annua</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Mercurialis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Myrmécochore	Europ Asie - occid Afr - sept
<i>Cyperus longus</i>	<i>Cyperaceae</i>	<i>Cyperus</i>	Herbacée Vivace	Géophyte à rhizome	Barochore	Europ Afr - N (Cosmopolite en lieux humides)
<i>Geranium robertianum</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Geranium</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte	Autochore	Europ Asi - occid Afr - sept
<i>Trifolium campestre</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Trifolium</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte ramifié	Epizoochore	Europ Asie - occid Afr - sept
<i>Lathyrus aphaca</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Lathyrus</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Anémochore	Méd
<i>Equisetum arvense</i>	<i>Equisetaceae</i>	<i>Equisetum</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Anémochore	Europ Asie Afr Circumboréa
<i>Juncellus laevigatus</i>	<i>Cyperaceae</i>	<i>Juncellus</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte stolonifère	Barochore	Méd
<i>Carlina lanata</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Carlina</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Anémochore	Méd

**Tableau N° 26 : Espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (famille, type biologique, type morphologique, type biogéographique)**

– Automne –

Espèce	Famille	Genre	Type morphologique	Type biologique	Type diaspore	Type Biogéo graphique
<i>Lobularia maritima</i>	<i>Brassicaceae</i>	<i>Lobularia</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (< 1m) érigé	Anémochore	Méd
<i>Plantago coronopus</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée annuelle ou bisannuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Barochore	Eurp -asia
<i>Senecio jacobea</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Senecio</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte érigé	Anémochore	Eur -asia
<i>Cynodon dactylon</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Cynodon</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Barochore	Cosmop -termo
<i>Retama monosperma</i>	<i>Fabaceae</i>	<i>Retama</i>	Arbuste	Nanophanéphyte (2 à 4m) caducifolie	Barochore	Afr -N Méd
<i>Carthamus lanatus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Carthamus</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte (< 1m) estival	Epizoochore	Méd
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	<i>Boraginaceae</i>	<i>Cynoglossum</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (< 1m)	Epizoochore	Méd
<i>Geranium robertianum</i>	<i>Geraniaceae</i>	<i>Geranium</i>	Herbacée bisannuelle	Thérophyte	Autochore	Europ Asi - occid Afr - sept
<i>Eryngium dichotomum</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Eryngium</i>	Herbacée vivace	phanérophyte	Anémochore	Cosmop
<i>Bellis annua</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Bellis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte vernal	Epizoochore	Méd Afr – sept
<i>Arundo donax</i>	<i>Poaceae</i>	<i>Arundo</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte stolonifère	Anémochore	Cosmopo
<i>Phoenix dactylifera</i>	<i>Arecaceae</i>	<i>Phoenix</i>	Arbre	Phanérophyte dressé	Anémochore	Afr - N
<i>Euphorbia helioscopia</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Autochore	Europ Asie Afr Amér
<i>Scilla maritima</i>	<i>Hyacinthaceae</i>	<i>Scilla</i>	Herbacée vivace	Géophyte à bulbe	Barochore	Méd
<i>Asphodelus aestivus</i>	<i>Asphodelaceae</i>	<i>Asphodelus</i>	Herbacée vivace	Géophyte à tubercule	Barochore	Méd -occid
<i>Anagallis arvensis</i>	<i>Primulaceae</i>	<i>Anagallis</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Anémochore	Cosmop - termo
<i>Scolymus hispanicus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Scolymus</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte	Epizoochore	Méd
<i>Convolvulus arvensis</i>	<i>Convolvulaceae</i>	<i>Convolvulus</i>	Herbacée vivace	Phanérophyte lianescent	Barochore	Cosmopo
<i>Typha latifolia</i>	<i>Typhaceae</i>	<i>Typha</i>	Herbacée vivace	Géophyte a rhizome	Anemochore	Cosmopol
<i>Solanum nigrum</i>	<i>Solanaceae</i>	<i>Solanum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Endozoochore	Cosmopo
<i>Pistacia lentiscus</i>	<i>Anacardiaceae</i>	<i>Pistacia</i>	Arbrisseau	Parvophanérophyte	Endozoochore	Méd
<i>Phillyrea angustifolia</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Phillyrea</i>	Arbrisseau	Parvophanérophyte	Endozoochore	Méd
<i>Rubus fruticosus</i>	<i>Rosaceae</i>	<i>Rubus</i>	Sous-arbrisseau vivace	Hémicryptophyte	Endozoochore	Méd
<i>Echinops spinosus</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Echinops</i>	Herbacée vivace à souche ligneuse	Phanérophyte	Anémochore	Afr - N
<i>Chamaerops humilis</i>	<i>Arecaceae</i>	<i>Chamaerops</i>	Arbuste	Parvophanérophyte	Endozoochore	Méd
<i>Xanthium spinosum</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Xanthium</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Epizoochore	Cosmopo
<i>Euphorbia peplis</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	<i>Euphorbia</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte estival	Barochore	Méd Europ -occi
<i>Tamarix galica</i>	<i>Tamaricaceae</i>	<i>Tamarix</i>	Arbrisseau	Parvophanérophyte	Barochore	Méd
<i>Juncus maritimus</i>	<i>Juncaceae</i>	<i>Juncus</i>	Herbacée vivace	Géophyte à rhizome	Epizoochore	Cosmop
<i>Taraxacum dens leonis</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Taraxacum</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte (<1m) rosetté	Anémochore	Afr - sept Amér - sept
<i>Inula viscosa</i>	<i>Asteraceae</i>	<i>Dittrichia</i>	Herbacée vivace	Chaméphyte (< 1m) suffrutescent	Anémochore	Méd Afr - sept
<i>Plantago crassifolia</i>	<i>Plantaginaceae</i>	<i>Plantago</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophytes capiteux	Barochore	Méd
<i>Daucus carota</i>	<i>Apiaceae</i>	<i>Daucus</i>	Herbacée	Hémicryptophyte	Epizoochore	Atlantique



			bisannuelle			
<i>Polygonum aviculare</i>	<i>Polygonaceae</i>	<i>Polygonum</i>	Herbacée annuelle	Thérophyte	Anémochore	Cosmopo
<i>Oxalis cernua</i>	<i>Oxalidaceae</i>	<i>Oxalis</i>	Herbacée vivace	Hémicryptophyte sosetté	Autochore	Méd - Eurp Asie Afr
<i>Olea europea</i>	<i>Oleaceae</i>	<i>Olea</i>	Arbrisseau ou arbre vivace	Phanérophyte feuillu	Barochore	Méd
<i>Verbascum sp</i>	<i>Scrofulariaceae</i>	<i>Verbascum</i>	Herbacée bisannuelle	Hémicryptophyte (>=1m)	Epizoochore	Eur –asia – méridi

N°	Date	Hiver Décembre 2010															F	P (%)
	N° de Station	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15		
	Pente (%)	0	0	0	5	8	8	20	20	30	20	20	15	0	0	0		
	Recouvrement (%)	60	80	80	60	90	100	100	100	40	50	100	90	100	100	100		
N°	Espèces																	
1	<i>Lobularia maritima</i>	3	3		2	2	1	+	+	1	2	1	0	1	2		13	86,66
2	<i>Ammi visnaga</i>	1					1	+		+	r						05	33,33
3	<i>Senecio jacobea</i>	2	2				2								+		04	26,66
4	<i>Cynodon dactylon</i>	4	2		3					2	2	3					06	40
5	<i>Plantago coronopus</i>	1	+												1	1	04	26,66
6	<i>Eryngium tricuspidatum</i>	r															01	6,66
7	<i>Retama monosperma</i>	+			+		2		1	1							05	33,33
8	<i>Suaeda maritima</i>	+															01	6,66
9	<i>Oxalis cernua arvensis</i>	1				1		+	2			1	1	1	2	2	09	60
10	<i>Juniperus oxycedrus</i>		1		1												02	13,33
11	<i>Raphanus raphanistrum</i>																00	00
12	<i>Brassica napus</i>																00	00
13	<i>Trifolium repens</i>																00	00
14	<i>Juncus maritimus</i>		3	3		3		1			2	2	1	1	2		09	60
15	<i>Daucus carota</i>					1								+	1		03	20
16	<i>Plantago crassifolia</i>			r				1									02	13,33
17	<i>Rumex acetosella</i>																00	00
18	<i>Solanum sodomaeum</i>						2										01	6,66
19	<i>Inula viscosa</i>				1			1		2	1				2		05	33,33
20	<i>Taraxacum dens leonis</i>													r			01	6,66
21	<i>Erodium moschatum</i>											+		+			02	13,33
22	<i>Tamarix galica</i>						3					+	1		+		04	26,66
23	<i>Plantago lenceolata</i>																00	00
24	<i>Arundo donax</i>			+	r				1	+	1			+	1		07	46,66
25	<i>Papaver rhoeas</i>																00	00
26	<i>Polygonum aviculare</i>				r	r	1			+	r	+					06	40
27	<i>Anagallis arvensis</i>												1				01	6,66
28	<i>Olea europea</i>														r	+	02	13,33
29	<i>Euphorbia helioscopia</i>	2								1				+			03	20
30	<i>Dipsacus silvestris</i>																00	00
31	<i>Echinops spinosus</i>					r	1		+		+	+					05	33,33
32	<i>Centaurea calcitrapa</i>					+											01	6,66
33	<i>Chamaerops humilis</i>							+	1								02	13,33
34	<i>Scolymus hispanicus</i>						+	1		1		1						

47	<i>Lactuca virosa</i>																	00	00
48	<i>Rosa canina</i>							+										01	6,66
49	<i>Asphodelus aestivus</i>						2					1	+	1	1			05	33,33
50	<i>Allisma Plantago aquatica</i>						2				+							02	13,33
51	<i>Echinops retro</i>																	00	00
52	<i>Urtica urens</i>																	00	00
53	<i>Paronychia argentea</i>																	00	00
54	<i>Lamium amplexicaule</i>																	00	00
55	<i>Phillyrea angustifolia</i>							1										01	6,66
56	<i>Solanum nigrum</i>							1		+								02	13,33
57	<i>Spergularia rubra</i>							+										01	6,66
58	<i>Typha latifolia</i>									1	2							02	13,33
59	<i>Silene colorata</i>																	00	00
60	<i>Plantago major</i>													r				01	6,66
61	<i>Galactites tomentosa</i>																	00	00
62	<i>Urtica dioica</i>																	00	00
63	<i>Accacia horrida</i>											r						01	6,66
64	<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>																	00	00
65	<i>Cynoglossum cheirifolium</i>													r	+			02	13,33
66	<i>Taraxacum officinalis</i>																	00	00
67	<i>Convolvulus arvensis</i>										r							01	6,66
68	<i>Pallenis spinosa</i>																	00	00
69	<i>Sherardia arvensis</i>																	00	00
70	<i>Phoenix dactylifera</i>												r	1				02	13,33
71	<i>Ranunculus acris</i>																	00	00
72	<i>Bellis annua</i>													+				01	6,66
73	<i>Salvia verbenaca</i>																	00	00
74	<i>Aster tripolium</i>																	00	00
75	<i>Plantago sp</i>													r				01	6,66
76	<i>Chenopodium sp</i>																	00	00
77	<i>Arisarum vulgare</i>													+				01	6,66
78	<i>Arum maculatum</i>																	00	00
79	<i>Smilax aspera</i>																	00	00
80	<i>Trifolium pratense</i>																	00	00
81	<i>Daphné gnidium</i>																	00	00
82	<i>Crataegus monogyna</i>																	00	00
83	<i>Galium sp</i>																	00	00
84	<i>Phragmites australis</i>												1	2				02	13,33
85	<i>Calycotum spinosa</i>																	00	00
86	<i>Picris sp</i>																	00	00
87	<i>Eryngium dichotomum</i>													+	1			02	13,33
88	<i>Linum usitatissimum</i>																	00	00
89	<i>Erodium botrys</i>												r					01	6,66
90	<i>Lathyrus hirsutus</i>												r					01	6,66
91	<i>Carlina lanata</i>												r	+				02	13,33
92	<i>Mercurialis annua</i>												r					01	6,66
93	<i>Ricinus communis</i>												+					01	6,66
94	<i>Cirsium monspessulanum</i>																	00	00
95	<i>Capsella bursa pastoris</i>																	00	00
96	<i>Anagallis monelli</i>																	00	00
97	<i>Cyperus longus</i>																	00	00
98	<i>Geranium robertianum</i>															r		01	6,66
99	<i>Trifolium campestre</i>																	00	00
100	<i>Lathyrus aphaca</i>																	00	00
101	<i>Equisetum arvensis</i>																	00	00
102	<i>Scirpus laevigatus</i>																	00	00
103	<i>Euphorbia pulchi</i>																	00	00
104	<i>Cartamus lanatus</i>															r		01	6,66

## b) Présence (%) et Fréquence relative (%)

La fréquence d'apparition d'espèces a été calculée dans chacune des stations.

Le tableau 27 ressort que pendant la saison d'hiver l'espèce la plus fréquente dans 13 stations était *Lobularia maritima* (P : 86,66%, Fr : 07%).

Deux autres espèces étaient présentes dans 09 stations, ce sont : *Oxalis cernua* et *Juncus maritimus* avec P : 60% et Fr : 05%.

D'autres encore étaient présentes dans un nombre inférieur de stations :

\*07 stations : Une (01) espèce était présente (*Arundo donax* avec P: 46,66% et Fr: 3,9 %) ;

\*06 stations : Quatre (04) espèces étaient présentes (*Cynodon dactylon*, *Polygonum aviculare*, *Euphorbia peplis* et *Scolymus hispanicus*) avec P: 40% et Fr : 3,3 % ;

\*05 stations : Cinq (05) espèces étaient présentes (*Ammi visnaga*, *Retama monosperma*, *Inula viscosa*, *Echinops spinosus* et *Asphodelus aestivus*) avec P: 33,33% et Fr : 2,8 %.

Le reste des espèces marquent une fréquence très faible se traduisant par la présence dans un nombre très faible de stations, qui varie entre une (01) et quatres (04) stations.

**Tableau N° 27 : Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira**

**-Hiver-**

Espèce	Présence (%)	Fréquence	Fréquence relative (%)
<i>Lobularia maritima</i>	86,66	13	07
<i>Ammi visnaga</i>	33,33	05	2,8
<i>Senecio jacobea</i>	26,66	04	2,2
<i>Cynodon dactylon</i>	40	06	3,3
<i>Plantago coronopus</i>	26,66	04	2,2
<i>Euphorbia helioscopia</i>	20	03	1,6
<i>Eryngium tricuspidatum</i>	6,66	01	0,56
<i>Retama monosperma</i>	33,33	05	2,8
<i>Suaeda maritima</i>	6,66	01	0,56
<i>Oxalis cernua</i>	60	09	05
<i>Juniperus oxycedrus</i>	13,33	02	1,1
<i>Juncus maritimus</i>	60	09	05
<i>Plantago crassifolia</i>	13,33	02	1,1
<i>Arundo donax</i>	46,66	07	3,9
<i>Polygonum aviculare</i>	40	06	3,3
<i>Inula viscosa</i>	33,33	05	2,8
<i>Echinops spinosus</i>	33,33	05	2,8
<i>Daucus carota</i>	20	03	1,6
<i>Centaurea calcitrapa</i>	6,66	01	0,56

<i>Tamarix galica</i>	26,66	04	2,2
<i>Smilax aspera</i>	6,66	01	0,56
<i>Scilla maritima</i>	26,66	04	2,2
<i>Euphorbia peplis</i>	40	06	3,3
<i>Xanthium spinosum</i>	13,33	02	1,1
<i>Solanum sodomaeum</i>	6,66	01	0,56
<i>Scolymus hispanicus</i>	40	06	3,3
<i>Chamaerops humilis</i>	13,33	02	1,1
<i>Asphodelus aestivus</i>	33,33	05	2,8
<i>Allisma Plantago aquatica</i>	13,33	02	1,1
<i>Clematis vitalba</i>	13,33	02	1,1
<i>Rubus fruticosus</i>	20	03	1,68
<i>Pistacia lentiscus</i>	20	03	1,68
<i>Phillyrea angustifolia</i>	6,66	01	0,56
<i>Rosa canina</i>	6,66	01	0,56
<i>Solanum nigrum</i>	13,33	02	1,1
<i>Spergularia rubra</i>	6,66	01	0,56
<i>Verbascum sp</i>	26,66	04	2,2
<i>Typha latifolia</i>	13,33	02	1,1
<i>Erodium moschatum</i>	13,33	02	1,1
<i>Convolvulus arvensis</i>	6,66	01	0,56
<i>Accacia horrida</i>	6,66	01	0,56
<i>Anagallis arvensis</i>	6,66	01	0,56
<i>Erodium botrys</i>	6,66	01	0,56
<i>Lathyrus hirsutus</i>	6,66	01	0,56
<i>Taraxacum dens leonis</i>	6,66	01	0,56
<i>Carlina lanata</i>	13,33	02	1,1
<i>Mercurialis annua</i>	6,66	01	0,56
<i>Ricinus communis</i>	6,66	01	0,56
<i>Phoenix dactylifera</i>	13,33	02	1,1
<i>Arisarum vulgare</i>	6,66	01	0,56
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	13,33	02	1,1
<i>Olea europea</i>	13,33	02	1,1
<i>Eryngium dichotomum</i>	13,33	02	1,1
<i>Bellis annua</i>	6,66	01	0,56
<i>Plantago major</i>	6,66	01	0,56
<i>Cartamus lanatus</i>	6,66	01	0,56
<i>Geranium robertianum</i>	6,66	01	0,56

#### 4-1-2-2 Saison de printemps

### c) Relevés floristiques

N°	Date	Printemps Mars 2011															F	P (%)
	N° de Station	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15		
	Pente (%)	0	0	0	5	8	8	20	20	30	20	20	15	0	0	0		
	Recouvrement (%)	60	80	80	60	90	100	100	100	40	50	100	90	100	100	100		
N°	Espèces																	
1	<i>Lobularia maritima</i>	1		1					2	2	3	2	1	+	+	+	09	66,66
2	<i>Ammi visnaga</i>				1	+					2	1					04	26,66
3	<i>Senecio jacobea</i>		2	2	3	3		2	2			2		+			08	53,33
4	<i>Cynodon dactylon</i>			2				3		2			1	1	1	2	07	46,66
5	<i>Plantago coronopus</i>	3	2									2			2	1	05	33,33
6	<i>Eryngium tricuspidatum</i>																00	00
7	<i>Retama monosperma</i>		1	2	1			2									04	26,66
8	<i>Suaeda maritima</i>																00	00
9	<i>Oxalis cernua arvensis</i>										3	2	1		+	+	05	33,33
10	<i>Juniperus oxycedrus</i>	+															01	6,66
11	<i>Raphanus raphanistrum</i>	r															01	6,66
12	<i>Brassica napus</i>	r															01	6,66
13	<i>Trifolium repens</i>	r									1	1					03	20
14	<i>Juncus maritimus</i>		+		3				3			2	1	+			06	40
15	<i>Daucus carota</i>		1							2					2	2	04	26,66
16	<i>Plantago crassifolia</i>		+												+	1	03	20
17	<i>Rumex acetosella</i>		1		2	2		2	1								05	33,33
18	<i>Solanum sodomium</i>		r								+				1	1	04	26,66
19	<i>Inula viscosa</i>		+						1								02	13,33
20	<i>Taraxacum dens leonis</i>		r					1		1				+			04	26,66
21	<i>Erodium moschatum</i>		r			1		1			2	2	1	+			07	46,66
22	<i>Tamarix galica</i>		+						1	1		2	3		1	+	07	46,66
23	<i>Plantago lenceolata</i>		1									+					02	13,33
24	<i>Arundo donax</i>				1				+	2			+	+			05	33,33
25	<i>Papaver rhoeas</i>			3					+								02	13,33
26	<i>Polygonum aviculare</i>									1							01	6,66
27	<i>Anagallis arvensis</i>				1	1							+	1	1	2	06	40
28	<i>Olea europea</i>				r	r	+					2					04	26,66
29	<i>Euphorbia helioscopia</i>				+		2	2	1			1		+			06	40
30	<i>Dipsacus silvestris</i>				r												01	6,66
31	<i>Echinops spinosus</i>		+				1		2						1	1	05	33,33
32	<i>Centaurea calcitrapa</i>																00	00
33	<i>Chamaerops humilis</i>					r	+					2		1			04	26,66
34	<i>Scolymus hispanicus</i>					+	1			+	1	2					05	33,33
35	<i>Clematis vitalba</i>					+											01	6,66
36	<i>Rubus fruticosus</i>					2									2	1	03	20
37	<i>Xanthium spinosum</i>					+											01	6,66
38	<i>Scrofularia laevigata</i>					r				1							02	13,33
39	<i>Fumaria capreolata</i>					+			1	1					1	2	05	33,33
40	<i>Ephedra sinica</i>					r											01	6,66
41	<i>Pistacia lentiscus</i>					r	+					1	1				04	26,66
42	<i>Scilla maritima</i>						3				2		1				03	20
43	<i>Euphorbia peplis</i>										+	+	1	1			04	26,66
44	<i>Verbascum sp</i>						r			+	2	1			1	1	06	40
45	<i>Asparagus acutifolius</i>						1					1					02	13,33
46	<i>Rubia tinctorium</i>						+										01	6,66
47	<i>Lactuca virosa</i>						1										01	6,66
48	<i>Rosa canina</i>						+										01	6,66
49	<i>Asphodelus aestivus</i>										2	1	1	1	2	2	06	40
50	<i>Allisma Plantago aquatica</i>																00	00
51	<i>Echinops retro</i>							r									01	6,66

52	<i>Urtica urens</i>							r									01	6,66
53	<i>Paronychia argentea</i>							+	1	1							03	20
54	<i>Lamium amplexicaule</i>							r									01	6,66
55	<i>Phillyrea angustifolia</i>																00	00
56	<i>Solanum nigrum</i>								+				1				02	13,33
57	<i>Spergularia rubra</i>																00	00
58	<i>Typha latifolia</i>									2				r			02	13,33
59	<i>Silene colorata</i>								+						1	2	03	20
60	<i>Plantago major</i>										+						01	6,66
61	<i>Galactites tomentosa</i>										2				1	1	03	20
62	<i>Urtica dioica</i>										1						01	6,66
63	<i>Accacia horrida</i>										1		+				02	13,33
64	<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>										r						01	6,66
65	<i>Cynoglossum cheirifolium</i>										1	1	1		+	2	05	33,33
66	<i>Taraxacum officinalis</i>										+						01	6,66
67	<i>Convolvulus arvensis</i>																00	00
68	<i>Pallenis spinosa</i>											r					01	6,66
69	<i>Sherardia arvensis</i>										1	1		+	+	2	05	33,33
70	<i>Phoenix dactylifera</i>											+					01	6,66
71	<i>Ranunculus acris</i>											r		1			02	13,33
72	<i>Bellis annua</i>											+					01	6,66
73	<i>Salvia verbenaca</i>											+		1			02	13,33
74	<i>Aster tripolium</i>												r				01	6,66
75	<i>Plantago sp</i>												r				01	6,66
76	<i>Chenopodium sp</i>												r				01	6,66
77	<i>Arisarum vulgare</i>												1				01	6,66
78	<i>Arum maculatum</i>														1	+	02	13,33
79	<i>Smilax aspera</i>														1	1	02	13,33
80	<i>Trifolium pratense</i>															1	01	6,66
81	<i>Daphné gnidium</i>													+			01	6,66
82	<i>Crataegus monogyna</i>													+			01	6,66
83	<i>Galium sp</i>													2	1		02	13,33
84	<i>Phragmites australis</i>													2	1	+	03	20
85	<i>Calycotum spinosa</i>															2	01	6,66
86	<i>Picris sp</i>													1	+		02	13,33
87	<i>Eryngium dichotomum</i>																00	00
88	<i>Linum usitatissimum</i>													2	1	1	03	20
89	<i>Erodium botrys</i>																00	00
90	<i>Lathyrus hirsutus</i>																00	00
91	<i>Carlina lanata</i>														2	1	02	13,33
92	<i>Mercurialis annua</i>														+	+	02	13,33
93	<i>Ricinus communis</i>																00	00
94	<i>Cirsium monspessulanum</i>										r			+			02	13,33
95	<i>Capsella bursa pastoris</i>													+			01	6,66
96	<i>Anagallis monelli</i>														r	+	02	13,33
97	<i>Cyperus longus</i>														r	+	02	13,33
98	<i>Geranium robertianum</i>														+	+	02	13,33
99	<i>Trifolium campestre</i>														+	+	02	13,33
100	<i>Lathyrus aphaca</i>														r	+	02	13,33
101	<i>Equisetum arvensis</i>														+	1	02	13,33
102	<i>Scirpus laevigatus</i>														+	1	02	13,33
103	<i>Euphorbia pulchi</i>														+	1	02	13,33
104	<i>Cartamus lanatus</i>														+		01	6,66

#### d) Présence (%) et Fréquence relative (%)

L'espèce la plus fréquente pendant la saison de printemps (tableau 28) était *Lobularia maritima* (P : 6,66%, Fr : 0,41%), elle est présente dans 10 stations.

Une autre espèce (*Senecio jacobea*) était présente dans 08 stations, avec un pourcentage de 53,33% et une fréquence de 3,3%.

D'autres encore étaient présentes dans un nombre moindre de stations :

\*07 stations : Trois (03) espèces étaient présentes (*Erodium moschatum*, *Tamarix galica* et *Cynodon dactylon*) avec P : 46,66% et Fr : 2,9 %.

\*06 stations : Cinq (05) espèces étaient présentes (*Juncus maritimus*, *Anagallis arvensis*, *Euphorbia helioscopia*, *Verbascum sp* et *Asphodelus aestivus*) avec P : 40% et Fr : 2,5 %.

\*05 stations : huit (08) espèces étaient présentes (*Plantago coronopus*, *Echinops spinosus*, *Rumex acetosella*, *Scolymus hispanicus*, *Fumaria capreolata*, *Oxalis cernua*, *Cynoglossum cheirifolium* et *Sherardia arvensis*) avec P : 33,33% et Fr : 02 %.

Le reste des espèces marquent une fréquence très faible se traduisant par la présence avec un nombre très faible de stations, qui varie entre une (01) et quatre (04) stations.

**Tableau N°28 : Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira**

#### -Printemps -

Espèce	Présence (%)	Fréquence	Fréquence relative (%)
<i>Juniperus oxycedrus</i>	6,66	01	0,41
<i>Raphanus raphanistrum</i>	6,66	01	0,41
<i>Brassica napus</i>	6,66	01	0,41
<i>Trifolium repens</i>	20	03	1,2
<i>Lobularia maritima</i>	66,66	10	0,41
<i>Plantago coronopus</i>	33,33	05	02
<i>Daucus carota</i>	26,66	04	1,6
<i>Senecio jacobea</i>	53,33	08	3,3
<i>Plantago crassifolia</i>	20	03	1,2
<i>Echinops spinosus</i>	33,33	05	02
<i>Rumex acetosella</i>	33,33	05	02
<i>Solanum sodomaeum</i>	26,66	04	1,6
<i>Inula viscosa</i>	13,33	02	0,83
<i>Retama monosperma</i>	26,66	04	1,6
<i>Juncus maritimus</i>	40	06	2,5
<i>Taraxacum dens leonis</i>	26,66	04	1,6
<i>Erodium moschatum</i>	46,66	07	2,9
<i>Tamarix galica</i>	46,66	07	2,9
<i>Plantago lanceolata</i>	13,33	02	0,83



<i>Papaver rhoeas</i>	13,33	02	0,83
<i>Ammi visnaga</i>	26,66	04	1,6
<i>Anagallis arvensis</i>	40	06	2,5
<i>Olea europea</i>	26,66	04	1,6
<i>Arundo donax</i>	33,33	05	02
<i>Euphorbia helioscopia</i>	40	06	2,5
<i>Dipsacus silvestris</i>	6,66	01	0,41
<i>Chamaerops humilis</i>	26,66	04	1,6
<i>Scolymus hispanicus</i>	33,33	05	02
<i>Clematis vitalba</i>	6,66	01	0,41
<i>Smilax aspera</i>	13,33	02	0,83
<i>Rubus fruticosus</i>	20	03	1,2
<i>Xanthium spinosum</i>	6,66	01	0,41
<i>Scrofularia laevigata</i>	13,33	02	0,83
<i>Fumaria capreolata</i>	33,33	05	02
<i>Ephedra sinica</i>	6,66	01	0,41
<i>Pistacia lentiscus</i>	26,66	04	1,6
<i>Scilla maritima</i>	20	03	1,2
<i>Verbascum sp</i>	40	06	2,5
<i>Asparagus acutifolius</i>	13,33	02	0,83
<i>Rubia tinctorium</i>	6,66	01	0,41
<i>Lactuca virosa</i>	6,66	01	0,41
<i>Rosa canina</i>	6,66	01	0,41
<i>Cynodon dactylon</i>	46,66	07	2,9
<i>Echinops retro</i>	6,66	01	0,41
<i>Urtica urens</i>	6,66	01	0,41
<i>Paronychia argentea</i>	20	03	1,2
<i>Lamium amplexicaule</i>	6,66	01	0,41
<i>Solanum nigrum</i>	13,33	02	0,41
<i>Typha latifolia</i>	13,33	02	0,83
<i>Silene colorata</i>	20	03	1,2
<i>Scrofularia laevigata</i>	13,33	02	0,83
<i>Polygonum aviculare</i>	6,66	01	0,41
<i>Oxalis cernua</i>	33,33	05	02
<i>Plantago major</i>	6,66	01	0,41
<i>Galactites tomentosa</i>	20	03	1,2
<i>Urtica dioica</i>	6,66	01	0,41
<i>Accacia horrida</i>	13,33	02	0,83
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	6,66	01	0,41
<i>Euphorbia peplis</i>	26,66	04	1,6
<i>Cirsium monspessulanum</i>	13,33	02	0,83
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	33,33	05	02
<i>Asphodelus aestivus</i>	40	06	2,5
<i>Taraxacum officinalis</i>	6,66	01	0,41
<i>Sherardia arvensis</i>	33,33	05	02
<i>Bellis annua</i>	6,66	01	0,41
<i>Pallenis spinosa</i>	6,66	01	0,41
<i>Phoenix dactylifera</i>	6,66	01	0,41

<i>Salvia verbenaca</i>	13,33	02	0,83
<i>Aster tripolium</i>	6,66	01	0,41
<i>Plantago sp</i>	6,66	01	0,41
<i>Chenopodium sp</i>	6,66	01	0,41
<i>Arisarum vulgare</i>	6,66	01	0,41
<i>Capsella bursa pastoris</i>	6,66	01	0,41
<i>Anagallis monelii</i>	13,33	02	0,83
<i>Mercurialis annua</i>	13,33	02	0,83
<i>Cyperus longus</i>	13,33	02	0,83
<i>Geranium robertianum</i>	13,33	02	0,83
<i>Trifolium campestre</i>	13,33	02	0,83
<i>Lathyrus aphaca</i>	13,33	02	0,83
<i>Equisetum arvense</i>	13,33	02	0,83
<i>Scirpus laevigatus</i>	13,33	02	0,83
<i>Carlina lanata</i>	13,33	02	0,83

#### 4-1-2-3 Saison d'Automne

### c) Relevés floristiques

N°	Date	Automne Novembre 2011															F	P (%)
	N° de Station	01	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15		
	Pente (%)	0	0	0	5	8	8	20	20	30	20	20	15	0	0	0		
	Recouvrement (%)	60	80	80	60	90	100	100	100	40	50	100	90	100	100	100		
Espèces																		
1	<i>Lobularia maritima</i>	3		2	2				2			1	1	+			07	46,66
2	<i>Ammi visnaga</i>																00	00
3	<i>Senecio jacobea</i>	1	1	1	1	2		2							2		07	46,66
4	<i>Cynodon dactylon</i>	1				1	2			3		1				1	06	40
5	<i>Plantago coronopus</i>	2	1		2	1											04	26,66
6	<i>Eryngium tricuspidatum</i>																00	00
7	<i>Retama monosperma</i>	+			+		1		1								04	26,66
8	<i>Suaeda maritima</i>																00	00
9	<i>Oxalis cernua arvensis</i>					r		1				1	1	2		2	06	40
10	<i>Juniperus oxycedrus</i>																00	00
11	<i>Raphanus raphanistrum</i>																00	00
12	<i>Brassica napus</i>																00	00
13	<i>Trifolium repens</i>																00	00
14	<i>Juncus maritimus</i>		2	2								2	1	2	1		06	40
15	<i>Daucus carota</i>					+								1	1		03	20
16	<i>Plantago crassifolia</i>			+				+									02	13,33
17	<i>Rumex acetosella</i>																00	00
18	<i>Solanum sodomium</i>																00	00
19	<i>Inula viscosa</i>		+		1			1		2					2		05	33,33
20	<i>Taraxacum dens leonis</i>		+										1				02	13,33
21	<i>Erodium moschatum</i>																00	00
22	<i>Tamarix galica</i>		+				+					2	2		1		05	33,33
23	<i>Plantago lenceolata</i>																00	00
24	<i>Arundo donax</i>													1			01	6,66
25	<i>Papaver rhoeas</i>																00	00
26	<i>Polygonum aviculare</i>					r				1	+	+					04	26,66
27	<i>Anagallis arvensis</i>												+				01	6,66
28	<i>Olea europea</i>				+										+	1	03	20
29	<i>Euphorbia helioscopia</i>													+			01	6,66
30	<i>Dipsacus silvestris</i>																00	00
31	<i>Echinops spinosus</i>								+		+						02	13,33
32	<i>Centaurea calcitrapa</i>																00	00
33	<i>Chamaerops humilis</i>						r	+	+								03	20
34	<i>Scolymus hispanicus</i>											2			1	2	03	20
35	<i>Clematis vitalba</i>																00	00
36	<i>Rubus fruticosus</i>								1	2						2	03	20
37	<i>Xanthium spinosum</i>					+											01	6,66
38	<i>Scrofularia laevigata</i>																00	00
39	<i>Fumaria capreolata</i>																00	00
40	<i>Ephedra sinica</i>																00	00
41	<i>Pistacia lentiscus</i>								r				+		1		03	20
42	<i>Scilla maritima</i>							+					+	+			03	20
43	<i>Euphorbia peplis</i>						1						+				02	13,33
44	<i>Verbascum sp</i>									1		2	1			1	04	26,66
45	<i>Asparagus acutifolius</i>																00	00
46	<i>Rubia tinctorium</i>																00	00
47	<i>Lactuca virosa</i>																00	00
48	<i>Rosa canina</i>																00	00
49	<i>Asphodelus aestivus</i>												1	1	1	1	04	26,66
50	<i>Allisma Plantago aquatica</i>																00	00

51	<i>Echinops retro</i>																00	00
52	<i>Urtica urens</i>																00	00
53	<i>Paronychia argentea</i>																00	00
54	<i>Lamium amplexicaule</i>																00	00
55	<i>Phillyrea angustifolia</i>						1										01	6,66
56	<i>Solanum nigrum</i>							1									01	6,66
57	<i>Spergularia rubra</i>																00	00
58	<i>Typha latifolia</i>							1	2								02	13,33
59	<i>Silene colorata</i>																00	00
60	<i>Plantago major</i>																00	00
61	<i>Galactites tomentosa</i>																00	00
62	<i>Urtica dioica</i>																00	00
63	<i>Accacia horrida</i>																00	00
64	<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>																00	00
65	<i>Cynoglossum cheirifolium</i>														r		01	6,66
66	<i>Taraxacum officinalis</i>																00	00
67	<i>Convolvulus arvensis</i>								r								01	6,66
68	<i>Pallenis spinosa</i>																00	00
69	<i>Sherardia arvensis</i>																00	00
70	<i>Phoenix dactylifera</i>												r	+			02	13,33
71	<i>Ranunculus acris</i>																00	00
72	<i>Bellis annua</i>													+			01	6,66
73	<i>Salvia verbenaca</i>																00	00
74	<i>Aster tripolium</i>																00	00
75	<i>Plantago sp</i>																00	00
76	<i>Chenopodium sp</i>																00	00
77	<i>Arisarum vulgare</i>																00	00
78	<i>Arum maculatum</i>																00	00
79	<i>Smilax aspera</i>																00	00
80	<i>Trifolium pratense</i>																00	00
81	<i>Daphné gnidium</i>																00	00
82	<i>Crataegus monogyna</i>																00	00
83	<i>Galium sp</i>																00	00
84	<i>Phragmites australis</i>																00	00
85	<i>Calycotum spinosa</i>																00	00
86	<i>Picris sp</i>																00	00
87	<i>Eryngium dichotomum</i>													+	+		02	13,33
88	<i>Linum usitatissimum</i>																00	00
89	<i>Erodium botrys</i>																00	00
90	<i>Lathyrus hirsutus</i>																00	00
91	<i>Carlina lanata</i>																00	00
92	<i>Mercurialis annua</i>																00	00
93	<i>Ricinus communis</i>																00	00
94	<i>Cirsium monspessulanum</i>																00	00
95	<i>Capsella bursa pastoris</i>																00	00
96	<i>Anagallis monelli</i>																00	00
97	<i>Cyperus longus</i>																00	00
98	<i>Geranium robertianum</i>																00	00
99	<i>Trifolium campestre</i>																00	00
100	<i>Lathyrus aphaca</i>																00	00
101	<i>Equisetum arvensis</i>																00	00
102	<i>Scirpus laevigatus</i>																00	00
103	<i>Euphorbia pulchi</i>																00	00
104	<i>Cartamus lanatus</i>															r	01	6,66

#### d) Présence (%) et Fréquence relative (%)

Le tableau **29** ressort que pendant la saison d'Automne les espèces les plus fréquentes étaient *Lobularia maritima* et *Senecio jacobea* (P : 46,66%, Fr : 6,4%) qui étaient présentes dans **07** stations.

Trois d'autres espèces étaient présentes dans **06** stations, ce sont *Cynodon dactylon*, *Juncus maritimus* et *Oxalis cernua* avec P : 40% et Fr : 5,5%.

D'autres encore étaient présentes dans un nombre inférieur de stations :

**\*05** stations : Deux (02) espèces étaient présentes (*Tamarix galica*, et *Inula viscosa* avec P : 33,33% et Fr : 4,6 %).

Le reste des espèces marquent une fréquence très faible qui se traduit par une présence dans un nombre très inférieur de stations, qui vari entre une (**01**) et quatre (**04**) stations.

**Tableau N°29 : Présence (%) et Fréquence relative (%) des espèces inventoriées dans la zone humide de Boukhmira**

**-Automne -**

Espèce	Présence (%)	Fréquence	Fréquence relative (%)
<i>Lobularia maritima</i>	46,66	07	6,4
<i>Plantago coronopus</i>	26,66	04	3,7
<i>Senecio jacobea</i>	46,66	07	6,4
<i>Cynodon dactylon</i>	40	06	5,5
<i>Retama monosperma</i>	26,66	04	3,7
<i>Cartamus lanatus</i>	6,66	01	0,92
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	6,66	01	0,92
<i>Geranium robertianum</i>	6,66	01	0,92
<i>Eryngium dichotomum</i>	13,33	02	1,8
<i>Bellis annua</i>	6,66	01	0,92
<i>Arundo donax</i>	6,66	01	0,92
<i>Phoenix dactylifera</i>	13,33	02	1,8
<i>Euphorbia helioscopia</i>	6,66	01	0,92
<i>Scilla maritima</i>	20	03	2,7
<i>Asphodelus aestivus</i>	26,66	04	3,7
<i>Anagallis arvensis</i>	6,66	01	0,92
<i>Scolymus hispanicus</i>	20	03	2,7
<i>Convolvulus arvensis</i>	6,66	01	0,92
<i>Typha latifolia</i>	13,33	02	1,8
<i>Solanum nigrum</i>	6,66	01	0,92
<i>Pistacia lentiscus</i>	20	03	2,7
<i>Phillyrea angustifolia</i>	6,66	01	0,92
<i>Rubus fruticosus</i>	20	03	2,7

<i>Echinops spinosus</i>	13,33	02	1,8
<i>Chamaerops humilis</i>	20	03	2,7
<i>Xanthium spinosum</i>	6,66	01	0,92
<i>Euphorbia peplis</i>	13,33	02	1,8
<i>Tamarix galica</i>	33,33	05	4,6
<i>Juncus maritimus</i>	40	06	5,5
<i>Taraxacum dens leonis</i>	13,33	02	1,8
<i>Inula viscosa</i>	33,33	05	4,6
<i>Plantago crassifolia</i>	13,33	02	1,8
<i>Daucus carota</i>	20	03	2,7
<i>Polygonum aviculare</i>	26,66	04	3,7
<i>Oxalis cernua</i>	40	06	5,5
<i>Olea europea</i>	20	03	2,7
<i>Verbascum sp</i>	26,66	04	3,7

### 4-1-3 Composition Systématique et diversité floristique

#### 4-1-3-1 Composition Systématique

A l'issue de cette étude floristique, écologique et phytosociologique menée dans la zone humide de Boukhmira, **104** espèces ont été recensées, appartenant à **89** genres et **42** familles.

Les familles les plus représentées sont par ordre d'importance : Les *Asteraceae* (**20** espèces, soit **47,62%**), les *Fabaceae* (**08** espèces, soit **19,04%**), les *Plantaginaceae* (**05** espèces, soit **11,90%**), les *Euphorbiaceae* et les *Brassicaceae* (**04** espèces, soit **9,52%**), les *Geraniaceae*, les *Poaceae*, les *Rubiaceae* et enfin les *Rosaceae* (**03** espèces, soit **7,14%**).

L'ordre d'importance en genres est presque le même que pour les espèces concernant les familles les mieux représentées ; on trouve les *Asteraceae* en tête avec **18** genres (soit **20,22%**), les *Fabaceae* avec **05** genres (soit **5,61%**), les *Brassicaceae* avec **04** genres (soit **4,49%**), les *Euphorbiaceae*, les *Apiaceae*, les *Poaceae*, les *Rubiaceae* et enfin les *Rosaceae* avec **03** genres (soit **3,37%**).

**Tableau N°30 : Richesse globale des familles en espèces et en genres dans la zone humide de Boukhmira**

Famille	Nbr Espèce	Taux (%)	Nbr Genre	Taux(%)
<i>Asteraceae</i>	20	47,62	18	20,22
<i>Apiaceae</i>	04	9,52	03	3,37
<i>Fabaceae</i>	08	19,04	05	5,61
<i>Cyperaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Euphorbiaceae</i>	04	9,52	03	3,37
<i>Equisetaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Geraniaceae</i>	03	7,14	02	2,24
<i>Primulaceae</i>	02	4,76	01	1,12

<i>Brassicaceae</i>	04	9,52	04	4,49
<i>Lamiaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Linaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Poaceae</i>	03	7,14	03	3,37
<i>Rubiaceae</i>	03	7,14	03	3,37
<i>Rosaceae</i>	03	7,14	03	3,37
<i>Thymeleaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Smilacaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Araceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Chenopodiaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Plantaginaceae</i>	05	11,90	01	1,12
<i>Ranunculaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Convolvulaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Boraginaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Urticaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Caryophyllaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Typhaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Solanaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Oleaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Polygonaceae</i>	02	4,76	01	1,12
<i>Alismaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Asphodelaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Asparagaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Scrofulariaceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Tamaricaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Juncaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Papaveraceae</i>	02	4,76	02	2,24
<i>Oxalidaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Cupressaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Ephedraceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Anacardiaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Hyacinthaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Caprifoliaceae</i>	01	2,38	01	1,12
<i>Areaceae</i>	02	4,76	02	2,24

#### a) Saison d'Hiver

Pendant la saison d'hiver (tab 31 et fig 23), 55 espèces ont été recensées dans la zone humide de Boukhmira, appartenant à 49 genres et 30 familles.

Les familles les plus représentées sont par ordre d'importance : Les *Asteraceae* (10 espèces, soit 32,25%), les *Apiaceae* et les *Euphorbiaceae* (04 espèces, soit 12,90%), enfin les *Plantaginaceae*, les *Fabaceae* et les *Geraniaceae* (03 espèces, soit 09,67%).

L'ordre d'importance en genres; on trouve les *Asteraceae* en tête avec 10 genres (soit 19,60%), en 2<sup>ème</sup> position viennent les *Apiaceae*, les *Euphorbiaceae* et les *Fabaceae* avec 03 genres (soit 5,88%).

Les familles qui sont représentées dans cette formation par **02** genres (soit **3,92%**) sont : les *Poaceae*, les *Arecaceae*, les *Rosaceae*, et les *Geraniaceae*.

**Tableau N°31 : Richesse globale des familles en espèces et en genres dans la zone humide de Boukhmira**

**-Hiver-**

<b>Famille</b>	<b>Nbr Espèce</b>	<b>Taux (%)</b>	<b>Nbr Genre</b>	<b>Taux(%)</b>
<i>Brassicaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Apiaceae</i>	<b>04</b>	<b>12,90</b>	<b>03</b>	<b>5,88</b>
<i>Asteraceae</i>	<b>10</b>	<b>32,25</b>	<b>10</b>	<b>19,60</b>
<i>Poaceae</i>	<b>02</b>	<b>6,45</b>	<b>02</b>	<b>3,92</b>
<i>Plantaginaceae</i>	<b>03</b>	<b>9,67</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Euphorbiaceae</i>	<b>04</b>	<b>12,90</b>	<b>03</b>	<b>5,88</b>
<i>Fabaceae</i>	<b>03</b>	<b>9,67</b>	<b>03</b>	<b>5,88</b>
<i>Chenopodiaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Oxalidaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Cupressaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Juncaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Polygonaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Tamaricaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Smilacaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Hyacinthaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Solanaceae</i>	<b>02</b>	<b>6,45</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Arecaceae</i>	<b>02</b>	<b>6,45</b>	<b>02</b>	<b>3,92</b>
<i>Asphodelaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Alismaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Ranunculaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Rosaceae</i>	<b>02</b>	<b>6,45</b>	<b>02</b>	<b>3,92</b>
<i>Caryophyllaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Scrofulariaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Typhaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Geraniaceae</i>	<b>03</b>	<b>9,67</b>	<b>02</b>	<b>3,92</b>
<i>Convolvulaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Primulaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Araceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Boraginaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>
<i>Oleaceae</i>	<b>01</b>	<b>3,22</b>	<b>01</b>	<b>1,96</b>

**b - Saison de Printemps**

Pendant la saison de Printemps (tab 32 et fig 24), **83** espèces ont été recensés dans la zone humide de Boukhmira, appartenant à **72** genres et **38** familles.

Les familles les plus représentées sont par ordre d'importance : Les *Asteraceae* (**17** espèces, soit **44,73%**), les *Fabaceae* et les *Plantaginaceae* (**05** espèces, soit **13,15%**), les



*Brassicaceae* (04 espèces, soit 10,52%) et enfin les *Euphorbiaceae* et les *Scrophulariaceae* (03 espèces, soit 7,89%)

Les genres les plus représentées sont par ordre d'importance : Les *Asteraceae* avec 15 genres (soit 20,83%), en 2<sup>ème</sup> position viennent les *Brassicaceae* et les *Fabaceae* avec 04 genres (soit 5,55 %) et enfin les *Scrophulariaceae* (03 genres, soit 4,16%)

**Tableau N° 32 : Richesse globale des familles en espèces et en genres dans la zone humide de Boukhmira**

**-Printemps-**

Famille	Nbr Espèce	Taux (%)	Nbr Genre	Taux(%)
<i>Cupressaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Brassicaceae</i>	04	10,52	04	5,55
<i>Fabaceae</i>	05	13,15	04	5,55
<i>Plantaginaceae</i>	05	13,15	01	1,38
<i>Apiaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Asteraceae</i>	17	44,73	15	20,83
<i>Polygonaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Solanaceae</i>	02	5,26	01	1,38
<i>Juncaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Geraniaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Tamaricaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Papaveraceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Primulaceae</i>	02	5,26	01	1,38
<i>Oleaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Poaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Euphorbiaceae</i>	03	7,89	02	2,77
<i>Caprifoliaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Arecaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Ranunculaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Smilacaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Rosaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Scrophulariaceae</i>	03	7,89	03	4,16
<i>Ephedraceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Anacardiaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Hyacinthaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Asparagaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Rubiaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Urticaceae</i>	02	5,26	01	1,38
<i>Caryophyllaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Lamiaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Typhaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Oxalidaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Boraginaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Asphodelaceae</i>	01	2,63	01	1,38

<i>Chenopodiaceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Araceae</i>	01	2,63	01	1,38
<i>Cyperaceae</i>	02	5,26	02	2,77
<i>Equisetaceae</i>	01	2,63	01	1,38

### C- Saison d'Automne

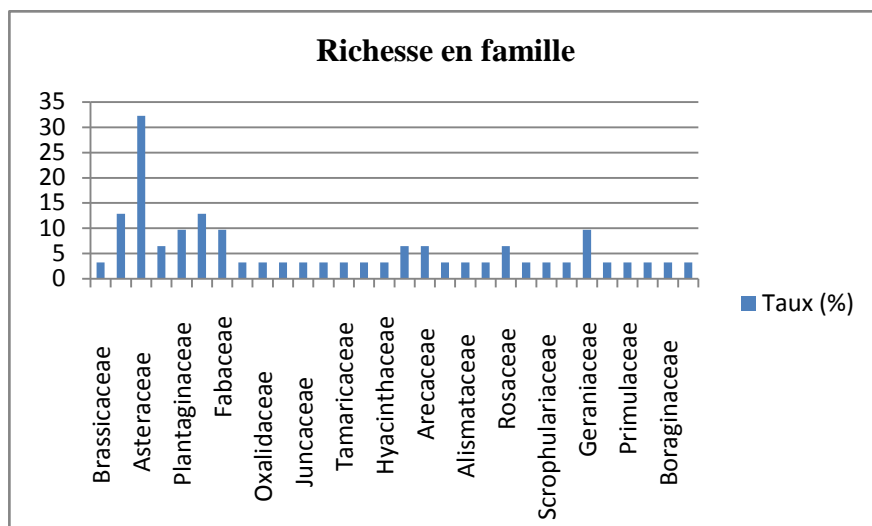
Pendant la saison d'Automne (tab 33 et fig 25), 37 espèces ont été recensés dans la zone humide de Boukhmira, appartenant à 35 genres et 24 familles.

Les familles les plus représentées sont par ordre d'importance : Les *Asteraceae* (08 espèces, soit 33,33%), en 2<sup>ème</sup> position viennent les *Plantaginaceae*, les *Poaceae*, les *Apiaceae*, les *Arecaceae*, les *Euphorbiaceae* et les *Oleaceae* (02 espèces, soit 8,33 %).

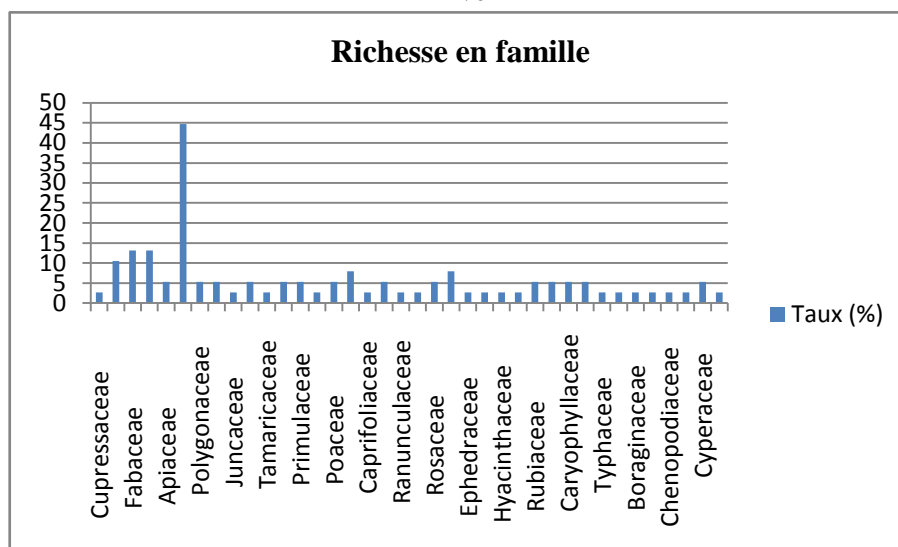
L'ordre d'importance en genres est presque le même que pour les espèces concernant les familles les mieux représentées ; on trouve les *Asteraceae* en tête avec 08 genres (soit 22,85%), en 2<sup>ème</sup> position viennent, les *Poaceae*, les *Apiaceae*, les *Arecaceae*, et les *Oleaceae* (02 espèces, soit 5,71 %).

**Tableau N° 33 : Richesse globale des familles en espèces et en genres dans la zone humide de Boukhmira**  
- Automne –

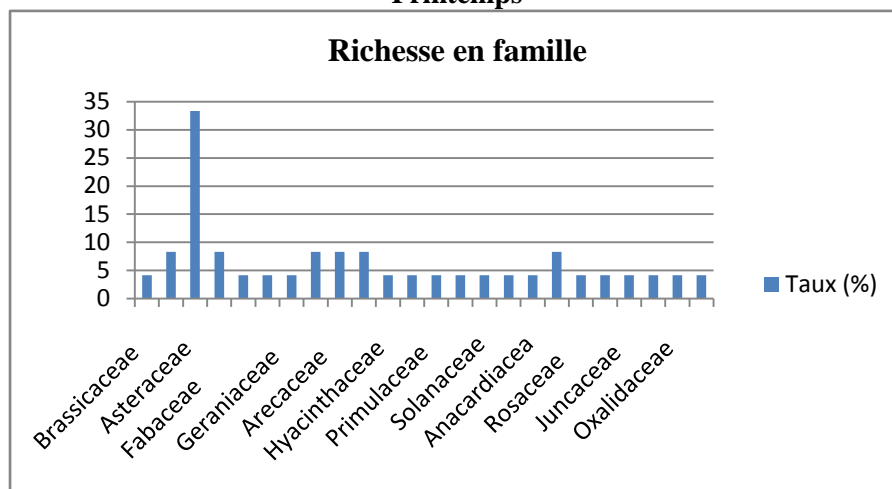
Famille	Nbr Espèce	Taux (%)	Nbr Genre	Taux(%)
<i>Brassicaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Plantaginaceae</i>	02	8,33	01	2,85
<i>Asteraceae</i>	08	33,33	08	22,85
<i>Poaceae</i>	02	8,33	02	5,71
<i>Fabaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Boraginaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Geraniaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Apiaceae</i>	02	8,33	02	5,71
<i>Arecaceae</i>	02	8,33	02	5,71
<i>Euphorbiaceae</i>	02	8,33	01	2,85
<i>Hyacinthaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Asphodelaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Primulaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Convolvulaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Solanaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Typhaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Anacardiaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Oleaceae</i>	02	8,33	02	5,71
<i>Rosaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Tamaricaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Juncaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Polygonaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Oxalidaceae</i>	01	4,16	01	2,85
<i>Scrofulariaceae</i>	01	4,16	01	2,85



**Figure N°23 : Richesse globale des familles dans la zone humide de Boukhmira  
-Hiver-**



**Figure N°24: Richesse globale des familles dans la zone humide de Boukhmira  
- Printemps -**



**Figure N°25: Richesse globale des familles dans la zone humide de Boukhmira : Automne**

#### 4-1-3-2 Diversité relative

L'analyse de la Diversité relative des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira (Tableau 34) montre que la famille des *Asteraceae* est la plus abondante, elle renferme **21** espèces, soit **20%**. La 2<sup>ème</sup> place est occupée par les *Fabaceae* (**08** espèces, soit **7,7 %**), ensuite les *Plantaginaceae* (**05** espèces, soit **4,8 %**).

Les *Apiaceae*, les *Euphorbiaceae*, et les *Brassicaceae* sont représentées par **04** espèces, soit **3,8 %**. Les *Poaceae*, les *Rubiaceae* et les *Rosaceae* sont faiblement représentées, que par **03** espèces, soit **2,8 %**.

Le reste des familles sont moins abondantes, elles ne sont pas représentées que par une (**01**) ou deux (**02**) espèce.

**Tableau N° 34 : Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira**

Famille	Nombre d'espèce au sein de la Famille	Diversité relative (%)
<i>Asteraceae</i>	<b>21</b>	<b>20</b>
<i>Apiaceae</i>	<b>04</b>	<b>3,8</b>
<i>Fabaceae</i>	<b>08</b>	<b>7,7</b>
<i>Cyperaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Euphorbiaceae</i>	<b>04</b>	<b>3,8</b>
<i>Equisetaceae</i>	<b>01</b>	<b>0,96</b>
<i>Geraniaceae</i>	<b>03</b>	<b>2,8</b>
<i>Primulaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Brassicaceae</i>	<b>04</b>	<b>3,8</b>
<i>Lamiaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Linaceae</i>	<b>01</b>	<b>0,96</b>
<i>Poaceae</i>	<b>03</b>	<b>2,8</b>
<i>Rubiaceae</i>	<b>03</b>	<b>2,8</b>
<i>Rosaceae</i>	<b>03</b>	<b>2,8</b>
<i>Thymeleaceae</i>	<b>01</b>	<b>0,96</b>
<i>Smilacaceae</i>	<b>01</b>	<b>0,96</b>
<i>Araceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Chenopodiaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Plantaginaceae</i>	<b>05</b>	<b>4,8</b>
<i>Ranunculaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Convolvulaceae</i>	<b>01</b>	<b>0,96</b>
<i>Boraginaceae</i>	<b>01</b>	<b>0,96</b>
<i>Urticaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Caryophyllaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Typhaceae</i>	<b>01</b>	<b>0,96</b>
<i>Solanaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Oleaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Polygonaceae</i>	<b>02</b>	<b>1,9</b>
<i>Alismaceae</i>	<b>01</b>	<b>0,96</b>

<i>Asphodelaceae</i>	01	0,96
<i>Asparagaceae</i>	01	0,96
<i>Scrofulariaceae</i>	02	1,9
<i>Tamaricaceae</i>	01	0,96
<i>Juncaceae</i>	01	0,96
<i>Papaveraceae</i>	02	1,9
<i>Oxalidaceae</i>	01	0,96
<i>Cupressaceae</i>	01	0,96
<i>Ephedraceae</i>	01	0,96
<i>Anacardiaceae</i>	01	0,96
<i>Hyacinthaceae</i>	01	0,96
<i>Caprifoliaceae</i>	01	0,96
<i>Areaceae</i>	02	1,9

#### a) Saison d'Hiver

Le Tableau 35 montre que pendant la saison d'hiver la famille des *Asteraceae* est la plus abondante, elle renferme 10 espèces, soit 17,5 %. La 2<sup>ème</sup> place est occupée par les *Apiaceae* et les *Euphorbiaceae* (04 espèces, soit 07 %), ensuite les *Plantaginaceae*, les *Fabaceae* et les *Geraniaceae* (03 espèces, soit 5,2 %).

Les *Poaceae*, les *Solanaceae*, les *Areaceae* et les *Rosaceae* sont faiblement représentées par (02 espèces, soit 3,5 %).

Le reste des familles sont les moins abondantes, elles ne sont pas représentées que par une (01) espèce.

**Tableau N° 35 : Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira**

#### -Hiver-

Famille	Nombre d'espèce au sein de la Famille	Diversité relative (%)
<i>Brassicaceae</i>	01	1,75
<i>Apiaceae</i>	04	07
<i>Asteraceae</i>	10	17,5
<i>Poaceae</i>	02	3,5
<i>Plantaginaceae</i>	03	5,2
<i>Euphorbiaceae</i>	04	07
<i>Fabaceae</i>	03	5,2
<i>Chenopodiaceae</i>	01	1,75
<i>Oxalidaceae</i>	01	1,75
<i>Cupressaceae</i>	01	1,75
<i>Juncaceae</i>	01	1,75
<i>Polygonaceae</i>	01	1,75
<i>Tamaricaceae</i>	01	1,75
<i>Smilacaceae</i>	01	1,75

<i>Hyacinthaceae</i>	01	1,75
<i>Solanaceae</i>	02	3,5
<i>Arecaceae</i>	02	3,5
<i>Asphodelaceae</i>	01	1,75
<i>Alismaceae</i>	01	1,75
<i>Ranunculaceae</i>	01	1,75
<i>Rosaceae</i>	02	3,5
<i>Caryophyllaceae</i>	01	1,75
<i>Scrofulariaceae</i>	01	1,75
<i>Typhaceae</i>	01	1,75
<i>Geraniaceae</i>	03	5,2
<i>Convolvulaceae</i>	01	1,75
<i>Primulaceae</i>	01	1,75
<i>Araceae</i>	01	1,75
<i>Boraginaceae</i>	01	1,75
<i>Oleaceae</i>	01	1,75

#### b) Saison de Printemps

Le tableau 36 montre que pendant la saison de Printemps la famille des *Asteraceae* est la plus abondante, elle renferme 16 espèces, soit 19,5 %. La 2<sup>ème</sup> place est occupée par les *Fabaceae* et les *Plantaginaceae* (05 espèces, soit 06 %), ensuite les *Brassicaceae* (04 espèces, soit 4,8 %).

Les *Euphorbiaceae* et les *Scrophulariaceae* sont faiblement représentées par 03 espèces, soit 3,6 %.

Le reste des familles sont les moins abondantes, elles ne sont pas représentées que par une (01) ou deux (02) espèce.

**Tableau N° 36 : Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira**

#### -Printemps -

Famille	Nombre d'espèce au sein de la Famille	Diversité relative (%)
<i>Cupressaceae</i>	01	1,2
<i>Brassicaceae</i>	04	4,8
<i>Fabaceae</i>	05	06
<i>Plantaginaceae</i>	05	06
<i>Apiaceae</i>	02	2,4
<i>Asteraceae</i>	16	19,5
<i>Polygonaceae</i>	02	2,4
<i>Solanaceae</i>	02	2,4
<i>Juncaceae</i>	01	1,2
<i>Geraniaceae</i>	02	2,4

<i>Tamaricaceae</i>	01	1,2
<i>Papaveraceae</i>	02	2,4
<i>Primulaceae</i>	02	2,4
<i>Oleaceae</i>	01	1,2
<i>Poaceae</i>	02	2,4
<i>Euphorbiaceae</i>	03	3,6
<i>Caprifoliaceae</i>	01	1,2
<i>Arecaceae</i>	02	2,4
<i>Ranunculaceae</i>	01	1,2
<i>Smilacaceae</i>	01	1,2
<i>Rosaceae</i>	02	2,4
<i>Scrophulariaceae</i>	03	3,6
<i>Ephedraceae</i>	01	1,2
<i>Anacardiaceae</i>	01	1,2
<i>Hyacinthaceae</i>	01	1,2
<i>Asparagaceae</i>	01	1,2
<i>Rubiaceae</i>	02	2,4
<i>Urticaceae</i>	02	2,4
<i>Caryophyllaceae</i>	02	2,4
<i>Lamiaceae</i>	02	2,4
<i>Typhaceae</i>	01	1,2
<i>Oxalidaceae</i>	01	1,2
<i>Boraginaceae</i>	01	1,2
<i>Asphodelaceae</i>	01	1,2
<i>Chenopodiaceae</i>	01	1,2
<i>Araceae</i>	01	1,2
<i>Cyperaceae</i>	02	2,4
<i>Equisetaceae</i>	01	1,2

### c) Saison d'Automne

Le tableau 37 montre que pendant la saison d'Automne la famille des *Asteraceae* est la plus abondante, elle renferme 08 espèces, soit 21,6 %.

Les *Plantaginaceae*, les *Poaceae*, les *Apiaceae*, les *Arecaceae*, les *Euphorbiaceae* et les *Oleaceae* sont faiblement représentées par 02 espèces, soit 5,4 %.

Le reste des familles sont les moins abondantes, elles ne sont pas représentées que par une (01) espèce.

**Tableau N° 37 : Diversité relative (%) des familles inventoriées dans la zone humide de Boukhmira**

**-Automne-**

<b>Famille</b>	<b>Nombre d'espèce au sein de la Famille</b>	<b>Diversité relative (%)</b>
<i>Brassicaceae</i>	01	2,7
<i>Plantaginaceae</i>	02	5,4
<i>Asteraceae</i>	08	21,6
<i>Poaceae</i>	02	5,4
<i>Fabaceae</i>	01	2,7
<i>Boraginaceae</i>	01	2,7
<i>Geraniaceae</i>	01	2,7
<i>Apiaceae</i>	02	5,4
<i>Arecaceae</i>	02	5,4
<i>Euphorbiaceae</i>	02	5,4
<i>Hyacinthaceae</i>	01	2,7
<i>Asphodelaceae</i>	01	2,7
<i>Primulaceae</i>	01	2,7
<i>Convolvulaceae</i>	01	2,7
<i>Solanaceae</i>	01	2,7
<i>Typhaceae</i>	01	2,7
<i>Anacardiaceae</i>	01	2,7
<i>Oleaceae</i>	02	5,4
<i>Rosaceae</i>	01	2,7
<i>Tamaricaceae</i>	01	2,7
<i>Juncaceae</i>	01	2,7
<i>Polygonaceae</i>	01	2,7
<i>Oxalidaceae</i>	01	2,7
<i>Scrofulariaceae</i>	01	2,7



#### 4-1-4 Les indices de diversité

Le calcul de la diversité a été fait pour les indices suivants : SHANNON WEAVER, équitabilité de PIELOU. Ceci permet d'évaluer de façon plus précise, la diversité de chaque station en fonction de la répartition des espèces. Les tableaux **38**, **39** et **40** donnent les valeurs de ces indices dans les différentes stations de relevés pendant les trois saisons d'échantillonnage.

##### 4-1-4-1 Saison d'Hiver

Pendant la saison d'hiver (tableau n°38), les valeurs d'indices de diversité de SHANNON varient entre **0,985** et **3,323**.

La station **03** se caractérise par la valeur la plus faible (**0,985**) se qui montre que le groupement décrit au sein de cette station est le moins diversifié, elle se situe par la station **04** dont la valeur d'indice de SHANNON est **1,750**.

La station **11** se caractérise par la valeur la plus élevée (**3,323**) se qui montre que le groupement décrit au sein de cette station est le plus diversifié, elle se situe par les stations **14**, **09** et **13** dont les valeurs d'indice de SHANNON sont respectivement : **3,252**, **3,190** et **3,182**.

Le reste des stations sont moyennement diversifiées, leurs valeurs d'indice de SHANNON varient entre **2,231** et **2,896**.

Quant à l'indice de régularité de PIELOU, il montre une bonne équitabilité entre les groupements étudiés, car les valeurs obtenues sont toutes élevées et voisines de **01**.

**Tableau N° 38 : Valeurs moyennes des indices de diversité dans les différentes stations -Hiver-**

Station	Abondance	Richesse	SHANNON	PIELOU
<b>01</b>	<b>11</b>	<b>06</b>	<b>2,369</b>	<b>0,916</b>
<b>02</b>	<b>11</b>	<b>05</b>	<b>2,231</b>	<b>0,961</b>
<b>03</b>	<b>07</b>	<b>02</b>	<b>0,985</b>	<b>0,985</b>
<b>04</b>	<b>08</b>	<b>04</b>	<b>1,750</b>	<b>0,875</b>
<b>05</b>	<b>12</b>	<b>06</b>	<b>2,418</b>	<b>0,936</b>
<b>06</b>	<b>10</b>	<b>06</b>	<b>2,446</b>	<b>0,946</b>
<b>07</b>	<b>12</b>	<b>07</b>	<b>2,689</b>	<b>0,958</b>
<b>08</b>	<b>15</b>	<b>07</b>	<b>2,423</b>	<b>0,863</b>
<b>09</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>3,190</b>	<b>0,960</b>
<b>10</b>	<b>13</b>	<b>07</b>	<b>2,777</b>	<b>0,989</b>
<b>11</b>	<b>15</b>	<b>11</b>	<b>3,323</b>	<b>0,961</b>
<b>12</b>	<b>14</b>	<b>08</b>	<b>2,896</b>	<b>0,965</b>
<b>13</b>	<b>14</b>	<b>10</b>	<b>3,182</b>	<b>0,958</b>
<b>14</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>3,252</b>	<b>0,979</b>
<b>15</b>	<b>13</b>	<b>06</b>	<b>2,565</b>	<b>0,992</b>

#### 4-1-4-2 Saison de Printemps

Pendant la saison de printemps (tableau n°39), les valeurs d'indices de diversité de SHANNON varient entre **1,449** et **4,037**.

La station **01** se caractérise par la valeur la plus faible (**1,449**) se qui montre que le groupement décrit au sein de cette station est le moins diversifié, elle se situe par les stations : **05, 03, 07** et **04** dont les valeurs d'indice de SHANNON sont respectivement : **2,197, 2,300, 2,719** et **2,815**.

La station **13** se caractérise par la valeur la plus élevée (**4,037**) se qui montre que le groupement décrit au sein de cette station est le plus diversifié.

Le reste des stations sont moyennement diversifiées, leurs valeurs d'indice de SHANNON varient entre **3,093** et **3,507**.

Quant à l'indice de régularité de PIELOU, il montre une bonne équitabilité entre les groupements étudiés, car les valeurs obtenues sont toutes élevées et voisines de **01**.

**Tableau N° 39 : Valeurs moyennes des indices de diversité dans les différentes stations  
-Printemps-**

Station	Abondance	Richesse	SHANNON	PIELOU
<b>01</b>	<b>07</b>	<b>03</b>	<b>1,449</b>	<b>0,914</b>
<b>02</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>3,499</b>	<b>0,976</b>
<b>03</b>	<b>11</b>	<b>05</b>	<b>2,300</b>	<b>0,991</b>
<b>04</b>	<b>13</b>	<b>08</b>	<b>2,815</b>	<b>0,938</b>
<b>05</b>	<b>09</b>	<b>05</b>	<b>2,197</b>	<b>0,946</b>
<b>06</b>	<b>14</b>	<b>09</b>	<b>3,093</b>	<b>0,976</b>
<b>07</b>	<b>13</b>	<b>07</b>	<b>2,719</b>	<b>0,969</b>
<b>08</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>3,190</b>	<b>0,960</b>
<b>09</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>3,375</b>	<b>0,976</b>
<b>10</b>	<b>16</b>	<b>11</b>	<b>3,375</b>	<b>0,976</b>
<b>11</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>3,240</b>	<b>0,975</b>
<b>12</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>3,335</b>	<b>0,964</b>
<b>13</b>	<b>19</b>	<b>17</b>	<b>4,037</b>	<b>0,988</b>
<b>14</b>	<b>12</b>	<b>10</b>	<b>3,252</b>	<b>0,979</b>
<b>15</b>	<b>15</b>	<b>12</b>	<b>3,507</b>	<b>0,978</b>

#### 4-1-4-3 Saison d'Automne

Pendant la saison d'Automne (tableau n°40), les valeurs d'indices de diversité de SHANNON varient entre **1,000** et **3,107**.

La station **10** se caractérise par la valeur la plus faible (**1,000**) se qui montre que le groupement décrit au sein de cette station est le moins diversifié, elle se situe par les stations : **03** et **06** dont les valeurs d'indice de SHANNON sont respectivement : **1,971** et **1,975**.

La station **14** se caractérise par la valeur la plus élevée (**3,107**) se qui montre que le groupement décrit au sein de cette station est le plus diversifié.

Le reste des stations sont moyennement diversifiées, leurs valeurs d'indice de SHANNON varient entre **2,231** et **2,966**.

Quant à l'indice de régularité de PIELOU, il montre une bonne équitabilité entre les groupements étudiés, car les valeurs obtenues sont toutes élevées et voisines de **01**.

Les stations **08** et **10** se caractérisent par une valeur d'indice de PIELOU égale à **1,000** se qui montre que la diversité spécifique observée égale à la diversité spécifique maximale de ces groupements.

**Tableau N° 40 : Valeurs moyennes des indices de diversité dans les différentes stations**  
-Automne-

Station	Abondance	Richesse	SHANNON	PIELOU
<b>01</b>	<b>11</b>	<b>05</b>	<b>2,300</b>	<b>0,991</b>
<b>02</b>	<b>11</b>	<b>05</b>	<b>2,231</b>	<b>0,961</b>
<b>03</b>	<b>10</b>	<b>04</b>	<b>1,971</b>	<b>0,985</b>
<b>04</b>	<b>13</b>	<b>06</b>	<b>2,565</b>	<b>0,992</b>
<b>05</b>	<b>13</b>	<b>06</b>	<b>2,565</b>	<b>0,992</b>
<b>06</b>	<b>09</b>	<b>04</b>	<b>1,975</b>	<b>0,987</b>
<b>07</b>	<b>12</b>	<b>06</b>	<b>2,522</b>	<b>0,976</b>
<b>08</b>	<b>12</b>	<b>06</b>	<b>2,585</b>	<b>1,000</b>
<b>09</b>	<b>12</b>	<b>05</b>	<b>2,252</b>	<b>0,970</b>
<b>10</b>	<b>06</b>	<b>02</b>	<b>1,000</b>	<b>1,000</b>
<b>11</b>	<b>19</b>	<b>09</b>	<b>2,966</b>	<b>0,936</b>
<b>12</b>	<b>20</b>	<b>08</b>	<b>2,622</b>	<b>0,874</b>
<b>13</b>	<b>10</b>	<b>06</b>	<b>2,522</b>	<b>0,976</b>
<b>14</b>	<b>15</b>	<b>09</b>	<b>3,107</b>	<b>0,980</b>
<b>15</b>	<b>13</b>	<b>07</b>	<b>2,719</b>	<b>0,969</b>

#### 4-1-5 Analyse globale des caractères biologiques et écologiques

Nous entamons dans cette partie une étude de la flore inventoriée dans les différentes stations du point de vue **morphologique, biologique**, type de **déssimination** des graines et **phytogéographique**.

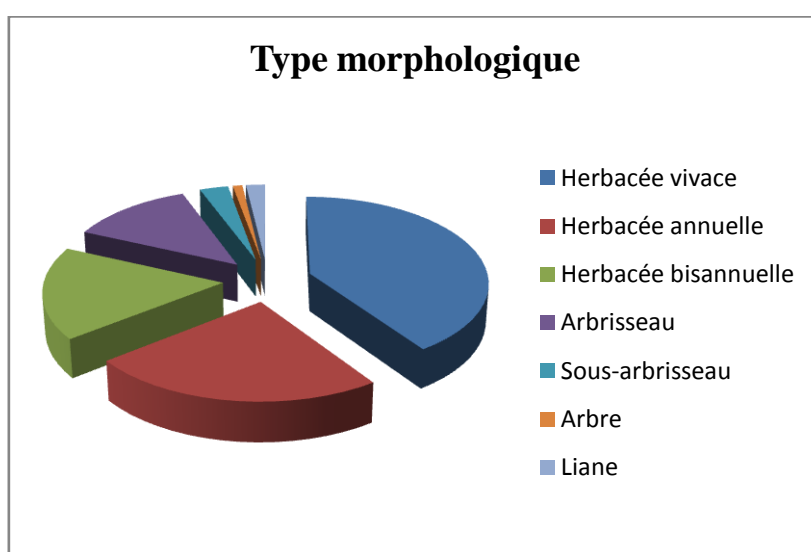
##### 4-1-5-1 Type morphologique

Le tableau **41** et la figure **26** montrent une prédominance de plantes **herbacées vivaces** (42 espèces, soit **40,38 %**) sur les **herbacées annuelles** (25 espèces, soit **24,03 %**) et les **herbacées bisannuelles** (18 espèces, soit **17,30 %**).

Les types morphologiques les moins représentés sont les **arbrisseaux** (13 espèces, soit **12,5%**), suivis des **sous - arbrisseaux** (03 espèces, soit **02,88 %**) puis de lianes (**02** espèces, soit **01,92 %**) et enfin les **arbres** (01 espèce, soit **0,96 %**).

**Tableau N° 41 : Analyse globale de types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira**

Type morphologique	Nbr d'espèce	Taux (%)
Herbacée vivace	42	40,38
Herbacée annuelle	25	24,03
Herbacée bisannuelle	18	17,30
Arbrisseau	13	12,50
Sous-arbrisseau	03	02,88
Arbre	01	00,96
Liane	02	01,92
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>100</b>



**Figure N°26 : Répartition des types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira**

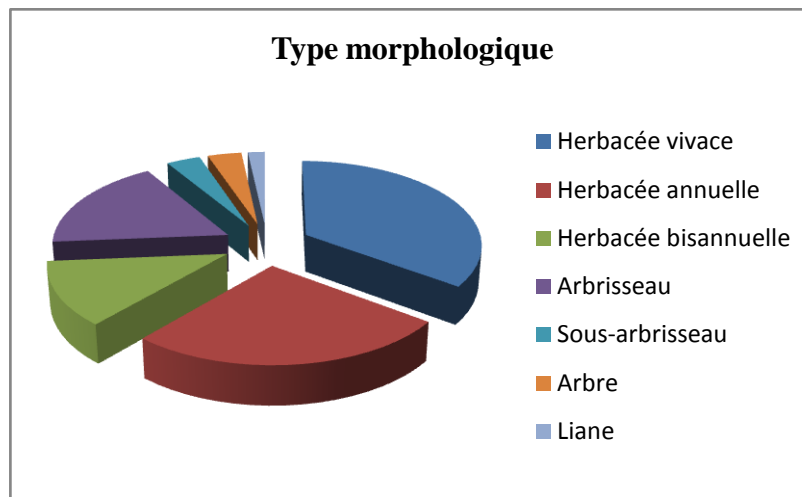
Le tableau 42 et les figures 27, 28, et 29 montrent une prédominance de plantes **herbacées vivaces** dans les trois saisons : Hiver (**20** espèces, soit **35,08 %**), Printemps (**34** espèces, soit **40,96 %**) dont le taux le plus élevé est constaté en Automne (**16** espèces, soit **43,24 %**) sur les **herbacées annuelles** : Hiver (**15** espèces, soit **26,31 %**), Automne (**09** espèces, soit **24,32 %**) dont le taux le plus élevé est constaté en Printemps (**22** espèces, soit **26,50 %**) et les **herbacées bisannuelles** : Hiver (**07** espèces, soit **12,28 %**), Automne (**04** espèces, soit **10,81 %**) dont le taux le plus élevé est constaté en Printemps (**12** espèces, soit **14,45 %**).

Les **arbrisseaux** se caractérisent par un taux élevé en **hiver** (**10** espèces, soit **17,54 %**) par rapport à ceux remarqués en **automne** (**06** espèces, soit **16,21%**) et en **printemps** (**09** espèces, soit **10,84 %**).

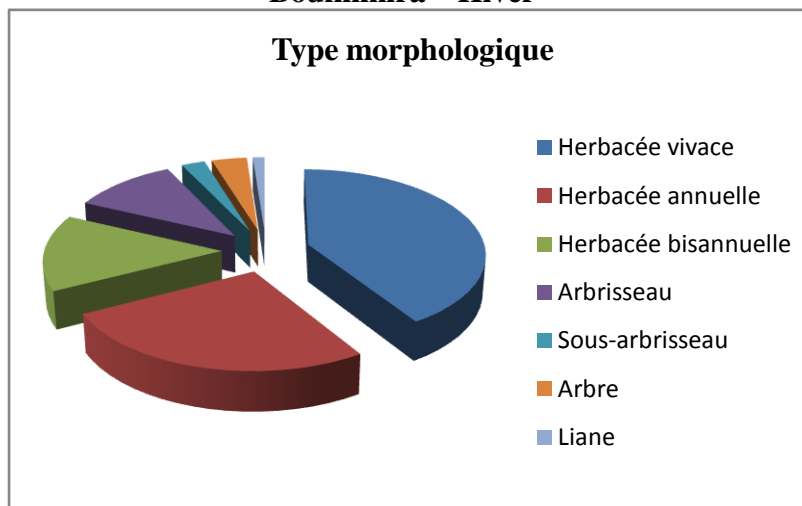
Dans les trois saisons, les types morphologiques les moins représentés sont les **sous – arbrisseaux** (H : **3,50%**, A : **2,70%** et P : **2,40%**), les **arbres** (P : **3,61%**, H : **3,50%** et A : **0,00%**) et les **lianes** (A : **2,70%**, H : **1,75%** et P : **1,20%**).

**Tableau N° 42 : Analyse globale de types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira par saison**

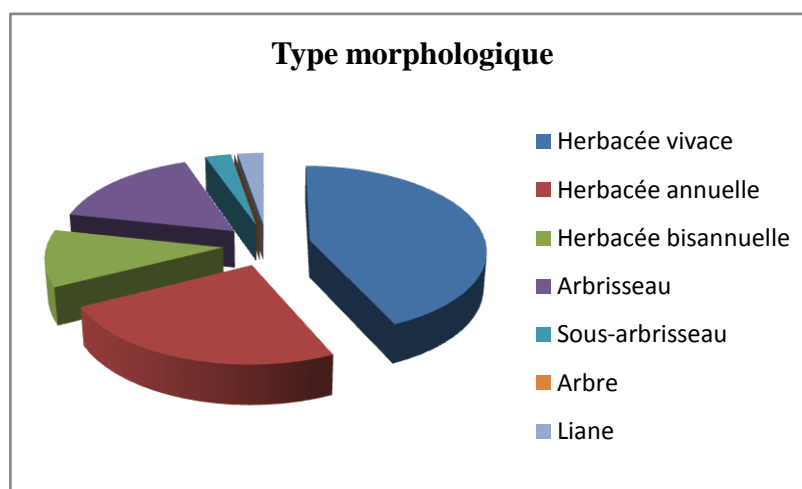
Saison	Hiver		Printemps		Automne	
Type morphologique	Nbr d'espèce	Taux (%)	Nbr d'espèce	Taux (%)	Nbr d'espèce	Taux (%)
<b>Herbacée vivace</b>	20	35,08	34	40,96	16	43,24
<b>Herbacée annuelle</b>	15	26,31	22	26,50	09	24,32
<b>Herbacée bisannuelle</b>	07	12,28	12	14,45	04	10,81
<b>Arbrisseau</b>	10	17,54	09	10,84	06	16,21
<b>Sous-arbrisseau</b>	02	03,50	02	02,40	01	02,70
<b>Arbre</b>	02	03,50	03	03,61	00	00,00
<b>Liane</b>	01	01,75	01	01,20	01	02,70
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>100</b>	<b>37</b>	<b>100</b>



**Figure N° 27: Répartition des types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira – Hiver -**



**Figure N°28 : Répartition des types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira – Printemps -**



**Figure N°29 : Répartition des types morphologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira – Automne –**

#### 4-1-5-2 Type Biologique

Le type biologique d'une plante est la résultante sur la partie végétative de son corps, de tous les processus biologiques y compris ceux qui sont modifiés par le milieu pendant la vie de la plante et qui ne sont pas héréditaires (POLUMIN, 1967).

On a imaginé de nombreux systèmes classant les diverses formes composants la végétation. La plus satisfaisante, bien qu'elle ne soit pas parfaite, est celle de RANKIAER, car elle est simple, claire, et vise un but d'explication biologique, ou plus exactement écologique (GODRON et *al.*, 1983). RANKIAER (1905, 1934) part, en effet, du raisonnement que les plantes, du point de vue biologique, sont avant tout, organisées pour traverser la période critique du cycle saisonnier, qui peut être l'hiver à cause du froid ou l'été à cause de la sécheresse (ABOURA, 2006).

La protection des méristèmes, auxquels ils incombent d'assurer la continuité de la plante, a donc une très grande importance, à cet effet, RANKIAER met l'accent sur les caractères et la situation des bourgeons qui abritent ces tissus, et il distingue les catégories suivantes: **Phanérophytes**, **Chaméphytes**, **Hémicryptophytes**, **Géophytes** et **Thérophytes** (NASHIMBA, 2005).

Le tableau 43 et la figure 30, montrent la répartition des types biologiques en tenant compte de la présence des espèces (Le nombre d'espèces).

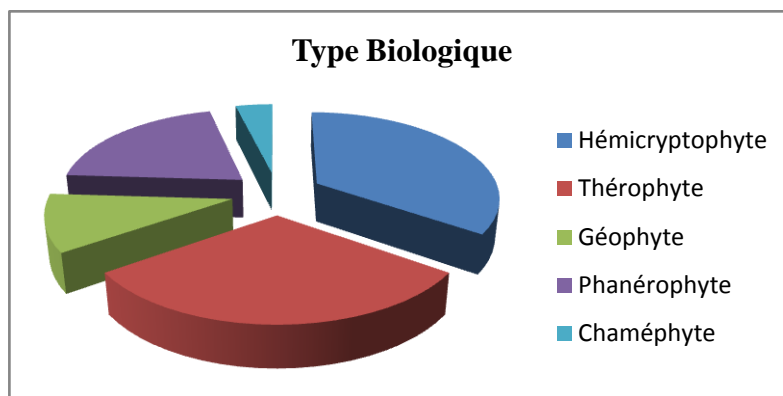
Ce tableau montre qu'au sein de la zone humide de Boukhmira, le type biologique le plus dominant est celui d'**Hémicryptophytes** qui sont représentés avec **36** espèces (**34,61%**).

A part les **Hémicryptophytes** viennent aussi les **Thérophytes** et les **Phanérophytes** qui sont respectivement représentés avec **32** espèces (**30,76%**) et **21** espèces (**20,19 %**).

Les **Géophytes** renferment **11** espèces (**10,57 %**). Les **Chaméphytes** sont les moins représentés de cette formation, ne renfermant que **04** espèces (**03,84 %**).

**Tableau N° 43 : Analyse globale de types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira**

Type biologique	Nbr d'espèce	Taux (%)
<b>Hémicryptophyte</b>	36	34,61
<b>Thérophyte</b>	32	30,76
<b>Géophyte</b>	11	10,57
<b>Phanérophyte</b>	21	20,19
<b>Chaméphyte</b>	04	03,84
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>100</b>



**Figure N°30 : Répartition des types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira**

Le tableau 44 et les figures 31, 32 et 33 montrent que pendant la saison d'hiver, le type biologique le plus dominant est celui des **Thérophytes** qui sont représentés avec **18** espèces (**31,57%**), en 2<sup>ème</sup> position viennent les **Phanérophytes** avec **17** espèces (**29,82%**), ensuite viennent les **Hémicryptophytes** avec **14** espèces (**24,56%**).

Les **Géophytes** et les **Chaméphytes** sont les moins représentés, ne renfermant respectivement que **06** espèces (**10,52 %**) et **02** espèces (**03,50 %**).

Pendant la saison de Printemps, le type biologique le plus dominant est celui des **Hémicryptophytes** qui sont représentés avec **31** espèces (**37,34%**), en 2<sup>ème</sup> position viennent les **Thérophytes** avec **25** espèces (**30,12%**), ensuite viennent les **Phanérophyte** avec **14** espèces (**16,86%**).

Les **Géophytes** et les **Chaméphyte** sont les moins représentés, ne renfermant respectivement que **09** espèces (**10,84 %**) et **04** espèces (**04,81 %**).

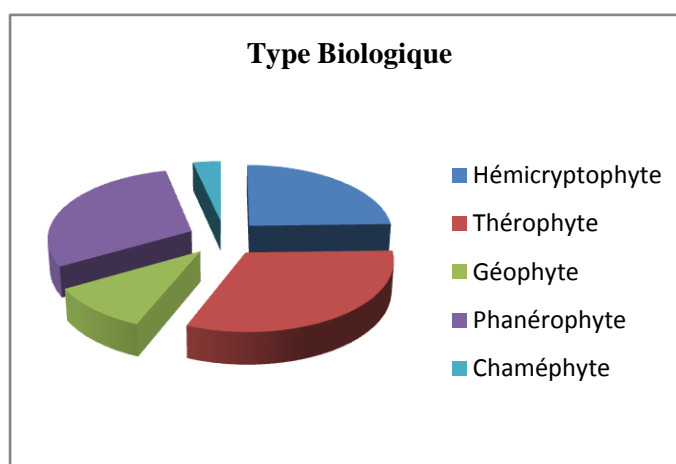
Pendant la saison d'Automne, le type biologique le plus dominant est celui des **Hémicryptophytes** qui sont représentés avec **11** espèces (**29,73%**), en 2<sup>ème</sup> position viennent les **Phanérophytes** et les **Thérophytes** avec **10** espèces (**27,02%**).

Les **Géophytes** et les **Chaméphytes** sont les moins représentés, ne renfermant respectivement que **05** espèces (**13,51 %**) et **01** espèce (**02,70 %**).

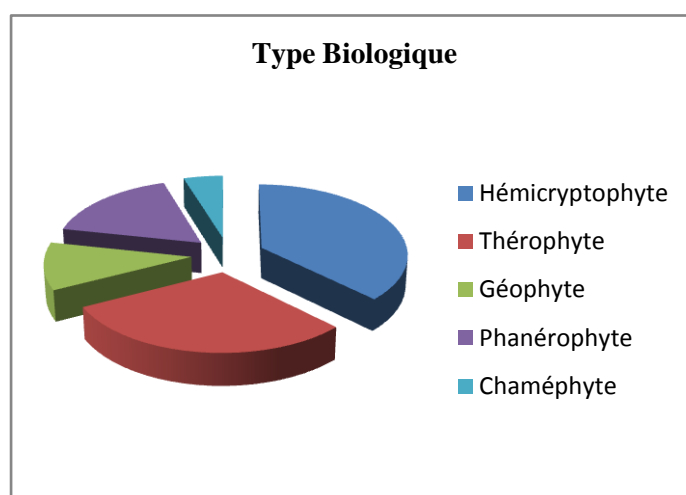


**Tableau N°44 : Analyse globale de types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira par saison.**

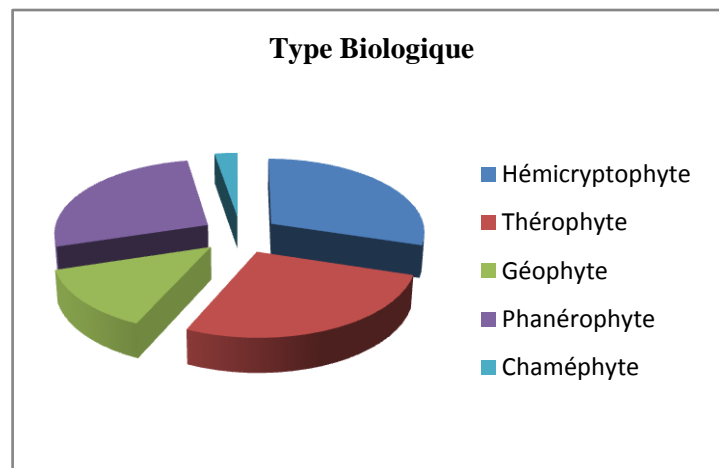
Saison	Hiver		Printemps		Automne	
Type biologique	Nbr d'espèce	Taux (%)	Nbr d'espèce	Taux (%)	Nbr d'espèce	Taux (%)
Hémicryptophyte	14	24,56	31	37,34	11	29,73
Thérophyte	18	31,57	25	30,12	10	27,02
Géophyte	06	10,52	09	10,84	05	13,51
Phanérophyte	17	29,82	14	16,86	10	27,02
Chaméphyte	02	03,50	04	04,81	01	02,70
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>100</b>	<b>37</b>	<b>100</b>



**Figure N°31 : Répartition des types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira - Hiver-**



**Figure N°32 : Répartition des types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira -Printemps-**



**Figure N° 33: Répartition des types biologiques au niveau de la zone humide de Boukhmira -Automne-**

#### 4-1-5-3 Type de diaspore

Les spectres des diaspores d'un groupement sont une représentation relative à des types de diaspores. Ils renseignent sur la nature des diaspores des espèces et donnent des indications quant à leur mode de dissémination qui reflète la physionomie du groupement ou de la communauté considérée (NGOK, 2005 *in* KABOYI, 2004).

Les types des diaspores retenus répondent aux catégories, définies par DANSERAU et LEMS (1957). Celles-ci sont basées essentiellement sur des critères morphologiques et elles permettent de tendre vers une certaine objectivité lorsque la flore étudiée est assez mal connue (EVRARD, 1968 *in* KABOYI, 2004).

Les types de diaspore sont les suivants : **Anémochore, Barochore, Hydrochore, Autochore, Endozoochore, Epizoochore** et **Myrmécochore**.

Le spectre brut global de types de dissémination (tableau 45, figure 34) met en évidence la prépondérance des espèces dont la dispersion des graines se fait par le vent, les : **Anémochores avec 33 espèces (31,71%)**.

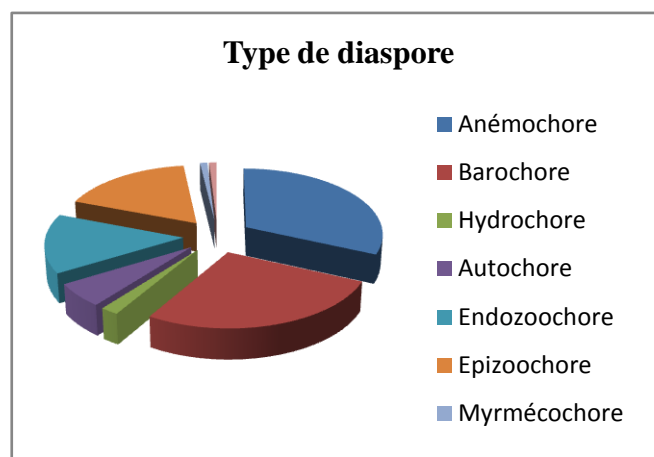
Les espèces dont la dispersion des graines se fait par gravité, à proximité immédiate de la plante mère : les **Barochores** occupent la 2<sup>ème</sup> place avec **28 espèces (26,92%)**, elles sont suivies d'**Epizoochores** qualifiant un mode de dispersion des graines par transport sur le plumage ou le pelage des animaux avec **18 espèces (17,30%)** et les **Endozoochore** dont la dispersion des graines se fait après transit intestinal chez des animaux avec **15 espèces (14,42%)**.

Les dernières places sont occupées respectivement par les **Autochores** à dispersion des graines par une action mécanique de la plante elle-même avec **06 espèces (05,77%)**, les

**Hydrochores** dont les graines sont dispersées par l'eau avec **02** espèces (**01,92%**) et les **Myrmécochore** à dispersion des graines par les fourmis avec **02** espèces (**01,92%**).

**Tableau N° 45 : Analyse globale de type de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira**

Type de diaspore	Nbr d'espèce	Taux (%)
Anémochore	33	31,71
Barochore	28	26,92
Hydrochore	02	01,92
Autochore	06	05,77
Endozoochore	15	14,42
Epizoochore	18	17,30
Myrmécochore	02	01,92
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>100</b>



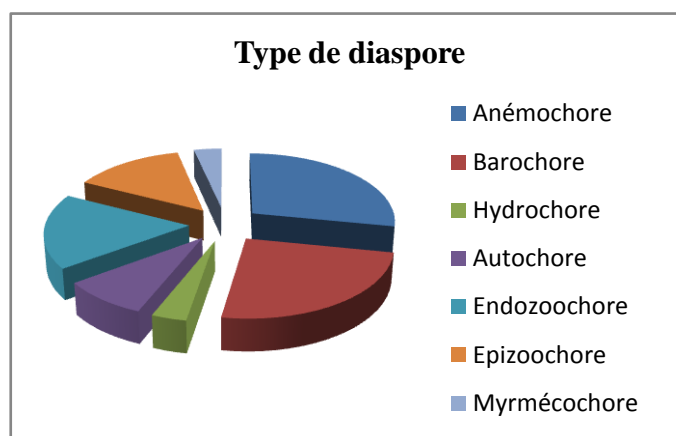
**Figure N° 34 : Répartition des types de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira**

Le tableau n°46 et les figures 35, 36 et 37 montrent que les espèces **Anémochores** et **Barochores** occupent respectivement la 1<sup>ère</sup> et la 2<sup>ème</sup> place dans les trois (03) saisons (hiver, printemps, automne), avec des taux qui varient entre **28,07%** et **33,73%** pour les **Anémochores** et entre **24,56 %** et **28,91%** pour les **Barochores**.

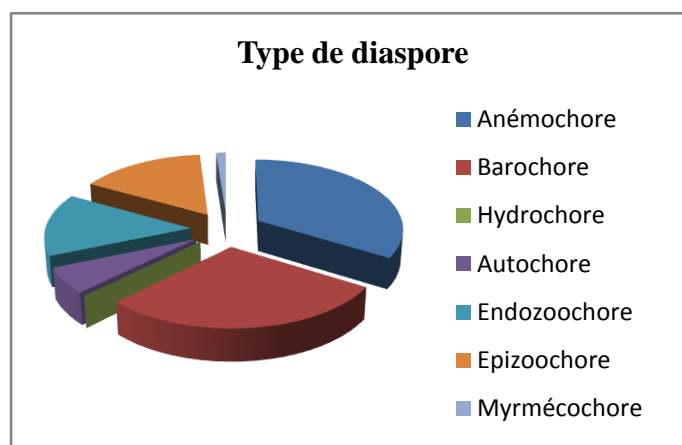
Les espèces **Autochores** , **Myrmécochores** et **Hydrochores** occupent respectivement les trois dernières places dans les trois (03) saisons (hiver, printemps, automne) ,avec des taux qui varient entre **06,02%** et **08,77%** pour les **Autochores** , entre **01,20 %** et **03,48%** pour les **Myrmécochores** et entre **00,00 %** et **03,50%** pour les **Hydrochores** .

**Tableau N° 46 : Analyse globale de type de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira par saison**

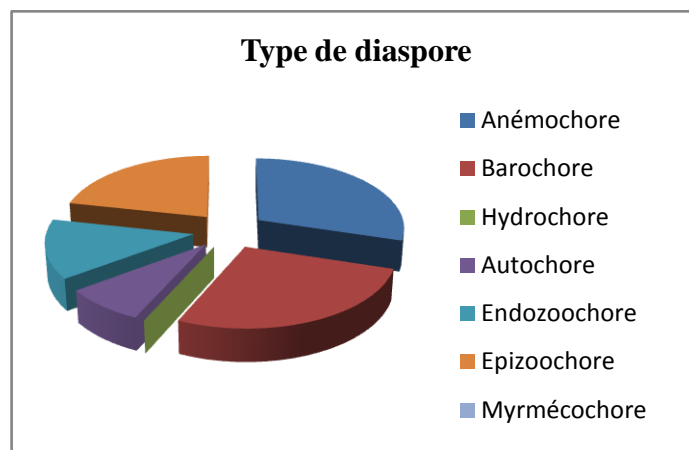
Saison	Hiver		Printemps		Automne	
Type diaspore	Nbr d'espèce	Taux (%)	Nbr d'espèce	Taux (%)	Nbr d'espèce	Taux (%)
Anémochore	16	28,07	28	33,73	11	29,73
Barochore	14	24,56	24	28,91	10	27,02
Hydrochore	02	03,50	00	00,00	00	00,00
Autochore	05	08,77	05	06,02	03	08,10
Endozoochore	10	17,54	12	14,45	05	13,51
Epizoochore	08	14,03	13	15,66	08	21,62
Myrmécochore	02	03,48	01	01,20	00	00,00
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>100</b>	<b>83</b>	<b>100</b>	<b>37</b>	<b>100</b>



**Figure N°35 : Répartition des types de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira  
-Hiver-**



**Figure N °36 : Répartition des types de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira  
-Printemps-**



**Figure N °37 : Répartition des types de diaspore au niveau de la zone humide de Boukhmira -Automne-**

#### **4-1-5-4 Types de distribution phytogéographique**

Plusieurs travaux ont été réalisés sur ce domaine. Nous pouvons citer ceux d'AXELROD (1973), AXELROD et RAVEN (1978) et QUEZEL (1978, 1985 et 1995).

QUEZEL (1983) explique la diversité biogéographique de l'Afrique par les modifications climatiques durement subies dans cette région depuis le Miocène, ce qui entraîne la migration d'une flore tropicale (ABOURA, 2006).

Les espèces composant la végétation de la zone humide de Boukhmira sont réparties phytogéographiquement de la manière présentée au tableau 47.

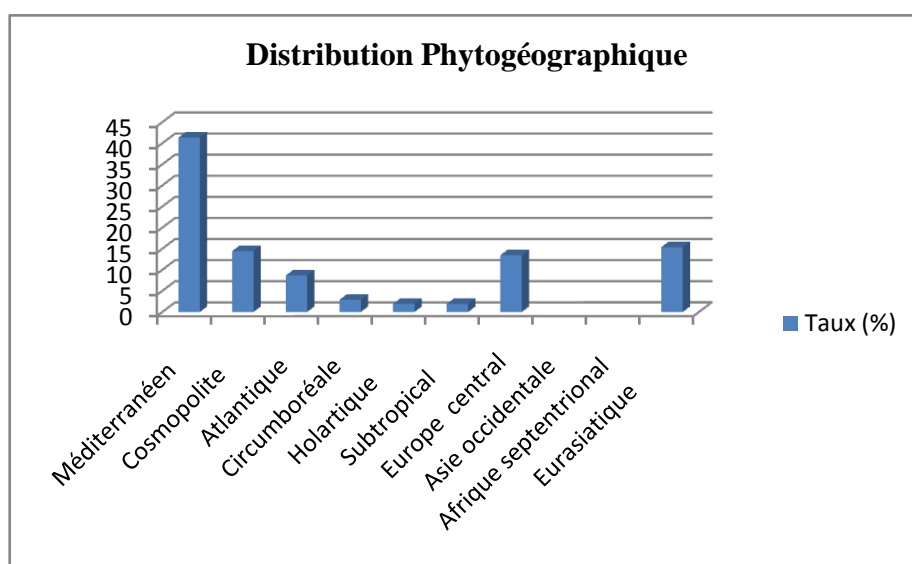
En examinant le tableau 47 et la figure 38, nous constatons que ce sont les espèces **Méditerranéennes** qui prédominent dans cette formation avec **43 espèces (41,34%)**.

Les espèces **Eurasiatiques** et **Cosmopolites** viennent respectivement en 2<sup>ème</sup> et 3<sup>ème</sup> position avec **16 espèces (15,38 %)** et **15 espèces (14,42 %)**, ensuite les espèces qui caractérisent les régions : **Europe central, Asie occidentale et Afrique septentrional** avec **14 espèces (13,46%)**.

Les espèces **Atlantiques, Circumboréales, Holartiques** et **Subtropicaux** sont les moins représentées dans la zone humide de Boukhmira avec des taux qui varient entre **02%** et **09%**.

**Tableau N° 47 : Types de distribution phytogéographique au niveau de la zone humide de Boukhmira**

Distribution phytogéographique	Nbr d'espèce	Taux (%)
Méditerranéen	43	41,34
Cosmopolite	15	14,42
Atlantique	09	08,65
Circumboréale	03	02,88
Holarctique	02	01,92
Subtropical	02	01,92
Europe central Asie occidentale Afrique septentrional	14	13,46
Eurasiatique	16	15,38
<b>TOTAL</b>	<b>104</b>	<b>100</b>



**Figure N°38 : Répartition des types de distribution phytogéographique au niveau de la zone humide de Boukhmira**

## CHAPITRE V

---

# **ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS**

# CHAPITRE V : ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS

## Introduction

L'objectif de notre étude, porte également sur l'analyse des groupements floristiques de la zone humide de Boukhmira.

Le traitement statistique est un outil qui peut nous aider à déterminer quelques facteurs écologiques qui régissent la composition floristique de cette zone humide.

Compte tenu des données disponibles, l'analyse statistique pouvant répondre à nos traitements est l'**Analyse Factorielle des Correspondances (AFC)**.

Ce type d'analyse (statistique), qui a montré sa pertinence en phytosociologie et en écologie végétale (CORNIER, 2002), permet d'étudier les relations éventuelles qui s'établissent entre des variables discontinues et non quantitatives.

Selon CIBOIS (1983) : l'analyse factorielle traite des tableaux de nombres; elle remplace un tableau difficile à lire, par un autre plus simple, tout en ayant une bonne approximation de celui-ci et elle offre également d'autres grandes possibilités; en effet elle permet de traiter conjointement les variables floristiques et les variables écologiques (DJEBAÏLI, 1984).

L'analyse factorielle des correspondances est utilisée depuis longtemps en phytosociologie et en phytoécologie : GUINOCHET (1952), CHARLES et CHEVASSUT (1957), DAGNELIE (1960, 1962, 1965), CORDIER (1965), BENZECRI (1973), PERRICHAUD et BONIN (1973), CELLES (1975), BRIANE *et al.*, (1977), BONIN et ROUX (1978), POUGET (1980), BASTIN *et al.*, (1980), LEGENDRE (1984), DJEBAÏLI (1984), DAHMANI (1984), CHESSEL et BOURNAUD (1987), KENT et BALLARD (1988), ORLOCI (1988) et LOISEL *et al.*, (1990), et de ce fait a été longuement décrite par ces auteurs (*in* ABOURA, 2006).

Afin de pouvoir répondre aux attentes concernant la distribution des espèces végétales en fonction des différents facteurs, écologiques et anthropiques, nous développerons successivement : la méthodologie, les résultats et interprétations avec les cartes factorielles des espèces végétales.

## 5-1 Méthodologie

Afin de réaliser cette analyse, les relevés phytosociologiques de chaque station, ont été disposés sur un tableau (sous Excel) avec les espèces en « lignes » et les relevés en « colonnes ».



Le coefficient de sociabilité n'a pas été pris en considération; celui d'abondance-dominance étant le seul exploitable dans ce type de traitement.

Le tableau constitue la matrice sur laquelle les calculs sont appliqués à l'aide d'un logiciel statistique : ici le logiciel « Minitab 12 » a été utilisé.

Les symboles du coefficient d'abondance-dominance ne peuvent pas être directement exploités. Le « + » n'étant pas une valeur, il a été remplacé par le nombre « 0,5 ».

#### Codification du coefficient d'abondance-dominance

Coefficients d'abondance-dominance	Absence	+	1	2	3	4	5
Coefficients utilisés	0	0,5	1	2	3	4	5

L'AFC permet grâce à des représentations graphiques, de construire des nuages de points représentant les espèces dans un espace à dimensions (nombre de relevés) et réciproquement.

Le logiciel calcule la distance statistique entre les relevés en fonction des fréquences des espèces recensées. Le nuage de « points lignes » ou de « points colonnes » s'étire le long d'une direction privilégiée correspondant à l'axe factoriel.

Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre traduisant l'inertie du nuage de points le long de l'axe. Le taux d'inertie de l'axe représente quant à lui le pourcentage d'information apporté par l'axe dans l'inertie totale du nuage.

BENZECRI (1973) précise qu'il n'y a pas lieu de remettre en doute la validité d'un premier axe ayant plus de 50% de taux d'inertie.

D'une manière générale, les taux d'inertie supérieurs à 10% peuvent se révéler significatifs. Une valeur propre de l'axe, supérieure à 0,6 indique une dichotomie nette sur l'axe, alors que des valeurs comprises entre 0,2 et 0,6 traduisent plutôt un gradient le long de l'axe.

Les coordonnées des points (espèces) sont données pour chacune des axes factoriels, après projection des nuages de points obtenus. En pratique, la représentation graphique ne s'effectue que sur les premiers axes factoriels les plus explicatifs de la structure du nuage de points.

Pour le codage des espèces, il a été procédé comme suit :  
Exemple : *Ammi visnaga* : **Av**.

Parfois si deux taxons ont les mêmes premières lettres du genre et espèces, on rajoute la deuxième lettre du genre ou de l'espèce pour différencier les taxons.

A partir des nuages de points obtenus, relatifs aux espèces, et des axes factoriels, significatifs, on peut mettre en évidence des gradients écologiques. D'après AUSTIN (1985) et BALENT et *al.*, (1988), l'efficacité de l'AFC est généralement maximale pour l'analyse des gradients.

Cependant, il faut signaler que l'AFC, comme l'ensemble des analyses statistiques, doit être manipulée avec prudence, même si-elle permet une approche objective en écologie végétale (CORNIER, 1997).

## **5-2 Résultats et Interprétations**

Pour chaque saison, l'analyse factorielle des correspondances permettra la mise en évidence des gradients écologiques. Cette opération a été possible le plus souvent pour les deux premiers axes, dont la connaissance de l'écologie des taxons, les plus contributifs, a permis la mise en évidence de gradients écologiques pertinents intervenants dans la structuration des phytocénoses de chaque saison.

Une grande partie des espèces se concentre sur l'axe central et forme un noyau que nous avons cadré sur les différents plans factoriels. Seuls les taxons qui se situent de part et d'autres c'est à dire aux extrémités des espaces factoriels sont pris en considération dans l'interprétation.

### **5-2-1 Saison d'hiver**

#### **a) Interprétation de diagramme à lignes « Stations »**

Le diagramme à ligne (fig 39) correspond à la répartition des différentes stations d'échantillonnage au niveau de la zone humide de Boukhmira en fonction des groupements floristiques qu'elles renferment.

Les valeurs de contribution des stations (tableaux 49 et 50) nous permettent de mieux expliquer cette répartition ainsi de faire ressortir la relation existante entre ces stations.

**Tableau N° 48 : Valeurs propres et pourcentages d'Inertie pour les deux premiers axes de l'AFC « Stations » (Annexe 01)**

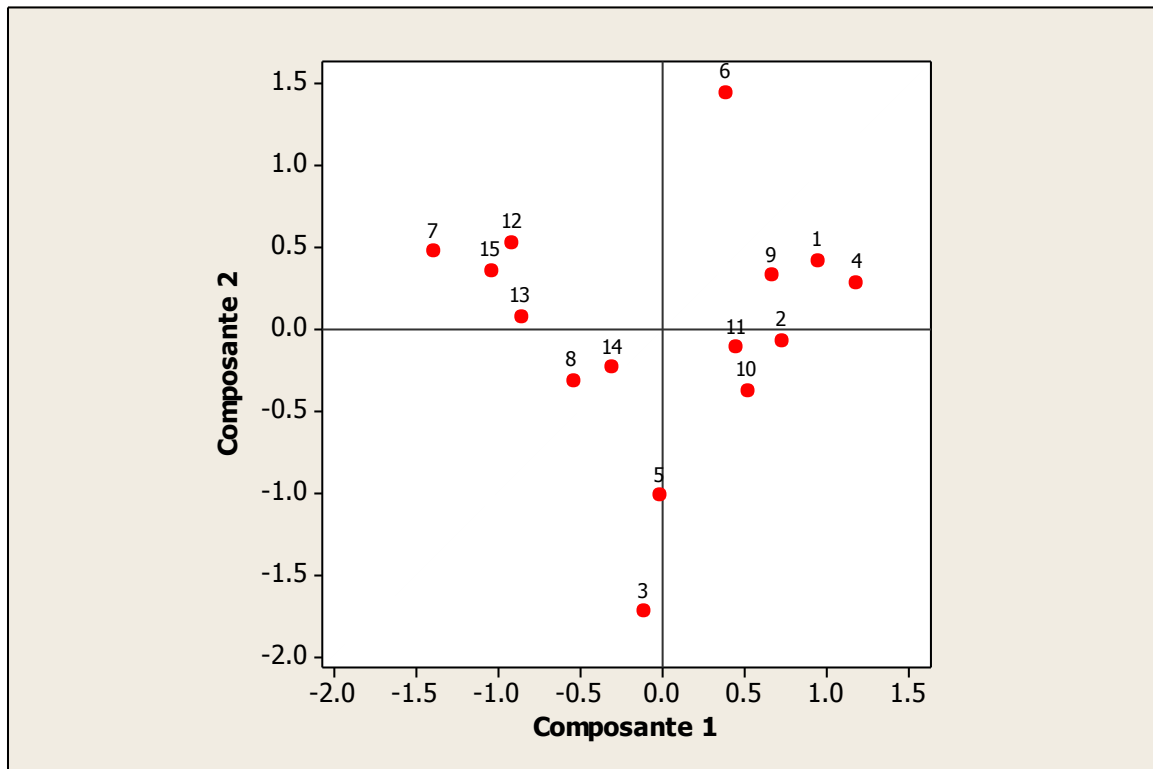
AXE	01	02
Valeur propre	6,07	4,9
Pourcentage d'inertie	18,9	15,4

Le tableau n° 49 montre que la contribution des stations pour l'Axe 01 varie entre **0,000** et **0,223** qui correspondent respectivement aux stations **05** et **07**. Les stations à contribution plus au moins forte sont : **S4** (0,164), **S15** (0,123), **S1** (0,101) et **S12** (0,091). Le reste des stations se caractérisent par une faible contribution.

Pour l'Axe 02, la contribution des stations varie entre **0,001** et **0,423** qui correspondent respectivement aux stations **02,13** et **03**. Les stations à contribution plus au moins forte sont : **S6** (0,265) et **S5** (0,134). Le reste des stations se caractérisent par une faible contribution.

**Tableau N° 49 : Contributions des Stations pour les Axes 01 et 02**  
**– Hiver – (Annexe 01)**

<b>Station</b>	<b>Axe 01</b>	<b>Axe 02</b>
<b>01</b>	<b>0,101</b>	<b>0,024</b>
<b>02</b>	<b>0,062</b>	<b>0,001</b>
<b>03</b>	<b>0,001</b>	<b>0,423</b>
<b>04</b>	<b>0,164</b>	<b>0,011</b>
<b>05</b>	<b>0,000</b>	<b>0,134</b>
<b>06</b>	<b>0,015</b>	<b>0,265</b>
<b>07</b>	<b>0,223</b>	<b>0,031</b>
<b>08</b>	<b>0,029</b>	<b>0,012</b>
<b>09</b>	<b>0,052</b>	<b>0,015</b>
<b>10</b>	<b>0,031</b>	<b>0,021</b>
<b>11</b>	<b>0,024</b>	<b>0,002</b>
<b>12</b>	<b>0,091</b>	<b>0,037</b>
<b>13</b>	<b>0,074</b>	<b>0,001</b>
<b>14</b>	<b>0,009</b>	<b>0,006</b>
<b>15</b>	<b>0,123</b>	<b>0,018</b>



**Figure N° 39 : Plan Factoriel « Stations » – Hiver-**

De la figure n°39 et le tableau n° 50 on constate que les stations se répartissent en fonction des deux axes **01** et **02** dont ils sont subdivisés en deux cotés négatif et positif. Chaque coté (+) ou (-) se caractérise par le regroupement d'un nombre de stations.

### **Axe 01**

Les stations **S7** et **S4** occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **01** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,223) et (0,164).

**Le coté négatif** de l'axe **01** se caractérise par la présence de **07** stations dont la répartition par rapport à l'axe **01(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S3** (0,001) est la plus proche de l'axe **01**, **S7** (0,223) est la plus lointaine.

**Le coté positif** de l'axe **01** se caractérise par la présence de **07** stations dont la répartition par rapport à l'axe **01(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S6** (0,015) est la plus proche de l'axe **01**, **S4** (0,164) est la plus lointaine. La station **05** avec une valeur de contribution 0,000 se positionne sur l'axe **01**.

### **Axe 02**

Les stations **S3** et **S6** occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **02** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,423) et (0,265)

**Le coté négatif** de l'axe **02** se caractérise par la présence de **06** stations dont la répartition par rapport à l'axe **02** (0) se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S2** (0,001) est la plus proche de l'axe **02**, **S3** (0,423) est la plus lointaine.

**Le coté positif** de l'axe **02** se caractérise par la présence de **08** stations dont la répartition par rapport à l'axe **02**(0) se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S13** (0,001) est la plus proche de l'axe **02**, **S6** (0,265) est la plus lointaine.

**Tableau N° 50 : Stations à fortes contributions pour les Axes 01 et 02**  
– Hiver–

Coté négatif Axe 01	Coté positif Axe 01
<b>S7</b> (0,223)	<b>S4</b> (0,164)
<b>S15</b> (0,123)	<b>S1</b> (0,101)
<b>S12</b> (0,091)	<b>S2</b> (0,062)
<b>S13</b> (0,074)	<b>S9</b> (0,052)
<b>S8</b> (0,029)	<b>S10</b> (0,031)
<b>S14</b> (0,009)	<b>S11</b> (0,024)
<b>S3</b> (0,001)	<b>S6</b> (0,015)
Coté négatif Axe 02	Coté positif Axe 02
<b>S3</b> (0,423)	<b>S6</b> (0,265)
<b>S10</b> (0,021)	<b>S12</b> (0,037)
<b>S8</b> (0,012)	<b>S7</b> (0,031)
<b>S14</b> (0,006)	<b>S1</b> (0,024)
<b>S11</b> (0,002)	<b>S15</b> (0,018)
<b>S2</b> (0,001)	<b>S9</b> (0,015)
	<b>S4</b> (0,011)
	<b>S13</b> (0,001)

#### **b) Interprétation de diagramme à colonnes « Espèces »**

Le diagramme à colonnes (fig **40**) correspond à la distribution spatiale des différentes espèces inventoriées au niveau de la zone humide de Boukhmira pendant la saison d'hiver.

Les valeurs de contribution des espèces (tableaux **51** et **52**) nous permettent de faire ressortir la relation entre ces espèces par rapport à leur distribution spatiale ainsi qu'avec les paramètres du milieu.

Le tableau **51** montre que les valeurs de la contribution des espèces pour l'axe **01** varient entre **0,000** et **0,274** qui correspondent respectivement aux espèces : *Juncus maritimus*, *Arundo donax*, *Echinops spinosus*, *Euphorbia helioscopia* .....etc et *Cynodon dactylon*.

Les espèces à contribution plus au moins forte sont : *Silla maritima* (0,183), *Asphodelus aestivus* (0,081), *Lobularia maritima* (0,071) et *Allisma plantago aquatica* (0,063). Le reste des espèces se caractérisent par une faible contribution.

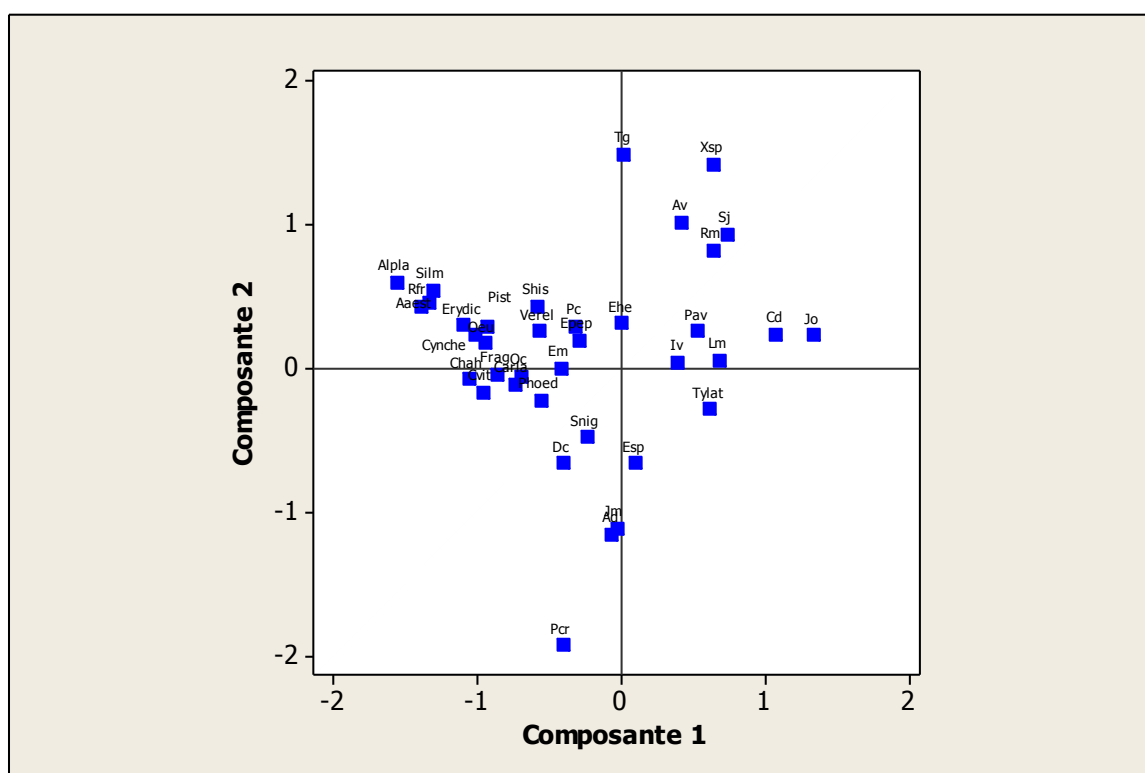
Pour l'axe **02** la contribution des espèces varie entre **0,000** et **0,355** qui correspondent respectivement aux espèces : *Carlina lanata*, *Chamaerops humilis*, *Clematite vitalba*.....etc et *Juncus maritimus*

Les espèces à contribution plus au moins forte sont : *Tamarix galica* (0,174), *Arundo donax* (0,144) et *Plantago crassifolia* (0,064). Le reste des espèces se caractérisent par une faible contribution.

**Tableau N° 51 : Contributions des Espèces pour les Axes 01 et 02**  
– Hiver – (Annexe 01)

Espèce	Code	Axe 01	Axe 02
<i>Allisma plantago aquatica</i>	Alpla	0,063	0,011
<i>Ammi visnaga</i>	Av	0,003	0,021
<i>Arundo donax</i>	Ad	0,000	0,144
<i>Asphodelus aestivus</i>	Aaest	0,081	0,011
<i>Carlina lanata</i>	Carla	0,001	0,000
<i>Chamaerops humilis</i>	Chah	0,008	0,000
<i>Clematite vitalba</i>	Cvit	0,004	0,000
<i>Cynodon dactylon</i>	Cd	0,274	0,016
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	Cynche	0,004	0,000
<i>Daucus carota</i>	Dc	0,003	0,008
<i>Echinops spinosus</i>	Esp	0,000	0,013
<i>Erodium moschatum</i>	Em	0,001	0,000
<i>Eryngium dichotomum</i>	Erydic	0,006	0,001
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Ehe	0,000	0,001
<i>Euphorbia peplis</i>	Epep	0,002	0,001
<i>Inula viscosa</i>	Iv	0,011	0,000
<i>Juncus maritimus</i>	Jm	0,000	0,355
<i>Juniperus oxycedrus</i>	Jo	0,031	0,001
<i>Lobularia maritima</i>	Lm	0,071	0,001
<i>Olea europea</i>	Oeu	0,005	0,000
<i>Oxalis cernua</i>	Oc	0,056	0,000
<i>Phragmites australis</i>	phau	0,003	0,000
<i>Phoenix dactylifera</i>	Phoed	0,002	0,000
<i>Pistacia lentiscus</i>	Pist	0,025	0,003
<i>Plantago coronopus</i>	Pc	0,004	0,004
<i>Plantago crassifolia</i>	Pcr	0,002	0,064
<i>Polygonum aviculare</i>	Pav	0,006	0,002

<i>Retama monosperma</i>	<b>Rm</b>	<b>0,015</b>	<b>0,030</b>
<i>Rubus fruticosus</i>	<b>Rfr</b>	<b>0,066</b>	<b>0,008</b>
<i>Scolymus hispanicus</i>	<b>Shis</b>	<b>0,013</b>	<b>0,009</b>
<i>Senecio jacobea</i>	<b>Sj</b>	<b>0,030</b>	<b>0,059</b>
<i>Silla maritima</i>	<b>Silm</b>	<b>0,183</b>	<b>0,038</b>
<i>Solanum nigrum</i>	<b>Snig</b>	<b>0,001</b>	<b>0,005</b>
<i>Tamarix galica</i>	<b>Tg</b>	<b>0,000</b>	<b>0,174</b>
<i>Typha latifolia</i>	<b>Tylat</b>	<b>0,013</b>	<b>0,004</b>
<i>Verbascum sp</i>	<b>Ver</b>	<b>0,011</b>	<b>0,003</b>
<i>Xanthium spinosum</i>	<b>Xsp</b>	<b>0,002</b>	<b>0,014</b>



**Figure N° 40 : Plan Factoriel « Espèces » – Hiver-**

La distribution spatiale des espèces inventoriées en **hiver** (figure n°40, tableau n° 52) est en fonction des deux axes **01** et **02** dont ils sont subdivisés en deux cotés négatif et positif. Chaque coté (+) ou (-) se caractérise par le regroupement d'un nombre d'espèces.

### **Axe 01**

Les espèces *Silla maritima* et *Cynodon dactylon* occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **01** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,183) et (0,274).

**Le coté négatif** de l'axe **01** se caractérise par **07** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **01(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Solanum nigrum* (0,001), *Erodium moschatum* (0,001) et *Euphorbia peplis* (0,002) sont les plus proches de l'axe **01**.  
*Asphodelus aestivus* (0,081), *Rubus fruticosus* (0,066) et *Allisma plantago aquatica* (0,063) sont les plus lointains.

**Le coté positif** de l'axe **01** se caractérise par **07** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **01(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Ammi visnaga* (0,003) et *Polygonum aviculare* (0,006) sont les plus proches de l'axe **01**.  
*Cynodon dactylon* (0,274) et *Lobularia maritima* (0,071) sont les plus lointains.

Les espèces dont la valeur de la contribution est égale à 0,000 tel que : *Tamarix galica*, *Arundo donax* et *Euphorbia helioscopia* sont positionnées sur l'axe **01**

## **Axe 02**

Les espèces *Juncus maritimus* et *Tamarix galica* occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **02** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevées (0,335) et (0,174).

**Le coté négatif** de l'axe **02** se caractérise par **04** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **02(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Typha latifolia* (0,004), et *Solanum nigrum* (0,005) sont les plus proches de l'axe **02**.  
*Arundo donax* (0,144) et *Plantago crassifolia* (0,064) sont les plus lointains.

**Le coté positif** de l'axe **02** se caractérise par **08** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **02(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Lobularia maritima*, *Juniperus oxycedrus* et *Euphorbia peplis* (0,001) sont les plus proches de l'axe **02**.  
*Senecio jacobea* (0,059), *Silla maritima* (0,038) et *Retama monosperma* (0,030) sont les plus lointains.



Les espèces dont la valeur de la contribution est égale à 0,000 tel que : *Phragmites australis*, *Inula viscosa* et *Erodium moschatum* sont positionnées sur l'axe **02**.

**Tableau N° 52 : Espèces à fortes contributions pour les Axes 01 et 02**  
– Hiver–

Coté négatif Axe 01	Coté positif Axe 01
<b>Silm</b> (0,183)	<b>Cd</b> (0,274)
<b>Aaest</b> (0,081)	<b>Lm</b> (0,071)
<b>Rfr</b> (0,066)	<b>Jo</b> (0,031)
<b>Alpla</b> (0,063)	<b>Sj</b> (0,030)
<b>Pist</b> (0,025)	<b>Rm</b> (0,015)
<b>Shis</b> (0,013)	<b>Tylat</b> (0,013)
<b>Ver</b> (0,011)	<b>Iv</b> (0,011)
Coté négatif Axe 02	Coté positif Axe 02
<b>Jm</b> (0,355)	<b>Tg</b> (0,174)
<b>Ad</b> (0,144)	<b>Sj</b> (0,059)
<b>Pcr</b> (0,064)	<b>Silm</b> (0,038)
<b>Esp</b> (0,013)	<b>Rm</b> (0,030)
<b>Dc</b> (0,008)	<b>Av</b> (0,021)
	<b>Cd</b> (0,016)
	<b>Xsp</b> (0,014)
	<b>Alpla</b> ( 0,011)

### c) Interprétation de diagramme de symétrie « Station – Espèces »

Le diagramme de symétrie « Station – Espèces » (fig n **41**) correspond à la distribution spatiale des stations d'échantillonnage et des espèces inventoriées au niveau de la zone humide de Boukhmira pendant la saison d'hiver.

On peut distinguer **04** groupes :

#### Groupe A

Caractérisant la station **06** (0,015 - 0,265), situé dans le coté positif de l'axe **01** et **02**.

Il est composé des espèces suivantes :

- Tamarix galica* (0,174 - 0,000)
- Xanthium spinosum* (0,002 - 0,014)
- Ammi visnaga* (0,003 - 0,021)
- Senecio jacobea* (0,030 - 0,059)
- Retama monosperma* (0,030 - 0,015)

## **Groupe B** : Constitué de **02** sous – groupes

### **\*Groupe B1 :**

Caractérisant les stations **01** (0,101 - 0,025) et **04** (0,164 - 0,011) , situé dans le coté positif de l'axe **01** et **02**, composé des espèces suivantes :

-*Cynodon dactylon* (0,274 - 0,016)

-*Juniperus oxycedrus* (0,031 - 0,001)

### **\*Groupe B2**

Caractérisant les stations **11**(0,024 – 0,002), **09** (0,052 – 0,015) ,**02** (0,062 – 0,001) et **10** (0,031 – 0,021), situé dans le coté positif de l'axe **01** et le coté positif et négatif de l'axe **02**, composé des espèces suivantes :

-*Polygonum aviculare* (0,006 - 0,002)

-*Lobularia maritima* (0,071 - 0,001)

-*Inula viscosa* (0,011 - 0,000)

-*Typha latifolia* (0,013 - 0,004)

## **Groupe C**

Caractérisant les stations **07** (0,223 – 0,031), **12** (0,091 – 0,037) ,**15** (0,123 – 0,018), **13** (0,074 – 0,001), **14** (0,009 – 0,006) et **08** (0,029 – 0,012), situé dans le coté négatif de l'axe **01** et positif et négatif de l'axe **02**, composé des espèces suivantes :

-*Allisma plantago aquatica* (0,063 – 0,011).

-*Silla maritima* (0,183 – 0,038).

-*Eryngium dichotomum* (0,006 – 0,001).

-*Scolymus hispanicus* (0,013 – 0,009).

-*Euphorbia peplis* (0,002 – 0,001).

-*Phragmites australis* (0,003 – 0,000).

-*Phoenix dactylifera* (0,002 – 0,000).

-*Solanum nigrum* (0,001 – 0,005)

-*Daucus carota* (0,003 – 0,008).

## **Groupe D**

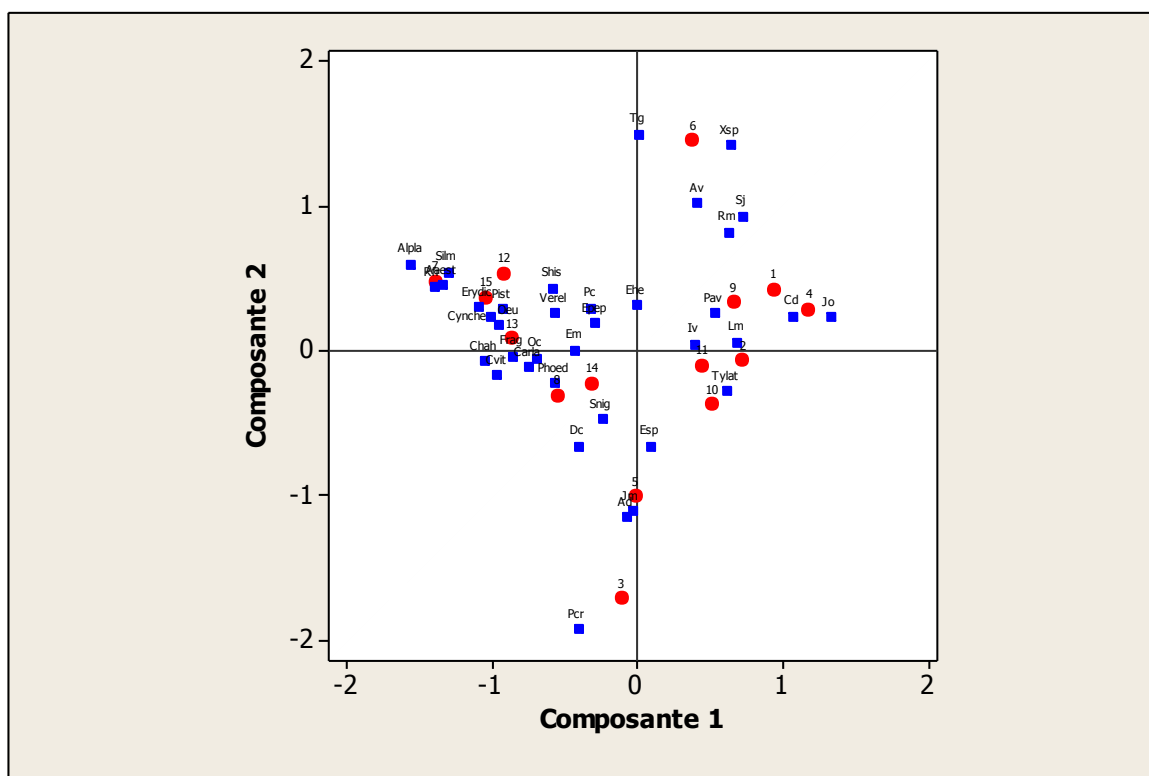
Caractérisant les stations **05** (0,000 – 0,134) et **03** (0,001 – 0,423), situé dans le coté positif et négatif de l'axe **01** et négatif de l'axe **02**, composé des espèces suivantes :

-*Echinops spinosus* (0,000 – 0,013).

-*Juncus maritimus* (0,000 – 0,355).

-*Arundo donax* (0,000 – 0,144).

-*Plantago crassifolia* (0,002 – 0,064).



**Figure N° 41 : Plan Factoriel « Stations - Espèces » – Hiver-**

## 5-2-2 Saison de printemps

### a) Interprétation de diagramme à lignes « Stations »

Le diagramme à ligne (fig 42) correspond à la répartition des différentes stations d'échantillonnage au niveau de la zone humide de Boukhmira en fonction des groupements floristiques qu'elles renferment.

Les valeurs de contribution des stations (tableaux 54 et 55) nous permettent de mieux expliquer cette répartition ainsi de faire ressortir la relation entre eux.

**Tableau N° 53 : Valeurs propres et pourcentages d'Inertie pour les deux premiers axes de l'AFC « Stations » (Annexe 02)**

AXE	01	02
Valeur propre	6,19	5,4
Pourcentage d'inertie	14,8	12,9

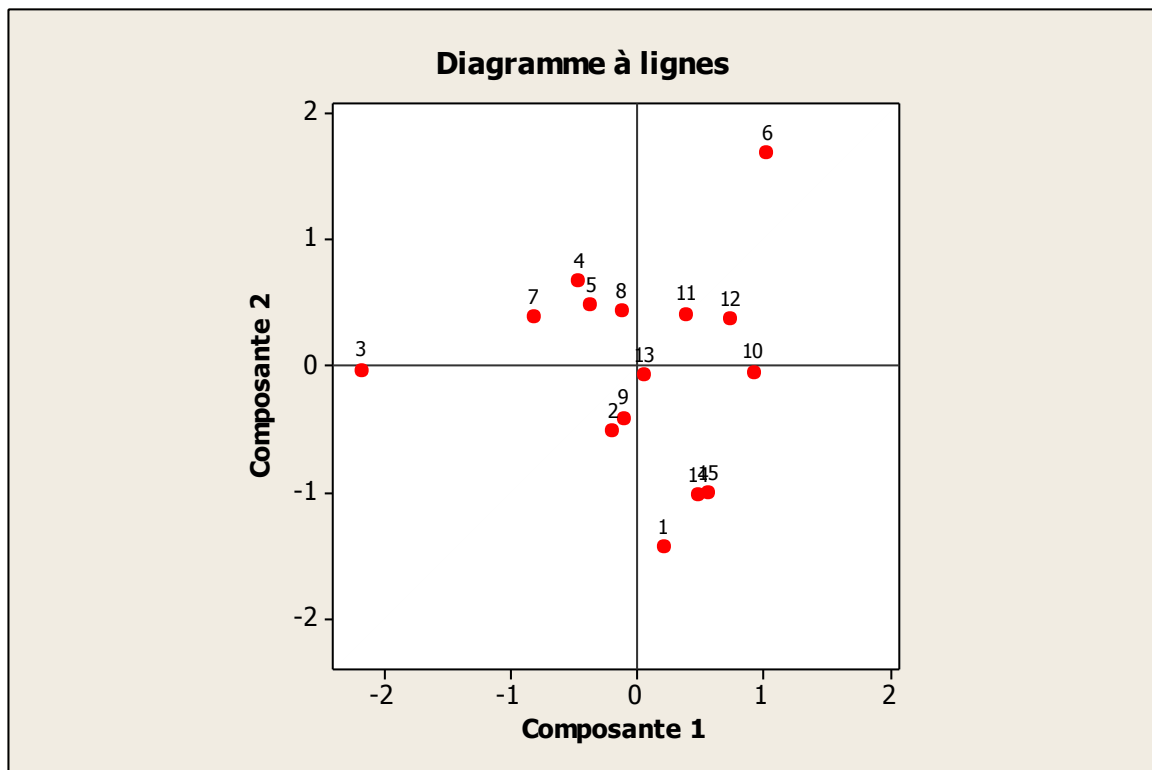
Le tableau n° 54 montre que la contribution des stations pour l'axe 01 varie entre 0,001 et 0,541 qui correspondent respectivement aux stations 08, 09,13 et 03. Les stations à contribution plus au moins forte sont : S6 (0,109), S10 (0,090), S7 (0,071) et S12 (0,059). Le reste des stations se caractérisent par une faible contribution.

Pour l'axe 02, la contribution des stations varie entre 0,000 et 0,324 qui correspondent respectivement aux stations 03,10 et 06. Les stations à contribution plus au moins forte sont : S1 (0,186), S14 (0,137) et S15 (0,130). Le reste des stations se caractérisent par une faible contribution.

**Tableau N° 54 : Contributions des Stations pour les axes 01 et 02  
– Printemps – (Annexe 02)**

Station	Axe 01	Axe 02
01	0,004	0,189
02	0,004	0,035
03	0,541	0,000
04	0,023	0,057
05	0,014	0,029
06	0,109	0,324
07	0,071	0,018
08	0,001	0,024
09	0,001	0,022

10	0,090	0,000
11	0,017	0,020
12	0,059	0,016
13	0,001	0,001
14	0,028	0,137
15	0,037	0,130



**Figure N° 42 : Plan Factoriel « Stations » – Printemps-**

De la figure n°42 et le tableau n° 55 on constate que les stations se répartissent en fonction des deux axes **01** et **02** dont ils sont subdivisés en deux coté négatif et positif. Chaque coté (+) ou (-) se caractérise par le regroupement d'un nombre de stations.

### **Axe 01**

Les stations **S3** et **S6** occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **01** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,541) et (0,109).

**Le coté négatif** de l'axe **01** se caractérise par la présence de **07** stations dont la répartition par rapport à l'axe **01**(0) se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S9** (0,001) est la plus proche de l'axe **01**, **S3** (0,541) est la plus lointe.

**Le coté positif** de l'axe **01** se caractérise par la présence de **08** stations dont la répartition par rapport à l'axe **01(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S13** (0,001) est la plus proche de l'axe **01**, **S6** (0,109) est la plus lointe.

### Axe 02

Les stations **S1** et **S6** occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **02** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,189) et (0,324).

**Le coté négatif** de l'axe **02** se caractérise par la présence de **06** stations dont la répartition par rapport à l'axe **02 (0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S13** (0,001) est la plus proche de l'axe **02**, **S1** (0,189) est la plus lointe.

Les stations **14** (0,137) et **15** (0,130) sont juxtaposées car leurs valeurs de contribution sont très proches.

**Le coté positif** de l'axe **02** se caractérise par la présence de **07** stations dont la répartition par rapport à l'axe **02(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S12** (0,016) est la plus proche de l'axe **02**, **S6** (0,324) est la plus lointe.

Les stations **10** et **03** avec une valeur de contribution 0,000 sont positionnées sur l'axe **02**

**Tableau N° 55 : Stations à fortes contributions pour les axes 01 et 02**  
– Printemps-

Coté négatif Axe 01	Coté positif Axe 01
S3 (0,541)	S6 (0,109)
S7 (0,071)	S10 (0,090)
S4 (0,023)	S12 (0,059)
S5 (0,014)	S15 (0,037)
S2 (0,004)	S14 (0,028)
S8 (0,001)	S11 (0,017)
S9 (0,001)	S1 (0,004)
	S13 (0,001)
Coté négatif Axe 02	Coté positif Axe 02
S1 (0,189)	S6 (0,324)
S14 (0,137)	S4 (0,057)
S15 (0,130)	S5 (0,029)
S2 (0,035)	S8 (0,024)
S9 (0,022)	S11 (0,020)
S13 (0,001)	S7 (0,018)
	S12 (0,016)

## b) Interprétation de diagramme à colonnes « Espèces »

Le diagramme à colonnes (fig 43) correspond à la distribution spatiale des différentes espèces inventoriées au niveau de la zone humide de Boukhmira pendant la saison de printemps.

Les valeurs de contribution des espèces (tableaux 56 et 57) nous permettent de faire ressortir la relation entre ces espèces par rapport à leur distribution spatiale ainsi qu'avec les paramètres du milieu.

Le tableau 56 montre que les valeurs de la contribution des espèces pour l'axe 01 varient entre 0,000 et 0,385 qui correspondent respectivement aux espèces : *Anagalis arvensis*, *Arundo donax*, *Cirsium monspessulanum*, *Inula viscosa* .....etc et *Papaver rhoeas*.

Les espèces à contribution plus ou moins forte sont : *Retama monosperma* (0,127), *Cynodon dactylon* (0,064), *Silla maritima* (0,060) et *Senecio jacobea* (0,046). Le reste des espèces se caractérisent par une faible contribution.

Pour l'axe 02 la contribution des espèces varie entre 0,000 et 0,199 qui correspondent respectivement aux espèces : *Accacia horrida*, *Cynoglossum cheirifolium*, *Echinops spinosus* .....etc et *Plantago coronopus*

Les espèces à contribution plus ou moins forte sont : *Euphorbia helioscopia* (0,095), *Silla maritima* (0,084), *Asparagus acutifolius* (0,065) et *Olea europea* (0,061). Le reste des espèces se caractérisent par une faible contribution.

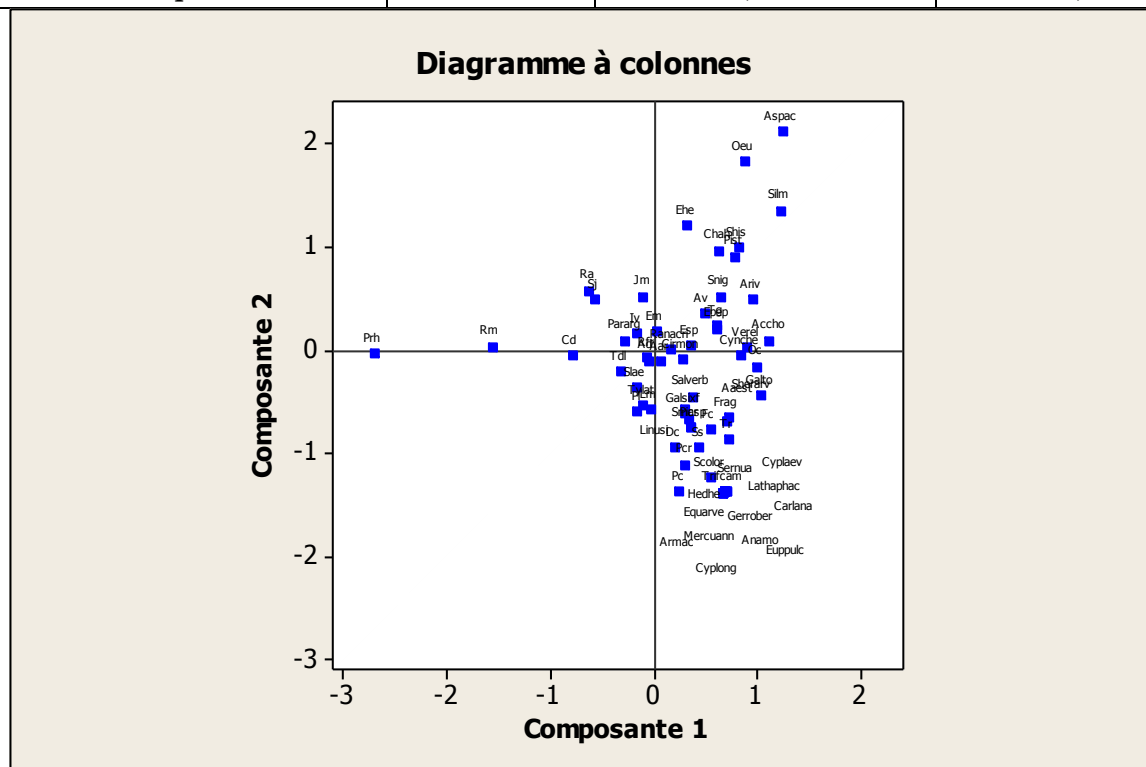
**Tableau N° 56 : Contributions des Espèces pour les axes 01 et 02 – Printemps – (Annexe 02)**

Espèce	Code	Axe 01	Axe 02
<i>Accacia horrida</i>	Accho	0,001	0,000
<i>Ammi visnaga</i>	Av	0,006	0,004
<i>Anagalis arvensis</i>	Aar	0,000	0,000
<i>Anagalis monelii</i>	Anamo	0,001	0,005
<i>Arisarum vulgare</i>	Ariv	0,005	0,002
<i>Arundo donax</i>	Ad	0,000	0,000
<i>Asparagus acutifolius</i>	Aspac	0,020	0,065
<i>Asphodelus aestivus</i>	Aaest	0,018	0,021
<i>Carlina lanata</i>	Carlana	0,002	0,008
<i>Chamaerops humilis</i>	Chah	0,008	0,022
<i>Cirsium monspessulanum</i>	Cirmon	0,000	0,000
<i>Cynodon dactylon</i>	Cd	0,064	0,000

<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	Cynche	0,010	0,000
<i>Cyperus longus</i>	Cyplong	0,001	0,005
<i>Daucus carota</i>	Dc	0,002	0,042
<i>Echinops spinosus</i>	Esp	0,004	0,000
<i>Equisetum arvense</i>	Equarve	0,002	0,008
<i>Erodium moschatum</i>	Em	0,000	0,001
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Ehe	0,006	0,095
<i>Euphorbia peplis</i>	Epep	0,006	0,001
<i>Fumaria capreolata</i>	Fc	0,008	0,018
<i>Galactitess tomentosa</i>	Galto	0,017	0,004
<i>Geranium robertianum</i>	Gerrober	0,002	0,010
<i>Inula viscosa</i>	Iv	0,000	0,000
<i>Juncus maritimus</i>	Jm	0,001	0,033
<i>Juncellus laevigatus</i>	Jlae	0,000	0,001
<i>Lathyrus aphaca</i>	Lathaphac	0,002	0,007
<i>Lobularia maritima</i>	Lm	0,000	0,037
<i>Mercurialis annua</i>	Mercuann	0,002	0,010
<i>Olea europea</i>	Oeu	0,012	0,061
<i>Oxalis cernua</i>	Oc	0,022	0,001
<i>Papaver rhoeas</i>	Prh	0,385	0,000
<i>Paronychia argentea</i>	Pararg	0,001	0,000
<i>Phragmites australis</i>	phau	0,001	0,004
<i>Pistacia lentiscus</i>	Pist	0,010	0,015
<i>Plantago coronopus</i>	Pc	0,005	0,199
<i>Plantago crassifolia</i>	Pcr	0,001	0,008
<i>Plantago lenceolata</i>	Pl	0,000	0,005
<i>Ranunculus acris</i>	Ranacri	0,000	0,000
<i>Retama monosperma</i>	Rm	0,127	0,000
<i>Rubus fruticosus</i>	Rfr	0,000	0,000
<i>Rumex acetosella</i>	Ra	0,029	0,028
<i>Salvia verbenaca</i>	Salverb	0,002	0,003
<i>Scolymus hispanicus</i>	Shis	0,019	0,032
<i>Scrofularia laevigata</i>	Slae	0,000	0,001
<i>Senecio jacobea</i>	Sj	0,046	0,040
<i>Sherardia arvensis</i>	Sherarv	0,005	0,004
<i>Silene colorata</i>	Scolor	0,002	0,012
<i>Silla maritima</i>	Silm	0,060	0,084
<i>Smilax aspera</i>	Smasp	0,000	0,001
<i>Solanum nigrum</i>	Snig	0,003	0,002
<i>Solanum sodomaeum</i>	Ss	0,003	0,017
<i>Tamarix galica</i>	Tg	0,026	0,005
<i>Taraxacum dens leonis</i>	Tdl	0,002	0,001



<i>Trifolium repens</i>	Tr	0,006	0,011
<i>Typha latifolia</i>	Tylat	0,000	0,006
<i>Verbascum sp</i>	Ver	0,020	0,000



**Figure N° 43 : Plan Factoriel « Espèces » – Printemps-**

La distribution spatiale des espèces inventoriées en **printemps** (figure n°43, tableau n° 57) est en fonction des deux axes **01** et **02** dont ils sont subdivisés en deux cotés négatif et positif. Chaque côté (+) ou (-) se caractérise par le regroupement d'un nombre d'espèces.

### **Axe 01**

Les espèces *Papaver rhoeas* et *Silla maritima* occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **01** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,385) et (0,060).

**Le côté négatif** de l'axe **01** se caractérise par **05** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **01**(0) se faite selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Paronychia argentea* (0,001) et *Taraxacum dens leonis* (0,002) sont les plus proche de l'axe **01**.

*Retama monosperma* (0,127), *Cynodon dactylon* (0,064) et *Senecio jacobea* (0,046) sont les plus lointe.

**Le coté positif** de l'axe **01** se caractérise par **10** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **01(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Salvia verbenaca* (0,002), *Daucus carota* (0,002), *Echinops spinosus* (0,004), *Plantago coronopus* (0,005) et *Euphorbia helioscopia* (0,006) sont les plus proches de l'axe **01**.

*Tamarix galica* (0,026) et *Oxalis cernua* (0,022) sont les plus lointaines.

La valeur de contribution d'*Erodium moschatum* est égale à 0,000, elle est positionnée sur l'axe **01**.

## **Axe 02**

Les espèces *Plantago coronopus* et *Euphorbia helioscopia* occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **02** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevées (0,199) et (0,095).

**Le coté négatif** de l'axe **02** se caractérise par **07** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **02(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Taraxacum dens leonis* (0,001), *Scrofularia laevigata* (0,001) *Salvia verbenaca* (0,003) et *Plantago lanceolata* (0,005) sont les plus proches de l'axe **02**.

*Daucus carota* (0,042) et *Asphodelus aestivus* (0,021) sont les plus lointaines.

**Le coté positif** de l'axe **02** se caractérise par **10** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **02(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Erodium moschatum* (0,001), *Ammi visnaga* (0,004) et *Tamarix galica* (0,005) sont les plus proches de l'axe **02**.

*Silla maritima* (0,084), *Asparagus acutifolius* (0,065) et *Olea europea* (0,061) sont les plus lointaines.

Les espèces dont la valeur de la contribution est égale à 0,000 tel que : *Retama monosperma*, et *Papaver rhoeas* sont positionnées sur l'axe **02**.

**Tableau N° 57 : Espèces à fortes contributions pour les axes 01 et 02  
– Printemps-**

<b>Coté négatif Axe 01</b>	<b>Coté positif Axe 01</b>
<b>Prh</b> (0,385) <b>Rm</b> (0,127) <b>Cd</b> (0,064) <b>Sj</b> (0,046) <b>Ra</b> (0,029)	<b>Silm</b> (0,060) <b>Tg</b> (0,026) <b>Oc</b> (0,022) <b>Aspac</b> (0,020) <b>Aaest</b> (0,020) <b>Ver</b> (0,020) <b>Shis</b> (0,019) <b>Galto</b> (0,017) <b>Oeu</b> (0,012) <b>Pist</b> (0,010)
<b>Coté négatif Axe 02</b>	<b>Coté positif Axe 02</b>
<b>Pc</b> (0,199) <b>Dc</b> (0,042) <b>Aaest</b> (0,021) <b>Scolor</b> (0,012) <b>Tr</b> (0,011) <b>Mercuann</b> (0,010) <b>Gerrober</b> (0,010)	<b>Ehe</b> (0,095) <b>Silm</b> (0,084) <b>Aspac</b> (0,065) <b>Oeu</b> (0,061) <b>Sj</b> (0,040) <b>Jm</b> (0,033) <b>Shi</b> (0,032) <b>Ra</b> (0,028) <b>Chah</b> (0,022) <b>Pist</b> (0,015)

**d) Interprétation de diagramme de symétrie « Station – Espèces »**

Le digramme de symétrie « Station – Espèces » (fig n **44**) correspond à la distribution spatiale des stations d'échantillonnage et des espèces inventoriées au niveau de la zone humide de Boukhmira pendant la saison de printemps.

On peut distinguer **03** groupes :

**Groupe A**

Caractérisant la station **06** (0,109 - 0,324), situé dans le coté positif de l'axe **01** et **02**.

Il est composé des espèces suivantes :

- *Asparagus acutifolius* (0,020 - 0,065)
- *Olea europea* (0,012 - 0,061)
- *Silla maritima* (0,060 - 0,084)
- *Euphorbia helioscopia* (0,006 - 0,095)
- *Scolymus hispanicus* (0,019 - 0,032)

- *Chamaerops humilis* (0,008 - 0,022)
- *Pistacia lentiscus* (0,010 - 0,015).

### **Groupe B**

Caractérisant les stations **03** (0,541 – 0,000) et **07** (0,071 – 0,018), situé dans le coté négatif de l'axe **01** et positif et négatif de l'axe **02**, composé des espèces suivantes :

- *Cynodon dactylon* (0,064 – 0,000).
- *Retama monosperma* (0,127 – 0,000).
- *Papaver rhoeas* (0,385 – 0,000).

### **Groupe C :** Constitué de **03** sous – groupes

#### **\*Groupe C1 :**

Caractérisant les stations **11** (0,017 - 0,020), **12** (0,059 - 0,016) et **10** (0,090 – 0,000), situé dans le coté positif de l'axe **01** et positif et négatif de l'axe **02**, composé des espèces suivantes :

- Solanum nigrum* (0,003 – 0,002).
- Ammi visnaga* (0,006 – 0,004).
- Tamarix galica* (0,026 – 0,005).
- Euphorbia peplis* (0,006 – 0,001).
- Accacia horrida* (0,020 – 0,000).
- Verbascum sp* (0,010 – 0,000).
- Cynoglossum cheirifolium* (0,010 – 0,000).
- Oxalis cernua* (0,022 – 0,001).
- Galactitess tomentosa* (0,017 – 0,004).
- Sherardia arvensis* (0,005 – 0,004).

#### **\*Groupe C2**

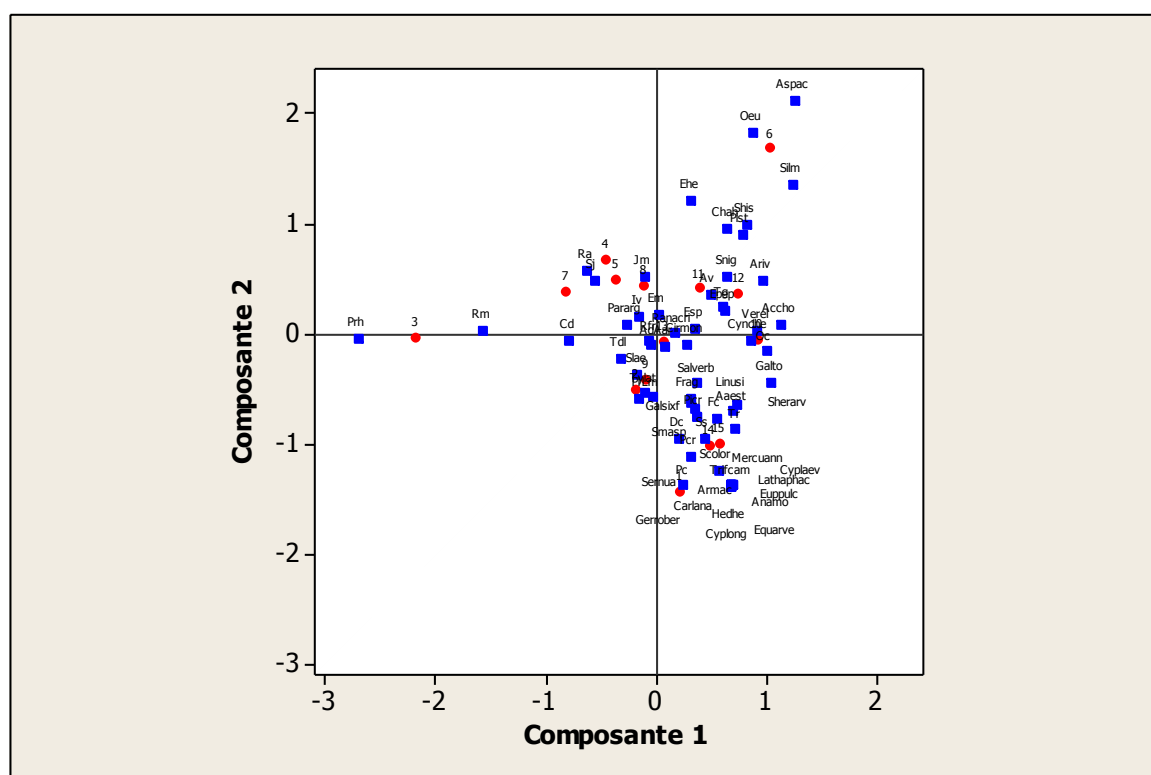
Caractérisant les stations **04** (0,023 – 0,057), **05** (0,014 – 0,029) ,**08** (0,001 – 0,024) et **13** (0,001 – 0,001), situé dans les cotés positifs et négatifs de l'axe **01** et **02**, composé des espèces suivantes :

- Juncus maritimus* (0,001 – 0,033).
- Rumex acetosella* (0,029 – 0,028).
- Senecio jacobea* (0,046 – 0,040).
- Inula viscosa* (0,000 – 0,000).
- Ammi visnaga* (0,006 – 0,004).
- Arundo donax* (0,000 – 0,000).

#### **\*Groupe C3**

Caractérisant les stations **14** (0,028 – 0,137), **15** (0,037 – 0,130) ,**02** (0,004 – 0,035) et **01** (0,004 – 0,189), situé dans le coté positif et négatif de l'axe **01** et négatif de l'axe **02**, composé des espèces suivantes :

- Taraxacum dens leonis* (0,002 – 0,001).
- Scrofularia laevigata* (0,000 – 0,001).
- Lobularia maritima* (0,000 – 0,037).
- Typha latifolia* (0,000 – 0,006).
- Silene colorata* (0,002 – 0,012).
- Tamarix galica* (0,026 – 0,005).
- Daucus carota* (0,002 – 0,042).
- Plantago crassifolia* (0,001 – 0,008).
- Mercurialis annua* (0,002 – 0,010).
- Carlina lanata* (0,002 – 0,008).
- Smilax aspera* (0,000 – 0,001).
- Geranium robertianum* (0,002 – 0,010).



**Figure N° 44 : Plan Factoriel « Stations - Espèces » – Printemps-**

### 5-2-3 Saison d'automne

#### a) Interprétation de diagramme à lignes « Stations »

Le diagramme à ligne (fig 45) correspond à la répartition des différentes stations d'échantillonnage au niveau de la zone humide de Boukhmira en fonction des groupements floristiques qu'elles renferment.

Les valeurs de contribution des stations (tableaux 59 et 60) nous permettent de mieux expliquer cette répartition ainsi de faire ressortir la relation entre eux.

**Tableau N° 58 : Valeurs propres et pourcentages d'Inertie pour les deux premiers axes de l'AFC « Stations » (Annexe 03)**

AXES	01	02
Valeur propre	7,4	5,2
Pourcentage d'inertie	18,8	13,4

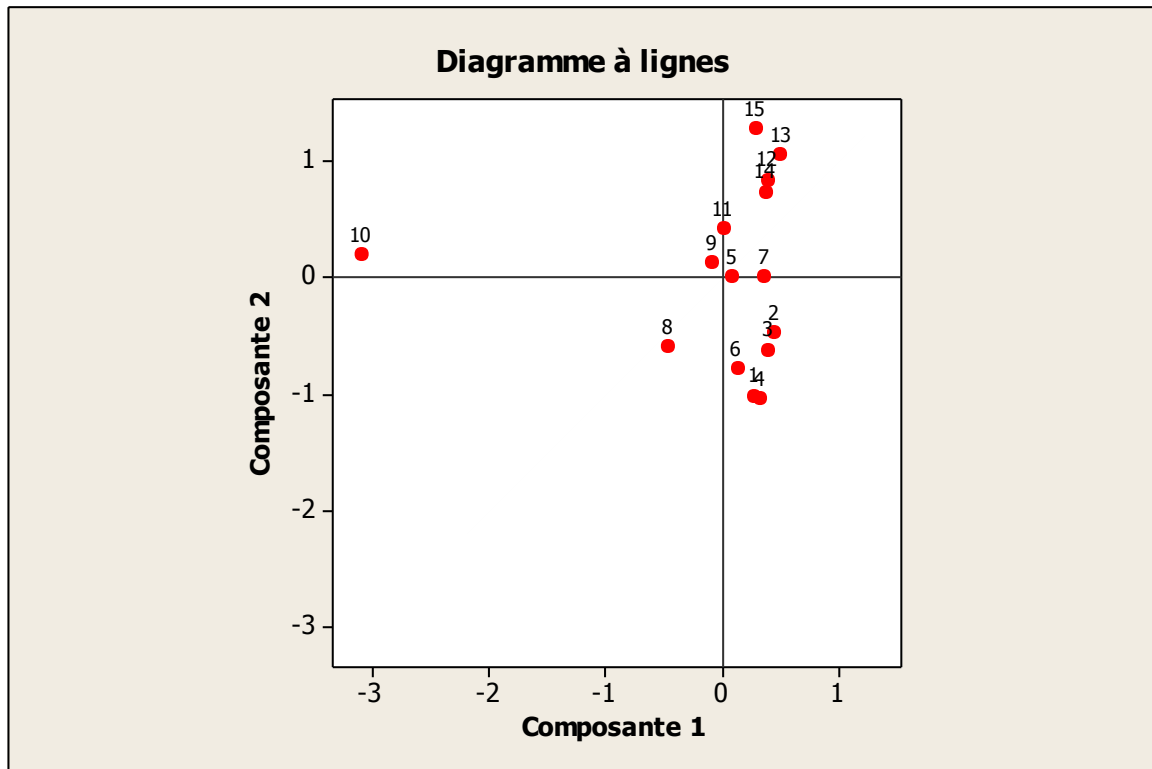
Le tableau n° 59 montre que la contribution des stations pour l'axe 01 varie entre 0,000 et 0,859 qui correspondent respectivement aux stations 11 et 10. Les stations à contribution plus au moins forte sont : S13 (0,023) et S2, S08 (0,019). Le reste des stations se caractérisent par une faible contribution.

Pour l'axe 02, la contribution des stations varie entre 0,000 et 0,204 qui correspondent respectivement aux stations 05,07 et 15. Les stations à contribution plus au moins forte sont : S4 (0,140), S13 (0,138), S1 (0,132) et S12 (0,088). Le reste des stations se caractérisent par une faible contribution.

**Tableau N° 59 : Contributions des Stations pour les axes 01 et 02 – Automne – (Annexe 03)**

Station	Axe 01	Axe 02
01	0,007	0,132
02	0,019	0,030
03	0,015	0,050
04	0,010	0,140
05	0,001	0,000
06	0,002	0,078
07	0,012	0,000
08	0,019	0,047
09	0,001	0,002

<b>10</b>	<b>0,859</b>	<b>0,004</b>
<b>11</b>	<b>0,000</b>	<b>0,021</b>
<b>12</b>	<b>0,014</b>	<b>0,088</b>
<b>13</b>	<b>0,023</b>	<b>0,138</b>
<b>14</b>	<b>0,013</b>	<b>0,067</b>
<b>15</b>	<b>0,008</b>	<b>0,204</b>



**Figure N° 45 : Plan Factoriel « Stations » – Automne-**

De la figure n°45 et le tableau n° 60 on constate que les stations se répartissent en fonction des deux axes (axe **01** et axe **02**) dont ils sont subdivisés en deux coté négatif et positif. Chaque coté (+) ou (-) se caractérise par le regroupement d'un nombre de stations.

### **Axe 01**

Les stations **S10** et **S13** occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **01** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,859) et (0,023)

**Le coté négatif** de l'axe **01** se caractérise par la présence de **03** stations dont la répartition par rapport à l'axe **01**(0) se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S9** (0,001) est la plus proche de l'axe **01**, **S10** (0,859) est la plus lointe.

**Le coté positif** de l'axe **01** se caractérise par la présence de **09** stations dont la répartition par rapport à l'axe **01(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S06** (0,002) est la plus proche de l'axe **01**, **S13** (0,023) est la plus lointe.  
La station **11** avec une valeur de contribution 0,000 se positionne sur l'axe **01**.

### **Axe 02**

Les stations **S4** et **S15** occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **02** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,140) et (0,204).

**Le coté négatif** de l'axe **02** se caractérise par la présence de **06** stations dont la répartition par rapport à l'axe **02(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S2** (0,030) est la plus proche de l'axe **02**, **S4** (0,140) est la plus lointe.

**Le coté positif** de l'axe **02** se caractérise par la présence de **06** stations dont la répartition par rapport à l'axe **02(0)** se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : **S09** (0,002) est la plus proche de l'axe **02**, **S15** (0,204) est la plus lointe.

Les stations **05** et **07** avec une valeur de contribution 0,000 se positionnent sur l'axe **02**.

**Tableau N° 60 : Stations à fortes contributions pour les axes 01 et 02**  
– Automne-

<b>Coté négatif axe 01</b>	<b>Coté positif axe 01</b>
<b>S10</b> (0,859) <b>S08</b> (0,019) <b>S09</b> (0,001)	<b>S13</b> (0,023) <b>S02</b> (0,019) <b>S03</b> (0,015) <b>S12</b> (0,014) <b>S14</b> (0,013) <b>S04</b> (0,010) <b>S15</b> (0,008) <b>S01</b> (0,007) <b>S06</b> (0,002)
<b>Coté négatif axe 02</b>	<b>Coté positif axe 02</b>
<b>S04</b> (0,140) <b>S01</b> (0,132) <b>S06</b> (0,078) <b>S08</b> (0,047) <b>S03</b> (0,050) <b>S02</b> (0,030)	<b>S15</b> (0,204) <b>S13</b> (0,138) <b>S12</b> (0,088) <b>S14</b> (0,067) <b>S10</b> (0,004) <b>S09</b> (0,002)



## b) Interprétation de diagramme à colonnes « Espèces »

Le diagramme à colonnes (fig 46) correspond à la distribution spatiale des différentes espèces inventoriées au niveau de la zone humide de Boukhmira pendant la saison d'automne.

Les valeurs de contribution des espèces (tableaux 61 et 62) nous permettent de faire ressortir la relation entre ces espèces par rapport à leur distribution spatiale ainsi qu'avec les paramètres du milieu.

Le tableau 61 montre que les valeurs de la contribution des espèces pour l'axe 01 varient entre 0,000 et 0,432 qui correspondent respectivement aux espèces : *Cartamus lanatus*, *Convolvulus arvensis*, *Euphorbia peplis*, *Cynoglossum cheirifolium*....etc et *Echinops spinosus*.

Les espèces à contribution plus au moins forte sont : *Typha latifolia* (0,186), *Polygonum aviculare* (0,145), *Solanum nigrum* (0,116). Le reste des espèces se caractérisent par une faible contribution.

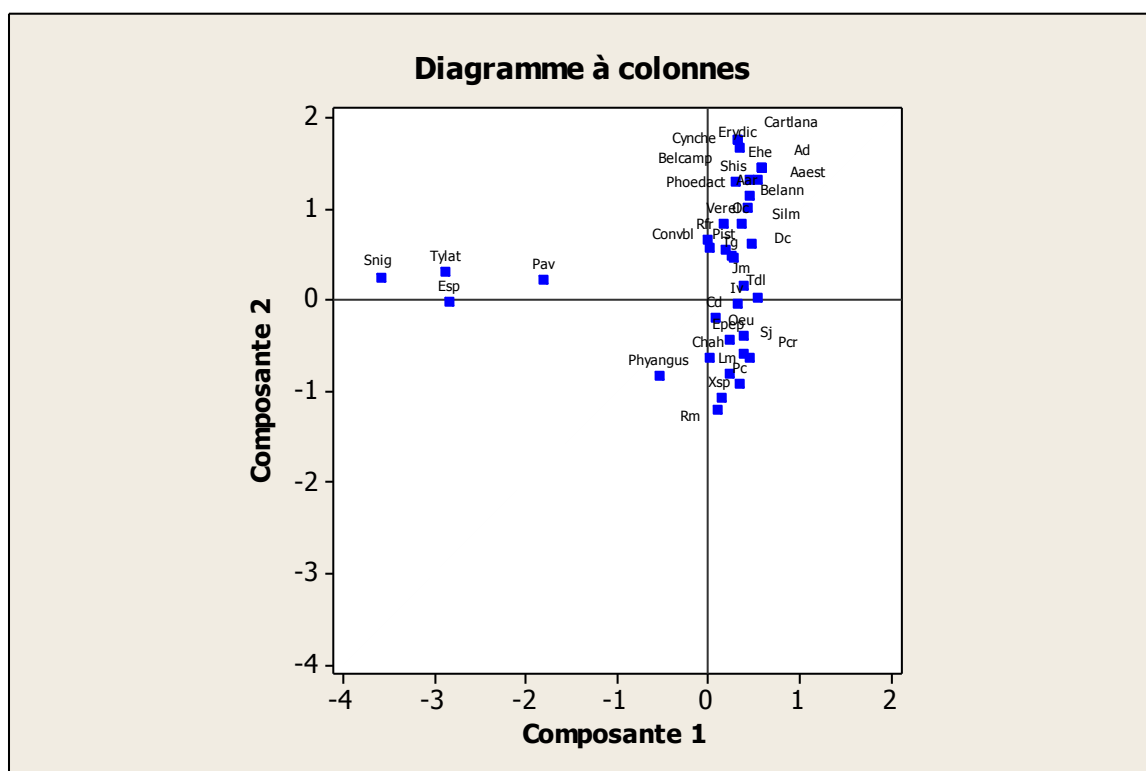
Pour l'axe 02 la contribution des espèces varie entre 0,000 et 0,111 qui correspondent respectivement aux espèces : *Echinops spinosus* et *Inula viscosa*.

Les espèces à contribution plus au moins forte sont : *Plantago coronopus* (0,087) et *Oxalis cernua* (0,079). Le reste des espèces se caractérisent par une faible contribution.

**Tableau N° 61 : Contributions des Espèces pour les axes 01 et 02 – Automne – (Annexe 03)**

Espèce	Code	Axe 01	Axe 02
<i>Anagalis arvensis</i>	Aar	0,001	0,008
<i>Arundo donax</i>	Ad	0,003	0,026
<i>Asphodelus aestivus</i>	Aaest	0,010	0,111
<i>Bellis annua</i>	Belann	0,001	0,006
<i>Cartamus lanatus</i>	Cartlana	0,000	0,008
<i>Chamærops humilis</i>	Chah	0,000	0,031
<i>Convolvulus arvensis</i>	Convar	0,000	0,002
<i>Cynodon dactylon</i>	Cd	0,001	0,008
<i>Cynoglossum cheirifolium</i>	Cynche	0,000	0,008
<i>Daucus carota</i>	Dc	0,003	0,012
<i>Echinops spinosus</i>	Esp	0,432	0,000
<i>Eryngium dichotomum</i>	Erydic	0,001	0,032
<i>Euphorbia helioscopia</i>	Ehe	0,002	0,013
<i>Euphorbia peplis</i>	Epep	0,000	0,002

<i>Inula viscosa</i>	Iv	0,008	0,000
<i>Juncus maritimus</i>	Jm	0,015	0,004
<i>Lobularia maritima</i>	Lm	0,006	0,111
<i>Olea europea</i>	Oeu	0,002	0,003
<i>Oxalis cernua</i>	Oc	0,011	0,079
<i>Phoenix dactylifera</i>	Phoedact	0,002	0,015
<i>Phylleria angustifolia</i>	Phyangus	0,003	0,009
<i>Pistacia lentiscus</i>	Pist	0,001	0,014
<i>Plantago coronopus</i>	Pc	0,009	0,087
<i>Plantago crassifolia</i>	Pcr	0,004	0,011
<i>Polygonum aviculare</i>	Pav	0,145	0,003
<i>Retama monosperma</i>	Rm	0,001	0,129
<i>Rubus fruticosus</i>	Rfr	0,000	0,024
<i>Scolymus hispanicus</i>	Shis	0,004	0,105
<i>Senecio jacobea</i>	Sj	0,017	0,052
<i>Silla maritima</i>	Silm	0,006	0,013
<i>Solanum nigrum</i>	Snig	0,116	0,001
<i>Tamarix galica</i>	Tg	0,004	0,018
<i>Taraxacum dens leonis</i>	Tdl	0,004	0,000
<i>Typha latifolia</i>	Tylat	0,186	0,003
<i>Verbascum sp</i>	Ver	0,001	0,026
<i>Xanthium spinosum</i>	Xsp	0,000	0,022



**Figure N° 46 : Plan Factoriel « Espèces » – Automne**

La distribution spatiale des espèces inventoriées en **Automne** (figure n°46, tableau n° 62) est en fonction des deux axes **01** et **02** dont ils sont subdivisés en deux cotés négatif et positif. Chaque coté (+) ou (-) se caractérise par le regroupement d'un nombre d'espèces.

### **Axe 01**

Les espèces *Echinops spinosus* et *Senecio jacobea* occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **01** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,432) et (0,017).

**Le coté négatif** de l'axe **01** se caractérise par **05** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **01** (0) se faite selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Retama monosperma* (0,001), *Phylleria angustifolia* (0,003) sont les plus proche de l'axe **01**.

*Typha latifolia* (0,186), *Polygonum aviculare* (0,145) et *Solanum nigrum* (0,116) sont les plus lointe.

**Le coté positif** de l'axe **01** se caractérise par **10** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **01**(0) se faite selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Cynodon dactylon* (0,001), *Pistacia lentiscus* (0,001), *Olea europea* (0,002) et *Plantago crassifolia* (0,004) sont les plus proches de l'axe **01**.

*Juncus maritimus* (0,015) et *Asphodelus aestivus* (0,010) sont les plus lointe.

Les espèces dont la valeur de la contribution est égale a 0,000 tel que : *Chamaerops humilis*, *Convolvulus arvensis* et *Rubus fruticosus* sont positionnées sur l'axe **01**

### **Axe 02**

Les espèces *Retama monosperma* et *Asphodelus aestivus* occupent respectivement les extrémités (-) et (+) de l'axe **02** et elles présentent les valeurs de contribution les plus élevés (0,129) et (0,111).

**Le coté négatif** de l'axe **02** se caractérise par **06** espèces à contribution plus au moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **02** (0) se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Euphorbia peplis* (0,002), *Olea europea* (0,003) et *Phylleria angustifolia* (0,009) sont les plus proches de l'axe **02**.

*Lobularia maritima* (0,111) et *Plantago coronopus* (0,087) sont les plus lointains.

Le côté positif de l'axe **02** se caractérise par **12** espèces à contribution plus ou moins forte, le reste a une faible contribution.

La distribution des espèces par rapport à l'axe **02** (0) se fait selon un ordre croissant de leur valeur de contribution : *Solanum nigrum* (0,001), *Polygonum aviculare* (0,003), *Juncus maritimus* (0,004) sont les plus proches de l'axe **02**.

*Scolymus hispanicus* (0,105) et *Eryngium dichotomum* (0,032) sont les plus lointains.

Les espèces dont la valeur de la contribution est égale à 0,000 tel que : *Inula viscosa*, *Echinops spinosus* et *Taraxacum dens leonis* sont positionnées sur l'axe **02**.

**Tableau N° 62 : Espèces à fortes contributions pour les axes 01 et 02**  
– Automne–

Coté négatif axe 01	Coté positif axe 01
<p><b>Esp</b> (0,432)  <b>Tylat</b> (0,186)  <b>Pav</b> (0,145)  <b>Snig</b> (0,116)  <b>Phyangs</b> ( 0,003)</p>	<p><b>Sj</b> (0,017)  <b>Jm</b> (0,015)  <b>Aaest</b> (0,010)  <b>Pc</b> (0,009)  <b>Iv</b> (0,008)  <b>Lm</b> (0,006)  <b>Silm</b> (0,006)  <b>Shis</b> (0,004)  <b>Pcr</b> (0,004)  <b>Tg</b> (0,004)</p>
Coté négatif axe 02	Coté positif axe 02
<p><b>Rm</b> (0,129)  <b>Lm</b> (0,111)  <b>Pc</b> (0,087)  <b>Sj</b> (0,052)  <b>Xps</b> (0,022)  <b>Pcr</b> (0,011)</p>	<p><b>Aaest</b> (0,111)  <b>Shis</b> (0,105)  <b>Erydic</b> (0,032)  <b>Ehe</b> (0,013)  <b>Aar</b> (0,026)  <b>Ver</b> (0,026)  <b>Tg</b> (0,018)  <b>Phoedact</b> (0,015)  <b>Silm</b> (0,013)  <b>Dc</b> (0,012)</p>

	<b>Pist (0,011)</b> <b>Cartlana (0,008)</b>
--	--

### c) Interprétation de diagramme de symétrie « Station – Espèces »

Le digramme de symétrie « Station – Espèces » (fig n 47) correspond à la distribution spatiale des stations d'échantillonnage et des espèces inventoriées au niveau de la zone humide de Boukhmira pendant la saison d'automne.

On peut distinguer **03** groupes :

**Groupe A :** Constitué de **02** sous – groupes

#### \*Groupe A1 :

Caractérisant les stations **15** (0,008 - 0,204), **13** (0,023 - 0,138), **12** (0,014 – 0,088), **14** (0,013 – 0,067) et **11**(0,000 – 0,021) situé dans le coté positif de l'axe **01** et l'axe **02**, composé des espèces suivantes :

- *Cynoglossum cheirifolium* (0,003 – 0,008).
- *Eryngium dichotomum* (0,001 – 0,032).
- *Asphodelus aestivus* (0,010 – 0,111).
- *Euphorbia helioscopia* (0,002 – 0,013).
- *Oxalis cernua* (0,011 – 0,079).
- *Pistacia lentiscus* (0,001 – 0,014).
- *Tamarix galica* (0,004 – 0,018).
- *Silla maritima* (0,006 – 0,013).
- *Rubus fruticosus* (0,000 – 0,024).
- *Scolymus hispanicus* (0,004 – 0,105).

#### \*Groupe A2

Caractérisant les stations **09** (0,001 – 0,002), **05** (0,001 – 0,000), **07** (0,012 – 0,000), **02** (0,019 – 0,030), **06** (0,002 – 0,078) et **04** (0,010 – 0,140), situé dans les cotés positifs et négatifs de l'axe **01** et **02**, composé des espèces suivantes :

- *Juncus maritimus* (0,015 – 0,004).
- *Taraxacum dens leonis* (0,004 – 0,000).
- *Inula viscosa* (0,008 – 0,000).
- *Cynodon dactylon* (0,001 – 0,008).
- *Olea europea* (0,002 – 0,003).
- *Lobularia maritima* (0,006 – 0,011).
- *Chamærops humilis* (0,000 – 0,031).
- *Plantago crassifolia* (0,004 – 0,011).
- *Xanthium spinosum* (0,000 – 0,022).

- *Retama monosperma* (0,004 – 0,129).
- *Convolvulus arvensis* (0,004 – 0,002).

### Groupe B

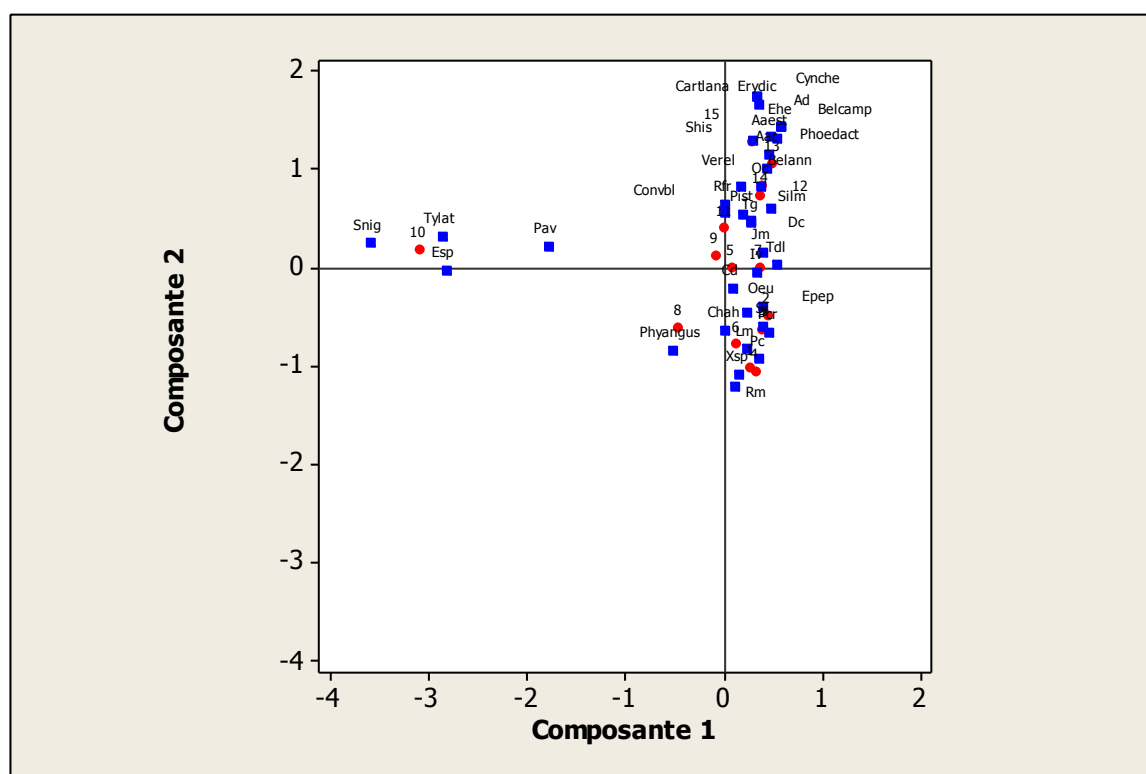
Caractérisant la station **08** (0,019 - 0,047), situé dans le coté négatif de l'axe **01** et **02**, composé des espèces suivantes :

- *Phylleria angustifolia* (0,003 - 0,009).

### Groupe C

Caractérisant la station **10** (0,859 – 0,004), situé dans le coté négatif de l'axe **01** et positif et négatif de l'axe **02**, composé des espèces suivantes :

- *Polygonum aviculare* (0,145 – 0,003).
- *Typha latifolia* (0,186 – 0,003).
- *Echinops spinosus* (0,432 – 0,000).
- *Solanum nigrum* (0,116 – 0,001).



**Figure N° 47 : Plan Factoriel « Stations - Espèces » – Automne-**

# DISCUSSION

## 1- ANALYSE DE LA FLORE TOTALE ET IDENTIFICATION DES GROUPEMENTS

### 1 – 1 Présence et Fréquence relative

L'échantillonnage effectué pendant les trois saisons : hiver, printemps et automne met en évidence la fréquence des espèces suivantes : *Lobularia maritima*, *Oxalis cernua*, *Juncus maritimus*, *Arundo donax*, *Senecio jacobea* et *Cynodon dactylon* qui sont des herbacées vivaces, caractéristiques des régions méditerranéennes, préfèrent les bords des zones humides et généralement les sols sableux, humides bien drainés mais non inondés.

L'hiver pluvieux et doux et le printemps ensoleillé du climat méditerranéen ainsi que le pouvoir de rétention des précipitations de la zone humide qui diminue l'inondation du sol offrent les conditions favorables au développement de ces espèces.

*Senecio jacobea*, *Oxalis cernua* et *Cynodon dactylon* sont abondantes, elles sont considérées comme des plantes toxiques pour les animaux et ne sont pas consommées par le pâturage.

*Cynodon dactylon* est une espèce cosmopolite, très faiblement exigeante et adaptée à une large variété de sol. C'est une indicatrice des zones régulièrement perturbées.

### 1- 2 Composition Systématique et diversité floristique

La zone humide de Boukhmira renferme **104** espèces, appartenant à **89** genres et **42** familles dont les plus représentés sont : Les *Asteraceae*, les *Fabaceae* et les *Plantaginaceae*. Cette diversité floristique importante et remarquable peut traduire la faculté des zones humides comme étant des réservoirs de la biodiversité floristique.

La famille des *Asteraceae* a une importance écologique remarquable, et est présentée dans les régions polaires aux tropiques, colonisée tous les habitats disponibles. Les *Asteraceae* peuvent représenter jusqu'à 10% de la flore Autochtone dans de nombreuses régions du monde (STEVENS, 2007).

La famille des *Fabaceae* est cosmopolite, elle est particulièrement concentrée dans les régions subtropicales et tempérées chaudes, comme en Afrique du sud ou sur le pourtour méditerranéen. Les régions tropicales abritent essentiellement des espèces ligneuses, tandis que les régions tempérées regorgent d'espèces herbacées (STEVENS, 2007).

La famille des *Plantaginaceae* est cosmopolite, occurrence la plupart du temps dans des zones tempérées (STEVENS, 2007).

La saison de Printemps est plus riche en espèces (**83** espèces appartenant à **72** genres et **38** familles dont les plus représentés sont : Les *Asteraceae*, les *Fabaceae* et les

*Plantaginaceae*) par rapport à la saison d'Hiver (**55** espèces appartenant à **49** genres et **30** familles dont les plus représentés sont : Les *Asteraceae*, les *Apiaceae* et les *Euphorbiaceae*) et la saison d'Automne (**37** espèces appartenant à **35** genres et **24** familles dont les plus représentés sont : Les *Asteraceae*, les *Plantaginaceae* et les *Poaceae*) .

De nombreuses espèces se présentent pendant la saison de printemps et on le trouve pas en automne et en hiver tel que : *Papaver rhoeas* , *Sherardia arvensis*, *Capsella bursa pastoris* , *Pallinis spinosa* , *Lactuca virosa* , *Paronychia argentea* ...etc . Ces dernières sont des herbacées annuelles ou bisannuelles ne résistent pas aux rigueurs de la mauvaise saison différemment aux herbacées vivaces.

### 1-3 Les indices de diversité

Pendant la saison d'hiver, la station **03** se caractérise par la présence de **03** espèces pour la raison de qu'elle montre la valeur la plus faible de l'indice de diversité (**0,985**). Contrairement, la station **11** se caractérise par la présence de **11** espèces pour la raison de qu'elle montre la valeur la plus élevée de l'indice de diversité (**3,323**).

Pendant la saison de printemps, la station **01** se caractérise par la présence de **06** espèces pour la raison de qu'elle montre la valeur la plus faible de l'indice de diversité (**1,449**). Contrairement, la station **13** se caractérise par la présence de **24** espèces pour la raison de qu'elle montre la valeur la plus élevée de l'indice de diversité (**4,037**).

Pendant la saison d'automne, la station **10** se caractérise par la présence de **04** espèces pour la raison de qu'elle montre la valeur la plus faible de l'indice de diversité (**1,000**). Contrairement, la station **14** se caractérise par la présence de **12** espèces pour la raison de qu'elle montre la valeur la plus élevée de l'indice de diversité (**3,107**).

Ces résultats sont expliqués par les affinités qui existent entre les différents taxons et par rapport aux différents paramètres du milieu.

### 1-4 Analyse globale des caractères biologiques et écologiques

#### 1-4-1 Type morphologique

L'étude de type morphologique caractérisant la flore de la zone humide de Boukhmira a montré une prédominance de plantes **herbacées vivaces** sur les **herbacées annuelles** les **herbacées bisannuelles**.

Elle est prédominante aussi dans les trois saisons : Hiver (**20** espèces), Printemps (**34** espèces) dont le taux le plus élevé est constaté en Automne (**16** espèce) sur les **herbacées annuelles** : Hiver (**15** espèces), Automne (**09** espèces) dont le taux le plus élevé est constaté en Printemps (**22** espèces) et les **herbacées bisannuelles** : Hiver (**07** espèces), Automne (**04** espèces) dont le taux le plus élevé est constaté en Printemps (**12** espèces).



Les plantes vivaces ou pérennes sont des plantes chez lesquelles la durée de vie est de plusieurs années dont la floraison et la production de graines n'entraînent pas nécessairement la mort de la plante et on pourra le plus souvent, observer plusieurs cycles de végétation complets. Les plantes herbacées vivaces résistent aux rigueurs de la mauvaise saison, qu'il s'agisse du gel de l'hiver ou de la sécheresse des étés caniculaires.

\* *Senecio jacobea*, *Oxalis cernua* et *Juncus maritims* sont les herbacées vivaces les plus présentent en Automne.

Les plantes annuelles meurent à la fin de la saison et disparaissent complètement à l'exception des graines. Celles-ci germeront, le plus souvent, à la saison suivante ou bien, si les conditions seront peu favorables, resteront en dormance jusqu'à ce que les conditions redeviennent propices à la croissance de la plante. Lorsque, par exemple, les conditions de recouvrement du sol deviennent hostiles aux plantes pionnières, les graines de ces plantes restent en dormance jusqu'à ce que les conditions favorables aux pionnières soient retrouvées.

\**Euphorbia hélioscopea* et *Erodium mochatum* sont les herbacées annuelles les plus présentent en Printemps.

Les plantes bisannuelles sont des plantes chez lesquelles la floraison intervient à la fin de la deuxième année. La première année est consacrée au développement végétatif de la plante et au stockage de réserves. Grâce à ces réserves, la plante va fleurir et produire des graines, à la suite de quoi, elle meure.

\**Verbascum Sp* est l'herbacée bisannuelle la plus présente en Printemps.

#### 1-4-2 Type biologique

Au sein de la zone humide de Boukhmira, le type biologique le plus dominant est celui d'**Hémicryptophytes** qui sont représentés avec **36** espèces. Le même cas en Printemps (**31** espèces) et en Automne (**11** espèces).

Les **Hémicryptophytes** sont des plantes enracinées dont le bourgeon est situé à la surface du sol, et dont la partie aérienne meurt pendant la saison défavorable (froide ou sèche) (RAUNKIAER, 1934).

\**Senecio jacobea* et *Lobularia maritima* sont les Hémicryptophytes les plus présentent en Printemps et en automne.

Pendant la saison d'hiver, le type biologique le plus dominant est celui des **Thérophytes** qui sont représentés avec **18** espèces.

Les **Thérophytes** sont des plantes qui survivent à la mauvaise saison sous la forme de graines, toutes les parties végétatives étant détruites par la dessiccation due au gel ou à la

sécheresse. Ce sont des plantes annuelles à cycle court et à développement rapide (RAUNKIAER, 1934).

*\*Polygonum aviculare* et *Plantago coronopus* sont les **Thérophytes** les plus présentés en hiver.

#### **1-4-3 Type de diaspore**

Le spectre brut global de types de dissémination met en évidence la prépondérance des espèces dont la dispersion des graines se fait par le vent, les : **Anémochores** avec **33** espèces (**31,71%**). C'est le même cas dans les trois (**03**) saisons (hiver, printemps, automne)

*Lobularia maritima*, *Senecio jacobea* , *Arundo donax* , *Polygonum aviculare*, *Anagallis arvensis*, *Euphorbia helioscopia*, *Retama monosperma*, *Plantago coronopus* et *Inula viscosa* sont les espèces **Anémochores** les plus représentées pendant la campagne d'échantillonnage.

La légèreté des graines fait leur dispersion facile par le vent et par conséquent une large colonisation.

#### **1-4-4 Types de distribution phytogéographique**

Les espèces composant la végétation de la zone humide de Boukhmira sont caractérisées par une large répartition phytogéographique car ces des espèces **Méditerranéennes**, **Eurasiatiques** et **Cosmopolites** qui prédominent.

Cette formation végétale regroupe des espèces envahissantes, pionnières, à faible exigence écologique, indicatrices des milieux régulièrement perturbés et d'autres toxiques pour les animaux et ne sont pas consommées par le pâturage, c'est la raison pour laquelle, ces espèces sont largement réparties dans le monde.

La zone humide de Boukhmira et le milieu aussi favorable pour les espèces à caractères climatique méditerranéen sub - humide.

## 2- ANALYSE STATISTIQUE DES RESULTATS

### 2 - 1 L'hiver

De digramme de symétrie « Station – Espèces » on peut distinguer **04** groupes :

#### Groupe A

Caractérisant la station **06** et composé des espèces suivantes : *Tamarix galica*, *Xanthium spinosum*, *Ammi visnaga*, *Senecio jacobea* et *Retama monosperma*

**Groupe B :** Constitué de **02** sous – groupes

#### **\*Groupe B1 :**

Caractérisant la station **01** et composé des espèces suivantes : *Cynodon dactylon* et *Juniperus oxycedrus*

#### **\*Groupe B2**

Caractérisant les stations **11, 09 ,02 et 10**, composé des espèces suivantes : *Polygonum aviculare*, *Lobularia maritima* , *Inula viscosa* et *Typha latipholia* .

#### **Groupe C**

Caractérisant les stations **07, 12, 15, 13, 14 et 08** composé des espèces suivantes : *Allisma plantago aquatica*, *Silla maritima*, *Eryngium dichotomum*, *Scolymus hispanicus*, *Euphorbia peplis*, *Phragmites australis*, *Phoenix dactylifera*, *Solanum nigrum* et *Daucus carota*.

#### **Groupe D**

Caractérisant les stations **05 et 03**, situé dans, composé des espèces suivantes : *Echinops spinosus*, *Jutncus maritimus*, *Arundo donax* et *Plantago crassifolia*.

Le regroupement d'un nombre d'espèces au sein d'une station est expliqué par l'existence des affinités entre les différents taxons et par rapport aux différents paramètres du milieu.

Lorsque plusieurs stations se caractérisent par le même groupe d'espèces cela est expliqué par l'existence d'une similarité des paramètres écologiques.

**Groupe A :** une seule station (**S06**), elle est spécifique par rapport aux d'autres stations et c'est la seul qui répond aux exigences écologiques de son groupement floristique.

**Groupe B :** La station (**S01**) est pauvre en espèces. Le milieu est dégradé et pollué.

La **S02** est lointe des stations **S09, S10 et S11** mais elle renferme le mêmes groupe d'espèce, cela est peut être expliqué par la dispersion des graines par le vent ; ce sont des espèces Anémochores.

**Groupe C :** riche en espèces, une grande variété de type morphologique et biologique et fréquente plusieurs stations alors il est largement répartis. Le milieu est moins perturbé.

**Groupe D :** Les stations **03** et **05** sont au bord de la zone humide, se caractérise par une végétation semi – aquatique et des sols hydromorphes.

## **2-2 Le printemps**

De digramme de symétrie « Station – Espèces » correspond on peut distinguer **03** groupes :

### **Groupe A**

Caractérisant la station **06** et composé des espèces suivantes : *Asparagus acutifolius*, *Olea europea*, *Silla maritima*, *Euphorbia helioscopia*, *Scolymus hispanicus*, *Chamaerops humilis* et *Pistacia lentiscus* .

### **Groupe B**

Caractérisant les stations **03** et **07** et composé des espèces suivantes : *Cynodon dactylon* *Retama monosperma*, *Papaver rhoeas* .

### **Groupe C :** Constitué de **03** sous – groupes

#### **\*Groupe C1 :**

Caractérisant les stations **11**, **12** et **10** et composé des espèces suivantes : *Solanum nigrum*, *Ammi visnaga*, *Tamarix galica*, *Euphorbia peplis*, *Accacia horrida*, *Verbascum sp*, *Cynoglossum cheirifolium*, *Oxalis cernua*, *Galactitess tomentosa* et *Sherardia arvensis*.

#### **\*Groupe C2**

Caractérisant les stations **04**, **05** ,**08** et **13** et composé des espèces suivantes : *Juncus maritimus*, *Rumex acetosella*, *Senecio jacobea*, *Inula viscosa*, *Ammi visnaga* et *Arundo donax* .

#### **\*Groupe C3**

Caractérisant les stations **14**, **15**,**02** et **01** , composé des espèces suivantes : *Taraxacum dens leonis*, *Scrofularia laevigata*, *Lobularia maritima*, *Typha latifolia*, *Silene colorata*, *Tamarix galica*, *Daucus carota*, *Plantago crassifolia*, *Mercurialis annua*, *Carlina lanata*, *Smilax aspera* et *Geranium robertianum*.

**Groupe A :** une seule station (**S06**), elle est spécifique par rapport aux d'autres stations et c'est la seul qui répond aux exigences écologiques de son groupement floristique.

Au niveau de cette station on remarque la présence de d'autres espèces par rapport à la saison d'hiver. Ce sont des herbacées annuelles, et d'autres plus développés : arbustes et arbrisseaux.

**Groupe B :** L'espèce *Papaver rhoeas* n'existe qu'au printemps et au niveau des deux stations : **03** et **07** qui répondent parfaitement à ces exigences écologiques.

**Groupe C :** riche en espèces, une grande variété de type morphologique et biologique et fréquente plusieurs stations se qui explique une homogénéité des paramètres du milieu entres ces stations.

La présence des espèces qui n'existent qu'au printemps tel que : *Scrofularia laevigata*, *Silene colorata* et *Smilax aspera*.

## **2 - 3 L'Automne**

De diagramme de symétrie « Station – Espèces » On peut distinguer **03** groupes :

**Groupe A** : Constitué de **02** sous – groupes

**\*Groupe A1 :**

Caractérisant les stations **15, 13, 12, 14** et **11**, composé des espèces suivantes :

*Cynoglossum cheirifolium*, *Eryngium dichotomum*, *Asphodelus aestivus*, *Euphorbia helioscopia*, *Oxalis cernua*, *Pistacia lentiscus*, *Tamarix galica*, *Silla maritima*, *Rubus fruticosus* et *Scolymus hispanicus*.

**\*Groupe A2**

Caractérisant les stations **09, 05, 07, 02, 06** et **04**, composé des espèces suivantes :

*Juncus maritimus*, *Taraxacum dens leonis* , *Inula viscosa*, *Cynodon dactylon*, *Olea europea*, *Lobularia maritima*, *Chamærops humilis*, *Plantago crassifolia*, *Xanthium spinosum*, *Retama monosperma* et *Convolvulus arvensis* .

**Groupe B**

Caractérisant la station **08**, composé des espèces suivantes : *Phylleria angustifolia*

**Groupe C**

Caractérisant la station **10**, composé des espèces suivantes : *Polygonum aviculare*, *Typha latifolia*, *Echinops spinosus* et *Solanum nigrum*

Le groupe **A** caractérisant le plus grand nombre des stations (**11 Stations**) et renferme un grand nombre d'espèces différentes ce qui traduit une forte affinité entre les taxons et par rapport aux paramètres.

Les deux groupes **B** et **C** sont spécifiques pour deux stations, ils sont fortement exigeants.

## **CONCLUSION GENERALE**

---

## CONCLUSION GENERALE

Notre étude sur la biodiversité floristique de la zone humide de Boukhmira est le résultat des recherches botaniques menées sur une formation végétale naturelle qui colonise les berges d'une zone humide située à **Boukhmira – localité de Sidi Salem – Commune d'El Bouni**, en vue de déceler ses caractéristiques appropriées.

Pour arriver à cette fin, cette formation végétale a été étudiée en y effectuant un inventaire floristique et aussi des relevés phytosociologiques. Les informations ainsi obtenues ont été complétées par une analyse globale des caractères biologiques et écologiques des espèces inventoriées et une analyse statistique par l'Analyse Factorielle des Correspondances (AFC).

A l'issue de cette étude floristique, écologique et phytosociologique, **104** espèces ont été recensées, appartenant à **89** genres et **42** familles. La saison de printemps renferme le plus grand nombre d'espèces (**83** espèces appartenant à **72** genres et **38** familles) par rapport à la saison d'hiver (**55** espèces appartenant à **49** genres et **30** familles) et la saison d'automne (**37** espèces appartenant à **35** genres et **24** familles).

La famille la plus représentée de cette formation végétale et celle des *Asteraceae* (47,62%) renferment 21 espèces (20%). Elle est prédominante dans les trois saisons : hiver (32,25%) renferment 10 espèces (17,5 %), Printemps (44,73%) renferment 16 espèces (19,5 %) et Automne (33,33%) renferment 08 espèces (21,6 %) par rapport aux d'autres familles.

Le type morphologique le plus dominant et celui des herbacées vivaces (40,38 %) par rapport aux herbacées annuelles (24,03 %) et herbacées bisannuelles (17,30 %). Ce type morphologique est le plus représenté dans les 03 saisons : hiver (35,08%), printemps (40,96%) et automne (43,24%) par rapport aux d'autres types morphologiques.

Les types biologiques les plus dominants sont : les Hémicryptophytes (34,61%), les Thérophytes (30,76%) et les Phanérophytes (20,19 %) dont l'hiver se caractérise par une forte présence des Thérophytes (31,57%), le printemps et l'automne par les Hémicryptophytes : (37,34%) et (29,73%).

Le spectre brut global de types de dissémination met en évidence la prépondérance des espèces **Anémochores** (31,71%) sur les Barochores (26,92%) et les Epizoochore (17,30%). C'est le même cas en hiver (28,07%), en printemps (33,73%) et en automne (29,73%).

L'analyse de la distribution phytogéographique montre la prédominance des espèces Méditerranéennes (41,34%), Eurasiatiques (15,38 %) et Cosmopolites (14,42 %).

L'interprétation par l'AFC de la végétation (taxonomie) a permis de préciser les affinités qui existent entre les différents taxons. Ce traitement multidimensionnel met en relief l'importance des facteurs anthropiques et bioclimatiques régissent la composition floristique de cette zone humide.

## **PERSPECTIVES :**

Les perspectives pour ce travail sont :

\*Faire une étude approfondie sur le type de sol et la qualité de l'eau pour mieux comprendre les interactions existantes entre les espèces végétales et les paramètres du milieu et par conséquent interpréter leur installations.

\*Etant donné que cette zone humide est fréquentée par des oiseaux d'eau migrants, il est nécessaire de faire une étude ornithologique pour mettre en évidence l'importance écologique de ce site ainsi que le rôle de sa préservation



## **BIBLIOGRAPHIE**

---

- ABOURA R. ; 2006** - Comparaison phyto- écologique des atriplexaies situées au Nord et au Sud de Tlemcen. Mémoire de Magistère en Biologie .Option : écologie végétale. Université Abou Bakr Belkaid-Tlemcen.
- ALCARAZ C., 1982-** La végétation de l'Ouest Algérien. Thèse Doct. Es-sci. Univ. Perpignan, 45p +annexes.
- ALI TATAR B. ; 2010** - Cartographie et dynamique de la végétation face à l'urbanisation. Mémoire de Magister en Ecologie végétale. Option : Cartographie des écosystèmes forestiers de l'Est Algérien. Université Badji Mokhtar, Annaba., Institut de Biologie.
- AUSTIN P., 1985** – Continuum concept, ordination method and niche theory. Annu.. Rev.
- AXELROD D.I. ET RAVEN P., 1978** – Late cretaceous and tertiary history of Africa.
- AXELROD D.I., 1973** – History of Mediterranean ecosystem in California. In Dicastri. Et Money H.A.S (eds). Mediterranean type ecosystems origin and structure-ecological, Studies,
- BALENT G., GENARD M. ET LESCOURET F., 1988** – Analyse des patrons de répartition des oiseaux nicheurs en Midi Pyrénées. Acta Ecologica. Gene, 9. pp : 247-263
- BASTIN CH., BENZECRI J.P., BOURGARIT CH ET CAZES P., 1980** – Pratique de l'analyse des données, T2 : Abrégé théorique, études de cas modèle. Ed. Dunod. 466p.
- BELABED BE. ; 2010** - La pollution par les métaux lourds dans la région de Annaba « Sources de contamination des écosystèmes aquatiques ». Mémoire de Doctorat en Sciences de la Mer Option : Biologie et physiologie des organismes marins. Université Badji Mokhtar, Annaba.
- BELDJAZIA A. ; 2009** – Etude écologique et cartographique de la végétation du massif de la MAHOUNA (Guelma). Mémoire de Magister en Ecologie végétale. Option : Cartographie des écosystèmes forestiers de l'Est Algérien. Université Badji Mokhtar, Annaba., Institut de Biologie.
- BELHAMRA A. ; 2001** - Contrôle de la salinité des eaux du lac Fetzara jusqu'à la mer. Mémoire de Magister, Département de science de la mer, Université Badji Mokhtar, Annaba, 110 p.
- BENZECRI J.P., 1973- B** – L'analyse des données. Tome 2. L'analyse des correspondances. Ed. Dunod. Paris : 619 p.
- BENZECRI J.P., 1973- B** – L'analyse des données. Tome 2. L'analyse des correspondances. Ed. Dunod. Paris : 619 p.
- BONIN G. ET ROUX M., 1978** – Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phytoécologique de quelques pelouses de l'Apennin lucano-calabrais. Acta Ecologica. Plant, 13. pp : 121-128.
- BOUDJEMAA S. ; 2010** - Cartographie des relations sol-eau-végétation dans un milieu salé (lac Fetzara). Mémoire de Magister en Ecologie végétale. Option : Cartographie des écosystèmes forestiers de l'Est Algérien. Université Badji Mokhtar, Annaba., Institut de Biologie.
- BRIANE J.P., LAZARE J.J. ET SALANON R., 1977** – Le traitement des très grands ensembles de données en analyse factorielle des correspondances, proposition d'une méthodologie appliquée à la phytosociologie. Doct. Int. Lab. Taxonomie végétale expérimentale et numérique. Paris XI. 38p + annexes
- CELLES J.C., 1975** – Contribution à l'étude de la végétation des confins saharoconstantinois (Algérie). Thèse. Doct. Univ. Nice 364 p.

- CHARLES G. ET CHEVASSUT G., 1957** – Sur la présence de peuplements de végétaux
- CHESSEL D. ET BOURNAUD M., 1987** – Progrès récents en analyse des données écologiques. IV Coll. AFIE : La gestion des systèmes écologiques. Bordeaux. pp : 65-76
- CIBOIS P., 1983** – L'analyse factorielle. Ed. Que sais-je ?. 43p
- CORDIER B., 1965** – L'analyse factorielle des correspondances. Thèse. Spéc. Univ. Rennes. pp : 66p
- CORNIER T., 1997** – Essai de quantification des changements de la biodiversité dans les hydrosystèmes : Exemple de la plaine alluviale de la Loire au niveau de Bréhémont (Indre-et-Loire). Mém. D.E.A. Univ. Grenoble 1. 95p.
- CORNIER T., 2002** – La végétation alluviale de la Loire entre le Charolais et l'Anjou :
- CURTIS, J.T. & MCINTOSH, R.P. 1950.** - The interrelation of certain analytic and synthetic phytosociological characters. Ecology, Vol. 31, n°3, pp. 434-455.
- DAGET PH., 1980-a** – Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative, cas des thérophyles. In « Recherches d'écologie théorique ». Les stratégies adaptatives. Barbault De. R. , Baldin P. et Meyer J.A. (1986). Maloine. Paris. pp : 89-114.
- DAGNELIE P., 1960** – Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse factorielle. Bull. Serv. Carte phytogéogr. Série B. pp : 93-195.
- DAGNELIE P., 1962** – L'application de l'analyse multi-variable à l'étude des communautés végétales. Bull. Inst. Intern. Stat 39. pp : 265-275.
- DAGNELIE P., 1965** – L'étude des communautés végétales par l'analyse statistique des liaisons entre les espèces et les variables écologiques : Principes fondamentaux. Biometrics, 2. pp: 345-361
- DAHMANI M., 1984** – Contribution à l'étude des groupements à Chêne vert (*Quercus rotundifolia* L.) des monts de Tlemcen (Ouest Algérien) : Approche phytosociologique et phytoécologique. Thèse. Doct. 3ème cycle. Univ. Aix Marseille III. 238p.
- DANAIS, M. 1982.** – La diversité écologique: analyse bibliographique. Botanica Rhedonica, 17:77-104.
- DANSERAU, P. & LEMS, K. 1957.** – The grading of dispersal types in plant communities and their Ecological significance. Contrib. Inst. Bot. Univ. Montréal, 71: 52 p.
- DAURBY G. ; 2007** - Etude Floristique et Biogéographique du Parc National De La Pongara. Mémoire du Diplôme d'Etude Approfondie en biologie végétale. Université libre de BRUXELLES. Faculté des Sciences.
- DE MARTONNE E., 1927** – Traité de géographie physique I, notions générales, hydrographie. Ed. A. Colin. Paris. 496p.
- DEBIECHE T.H., 2002,** " Evolution de la qualité des eaux (salinité, azote et métaux lourds) sous l'effet de la pollution saline, agricole et industrielle. Application à la basse plaine de la Seybouse Nord-Est algérien", Th. Doct. Univ de Franche-Comté.
- DJEBAILI S. ; 1978** – Recherches phytosociologiques et écologiques sur la végétation des Hautes-Plaines steppiques et de l'Atlas saharien algérien. Thèse de doctorat, Montpellier.
- DJEBAILI S., 1984** – Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. O.P.U. Alger. 171p
- DJELLOULI Y., 1981** – Etude climatique et bioclimatique des hautes plaines du Sud Oranais (Wilaya de Saida), comportement des espèces vis-à-vis du climat. Thèse.Univ. Alger. 250p + annexes. Ecol. Méd. 21 (1-2). pp: 19-39.
- EMBEGE L. ; 1971** – Travaux de botanique et d'écologie. Ed Masson et Cie, Paris., 520 p.

- EMBERGER L. ; 1930** – La végétation de la région méditerranéenne. Essai d'une classification des groupements végétaux. Revue gén. Bot. 42 : p 641-662 et 705-721.
- EMBERGER L. ; 1951** – Rapport sur les régions arides et semi-arides de l'Afrique du Nord. Bases écologiques de la régénération de la végétation des zones arides. U.I. Science Biologique., Stockholm.
- EMBERGER L., 1954**- Une classification biogéographique des climats. Rec. Trav. Lab. Bot.Géol.Zool. Univ. Montpellier, série Bot., n°7, pp 3-43.  
Essai de modélisation de l'hydrosystème. Thèse. Doct. Univ. François Rabelais. Tours. 227p+ annexes.
- EMBERGER L. ; 1955** – Une classification biogéochimique des climats. Institut de Botanique. Montpellier., 7 : p 3-43.
- EMBEGER L. ; 1957** – Les études phyto-sociologique entreprises en Afrique du Nord sous le contrôle scientifique et technique du Service de la carte des groupements végétaux de la France. Bull. Serv. Carte phytogéographique B, II, 2 : p 25-36.
- ESTIENNE P., et GODARD A., 1970.**- Climatologie. Ed.ARMAND COLIN, 365 P.
- EVARD, C. 1968.** – Recherches écologiques sur le peuplement forestier des sols hydromorphes de la cuvette centrale Congolaise. Publ. INEAC, Sér. Sc., 110 : 295 p.  
Faculté des Sciences de la Terre. Université Badji Mokhtar, Annaba.
- FARGEOT, C. & PENELON, A. 1999.** – Ecocertification de bois tropicaux. L'écologie par l'économie. Revue Canopée n° 15, pp11-16.
- FRONTIER, S. & PICHOD-VIALE, D. 1993.** Ecosystème : structure, fonctionnement, évolution. Collection d'écologie 21, Masson paris, 2è édit., 447 p.
- GODRON M., DAGET PH., EMBERGER L., LONG G., LE FLOC'H E., POISSONET J., SAUVAGE C. ET WACQUANT J.P., 1983** – Code pour le relevé méthodique de la végétation et du milieu. C.N.R.S. Paris. 296p.
- GOUNOT M., 1969**- Méthodes d'études quantitatives de la végétation. Ed. Masson, Vol 1, 314p.
- GUINOCHET M., 1952** – Contribution à l'étude phytosociologique du Sud Tunisien. Bull. Soc. Hist. Nat. Af. du Nord. pp : 131-153.
- GUINOCHET M., 1973** – Phytosociologie. Ed. Masson et Cie. Paris. 227p.
- HABES S. ; 2006** - Pollution saline d'un lac, cas du lac Fetzara, Est algérien (Annaba).Mémoire de Magister, Département de Géologie .Université Badji Mokhtar, Annaba. ; 130 p.
- HARVEY, J.M. 2002.** – Biostatistique. Une approche intuitive. De Boeck Université, 257-288.
- HILLY, J., 1962,** " Etude géologique du massif de l'Edough et du Cap de Fer (Est constantinois)" Bull. n°19 carte géologique Algérie, Alger.
- HILLY, J., 1963.** Etude géologique des massifs de l'Edough et du Cap de Fer (Est Constantinois). P.S.C.G., Bulletin N°19, Alger, 408p.
- KABOYI C. ; 2004** - Etude floristique d'une végétation naturelle en milieu anthropisé : cas de la formation arbustive xérophile de Cibinda, au Nord de Bukavu. Mémoire de Licence en Sciences Option : Biologie. Université de KISANGANI - Centre universitaire extension de BUKAVU.

- KENT M. ET BALLARD J., 1988** – Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio*, 78. pp : 104-124
- LE HOUEROU H. N., 1993**- Changements climatiques et désertisation. *Rev. Sécheresse*;
- LEGENDRE L. ET LEGENDRE P., 1984** – Ecologie numérique (deuxième édition). Ed.Masson. 335p.
- LEGENDRE, P. & LEGENDRE, L. 1998.** – Numerical Ecology. Developments in Environmental Modelling, 20, Elsevier Science B.V., Amsterdam, 853 p.
- LEJOLY, J. 1995.** – Utilisation de la méthode de transects en vue de l'étude de la biodiversité dans la zone de conservation de la forêt de NGOTO (Rép. Centrafricaine).
- LIPPIMAA T., 1935**- la méthode des associations unistrates et le système écologique des associations. *Acta Instit. Hort. Bot.univ. Tartuensis*, 4 ,1-Fev :1-97
- LOISEL R., GAMILA H. ET ROLANDO CH., 1990** – Déterminisme écologique de la diversité des pelouses dans la plaine de la Crau (France méridionale). Volume jubilaire du Prof. Quezel. *Ecol. Med. XVI*, 1990. Marseille. pp : 255-267
- LONG G. 1974.** Diagnostic phyto-écologique et aménagement du territoire. I. Principes généraux et méthodes. Ed. Masson et Cie, Coll. D'écologie (4 et 5). Paris ; 252p.
- MARGALEF, R. 1958.** – Information theory in ecology. *Gen. Syst.* 3, 36-71.
- MESSAOUDI S ,TOUMI N., 2006** impact des rejets urbains sur l'environnement cas de la plaine ouest de Annaba « mémoire d'ingénieur » .
- MONOD, T. 1957.** – Les grandes subdivisions chorologiques de l'Afrique. *Publ. C.C.T.A./C.S.A.* 24, 146 p. n° 7. New York. pp : 225-283.
- NAFAA K :** étude Hydrogéologique du système aquifère Annaba Thèse de Doctorat 3<sup>ème</sup> Cycle, Université de Montpellier, France 1985.
- NGOK, L. 2005.** – Diversité végétale des inselbergs et des dalles rocheuses du Nord Gabon.Thèse De Doct. ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt. 420 p.
- NGOK, I. 2005.** – Diversité végétale des inselbergs et des dalles rocheuses du Nord Gabon.Thèse De Doct. ULB. Labo. Bot. Syst. & Phyt. 420 p.
- NSHIMBA, S-M. ; 2005** – Etude floristique, écologique et phytosociologique des forêts inondées de l'île Mbiye à Kisangani, (R.D.Congo), DEA, ULB, 101 p.
- Of Ecol. and Systematics*, 16. pp : 39-61
- ORLOCI L., 1988** – Community organization : Recent advances in numerical methods. *Can. J. Bot.*, 66. pp : 2626-2633
- PERICHAUD L. ET BONIN G., 1973** – L'analyse factorielle des correspondances appliquée aux groupements végétaux d'altitude du Gran Sasso d'Italia. *Not. Fitosoc.*, 7. pp : 29-43 phytoécologique. Thèse. Doct. 3<sup>ème</sup> cycle. Univ. Aix Marseille III. 238p.
- POLUMIN N., 1967** – Eléments de géographie botanique. Ed. Gauthiers Willars.. Paris. pp : 30-35
- POTTIER-ALAPETITE G. ; 1979** - Flore de la Tunisie - Angiospermes- Dicotyledones. Apétales – Dialypétales. Édition Programme flore et végétation Tunisiennes.
- POUGET M., 1968** – Contribution à l'étude des croûtes et encroûtements gypseux de nappes dans le Sud Tunisien. *Cahiers ORSTOM. Série Pédologie*. VI. 3-4. pp : 109-186
- QUEZEL P. ; 1975** – Le peuplement végétal des hautes montagnes de l'Afrique du Nord. Le Chevalier, Paris., 463 p.

- QUEZEL P., 1978** – Analysis of the flora of Mediterranean and Saharan Africa. Missouri Bot. Gard. 65,2. pp: 411-416
- QUEZEL P., 1983** – Flore et végétation de l'Afrique du Nord, leur signification en fonction de l'origine, de l'évolution et des migrations des flores et structures de végétations passées. Bothalia, 14. pp: 411-416
- QUEZEL P., 1985** – Definition of the Mediterranean region and the origin of its flora. In Gomez campo Edit : " Plant conservation in the Mediterranean area". Junk. Dordrecht. pp: 9-24
- QUEZEL P., 1995** – La flore du bassin méditerranéen, origine, mise en place, endémisme.
- QUEZEL P., 2000** – Réflexions sur l'évolution de la flore et de la végétation au Maghreb Méditerranéen. Ibis Press. Paris. 117 p.
- QUEZEL P. ET BARBERO M., 1982** – Definition and characterization of mediterranean-type ecosystems. Ecol. Méd. VIII, 1/2. 1982. pp : 16-29
- QUEZEL P. ET SANTA S., 1962-1963** – Nouvelle flore de l'Algérie et des régions désertiques méridionales. C.N.R.S. Paris. 2 vol. 1170p.
- RAMADE, F. 1994.** – Eléments d'Ecologie. Ecologie fondamentale 2. Edi science international, Paris, 579 p.
- RAUNKIAER C., 1905** – Biological type with reference to the adaptation of plants to survive the unfavorable season. In Raunkiaer, 1934. pp : 1-2
- RAUNKIAER C., 1934** – The life forms of plants and statistical plant. Geography. Claredon press. Oxford. 632p. Righa (Tell Algérois). Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. pp : 524-536
- SABOUA T. ; 2010** – Origine de la pollution hydrique et atmosphérique dans la plaine ouest de la région de Annaba. Mémoire de Magister en hydrogéologie. Université Badji Mokhtar, Annaba., Institut de la science de la terre.
- SAUVAGE Ch. ; 1963** – Etages bioclimatiques. Atlas du Maroc, Notice explicative de la carte établie par BRIGNON C. et SAUVAGE Ch. ; 44 p.
- SELTZER P., 1946.-** Le climat de l'Algérie. *Trav. Instit. Meteorol. Phys. GL. Alger*, T1-T2 219p.
- SIEGEL, S. & CASTELLAN, N.J. 1988.** – Nonparametric statistics for the behavioural sciences, 2<sup>nd</sup> ed. Chez MCGRAW Hill, 312 p.
- steppiques : *Lygeum spartum* L. et *Artemisia herba-alba* Asso. dans la région de Hammam
- STEWART P. ; 1968** – Quotient pluvio-thermique et dégradation biosphérique : quelques réflexions. Bull. de la Soc. Hist. Nat. d'Afr. du Nord, Alger., 59 : p 23-36.
- STEWART PH., 1975-** Un nouveau climagramme pour l'Algérie et son application pour le barrage vert. Bull. Soc. Hist. Nat. AFN. Fsc. 65, 1 et 2, Alger, pp 239-252.
- Thèse. Doctorat. Es-sciences. Naturelles. Université. Pierre et Marie - ParisVI, pp. 282-296.
- THORNTHWAITE, W.C. 1933.** – The climates of the earth. The Geographical Review, Vol. 23, pp. 433-440.
- THORNTHWAITE, W.C. 1948.** – An approach Toward a Rational Classification of Climate. The Geographical Review, Vol. 38, pp. 55-94.
- VILLA J. M., 1980,** "La chaîne Alpine d'Algérie orientale et des confins Algéro Tunisiens", Thèse de Doctorat ès sciences Nat., Université de Pierre Marie Curie, Paris VI, France, 2t Vol. 4, pp 95-111.

**WALKER, B.H. 1992.** Biodiversity and ecological redundancy. *Conservation Biology*, 6:18-22.

**WALKER, B.H. 1995.** Conserving Biological diversity through ecosystem resilience *Conservation Biology*, 9: 747-752.

Werger M.J.A (Eds). *Biogeography and ecology of Southern Africa*. Jang. pp : 77-130

**ZAHF F. ; 2008-** La qualité des eaux et des sols de la région du lac Fetzara (Nord-Est d'Algérie).Mémoire de Magister, option:Géosciences.Université de Annaba, Institut de Géologie.122 p.

**ZAR, J.H.** 1999. - *Biostatistical analysis*, 4ème édition Prentice Hall, New Jersey, 663 p- 272

## **ANNEXE**

---



## ANNAXE N° 01 : AFC Saison d'Hier (Mois de Décembre 2010).

### Analyse du tableau de contingence

Axe	Inertie	Proportion	Cumulé	Histogramme
1	0.6077	0.1897	0.1897	*****
2	0.4942	0.1543	0.3440	*****
3	0.4383	0.1368	0.4809	*****
4	0.3592	0.1122	0.5930	*****
5	0.2706	0.0845	0.6775	*****
6	0.2144	0.0669	0.7444	*****
7	0.1916	0.0598	0.8042	*****
8	0.1849	0.0577	0.8620	*****
9	0.1335	0.0417	0.9037	*****
10	0.1206	0.0377	0.9413	*****
11	0.0812	0.0254	0.9667	****
12	0.0463	0.0145	0.9811	**
13	0.0402	0.0125	0.9937	*
14	0.0203	0.0063	1.0000	*
Total	3.2029			

### Contribution des lignes

Composante 1							
ID	Nom	Qual.	Masse	Inerte	Coord	Corr	Contrib
1	Ligne1	0.548	0.068	0.042	0.947	0.460	0.101
2	Ligne2	0.316	0.071	0.038	0.731	0.313	0.062
3	Ligne3	0.671	0.071	0.098	-0.108	0.003	0.001
4	Ligne4	0.546	0.071	0.060	1.189	0.517	0.164
5	Ligne5	0.353	0.064	0.058	-0.007	0.000	0.000
6	Ligne6	0.372	0.063	0.118	0.387	0.025	0.015
7	Ligne7	0.464	0.071	0.102	-1.387	0.416	0.223
8	Ligne8	0.091	0.060	0.081	-0.544	0.068	0.029
9	Ligne9	0.268	0.071	0.045	0.669	0.217	0.052
10	Ligne10	0.270	0.071	0.034	0.518	0.175	0.031
11	Ligne11	0.095	0.070	0.050	0.454	0.089	0.024
12	Ligne12	0.334	0.066	0.069	-0.913	0.251	0.091
13	Ligne13	0.231	0.061	0.061	-0.859	0.230	0.074
14	Ligne14	0.064	0.056	0.040	-0.304	0.040	0.009
15	Ligne15	0.250	0.069	0.104	-1.041	0.224	0.123

Composante 2				
ID	Nom	Coord	Corr	Contrib
1	Ligne1	0.415	0.088	0.024
2	Ligne2	-0.074	0.003	0.001
3	Ligne3	-1.721	0.668	0.423
4	Ligne4	0.278	0.028	0.011
5	Ligne5	-1.020	0.353	0.134
6	Ligne6	1.445	0.347	0.265
7	Ligne7	0.469	0.048	0.031
8	Ligne8	-0.318	0.023	0.012
9	Ligne9	0.323	0.051	0.015
10	Ligne10	-0.380	0.095	0.021
11	Ligne11	-0.114	0.006	0.002
12	Ligne12	0.523	0.083	0.037
13	Ligne13	0.072	0.002	0.001
14	Ligne14	-0.236	0.024	0.006
15	Ligne15	0.358	0.026	0.018

## Contributions des colonnes

Composante 1							
ID	Nom	Qual.	Masse	Inerte	Coord	Corr	Contrib
1	Alpla	0.258	0.016	0.052	-1.564	0.226	0.063
2	Av	0.443	0.010	0.008	0.415	0.063	0.003
3	Ad	0.501	0.053	0.045	-0.069	0.002	0.000
4	Aaest	0.723	0.028	0.024	-1.340	0.650	0.081
5	Carla	0.075	0.001	0.003	-0.746	0.073	0.001
6	Chah	0.141	0.004	0.011	-1.058	0.140	0.008
7	Cvit	0.104	0.003	0.008	-0.968	0.101	0.004
8	Cd	0.681	0.145	0.080	1.073	0.651	0.274
9	Cynche	0.147	0.002	0.005	-1.020	0.140	0.004
10	Dc	0.125	0.009	0.014	-0.408	0.034	0.003
11	Esp	0.115	0.014	0.017	0.094	0.002	0.000
12	Em	0.025	0.004	0.008	-0.428	0.025	0.001
13	Erydic	0.157	0.003	0.007	-1.099	0.146	0.006
14	Ehe	0.018	0.008	0.013	-0.000	0.000	0.000
15	Epep	0.051	0.014	0.011	-0.294	0.036	0.002
16	Frag	0.090	0.002	0.005	-0.865	0.090	0.003
17	Iv	0.060	0.044	0.036	0.390	0.059	0.011
18	Jm	0.698	0.141	0.079	-0.037	0.001	0.000
19	Jo	0.265	0.011	0.023	1.329	0.257	0.031
20	Lm	0.537	0.092	0.025	0.683	0.534	0.071
21	Oeu	0.134	0.004	0.008	-0.957	0.130	0.005
22	Oc	0.241	0.068	0.044	-0.702	0.240	0.056
23	Phoed	0.037	0.003	0.009	-0.568	0.032	0.002
24	Pist	0.163	0.018	0.032	-0.933	0.149	0.025
25	Pc	0.050	0.022	0.026	-0.322	0.028	0.004
26	Pcr	0.421	0.008	0.024	-0.412	0.018	0.002
27	Pav	0.144	0.013	0.010	0.531	0.117	0.006
28	Rm	0.384	0.023	0.019	0.628	0.144	0.015
29	Rfr	0.441	0.020	0.031	-1.400	0.402	0.066
30	Shis	0.177	0.023	0.022	-0.585	0.116	0.013
31	Sj	0.360	0.034	0.041	0.728	0.138	0.030
32	Silm	0.519	0.065	0.078	-1.310	0.444	0.183
33	Snig	0.037	0.011	0.026	-0.244	0.007	0.001
34	Tg	0.334	0.039	0.080	0.014	0.000	0.000
35	Tylat	0.066	0.021	0.046	0.610	0.054	0.013
36	Verel	0.121	0.021	0.021	-0.572	0.101	0.011
37	Xsp	0.345	0.004	0.008	0.641	0.059	0.002

Composante 2				
ID	Nom	Coord	Corr	Contrib
1	Alpla	0.592	0.032	0.011
2	Av	1.015	0.380	0.021
3	Ad	-1.159	0.499	0.144
4	Aaest	0.450	0.073	0.011
5	Carla	-0.116	0.002	0.000
6	Chah	-0.079	0.001	0.000
7	Cvit	-0.172	0.003	0.000
8	Cd	0.230	0.030	0.016
9	Cynche	0.228	0.007	0.000
10	Dc	-0.663	0.090	0.008
11	Esp	-0.666	0.113	0.013
12	Em	-0.003	0.000	0.000
13	Erydic	0.298	0.011	0.001
14	Ehe	0.309	0.018	0.001
15	Epep	0.188	0.015	0.001
16	Frag	-0.043	0.000	0.000
17	Iv	0.040	0.001	0.000
18	Jm	-1.115	0.697	0.355
19	Jo	0.228	0.008	0.001
20	Lm	0.054	0.003	0.001
21	Oeu	0.171	0.004	0.000
22	Oc	-0.058	0.002	0.000

23	Phoed	-0.226	0.005	0.000
24	Pist	0.284	0.014	0.003
25	Pc	0.289	0.022	0.004
26	Pcr	-1.929	0.403	0.064
27	Pav	0.255	0.027	0.002
28	Rm	0.814	0.241	0.030
29	Rfr	0.431	0.038	0.008
30	Shis	0.426	0.061	0.009
31	Sj	0.925	0.222	0.059
32	Silm	0.538	0.075	0.038
33	Snig	-0.482	0.029	0.005
34	Tg	1.490	0.334	0.174
35	Tylat	-0.288	0.012	0.004
36	Verel	0.253	0.020	0.003
37	Xsp	1.417	0.287	0.014

## ANNAXE N° 02 : AFC Saison de Printemps (Mois de Mars 2011).

### Analyse du tableau de contingence

Axe	Inertie	Proportion	Cumulé	Histogramme
1	0.6195	0.1488	0.1488	*****
2	0.5408	0.1298	0.2786	*****
3	0.4787	0.1149	0.3935	*****
4	0.4244	0.1019	0.4954	*****
5	0.4149	0.0996	0.5951	*****
6	0.3756	0.0902	0.6853	*****
7	0.2775	0.0666	0.7519	*****
8	0.2623	0.0630	0.8149	*****
9	0.2384	0.0572	0.8721	*****
10	0.1978	0.0475	0.9196	*****
11	0.1462	0.0351	0.9547	*****
12	0.0880	0.0211	0.9758	****
13	0.0610	0.0146	0.9905	**
14	0.0397	0.0095	1.0000	*
Total	4.1647			

### Contribution des lignes

Composante 1							
ID	Nom	Qual.	Masse	Inerte	Coord	Corr	Contrib
1	Ligne1	0.279	0.050	0.090	0.227	0.007	0.004
2	Ligne2	0.102	0.070	0.050	-0.181	0.011	0.004
3	Ligne3	0.665	0.071	0.121	-2.174	0.665	0.541
4	Ligne4	0.263	0.070	0.041	-0.451	0.084	0.023
5	Ligne5	0.089	0.067	0.065	-0.354	0.031	0.014
6	Ligne6	0.558	0.062	0.104	1.039	0.155	0.109
7	Ligne7	0.246	0.068	0.053	-0.806	0.202	0.071
8	Ligne8	0.062	0.071	0.053	-0.106	0.004	0.001
9	Ligne9	0.037	0.067	0.080	-0.093	0.002	0.001
10	Ligne10	0.192	0.065	0.070	0.929	0.192	0.090
11	Ligne11	0.181	0.065	0.028	0.403	0.090	0.017
12	Ligne12	0.129	0.065	0.084	0.750	0.105	0.059
13	Ligne13	0.003	0.067	0.056	0.069	0.001	0.001
14	Ligne14	0.421	0.071	0.052	0.494	0.080	0.028
15	Ligne15	0.418	0.070	0.054	0.577	0.104	0.037

Composante 2				
ID	Nom	Coord	Corr	Contrib
1	Ligne1	-1.434	0.272	0.189
2	Ligne2	-0.517	0.091	0.035
3	Ligne3	-0.039	0.000	0.000
4	Ligne4	0.661	0.179	0.057
5	Ligne5	0.481	0.058	0.029
6	Ligne6	1.675	0.403	0.324
7	Ligne7	0.375	0.044	0.018
8	Ligne8	0.428	0.058	0.024
9	Ligne9	-0.417	0.035	0.022
10	Ligne10	-0.053	0.001	0.000
11	Ligne11	0.405	0.091	0.020
12	Ligne12	0.362	0.024	0.016
13	Ligne13	-0.077	0.002	0.001
14	Ligne14	-1.022	0.342	0.137
15	Ligne15	-1.005	0.315	0.130

## Contributions des colonnes

ID	Nom	Qual.	Masse	Inerte	Composante 1		Contrib
					Coord	Corr	
1	Accho	0.153	0.005	0.010	1.115	0.153	0.010
2	Av	0.093	0.016	0.014	0.482	0.060	0.006
3	Aar	0.010	0.014	0.006	0.073	0.003	0.000
4	Anamo	0.386	0.001	0.002	0.680	0.076	0.001
5	Ariv	0.080	0.004	0.012	0.953	0.063	0.005
6	Armac	0.360	0.006	0.009	0.667	0.068	0.004
7	Ad	0.004	0.021	0.019	-0.058	0.001	0.000
8	Aspac	0.489	0.008	0.023	1.246	0.126	0.020
9	Aaest	0.469	0.023	0.012	0.698	0.233	0.018
10	Carlana	0.342	0.002	0.004	0.663	0.064	0.002
11	Chah	0.256	0.013	0.016	0.636	0.078	0.008
12	Cirmon	0.008	0.004	0.010	0.270	0.007	0.000
13	Cd	0.253	0.062	0.038	-0.799	0.251	0.064
14	Cynche	0.239	0.009	0.006	0.845	0.237	0.010
15	Cyplong	0.386	0.001	0.002	0.680	0.076	0.001
16	Cyplaev	0.341	0.002	0.004	0.698	0.070	0.002
17	Dc	0.334	0.025	0.017	0.200	0.014	0.002
18	Esp	0.056	0.021	0.011	0.354	0.055	0.004
19	Equarve	0.342	0.002	0.004	0.663	0.064	0.002
20	Em	0.021	0.018	0.006	0.016	0.000	0.000
21	Ehe	0.567	0.035	0.023	0.312	0.036	0.006
22	Epep	0.121	0.010	0.008	0.614	0.108	0.006
23	Euppulc	0.342	0.002	0.004	0.663	0.064	0.002
24	Frag	0.073	0.006	0.008	0.303	0.016	0.001
25	Fc	0.291	0.017	0.012	0.542	0.097	0.008
26	Galto	0.170	0.010	0.018	1.037	0.144	0.017
27	Galsixf	0.072	0.004	0.006	0.304	0.014	0.001
28	Gerrober	0.386	0.003	0.004	0.680	0.076	0.002
29	Hedhe	0.342	0.002	0.004	0.663	0.064	0.002
30	Iv	0.007	0.004	0.007	-0.167	0.004	0.000
31	Jm	0.096	0.067	0.047	-0.106	0.004	0.001
32	Lathaphac	0.341	0.002	0.004	0.698	0.070	0.002
33	Linusi	0.107	0.006	0.008	0.339	0.022	0.001
34	Lm	0.177	0.060	0.027	-0.031	0.001	0.000
35	Mercuann	0.386	0.003	0.004	0.680	0.076	0.002
36	Oeu	0.536	0.010	0.018	0.874	0.100	0.012
37	Oc	0.242	0.014	0.014	0.990	0.236	0.022
38	Prh	0.585	0.033	0.098	-2.704	0.585	0.385
39	Pararg	0.019	0.009	0.009	-0.276	0.017	0.001
40	Picr	0.110	0.001	0.002	0.358	0.021	0.000
41	Pist	0.382	0.010	0.009	0.774	0.161	0.010
42	Pc	0.371	0.057	0.072	0.243	0.011	0.005
43	Pcr	0.323	0.004	0.003	0.306	0.023	0.001
44	Pl	0.034	0.008	0.020	-0.162	0.002	0.000
45	Ranacri	0.003	0.004	0.010	0.158	0.003	0.000
46	Rm	0.727	0.032	0.026	-1.570	0.727	0.127
47	Rfr	0.001	0.022	0.035	-0.064	0.001	0.000
48	Ra	0.262	0.045	0.030	-0.631	0.143	0.029
49	Salverb	0.091	0.008	0.007	0.371	0.037	0.002
50	Shis	0.531	0.018	0.013	0.816	0.215	0.019
51	Slae	0.017	0.004	0.010	-0.174	0.003	0.000
52	Sj	0.310	0.089	0.039	-0.569	0.177	0.046
53	Sernua	0.386	0.001	0.002	0.680	0.076	0.001
54	Sherarv	0.352	0.006	0.004	0.723	0.195	0.005
55	Scolor	0.404	0.004	0.005	0.556	0.068	0.002
56	Silm	0.574	0.025	0.035	1.227	0.259	0.060
57	Smasp	0.110	0.001	0.002	0.358	0.021	0.000
58	Snig	0.085	0.005	0.010	0.642	0.052	0.003
59	Ss	0.335	0.010	0.008	0.438	0.059	0.003

60	Tg	0.096	0.045	0.047	0.606	0.083	0.026
61	Tdl	0.056	0.014	0.009	-0.321	0.039	0.002
62	Trifcam	0.386	0.001	0.002	0.680	0.076	0.001
63	Tr	0.195	0.008	0.012	0.714	0.079	0.006
64	Tylat	0.025	0.011	0.033	-0.105	0.001	0.000
65	Verel	0.395	0.015	0.007	0.903	0.395	0.000

### ANNAXE N° 03 : AFC Saison d'Automne (Mois de Novembre 2011).

#### Analyse du tableau de contingence

Axe	Inertie	Proportion	Cumulé	Histogramme
1	0.7388	0.1878	0.1878	*****
2	0.5266	0.1339	0.3217	*****
3	0.4922	0.1251	0.4469	*****
4	0.3562	0.0906	0.5375	*****
5	0.3514	0.0894	0.6268	*****
6	0.3002	0.0763	0.7031	*****
7	0.2456	0.0624	0.7656	*****
8	0.2389	0.0607	0.8263	*****
9	0.1688	0.0429	0.8692	*****
10	0.1448	0.0368	0.9060	*****
11	0.1265	0.0322	0.9382	*****
12	0.1235	0.0314	0.9696	*****
13	0.0871	0.0221	0.9917	***
14	0.0325	0.0083	1.0000	*
Total	3.9330			

#### Contribution des lignes

					Composante 1		
ID	Nom	Qual.	Masse	Inerte	Coord	Corr	Contrib
1	Ligne1	0.565	0.067	0.034	0.273	0.038	0.007
2	Ligne2	0.143	0.067	0.053	0.453	0.066	0.019
3	Ligne3	0.144	0.067	0.065	0.404	0.043	0.015
4	Ligne4	0.443	0.067	0.047	0.330	0.040	0.010
5	Ligne5	0.002	0.067	0.053	0.086	0.002	0.001
6	Ligne6	0.131	0.067	0.082	0.131	0.004	0.002
7	Ligne7	0.038	0.067	0.061	0.369	0.038	0.012
8	Ligne8	0.154	0.067	0.063	-0.456	0.056	0.019
9	Ligne9	0.006	0.067	0.062	-0.081	0.002	0.001
10	Ligne10	0.971	0.067	0.167	-3.085	0.968	0.859
11	Ligne11	0.068	0.067	0.041	0.011	0.000	0.000
12	Ligne12	0.279	0.067	0.051	0.391	0.050	0.014
13	Ligne13	0.284	0.067	0.080	0.506	0.054	0.023
14	Ligne14	0.196	0.067	0.058	0.377	0.042	0.013
15	Ligne15	0.348	0.067	0.082	0.290	0.017	0.008

					Composante 2		
ID	Nom	Coord	Corr	Contrib			
1	Ligne1	-1.022	0.527	0.132			
2	Ligne2	-0.487	0.077	0.030			
3	Ligne3	-0.625	0.102	0.050			
4	Ligne4	-1.052	0.403	0.140			
5	Ligne5	-0.001	0.000	0.000			
6	Ligne6	-0.785	0.127	0.078			
7	Ligne7	-0.004	0.000	0.000			
8	Ligne8	-0.607	0.099	0.047			
9	Ligne9	0.124	0.004	0.002			
10	Ligne10	0.182	0.003	0.004			
11	Ligne11	0.407	0.068	0.021			
12	Ligne12	0.833	0.229	0.088			
13	Ligne13	1.044	0.230	0.138			
14	Ligne14	0.726	0.155	0.067			
15	Ligne15	1.268	0.331	0.204			

#### Contributions des colonnes

Composante 1							
ID	Nom	Qual.	Masse	Inerte	Coord	Corr	Contrib
1	Aar	0.109	0.003	0.012	0.455	0.015	0.001
2	Ad	0.173	0.007	0.024	0.589	0.025	0.003
3	Aaest	0.682	0.033	0.025	0.468	0.076	0.010
4	Belann	0.085	0.003	0.012	0.439	0.014	0.001
5	Belcamp	0.173	0.001	0.005	0.589	0.025	0.001
6	Cartlana	0.226	0.001	0.005	0.338	0.008	0.000
7	Chah	0.103	0.040	0.041	0.017	0.000	0.000
8	Convbl	0.023	0.003	0.012	0.013	0.000	0.000
9	Cd	0.021	0.093	0.056	0.084	0.003	0.001
10	Cynche	0.226	0.001	0.005	0.338	0.008	0.000
11	Dc	0.050	0.027	0.041	0.265	0.012	0.003
12	Esp	0.953	0.040	0.085	-2.825	0.953	0.432
13	Erydic	0.262	0.006	0.017	0.349	0.011	0.001
14	Ehe	0.173	0.003	0.012	0.589	0.025	0.002
15	Epep	0.032	0.005	0.009	0.239	0.007	0.000
16	Iv	0.047	0.050	0.031	0.333	0.046	0.008
17	Jm	0.088	0.073	0.037	0.389	0.075	0.015
18	Lm	0.378	0.087	0.043	0.233	0.028	0.006
19	Oeu	0.051	0.011	0.016	0.386	0.025	0.002
20	Oc	0.469	0.060	0.027	0.376	0.079	0.011
21	Phoedact	0.257	0.005	0.009	0.546	0.038	0.002
22	Phyangus	0.070	0.007	0.024	-0.530	0.020	0.003
23	Pist	0.069	0.025	0.031	0.187	0.007	0.001
24	Pc	0.343	0.053	0.039	0.359	0.045	0.009
25	Pcr	0.075	0.013	0.028	0.460	0.025	0.004
26	Pav	0.795	0.033	0.035	-1.792	0.783	0.145
27	Rm	0.517	0.047	0.034	0.108	0.004	0.001
28	Rfr	0.096	0.030	0.033	0.001	0.000	0.000
29	Shis	0.372	0.033	0.040	0.303	0.020	0.004
30	Sj	0.361	0.080	0.028	0.401	0.115	0.017
31	Silm	0.121	0.019	0.024	0.479	0.046	0.006
32	Snig	0.925	0.007	0.024	-3.590	0.920	0.116
33	Tg	0.110	0.043	0.029	0.275	0.029	0.004
34	Tdl	0.041	0.010	0.019	0.548	0.041	0.004
35	Tylat	0.905	0.017	0.039	-2.869	0.895	0.186
36	Verel	0.225	0.020	0.016	0.179	0.010	0.001
37	Xsp	0.085	0.010	0.036	0.152	0.002	0.000

Composante 2				
ID	Nom	Coord	Corr	Contrib
1	Aar	1.148	0.094	0.008
2	Ad	1.438	0.148	0.026
3	Aaest	1.326	0.606	0.111
4	Belann	1.001	0.072	0.006
5	Belcamp	1.438	0.148	0.005
6	Cartlana	1.748	0.218	0.008
7	Chah	-0.641	0.103	0.031
8	Convbl	0.561	0.023	0.002
9	Cd	-0.207	0.018	0.008
10	Cynche	1.748	0.218	0.008
11	Dc	0.484	0.039	0.012
12	Esp	-0.021	0.000	0.000
13	Erydic	1.665	0.251	0.032
14	Ehe	1.438	0.148	0.013
15	Epep	-0.445	0.025	0.002
16	Iv	-0.050	0.001	0.000
17	Jm	0.161	0.013	0.004
18	Lm	-0.822	0.350	0.111
19	Oeu	-0.391	0.026	0.003
20	Oc	0.832	0.389	0.079
21	Phoedact	1.313	0.219	0.015
22	Phyangus	-0.837	0.050	0.009
23	Pist	0.548	0.062	0.014
24	Pc	-0.925	0.298	0.087
25	Pcr	-0.648	0.050	0.011

26	Pav	0.215	0.011	0.003
27	Rm	-1.204	0.513	0.129
28	Rfr	0.648	0.096	0.024
29	Shis	1.286	0.352	0.105
30	Sj	-0.586	0.246	0.052
31	Silm	0.613	0.075	0.013
32	Snig	0.251	0.005	0.001
33	Tg	0.462	0.081	0.018
34	Tdl	0.032	0.000	0.000
35	Tylat	0.313	0.011	0.003
36	Verel	0.824	0.215	0.026
37	Xsp	-1.082	0.084	0.022