

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère d'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
UNIVERSITE ABOU BEKR BELKAID DE TLEMCEN
Faculté des Sciences de la Nature et sciences de la Terre et de L'univers



Département d'Écologie et Environnement

Laboratoire de Recherche n°13
« Écologie et Gestion des Écosystèmes Naturels »

THESE

Présentée par

Lamia KORSO – BOUABDALLAH

En vue de l'obtention de diplôme

de Doctorat en Sciences

En Ecologie Végétale

Cartographie et suivi du couvert végétal d'un écosystème semi-aride dans l'Ouest algérien, (cas des Ripisylves)

MERZOUK Abdessamad	Pr.	Président	Université de Tlemcen
STAMBOULI – MEZIANE Haciba	Pr.	Directrice de thèse	Université de Tlemcen
HADDOUCHE Driss	Pr.	Examineur	Université de Tlemcen
MEDERBAL Khalladi	Pr.	Examineur	Université de Tiaret
HAMIMED Abderrahmane	Pr.	Examineur	Université de Mascara

Année Universitaire : 2020/2021

REMERCEMENTS

Sont nombreuses les personnes que je souhaiterais remercier après ces années de thèse :

*Je souhaiterais tout d'abord remercier mon Directeur de Thèse **Mohamed BOUAZZA** pour m'avoir donné l'opportunité de travailler sur les Ripisylves et pour son soutien tout le long de cette thèse.*

*Je remercie également Monsieur **MERZOUK Abdessamad**, Professeur de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, de l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen d'avoir accepté de me faire l'honneur de présider ce jury.*

*Je ne remerciais jamais assez ma directrice de thèse **Haciba STAMBOULI-MEZIANE** Professeur de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, de l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen ; pour ses sages critiques et conseils qui ont alimenté ma réflexion autour de cette thèse. Je n'oublierais jamais ses encouragements pour arriver à bout de ce manuscrit.*

*Je remercie également Monsieur **HADDOUCHE Driss**, Professeur de la Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers, de l'Université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen d'avoir accepté d'examiner ce modeste travail.*

*Mes remerciements les plus vifs à Monsieur **MEDERBAL Khalladi** Professeur à l'Université de Tiaret d'avoir accepté d'être examinateur de ce jury.*

*Je tiens à remercier également Monsieur **HAMIMED Abderrahmane** Professeur à l'Université de Mascara d'avoir accepté d'examiner ce travail.*

Pendant ces années de thèse j'ai eu l'opportunité de faire de nombreuses rencontres qui m'ont permis de me former en tant que chercheur, ainsi que de tenir de nombreuses conversations enrichissantes sur la télédétection, les SIG, la géographie, l'écologie ou la botanique. Je ne saurais assez remercier mes collègues et amis de l'Université de Tlemcen : Haciba, Amel, Bachir, Driss, Faïçal, Tawfik, Mourad, Samir, Nasrine, Nadia, Sabiha, Assia, Ikram, Ibtissem, Hamza BOUABDALLAH, Dalila ZERHOUNI, Saïd GHANEM (et tous ceux que j'ai pu oublier).

Je souhaiterais également remercier la grande famille de poliens (Pôle Image) qui ont contribué à rendre cette expérience plus agréable et féconde : Catherine MERING, Milena, Florence, José, Oumar, Romain, Benoit, Julien, Aniss, Mathieu, Ababakar, Ibrahima, Tidiane, Rodrigo, Etienne, Clélia (j'espère n'avoir oublié personne !). Je tenais également à remercier les membres de PRODIG et LADYSS que j'ai côtoyé pendant ses années et qui m'ont aidé à mieux saisir le métier de chercheur : Catherine, Etienne, Clélia, Marianne, Jean Claude, etc.

Je tiens à remercier tous les amis qui ont été un support important pendant la réalisation de cette thèse. Les amis de l'Université de Tlemcen et ceux de l'Université de Paris 7, source inépuisable de bonne humeur, et qui m'ont appris tant et tant de choses.

Je remercie enfin ma famille, ou je puise chaque jour toute ma force et qui ont été présent tout au long de ma vie, sans eux je ne suis rien !!!

العنوان: رسم خرائط ورصد الغطاء النباتي لنظام إيكولوجي شبه قاحل في غرب الجزائر (حالة النباتات التي تتطور على حواف المجاري المائية)

ملخص

الغطاء النباتي الذي يتطور على حافة الوديان البحر الأبيض المتوسط يعاني من أضرار جسيمة وردت على طول وادي، تحت تأثير الأعمال البشرية المنشأ من جميع الأنواع. وهي حاليا في حالات مختلفة من التدهور أو التجديد. بعد إطلاق المياه التي قام بها سد حمام بغارة منذ عام 2011، لوحظ تخضير في السنوات الأخيرة على غالبية المدرجات وخاصة في الجزء السفلي من الطاقنة. ولدراسة هذا التجديد، يجري تحليل للمنطقة بأسرها خلال الفترة من عام 1999 إلى عام 2020 من مؤشر الغطاء النباتي مؤشر النباتات الفرق العادي ومنتجات هطول الأمطار. وتتكون هذه الدراسة أيضا في وصف موكب فلورية من المشاطنة لتسليط الضوء على المجموعات النباتية المختلفة والعوامل الإيكولوجية التي تعمل على تطوير هذا الأخير، وذلك بمساعدة تحليل عامل المراسلات. وتبين الدراسة البيولوجية المناخية إزاحة رأسية وأفقية طفيفة لمواقع كل محطة من المحطات، وبالتالي فإن الغطاء النباتي المحدد هو السائد حسب النوع البيولوجي "النباتات الحولية". وقد سمح لنا تحليل عامل المراسلات التي أجريت بالتمييز بين التجمعات المختلفة.

الكلمات الرئيسية: تلمسان، البحر الأبيض المتوسط، النباتات على حافة الوديان، علم النبات، تردد، الغطاء النباتي، مؤشر النباتات الفرق العادي.

Titre : Cartographie et suivi du couvert végétal d'un écosystème semi-aride dans l'Ouest algérien, (cas des Ripisylves).

Résumé

La Ripisylve Méditerranéenne subit de graves dommages réponsus le long des oueds, sous l'influence d'actions anthropiques de tous ordres. Actuellement, elle se trouve dans divers états de dégradation ou de régénération. Après les lâchées d'eau qui ont été fait par le Barrage de Hammam Boughrara depuis 2011, un reverdissement a été noté ces dernières années sur la majorité des peuplements surtout dans la partie avale de la Tafna. Pour étudier cette régénération, une analyse est réalisée pour l'ensemble de la région durant la période de 1999 – 2020 à partir de l'indice de végétation NDVI et des produits de précipitations. Cette étude consiste aussi à décrire le cortège floristique de la ripisylve, de souligner les différents groupements végétaux et les facteurs écologiques qui agissent sur le développement de ces derniers, et cela à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances. L'étude bioclimatique montre un léger déplacement vertical et horizontal des positions de chacune des stations, et en conséquence la végétation recensée est prédominée par le type biologique « thérophyte ». L'analyse factorielle des correspondances réalisée nous a permis de distinguer différents groupements.

Mots clés : Tlemcen, Méditerranée, Ripisylves, phytosociologie, reverdissement, couvert végétal, NDVI, Cartographie.

Title : Mapping and monitoring of the vegetation cover of a semi-arid ecosystem in western Algeria, (case of ripisylves).

Abstract

The Mediterranean Ripisylve suffers serious damage responded along the wads, under the influence of anthropogenic actions of all kinds. Currently, it is in various states of degradation or regeneration. After the water releases that have been made by the Hammam Boughrara Dam since 2011, a greening has been noted in recent years on the majority of stands especially in the downstream part of the Tafna. To study this regeneration, an analysis is carried out for the entire region during the period from 1999 to 2020 from the NDVI vegetation index and precipitation products. This study also consists in describing the floristic procession of the riparian, to highlight the different plant groups and the ecological factors that act on the development of the latter, and this with the help of the factor analysis of the correspondences. The bioclimatic study shows a slight vertical and horizontal displacement of the positions of each of the stations, and consequently the vegetation identified is predominated by the biological type "therophyte". The factor analysis of the correspondences carried out allowed us to distinguish different groupings.

Keywords : Tlemcen, Mediterranean, Ripisylves, phytosociology, greening, vegetation cover, NDVI, cartography.

<i>Liste des Tableaux</i>	7
INTRODUCTION GENERALE.....	1
CHAPITRE 1 : la Ripisylve Méditerranéenne	5
Etat de l'art de la Ripisylve et des paysages du Bassin Méditerranéen.....	5
Caractère physionomique et fonctionnels :	5
Diversité et caractéristique de la Ripisylve :	8
Les ripisylves méditerranéennes liées aux cours d'eau permanents	9
Les ripisylves méditerranéennes liées aux cours d'eau transitoires	12
Bon usage des Ripisylves	14
La multifonctionnalité des ripisylves	15
Stabilisent les berges des cours d'eau.	15
Les ripisylves contribuent à la clarté de l'eau.	15
Les ripisylves forment des corridors entre systèmes écologiques disjoints.	15
Les ripisylves facilitent le contrôle de l'accès du bétail aux berges des cours d'eau,	15
Les ripisylves sont complémentaires des prairies et des cultures.....	15
Les ripisylves forment des paravents naturels,.....	15
Les ripisylves constituent des pièges à nutriments.....	15
Les ripisylves contribuent à l'augmentation des stocks de poissons.....	16
Essai de synthèse syn-systématique à l'échelle de la Méditerranée occidentale des ripisylves du nord de l'Algérie.....	16
Critères syntaxonomique	16
Critères biogéographiques	16
CHAPITRE 2 : Milieu Physique	18
Présentation générale de la zone d'étude.....	18
Bassin versant de la Tafna.....	18
Géomorphologie et distinction des paysages	21
Géologie et formations superficielles	23
Hydrologie et hydrogéologie.....	25
Eaux souterraines	27
Végétation	29
Conditions Environnementales et Evolution Spatiotemporelle de la Ripisylves du Bassin Méditerranéen.....	30
Changements climatiques et impact sur les écosystèmes Méditerranéen.....	30
Les changements observés	31
Etude du climat du sud Méditerranéen.....	33
Choix de la station de référence	34
Température.....	34
Précipitations.....	34
Précipitations mensuelles et régime saisonnier	38

Table de Matière

L'irrégularité du régime des précipitations dans le temps.....	38
Les Indices Bioclimatiques :	38
L'indice de BAGNOULS et GAUSSEN.....	38
Régime saisonnier	40
Températures moyennes mensuelles	41
Températures moyennes des maxima du mois le plus chaud (M).....	42
Températures moyennes des minima du mois le plus froid (m).....	42
Quotient pluviothermique d'EMBERGER.....	43
Conclusion :.....	45
Méthodologie.....	46
Méthode d'étude.....	46
Zonage écologique	46
Echantillonnage et choix des stations.....	47
L'échantillonnage subjectif.....	47
L'échantillonnage systématique.....	47
L'échantillonnage aléatoire.....	47
L'échantillonnage stratifié	47
Station n°1 : barrage Hammam Boughrara	48
Station n°2 : Aval barrage Hammam Boughrara.....	48
Station n°3 : Hammam Boughrara	48
Station n°4 : Fatmi larbi	48
Station n°5 : Rachgoun.....	49
CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation	50
Diversité et caractérisation des structures de végétation ripisylves.....	50
Introduction	50
Composition floristique de la zone d'étude.....	50
Caractéristiques biologiques.....	52
INDICE DE PERTURBATION.....	55
Indices de diversité.....	56
Introduction	56
Richesse spécifique	56
Indices de diversité et l'Equitabilité :.....	56
Indices de Shannon WALTER	57
Indice de réciprocity de Simpson	58
Indice de MARGALEF	58
Conclusion.....	60
ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES.....	62
Introduction	62
La classification hiérarchique ascendante :.....	63

Table de Matière

Analyse Floristique de la Ripisylve.....	63
Traitement des données et codage.....	63
Statistique appliquées aux données floristiques et interprétation.....	64
Signification écologique des axes	64
Interprétation de l'arbre hiérarchique des espèces.....	68
Signification écologique des facteurs.....	73
CONCLUSION	77
CHAPITRE 4 : Utilisation des séries Temporelle de NDVI des satellites grand champ pour le suivi du couvert végétale.....	79
Etat de l'art méthodologique pour le suivi du couvert végétal.....	79
Analyse de la série temporelle de NDVI sur la région d'étude.....	80
Conclusion :.....	90
CONCLUSION GENERALE et PERSPECTIVES	92
Perspectives.....	94
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	95
ANNEXES	109

Liste des Tableaux

Tableau 1: Les étages bioclimatiques en Algérie. (NEDJRAOUI, 2003).	32
Tableau 2: Données géographiques des stations météorologiques (source Info climat 2020)	34
Tableau 3: Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations	36
Tableau 4: Moyennes mensuelles et annuelles des températures	37
Tableau 5: Coefficient relatif saisonnier de Musset (NP : nouvelle période)	41
Tableau 6: Moyennes des maxima du mois le plus chaud « M » (AP : ancienne période, NP : nouvelle période)	42
Tableau 7: Moyenne des minima du mois le plus froid « m » (AP : ancienne période, NP : nouvelle période)	43
Tableau 8: Quotient pluviothermique D'EMBERGER et de STEWART	44
Tableau 9: types biologiques de la zone d'étude	53
Tableau 10: indices de biodiversité de la zone d'étude	59
Tableau 11: types biologiques du Noyau A	69
Tableau 12: types biologiques du Noyau B	69
Tableau 13: types biologiques du noyau C	70
Tableau 14: types biologiques du Noyau A (relevés)	73
Tableau 15: Types biologiques du Noyau B (relevés)	74
Tableau 16 : Relevés du Noyau B	76
Tableau 17: Types biologiques du Noyau C	76
Tableau 18: Récapitulation des données et des opérations de prétraitement effectuées	80
Tableau 19: Contributions absolues des Taxons pour les trois premiers axes de l'A.F.C	109
Tableau 20: Contributions absolues des Relevés pour les trois premiers axes de l'A.F.C	111

Listes des Figures

Figure 1: Représentation schématique des contacts entre les différentes unités du "complexe riverain" en Afrique du Nord	17
Figure 2: Localisation de la zone d'étude	19
Figure 3: Carte Géomorphologique de la région de Tlemcen	23
Figure 4: Carte Géologique	25
Figure 5: Carte des sols du bassin versant de la Tafna (par ZETTAM 2020)	28
Figure 6: Carte occupation des sols du bassin versant de la Tafna (par ZETTAM 2020)	29
Figure 7: Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN (Ancien et nouvelle Période)	39
Figure 8: Variations saisonnières des précipitations. (AP : ancienne période, NP : nouvelle période)	41
Figure 9: Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (Q2)	45
Figure 10: relevés floristiques de la zone d'étude	51
Figure 11: Pourcentage des familles de la zone d'étude	52
Figure 12: Représentation schématique des différents types biologiques décrits par RAUNKIAER (1934)	53
Figure 13: types biologiques de la zone d'étude	54
Figure 14: comparaison de la richesse spécifique et le nombre totale des espèces	59
Figure 15: les indices de diversité (Simpson ; MARGALEF ; Equitabilité et Shannon)	60
Figure 16: Plan factoriel des espèces de l'axe2/axe1	66
Figure 17: Plan factoriel des espèces de l'axe3/axe1	67
Figure 18: Dendrogramme des espèces de la zone d'étude	68
Figure 19: types biologiques du Noyau A	69
Figure 20: types biologiques du Noyau B	70
Figure 21: types biologiques du Noyau C	72
Figure 22: Dendrogramme des relevés de la zone d'étude	73
Figure 23: Types biologiques du noyau B (relevés)	74
Figure 24: Types biologiques du Noyau B (relevés)	75
Figure 25: les types biologiques du noyau C	77
Figure 26: Evolution des superficies boisées pour les 5 Stations pour les années 2001 et 2014.	89
Figure 27: Histogrammes des fréquences des valeurs du NDVI correspondant aux années 1999 (rouge) et 2020 (bleu)	90

Liste des Photos

Photos 1: Ripisylve dense sur cours d'eau permanent (Oued Tafna).....	10
Photo 2: Formation à base de Tamarix. (Oued Tafna)	14
Photo 3: Embouchure de la Tafna. (Photo 1 prise le 1/11/2017).	20
Photo 4: Embouchure de la Tafna. (Photo 2 prise le 1/11/2017)	21
Photo 5: Terrasse cultivée de la moyenne Tafna.....	24
Photo 6: Roche Basaltique à l'embouchure de la Tafna.....	25
Photos 7: Lâchées faites par le Barrage de Hammam Boughrara	27
Photos 8: les terrasses cultivées.....	27

Liste des cartes

Carte 1: Carte de la Ripisylve et position des 5 Stations.....	81
Carte 2: Carte du NDVI de la moyenne et basse Tafna obtenue à partir de l'image Landsat-7 ETM+ du 16/09/1999.....	82
Carte 3: Carte du NDVI de la moyenne et basse Tafna obtenue à partir de l'image Landsat-7 ETM+ du 01/09/2020.....	83
Carte 4: Carte des changements pour la Station 1	84
Carte 5: Carte des changements pour la Station 2.....	85
Carte 6: Carte des changements pour la Station 3.....	86
Carte 7 : Carte des changements pour la Station 4.....	87
Carte 8: Carte des changements pour la Station 5.....	88

Liste des Images

Image 1: Image Masqué NDVI 1999 Station 1	84
Image 2: Image Masqué NDVI 2020 Station1	84
Image 3: Image masque NDVI 2020 Station 2	85
Image 4: Image masque NDVI 1999Station 2	85
Image 5: Image masque NDVI 2020 Station 3	86
Image 6: Image Masqué NDVI 1999 Station3	86
Image 8: Image masque NDVI 1999 Station 4	87
Image 7: Image masque NDVI 2020 Station 4	87
Image 9: Image Masqué NDVI 2020 Station 5.....	88
Image 10: Image masque NDVI 1999 Station 5	88

INTRODUCTION GENERALE

Les données d'observation et de suivi des forêts indiquent une tendance à l'augmentation des dépérissements forestiers (ALLEN et *al.* 2010). Si on admet aujourd'hui l'influence des périodes sèches de ces dernières décennies sur la vitalité des forêts (EGGERS et *al.* 2008 ; LINDNER et *al.* 2010), on peut craindre une aggravation de la situation en lien avec la poursuite annoncée du réchauffement climatique.

Depuis l'aube de la civilisation, les peuples Méditerranéen vivent en étroit contact avec les zones humides dont ils utilisent les ressources naturelles et autres richesses, et dont ils gèrent l'eau selon des moyens variés. Cette relation étroite et ancienne a présidé à l'évolution de liens et de structures culturels solides née des dynamiques sociales de chaque siècle. L'eau et les zones humides dictent depuis longtemps le mode de vie des peuples de la Méditerranée. Le fond des vallées, fertile, ainsi que les pentes bien exposées ont abrité une agriculture intensive, tandis que le pastoralisme transhumant a utilisé les immenses prairies des estives.

Le maintien de la végétation riveraine est relié à des conditions particulières d'hydrologie (interaction rivière-nappe phréatique), la pédologie (dépôt des sédiments fins par les crues, présence des bancs de galets), et la géomorphologie (dynamique naturelle du cours d'eau et modification de son tracé avec le temps CONCHOU and FUSTEC, 1988 ; NANSON and BEACH, 1977).

Les espèces de la ripisylve sont inféodées aux milieux bien alimentés en eau et sont présentes directement au bord des cours d'eau. La pression anthropique reste la première menace des forêts riveraines, sous forme d'une utilisation irrationnelle de la source en eau par le biais de pompage excessifs en période sèche et l'utilisation de cultures spéculatives et l'extension des terrains agricoles au détriment de formations naturelles qui renferment une grande diversité biologique (BENSETTITI, 1995).

La répartition des types de Forêts et des espèces forestières est déterminée par les facteurs climatiques. A l'intérieur des grandes régions climatiques, la répartition des espèces forestières est sous la dépendance de facteurs édaphiques et topographiques incluant aussi des aspects microclimatiques (ASSENAC & GUEHL, 1994).

Au début des années 1990, différentes études ont montré que le climat, en liaison avec les conditions stationnels et la sylviculture, jouait un rôle central dans l'état sanitaire et la vitalité des peuplements forestiers dans de nombreuses régions (BECKER et *al.* 1989 ; BERT,

1993 ; GANDOLFO et TESSIER, 1994). Dans le contexte du réchauffement climatique et notamment des effets potentiels des vagues de chaleurs observées récemment, la question de la sensibilité des essences et leurs adaptations en réponse à ces modifications environnementales est devenue une question majeure de la communauté scientifique forestière internationale. Une meilleure connaissance des seuils de réponse des essences forestières au climat moyen mais également aux extrêmes, en liaison avec les conditions locale de croissance, devrait permettre de guider le gestionnaire dans les futurs choix des espèces à favoriser selon les contextes locaux.

Puisque c'est dans les zones de transition que la végétation est la plus sensible au climat, c'est donc à priori dans ces zones là que l'impact des variations climatiques devrait être le plus important (SCHNEIEDER & SARUKHAN 2001). La région méditerranéenne qui est un espace de transition entre climat tempéré et climat tropical constitue donc une zone d'étude privilégiée (MEDAIL & QUEZEL, 2003). Le climat méditerranéen est caractérisé par une répartition inégale des précipitations au cours de l'année avec une période de sécheresse estivale plus ou moins importante qui représente la principale contrainte pour la végétation (DAGET, 1977).

Le fonctionnement de la végétation est influencé à la fois par le climat et la composition chimique de l'atmosphère d'une part, et influence également fortement ces derniers en retour. La couverture végétale affecte les variables météorologiques comme la température, l'humidité de l'air, l'albédo, etc... (GUYOT, 1997). La végétation piège également le dioxyde carbone présent dans l'atmosphère sous forme de composés organiques lors de la photosynthèse (LARCHER, 1995).

Les données climatiques prélevées dans le pourtour méditerranéen durant le 20^{ème} siècle indiquent un réchauffement durant ce siècle estimé à plus de 1°C avec une tendance accentuée pour les 40 dernières années. Ces données montrent aussi une augmentation de la fréquence des sécheresses et des inondations. Ainsi on est passé d'une sécheresse tous les 10 ans au début du siècle, à cinq voir six années de sécheresses en dix ans actuellement (AGOUMI, 2005).

Les climatologues distinguent trois types de sécheresses (LEBOURJEOIS, 2005), la sécheresse absolue se réfère généralement au climat et correspond à une période prolongée durant laquelle aucune précipitation mesurable n'est tombé « notion d'aridité ». La sécheresse hydrologique correspond à une période pendant laquelle les nappes phréatiques et le débit des cours d'eau sont affectés. La sécheresse édaphique se réfère au sol et aux effets sur les êtres vivants. Elle correspond aux conditions pour lesquelles la hauteur et la distribution des pluies, les réserves en eau du sol et les pertes par évapotranspiration provoquent en conjuguant leurs

effets, un dysfonctionnement. Ce concept de sécheresse implique donc un effet négatif, et dans le cas des végétaux, on parlera généralement de « stress hydrique », et la perte de rendement, de vitalité et de réduction de croissance, voire la mortalité.

La sécheresse, en combinaison avec divers facteurs aggravant comme les fortes températures et le vent, constitue un facteur décisif pour la vie des végétaux en général et des arbres en particulier. Le fonctionnement physiologique de l'arbre est fréquemment perturbé par des déficits hydriques limités, mais ce sont les épisodes secs de longues durées qui entraînent le dépérissement et finalement la mort des arbres (AUSSENAC & GUEHL, 1994).

Algérie, les ripisylves se présentent sous forme de longues galeries sur berges des oueds et ruisseaux à basse altitude, surtout en plaine ou se maintient l'essentiel des vestiges de ce type de formation. Elles sont surtout dominées par le Tamarix (*Tamarix africana*) et le peuplier blanc (*Populus alba L.*) et souvent en concurrence avec l'agriculture, principale activité sur terrasses fertiles.

Dans la région de Tlemcen, la ripisylve pousse naturellement le long des principaux cours d'eau en formant d'importants peuplements. Mais actuellement, dans cette partie de l'Algérie certains peuplements subissent des agressions diverses qui les affaiblissent, voire entraînent ces arbres dans un processus de dépérissement ou provoquent directement leurs mort. Parmi les facteurs responsables, on distingue classiquement les phénomènes climatiques exceptionnels, tels que sécheresses majeures, les chaleurs extrêmes, des processus faisant intervenir des agents biologiques. La plupart de nos cours d'eau jouent un rôle de réceptacle et de transport des différents affluents, que ce soit urbains, industriels (métaux lourds) ou agricoles.

Afin de mieux comprendre ces phénomènes, la première phase de l'étude consiste à traiter dans un premier temps l'état de l'art de la Ripisylve Méditerranéenne qui souffre depuis déjà quelques décennies d'une baisse sensible en apports pluviométriques de 270 à 640 mm par an. Cette sécheresse latente c'est traduite par l'assèchement des sources, une activité ralentie des cours d'eau et le rabaissement du niveau piézométrique (GHENIM, 2008).

La deuxième phase, consiste en une présentation générale de la zone d'étude caractéristiques abiotiques (géographie ; géologie, pédologie et climatologie) et biotiques (végétation) de la zone d'étude, suivie d'une évolution spatiotemporelle de la Ripisylve et enfin une méthode d'étude,(zonage et choix des stations).

La troisième phase de cette étude est consacrée à une analyse de la végétation ou nous utiliserons des méthodes d'analyse multivariées permettant de préciser la structuration

phytoécologique de la ripisylve qui sera affinée par l'analyse floristique.

La quatrième phase consiste en une analyse diachronique de la végétation et calculer le NDVI grâce aux images Landsat puis constater l'évolution ou la régression de la ripisylve dans la moyenne et basse Tafna.

CHAPITRE 1 : la Ripisylve Méditerranéenne

Etat de l'art de la Ripisylve et des paysages du Bassin Méditerranéen

Sous le terme Ripisylve, synonyme de forêt riveraine, il convient d'envisager les formations arborées et arbustives, denses ou éparées, liées en grande partie tant du point de vue écologique que physiologique, à la présence d'un cours d'eau permanent ou temporaire, cette distinction étant fondamentale en région méditerranéenne.

En région méditerranéenne, les ripisylves constituent un ensemble physiologique très particulier et encore mal connu du point de vue typologie et surtout dynamique, en particulier en méditerranée orientale. Elle représente des structures de végétation au moins en partie azonales (QUEZEL et MEDAIL, 2003).

Les forêts alluviales liés à la persistance d'une zone d'inondation en dehors du lit mineur représentent par contre un cas de figure spécial, et se caractérisent par une forte richesse spécifique en ligneux et une grande complexité structurale ; ces forêts sont exceptionnelles en région méditerranéenne, même si le cortège floristique global reste le même (QUEZEL et MEDAIL, 2003). Par contre les cours d'eau temporaires, bien connus sous le nom d'Oued ou de Wadi au sud de la méditerranée, déterminent des structures de végétations très particulières et sont extrêmement répandues au Maghreb et au Proche-Orient, mais aussi au sud de l'Espagne, de l'Italie, de la Grèce et dans les îles méditerranéennes (LAVAGNE & MOUTTE, 1971 ; LOISEL, 1976).

Caractère physiologique et fonctionnels :

Les corridors fluviaux ou riverains représentent des éléments essentiels dans la structuration du paysage (NAIMAN & DÉCAMPS, 1997), l'eau constituant le moteur de la dynamique des systèmes aquatiques (hydro systèmes) par le biais des perturbations (crues et assecs) qui sont particulièrement prononcées sous climat méditerranéen. Actuellement, les hydro systèmes ne sont plus considérés comme des systèmes homéostatiques montrant des conditions d'équilibre mais plutôt comme des écosystèmes hautement dynamiques et ouverts (WARD et al, 2002), parcourus par des flux de nature stochastique, notamment en région méditerranéenne. Il importe ainsi de considérer la continuité amont-aval des processus physiques et biologiques, mais aussi les liens fonctionnels entre la zone terrestre de la ripisylve et le cours d'eau, aspects mis en exergue dans le concept de continuum fluvial (VANNOTE et al. 1980). En effet, la dynamique fluviale - et tout particulièrement les expansions/contractions des surfaces périodiquement en

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

eau - constitue la première force assurant le maintien des connectivités biologiques au sein des rivières alluviales tempérées (WARD et *al.* 2002), bien que ce phénomène semble plus discret en région méditerranéenne.

Véritables interfaces entre écosystèmes terrestres et aquatiques, le fonctionnement et le maintien des ripisylves dépendent de processus spatio-temporels complexes, sources de puissantes originalités biologiques mais aussi de fragilité. Il est possible de subdiviser un cours d'eau en divers secteurs fonctionnels, définis comme des sous-systèmes de l'hydro système global, chacun étant caractérisé par une dynamique fluviale propre sous la dépendance des contraintes structurales, de la pente, du régime hydrique (fréquence et durée d'inondation), de l'humidité et oxygénation du sol, et de la charge alluviale transportée (AMOROS & PETTS, 1993 ; WARD et *al.*, 2002). Ainsi les divers secteurs fonctionnels vont pouvoir abriter des types de formations végétales aux structures et dynamiques variées, formant une mosaïque complexe en raison des profonds gradients climatiques, édaphiques, et de perturbations qui s'exercent à des échelles spatiales réduites. La physionomie générale des ripisylves est fondamentalement liée aux critères géomorphologiques et au régime local des perturbations hydrauliques naturelles, et on peut de la sorte distinguer :

- une végétation surtout arbustive installée préférentiellement au niveau du lit mineur, sur cailloux roulés ; relativement instable et clairsemée puisque subissant des événements réguliers de perturbation, elle est essentiellement constituée par des représentants du genre *Salix*, au moins au nord de la Méditerranée, voire *Hippophaë* et *Myricaria* en zone préalpine, ou *Tamarix* au sud ; une végétation surtout arborée liée au lit majeur, plus spécialement aux banquettes alluviales située en limite du lit mineur, et subissant moins les effets des perturbations hydrauliques. Cette végétation le plus souvent assimilable à une forêt galerie, représente l'aspect essentiel des ripisylves à base de *Populus*, *Alnus*, *Fraxinus*, *Ulmus*, *Platanus*..., mais elle reste toutefois inféodée aux cours d'eau permanents ou sub-permanents ; elle fait défaut - du moins sous sa forme typique - dans les systèmes de type oued, où un inféoflux plus ou moins important et profond persiste cependant tout au long de l'année. Du point de vue écologique, les forêts riveraines constituent des systèmes de type azonal, qui échappent presque totalement aux conditions climatiques générales méditerranéennes. En effet, la permanence de l'eau tout au long de l'année représente le facteur majeur, puisqu'elle permet à la végétation de prospérer durant la saison chaude et théoriquement sèche, caractéristique du climat méditerranéen.

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

Le stress hydrique estival méditerranéen fait donc défaut ou est à peine présent dans les cours d'eau intermittents en raison de la persistance d'un inféroflux. Le second critère majeur est d'ordre thermique, puisque les ripisylves représentent en région méditerranéenne, des écosystèmes où les températures sont fortement tamponnées tout au long de l'année ; les maxima estivaux sont en particulier fortement atténués en raison de la présence au sol ou dans le sol d'eau froide ou au moins fraîche. L'évapotranspiration, intense, contribue elle aussi à tamponner les maxima thermique, de même que le faible ensoleillement qui est de règle dans les ripisylves en bon état. Il s'agit là d'un ensemble de facteurs écologiques qui tendent à atténuer - voire à supprimer – le caractère méditerranéen de ces habitats. Enfin, la richesse en matières organiques, aussi bien dans l'eau que dans les sols, contribue à constituer des substrats alluviaux très favorables au développement de la vie végétale en particulier. Comme dans les régions tempérées, les ripisylves en région méditerranéenne se caractérisent par un cycle de végétation rapide, beaucoup plus rapide que celui des écosystèmes forestiers à base de conifères et surtout de feuillus. En effet, la croissance des essences constitutives majeures (peupliers, frênes, aulnes etc.) s'effectue sur des pas de temps qui n'excèdent pas 20 à 30 ans tant pour la croissance en hauteur qu'en diamètre. Ce caractère a été pleinement utilisé par les producteurs de bois qui ont bien souvent choisi ces arbres et le peuplier noir plus que les autres, pour la production industrielle de bois. De la sorte, la biomasse produite aussi bien par les arbres que par l'écosystème dans son ensemble est considérable ; signalons par exemple pour les arbres, des productivités pouvant atteindre 20 à 30 m³/ha/an en situation naturelle. Ces avantages ne sont pas sans inconvénients puisque, en raison de leur situation, les ripisylves sont par définition des écosystèmes instables, fragiles en particulier lors des crues qui peuvent faire là des ravages catastrophiques, en brisant ou en arrachant arbres et arbustes. Ces impacts sont d'autant plus prononcés qu'en raison de la rapidité de leur croissance les bois sont cassants et peu résistants. Pour toutes ces raisons, les ripisylves constituent le plus souvent des écosystèmes jeunes et dynamiques ; les structures anciennes ayant plus de cinquante ans sont rares, hormis sur les terrasses épargnées des crues ou dans les plaines alluviales. Les fonctions écologiques globales de ces ripisylves sont multiples, et peuvent être résumées comme suit :

- Constitution d'écosystèmes complexes et très diversifiés,
- Apport trophique capital pour le développement et le maintien de l'ensemble de l'hydro système,

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

- Rôle des racines en tant qu'élément antiérosif des berges, en limitant les phénomènes d'affouillement et d'effondrement,
- Elément majeur de prévention des inondations,
- Véritable “ filtre anti-pollution ”, aussi bien pour les composés chimiques adsorbés aux sédiments que pour les polluants dissous dans l'eau,
- Rôle de corridor biologique facilitant les flux d'espèces forestières. Les ripisylves constituent donc de véritables zones tampons et des oasis de diversité, mais leurs efficacités biologiques et fonctionnelles seront d'autant plus fortes que la matrice paysagère du bassin versant sera gérée de façon correcte (DÉCAMPS & DÉCAMPS, 2002).

Diversité et caractéristique de la Ripisylve :

La diversité floristique des ripisylves est fondamentalement liée aux critères géomorphologiques et au régime local des perturbations hydrauliques naturelles. En région méditerranéenne surtout orientale, l'analyse des structures de la végétation ripisylve reste encore mal connue. Seuls quelques pays ou régions ont fait l'objet de travaux ; c'est le cas en France méditerranéenne, sont à citer, les travaux de BRAUN – BLANQUET et al. (1952), de TCHOU (1948 – 1949) en bas Languedoc, LOISEL (1976, 1983), La PRAZ (1948) et VARESE (1994) pour le sud – Est de la France, et en Corse ceux de DIERSCHKE (1975) et GAMISANS (1991). Pour l'Espagne (ALCAZAR – ARRIDA et al. 1987) ; RIVAS-MARTINEZ et al. ,2001), l'Italie et la Sicile (BRULLO & SPAMPINATO, 1990) ; PIGNATTI, 1998), mais aussi l'Algérie et le bassin méditerranéen occidental dans son ensemble (BENSETTITI & LACOSTE, 1999). Partout ailleurs, les données restent éparses et fragmentaires, voire totalement absentes. Sans entrer dans une démarche typologique encore assez imprécise, il est toutefois possible d'au moins distinguer un certain nombre de groupements végétaux correspondant aux principaux types de ripisylves méditerranéennes.

Les formations du lit mineur à *Salix (Salicetea purpureae)* sont représentées en région méditerranéenne par des structures à *Salix alba (Salicion albae)*, à *S. triandra* et *S. viminalis (Salicion triandrae)*, à *S. salviifolia (Salicion salviifoliae)* et *S. pedicellata (Salicion pedicellatae)* (BENSETTITI & LACOSTE, 1999 ; RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* 2001). En France méditerranéenne et subméditerranéenne, le groupement à *Saponaria officinalis* et *Salix purpurea* a été décrit des Cévennes et des Causses par TCHOU (1948- 1949) ; il est présent également en zone préalpine où s'observent également des formations à *Salix triandra* et *S. viminalis*. En zone préalpine, mais aussi dans le lit des rivières importantes (Durance, Verdon)

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

existent des structures à base de *Hippophaë rhamnoides*, *Myricaria germanica*, *Salix elaeagnos* et *S. daphnoides* (Gallois- Montbrun, 1986 ; Varese, 1994). Dans la péninsule ibérique, de très nombreuses communautés ripicoles ont été décrites, notamment en région méditerranéenne, à base de *Salix pedicellata*, *S. fragilis*, *S. eleagnos*, *S. salviifolia* et *S. purpurea* var. *lambertiana* (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.*, 2001). En Afrique du Nord, *Salix pedicellata* structure localement des groupements pauvres en espèces, alors que *S. amplexicaulis* joue un rôle comparable dans le sud des Balkans.

Les ripisylves méditerranéennes liées aux cours d'eau permanents

Elles s'organisent essentiellement autour de *Populus alba*, et de diverses espèces d'aulnes, de frênes, d'ormes, et de *Platanus orientalis* en Méditerranée orientale (**photo 1**). Parfois considérées comme une classe particulière (*Salici purpureae-Populetea nigrae*) (RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* 2001), les ripisylves liées à des cours d'eaux permanent, au sens où elles sont interprétées ici, s'intègrent dans les formations à chênes et hêtre (*Quercus-Fagetea*), ce qui souligne leurs affinités avec les formations forestières de type eurasiatique à base d'essences caducifoliées. L'ensemble des forêts galeries, forêts alluviales incluses, s'organise en région méditerranéenne autour de structures à *Populus alba* (*Populetales albae*) ; elles regroupent les ripisylves à aulne et ormeau (*Alnion incanae*) de type montagnard et submontagnard, l'*Osmondo-Alnion glutinosae* qui réunit plutôt les aulnaies méditerranéennes atlantiques, le *Saponario-Populion albae* qui définit les populaies nord- méditerranéennes et le *Clematido cirrhosae-Populion albae* relatif aux populaies d'Afrique du Nord (BENSETTITI & LACOSTE, 1999). Enfin, en Méditerranée centro-orientale, les formations à *Platanus orientalis* définissent plusieurs formations originales qui s'intègrent au *Platanion orientalis* (KARPATI & KARPATI, 1961 ; BARBAGALLO *et al.* 1979). Les ripisylves à base de *Populus alba* jouent un rôle important sur tout le pourtour méditerranéen, jusque sur les marges sahariennes. Elles s'inscrivent dans de nombreux groupements ou associations présents dans toute la région méditerranéenne nord-occidentale : l'ass. à *Populus alba* (*Populetum albae* Br.-Bl. 1931 ex) et l'ass. plus méridionale à *Rubus caesius* et *Populus alba* Br.-Bl. et Bolòs 1957 ; *Populus nigra* et *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* sont généralement présents, ainsi que divers saules.

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne



Photos 1: Ripisylve dense sur cours d'eau permanent (Oued Tafna)

Les Aulnes structurent également divers groupements en région méditerranéenne, mais en ambiance nettement plus fraîche que le peuplier blanc. De nombreux groupements ont été décrits, notamment en Espagne (RIVAS-MARTINEZ *et al.*, 1994), en Sicile et en Italie continentale (BRULLO & SPAMPINATO, 1990), dans le Rif (BARBERO *et al.* 1981b), et au Proche-Orient où *Alnus orientalis* devient dominant (ABI SALEH, 1978). *Alnus glutinosa* est de très loin l'espèce la plus fréquente, en particulier au niveau de l'ass à *Alnus glutinosa* et *Fraxinus angustifolia* subsp. *oxycarpa* très répandue sur les marges des plaines méditerranéennes (TCHOU, 1948-1949), mais aussi l'ass. à *Alnus glutinosa* et *Tillia cordata* des Maures et de l'Estérel (LOISEL, 1976, 1983). En Corse, *Alnus cordata* s'associe souvent à *A. glutinosa* : ass. à *Hypericum hyrcinum* et *Alnus cordata* (LITARD. 1938) GAMISANS 1976, à *Eupatorium corsicum* et *Alnus glutinosa* Dierschke 1975, mais aussi dans l'Apennin : ass. à *Asperula taurina* et *Alnus cordata* Bonin 1978. Sur le littoral algérien centrooriental, l'aulne glutineux est bien présent (ass. à *Rubus caesius* et *Alnus glutinosa* Bensettiti 1999), et s'associe à *Campanula alata* pour former de remarquables formations relictées en limite sud d'aire de répartition, en particulier dans la région d'El Kala (BENSETTITI, 1992 ; GÉHU *et al.* 1994). *Alnus incana* peut apparaître, souvent associé à *A. glutinosa*, sur les marges alpiennes (MOOR, 1958). En Corse, les formations endémiques à *Alnus viridis* subsp. *suaveolens*, représentent un aspect très particulier des ripisylves et sont en fait plus proches des *Betulo-Adenostyletea* (GAMISANS, 1991). Elles offrent un riche cortège floristique, mais appartiennent à des structures de végétation médio européennes, de type montagnard ou subalpin. Frênes et ormeaux, presque toujours présents dans les ripisylves, arrivent à jouer localement un rôle prépondérant, c'est le cas notamment en Corse (ass. à

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

Fraxinus angustifolia subsp. *oxycarpa* et *Ulmus minor* Gamisans 1991), mais surtout en zone continentale de la péninsule ibérique (ass. A *Arum italicum* et *Ulmus minor* Rivas-Martínez ex Lopez 1976). Au Liban, des vestiges de formations marécageuses alluviales à *Fraxinus syriaca* et *Salix libani* avaient pu encore être étudiés par ABI SALEH (1978) dans la plaine de la Békaa. Les ripisylves à *Platanus orientalis* se rencontrent sur les berges des cours d'eau permanents ou transitoires et dans les vallons humides depuis l'Italie méridionale jusqu'en Iran et Irak. KARPATI et KARPATI (1961) avaient établi un premier bilan des groupements végétaux de cet habitat particulier (*Platanion orientalis*) que plusieurs études ultérieures ont affiné, notamment en Sicile où l'espèce se rencontre dans les vallons encaissés des monts Iblei (Cf. Figure 1), sur calcaires, mais aussi sur le versant sud-oriental des Nébroides et des monts Peloritani, en terrain métamorphique (BARBAGALLO *et al.*, 1979 ; BRULLO & SPAMPINATO, 1990). Espèce azonale, le platane d'Orient possède une amplitude écologique assez vaste, et les ripisylves qu'il individualise existent sous des conditions climatiques variées (précipitations annuelles situées entre 195 et 1270 mm) et à une altitude comprise entre 0 et 1500 m, c'est-à-dire depuis le thermo méditerranéen jusqu'au montagnard- méditerranéen (QUÉZEL & MÉDAIL, 2003). Il faut enfin signaler l'originale communauté à *Laurus nobilis* et *Celtis australis* BENSETTITI 1999 présente sur l'Atlas tellien en Algérie et caractérisée par *Acanthus mollis*, *Ruscus hypoglossum*, *Aristolochia sempervirens* et *Iris foetidissima* (BENSETTITI & LACOSTE, 1999) ; il est possible d'y rattacher une formation voisine, mais appauvrie, présente dans certains vallons chauds et humides du sud-est de la France (Var et Alpes Maritimes) où le laurier et le micocoulier sont localement dominants (BARBERO & LOISEL, 1983). Quelques autres types de ripisylves, très localisées mais d'un grand intérêt biogéographique, sont encore à signaler en région méditerranéenne. Citons en particulier :

- les ripisylves ou plutôt les forêts hygromésophiles à tilleuls et érables (*Tilio- Acerion*), plus européennes que méditerranéennes, avec :

(1) *Ostrya carpinifolia* notamment dans les Alpes maritimes (ass. A *Melica uniflora* et *Ostrya carpinifolia* Lapraz 1984),

(2) *Carpinus betulus* (*Carpinion*) dans les massifs provençaux du Tanneron et de l'Estérel (BARBERO & LOISEL, 1970),

(3) à noisetier : groupement à *Galanthus nivalis* et *Corylus avellana* (QUÉZEL & GRANEL DE SOLIGNAC, 1953) dans les Causses ;

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

- les ripisylves, mais aussi les forêts alluviales résiduelles à *Liquidambar orientalis* sont strictement localisées en Anatolie sud occidentale, où deux communautés au moins peuvent être individualisées (AKMAN *et al.* 1993) ;
- les ripisylves à *Rhododendron ponticum* présentes sur substrats siliceux au Liban (ABI-SALEH, 1978) et dans le sud de la péninsule ibérique (ass. à *Frangula alnus* subsp. *baetica* et *Rhododendrum ponticum* subsp. *baeticum*) ;
- les ripisylves à *Prunus lusitanica* et *Betula pubescens* subsp. *Fontqueri* du Rif : ass. A *Polystichum setiferum* et *Prunus lusitanica* (BARBERO *et al.* 1981) ;
- les ripisylves à *Juglans regia* du Haut- Atlas marocain, arbre dont l'indigénat est douteux en Afrique du Nord.

Citons enfin le cas des rares forêts alluviales présentes en région méditerranéenne et notamment en France, surtout sur les berges et les zones d'inondation des grands fleuves, et qui restent encore mal connues. Sur les rives du Rhône inférieur, la formation à *Ulmus* et *Fraxinus excelsior*, représente un vestige altéré d'une végétation typiquement européenne où *Quercus pedunculata* est encore présent.

Les ripisylves méditerranéennes liées aux cours d'eau transitoires

Infiniment moins variées que les précédentes, elles apparaissent essentiellement en Méditerranée du sud, au niveau des systèmes hydrographiques à régime intermittent de type oued, mais elles existent toutefois à l'état fragmentaire en Méditerranée septentrionale. Essentiellement liées, du point de vue bioclimatique, à l'étage thermo méditerranéen, elles constituent une végétation pauvre où les espèces significatives sont généralement réduites à quelques unités et s'associent à un cortège banal d'espèces hygrophiles. Les arbres sont exceptionnels, et il s'agit en général plutôt de fourrés ne dépassant pas quelques mètres de hauteur. Ces ripisylves liées aux cours d'eau temporaires sont intégrées dans une classe particulière et essentiellement méditerranéenne (*Nerio-Tamaricetea*), définie par le laurier rose et divers tamaris. Ce type de formations joue un rôle pionnier semblable à celui des formations à saules (*Salicetea purpureae*), plus septentrionales (BENSETTITI & LACOSTE, 1999).

Les fourrés à laurier rose - les nériaies - (*Rubus ulmifolii-Nerion oleandri*) existent sur la majeure partie de la région méditerranéenne et s'intègrent dans l'ass à *Rubus inermis* et *Nerium oleander* O de Bolòs 1956 ; un faciès à *Vitex agnus-castus* existe aussi assez

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

fréquemment. D'autres groupements sont connus en Espagne (RIVASMARTÍNEZ *et al.* 2001) et surtout en Afrique du Nord où ils n'ont pas été encore clairement analysés (BENSETTITI & LACOSTE, 1999). Les formations à base de tamaris sont relativement plus complexes et sont intégrées dans des unités distinctes (PHOTO 2), puisque suivant qu'elles sont liées à l'eau douce ou aux eaux saumâtres, les communautés varient : ces fourrés se composent (a) de *Tamarix africana* et *T. gallica* (*Tamaricion africanae*) pour les tamaricaies halophiles, (b) de *Tamarix canariensis*, *T. boveana*, ou *T. balansae* pour les tamaricaies sub-halophiles (*Tamaricion boveano-canariensis*). En France méditerranéenne et plus spécialement en Corse, GAMISANS (1991) a défini divers groupements s'organisant autour de *T. africana* ; le *Tamaricetum gallicae* Br.-Bl. et O Bolòs 1958 est également bien en Méditerranée septentrionale. Les tamaricaies halophiles sont bien présentes en Espagne et au sud de la Méditerranée où divers groupements ont été définis (RIVASMARTÍNEZ *et al.* 2001). Le taux de salinité des sols constitue d'ailleurs un facteur prépondérant dans la distribution de la végétation riveraine en bioclimats semi-aride et aride comme l'ont bien montré SALINAS *et al.* (2000) dans le bassin de l'Andarax où *Tamarix canariensis* laisse progressivement la place à *T. africana* quand la salinité augmente. Certains autres types de végétation peuvent également être rattachés à cet ensemble, notamment les formations à *Securinea buxifolia* en Espagne occidentale, à *Phoenix theophrasti* présent sur le littoral de la Crète et du sud-est de la Turquie, et à *Phoenix dactylifera* en Afrique du Nord présaharienne. *Populus euphratica*, espèce essentiellement irano-touranienne, apparaît très épisodiquement en région méditerranéenne, notamment au Maroc oriental, dans la vallée de la Moulouya et de l'oued Ziz, et aussi depuis le Jourdain jusque dans la plaine de la Békaa au Liban.



Photo 2: Formation à base de Tamarix. (Oued Tafna)

Bon usage des Ripisylves

Les ripisylves correspondent aux formations boisées qui longent les cours d'eau sur l'ensemble des réseaux hydrographiques.

Elles comprennent des formations caractérisées, entre autres essences, par des saules, des aulnes, des peupliers, des frênes. Ces formations s'organisent dans l'espace et dans le temps en fonction de la nature des sols riverains, de leur topographie et des événements hydrologiques.

La popularité croissante des ripisylves en matière d'aménagement tient surtout au rôle épurateur qu'on leur prête le long des rivières. D'où des tentatives de plus en plus fréquentes de restauration dans le but de faire jouer une sorte d'effet tampon vis à vis des apports diffus d'engrais azotés et phosphatés en provenance des terres agricoles.

Cependant, un usage trop exclusif de cet effet tampon peut conduire à négliger la propriété essentielle des ripisylves, leur « multifonctionnalité ». Or, une gestion durable des ripisylves ne peut que s'appuyer sur cette propriété dans un souci de gestion intégrée et participative des bords de rivières. En quoi consiste la multifonctionnalité des ripisylves ? Quelle dynamique écologique implique-t-elle ? Quelles pratiques d'entretien ? Ces questions sont tour à tour évoquées pour esquisser les fondements d'un bon usage des ripisylves.

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

La multifonctionnalité des ripisylves

Stabilisent les berges des cours d'eau.

Le déboisement des zones riveraines augmente en effet le ruissellement de surface et, par suite, accélère l'érosion des terres. Inversement, la présence d'arbres à enracinement profond stabilise les berges, protégeant les sols riverains contre l'érosion superficielle et augmentant leur résistance aux affouillements.

Les ripisylves contribuent à la clarté de l'eau.

La présence de boisements riverains réduit la quantité de sédiments entraînés le long des pentes vers les cours d'eau. En jouant le rôle de pièges à sédiments, les boisements contribuent fortement à améliorer la clarté de l'eau des rivières, évitant l'envasement des habitats aquatiques sensibles, notamment des frayères.

Les ripisylves forment des corridors entre systèmes écologiques disjoints.

Elles maintiennent en effet des possibilités de déplacement le long des réseaux hydrographiques, par exemple entre systèmes de l'amont et de l'aval. Ces corridors naturels peuvent se révéler très utiles pour maintenir en vie des populations dispersées fonctionnant en métapopulations.

Les ripisylves facilitent le contrôle de l'accès du bétail aux berges des cours d'eau,

Évitant à la fois le piétinement, l'érosion, le rejet direct de déjections dans l'eau, voire les chutes d'animaux susceptibles de s'aventurer sur des berges trop pentues.

Les ripisylves sont complémentaires des prairies et des cultures.

Par leur rôle de perchoirs pour les oiseaux, elles facilitent le développement de populations susceptibles de limiter les peuplements d'insectes parasites des cultures. Cette complémentarité s'affirme encore dans la mesure où les arbres riverains produisent du fourrage, du bois de chauffage ou sont l'occasion de récoltes spécialisées.

Les ripisylves forment des paravents naturels,

Évitant aux cultures l'action directe du vent et permettant au bétail de s'abriter également de la chaleur et du froid.

Les ripisylves constituent des pièges à nutriments.

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

Elles s'opposent à l'enrichissement excessif des rivières en azote et en phosphore, en absorbant ces nutriments et en contribuant au processus de dénitrification microbologique. Ce piégeage des nutriments, associé à l'ombrage qui atténue la pénétration de la lumière et l'élévation des températures estivales, réduit les développements d'algues et de macrophytes dans les cours d'eau.

Les ripisylves contribuent à l'augmentation des stocks de poissons.

Elles ont un effet bénéfique sur les populations piscicoles en atténuant les écarts de température en été, en diversifiant les habitats aquatiques, en favorisant le développement d'une foule d'insectes qui, tombés dans l'eau, forment une part majeure de l'alimentation des poissons.

Essai de synthèse syn-systématique à l'échelle de la Méditerranée occidentale des ripisylves du nord de l'Algérie

Critères syntaxonomique

Nous avons considéré essentiellement les groupements de la région méditerranéenne rapportés aux *Populetalia albae* BR.-BL. 1931 et leurs relations avec ceux des *Fagetalia sylvaticae* Paw. 1928 des régions septentrionales. D'autres unités, compte tenu de leur répartition et de leur écologie, ont été envisagées, à savoir les *Salicetea purpureae* Moor 1958 médio européens, et les *Nerio-Tamaricetea* BR.-BL. & BOLOS 1957. Les premières présentent des liens étroits avec les *Populetalia albae* méditerranéens, alors que les secondes prennent "la place de l'ordre des *Populetalia albae* dans les pays semi-arides, chauds, des régions méditerranéennes et irano-touraniennes" (BRAUN BLANQUET & BOLOS, 1957).

Critères biogéographiques

Le territoire couvert correspond globalement à la partie occidentale de la région méditerranéenne, les données collectées concernent les pays suivants : Tunisie, Algérie, Espagne, France, Italie et Portugal. Egalement pour des raisons syntaxonomique ont été ajoutées l'Allemagne, l'Albanie et l'Italie (les Apennins). Les données relatives au Maghreb ont jusqu'alors fait défaut dans l'élaboration de tableaux synthétiques concernant les forêts riveraines. En Algérie, à l'exception de nos propres observations (BENSETTITI, 1985, 1992 ; WOJTERSKI & BENSETTITI, 1985), très peu d'études concernent ce type de formation. Si en Tunisie quelques travaux ponctuels (Kroumirie) peuvent être utilisés (DEBAZAC, 1959),

CHAPITRE 1 : La Ripisylves Méditerranéenne

au Maroc, par contre, aucune donnée n'a pu être recueillie.

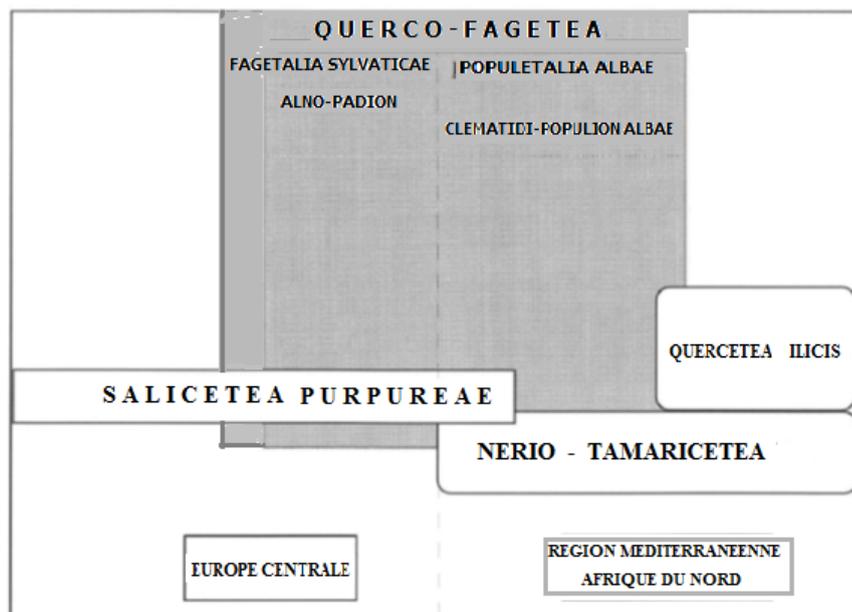


Figure 1: Représentation schématique des contacts entre les différentes unités du "complexe riverain" en Afrique du Nord

Le complexe riverain y apparaît constitué d'une intrication à des degrés divers d'éléments dépendant de trois grandes unités (*Quercu-Fagetea*, *Salicetea purpureae*, et *Nerio-Tamaricetea*) (Figure 1). Les *Salicetalia purpureae*, rares en Algérie septentrionale, y parviennent manifestement en limite d'aire et ne se maintiennent que sous forme de saulaies de plaine, se confondant souvent avec *Irido-Populetum albae*.

Les *Populetalia albae* s'enrichissent en Afrique du Nord de nombreux taxons méridionaux qui les confortent dans leur statut d'ordre méditerranéen au sein des *Quercu-Fagetea*. Celui-ci est représenté par le *Clematido cirrhosae-Populion albae* ail. Nov. syntaxon qui apparaît appauvri en espèces des *Fagetalia* et vicariant du *Populion albae* originel Br.-Bl. 1931, plus septentrional, différencié en deux sous-alliances en Algérie. Les *Nerio-Tamaricetea*, dont l'aire traverse l'ensemble de l'Afrique du Nord pour s'étendre jusqu'en Orient, complètent, au niveau des stations les plus arides, la structuration de la végétation riveraine du nord de l'Algérie.

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

Présentation générale de la zone d'étude

Les formations végétales Ripisylves ou appelé aussi arborées rivulaires occupent l'interface entre le milieu aquatique et le milieu terrestre. Dépendantes des processus hydrologiques et morphologiques, elles disposent d'une dynamique propre. A l'interface entre deux systèmes écologiques, elles font partie de l'écotone terre – eau (NAIMAN & DECAMPS, 1990).

Composés de berges boisées et d'un lit irrégulier, les cours d'eau sont riches en espèces animales et végétales. Leur biodiversité est essentielle pour l'avenir des sociétés humaines et permet d'assurer de nombreuses fonctions. Grâce aux phénomènes de filtration et d'oxydation, combinés à l'action des organismes (bactéries, insectes, plantes...) vivant dans le milieu aquatique et sur les berges, la rivière assure le maintien de la qualité de son eau et préserve l'équilibre de son écosystème. Mais pour cela, les cours d'eau ont impérativement besoin de conserver des débits suffisants. La rivière possède également des fonctions naturelles (habitat pour la faune et la flore, régulation naturelle des étiages, pour des crues...) indispensable pour de nombreuses activités humaines (alimentation en eau potable, énergie, agriculture, industrie, pêche,...).

La couverture végétale du bassin versant influence également le bilan hydrique. Ainsi, le rôle de la forêt est complexe et contradictoire. Dans certain petits bassins avec nappes souterraines atteintes par les racines, le boisement peut plus ou moins affaiblir ou tarir les maigres débits. Ailleurs, au contraire, la forêt, en maintenant ou en créant sur des roches imperméables un sol assez épais et perforé par ses racines, entretient des nappes superficielles bien plus abondantes et durables qu'en région dénudées (SAUCHON et *al*, 1996).

La zone d'étude (Figure 2) Couvre la moyenne et la basse Tafna.

Bassin versant de la Tafna

L'Oued Tafna qui draine un vaste bassin versant du même nom, d'une superficie de 7245 Km² est situé au nord-ouest de l'Algérie. Il s'étend des marges septentrionales des Hautes plaines Oranaises au Sud jusqu'à la mer Méditerranée au Nord, soit (77 % de la superficie totale de la Wilaya de Tlemcen). Il présente donc, et c'est là que réside toute son originalité, des caractères physiques nettement contrastés. En 75 Km à vol d'oiseau, on passe d'un domaine semi – aride à un domaine méditerranéen, d'un secteur montagneux à un secteur relativement plat. Il se

prolonge vers le royaume du Maroc. Globalement, on distingue trois domaines

- Au nord, une chaîne montagneuse qui se dresse en barrière entre le bassin versant et la mer Méditerranée : Ce sont les Massifs des Traras et des Sebâa Chioukh.
- Au centre, une zone de plaine et de plateaux intérieurs s'y incruste : la plaine de Maghnia à l'Ouest qui se prolonge par les plaines d'Angade au Maroc et les plaines de Ghossels à l'Est.
- Au sud se dressent les Monts de Tlemcen, une chaîne escarpée formant la bordure sud du bassin. L'altitude des sommets dépasse les 1500 m, et on culmine le Djebel Tenouchfi à 1843 m.

A l'intérieur de ce bassin, on distingue trois grandes zones :

- Zone Est : Ses principaux oueds sont Oued Chouly, Oued Isser et Oued Sikkak et sont confluent le Mefrouche
- Zone Ouest ou haute Tafna : Ses principaux oueds sont Oued Tafna, Oued Mouilah et Oued El Khemis
- Zone Nord ou moyenne et basse Tafna : elle débute pratiquement après le Barrage de Hammam Boughrara et s'étend jusqu'à l'embouchure de l'Oued Tafna sur la mer Méditerranée. Les drains principaux de cette zone sont l'Oued Tafna avec les Oueds Zitoune du côté sud et Boukiou du côté nord.

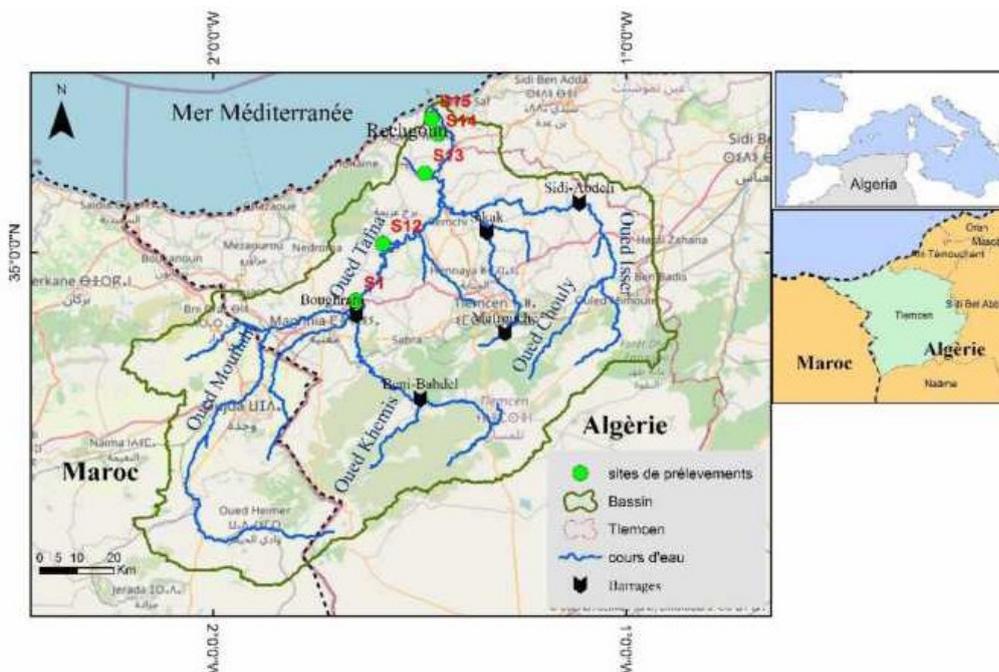


Figure 2: Localisation de la zone d'étude

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

Le principal cours d'eau de la Tafna long d'environ 170 km, prend sa source dans les Monts de Tlemcen au niveau de la grotte de Ghar Boumazâa (haute Tafna). A l'aval du barrage de Beni Bahdel, le cours d'eau forme des méandres en taillant des gorges abrupts, débouchant sur la plaine de Maghnia. Cette partie Ouest est principalement alimentée par l'Oued Mouilah et les Oueds du versant Nord des Monts de Tlemcen jusqu'au barrage de Hammam Boughrara (Moyenne Tafna). Le cours d'eau de la Tafna traverse ensuite les plaines de Remchi, où il reçoit son principal affluent Oued Isser, son parcours prend fin dans un estuaire au milieu de la plage de Rachgoun (**Photo 3 et 4**). Certains affluents de la Tafna comme Oued el Khemis, Oued Mouilah, Oued Isser, Oued Sikkak et Oued Chouly, sont permanents et ne tarissent jamais ; d'autres sont temporaires, non alimentés et ne dépendent que des saisons de pluies



Photo 3: Embouchure de la Tafna. (Photo 1 prise le 1/11/2017).



Photo 4: Embouchure de la Tafna. (Photo 2 prise le 1/11/2017)

Durant plusieurs décennies, avec une pluviométrie abondante et une demande en eau restreinte, la wilaya de Tlemcen s'auto-suffisait en eau potable. La construction d'ailleurs du premier barrage au niveau de la Tafna (Béni Bahdel entre 1934 et 1940) était destinée à l'alimentation en eau potable de la ville d'Oran. Plus d'une vingtaine d'années plus tard, suite à une sécheresse quasi – continue et une démographie galopante, plusieurs chantiers de barrages se sont ouverts au niveau de la Tafna pour pallier le manque d'eau et satisfaire une demande en eau de plus en plus croissante. Actuellement, le bassin versant de la Tafna comprend quatre barrages fonctionnels (Béni Bahdel, Meffrouche, El Izdihar à Sidi Abdelli et Hammam Boughrara ainsi que le barrage Sikkak). Cependant, on a toujours du mal à quantifier avec précision les apports aussi bien liquide que solide à ses barrages ; ce qui rend assez difficile la gestion de leurs stocks.

Géomorphologie et distinction des paysages

La géomorphologie est considérée comme une expression synthétique de l'intersection entre les facteurs climatiques et géologique (ADI, 2001).

Rapidement adoptée par les géomorphologues, l'approche systémique a permis de décrire les cours d'eau comme des systèmes fluviaux structurés par des transferts longitudinaux d'eau et de matières de l'amont vers l'aval, avec une succession de zones dominées par des processus différents : production, transfert et stockage des sédiments (SCHUMM, 1977). Ce système est un jeu complexe de processus /réponses qui fait intervenir des variables agissant

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

à différentes échelles (topographie, géologie, climat, végétation ...etc). Ainsi, dans les plaines alluviales, les caractéristiques géométriques du chenal sont sous contrôle de facteurs clés comme le débit liquide, le débit solide et la végétation. Les variations des conditions d'écoulement et du transport solide provoquent un ajustement permanent du lit autour d'un état d'équilibre dynamique correspondant à un style géomorphologique particulier (tressage, méandre... etc.). Selon le concept de continuum du milieu fluvial, ce gradient amont/aval des conditions physiques structure la répartition des communautés biologiques avec, par exemple, une modification longitudinale de la composition des peuplements de poissons ou de macro-invertébrés (VANNOTE et *al*, 1980).

La région est caractérisée par une certaine salinité dont l'étude géomorphologique permet de décrire les diverses formations que l'on observe sur toute région. Elle est subdivisée en deux grandes zones :

- *La moyenne Tafna* est une dépression tertiaire comprise entre le massif secondaire des Monts de Tlemcen au Sud, le massif des Traras et la moitié de la chaîne de Tessala au Nord. Cette vallée est formée en majorité par des terrains miocènes et argileux d'âge serravallien.
- *La basse Tafna* est comprise entre le massif des Traras à l'Ouest et la région volcanique d'Ain Témouchent à l'Est. Elle est caractérisée par ses terrains tertiaires et surtout par le développement de larves et de toufs de basalte de volcans récents.

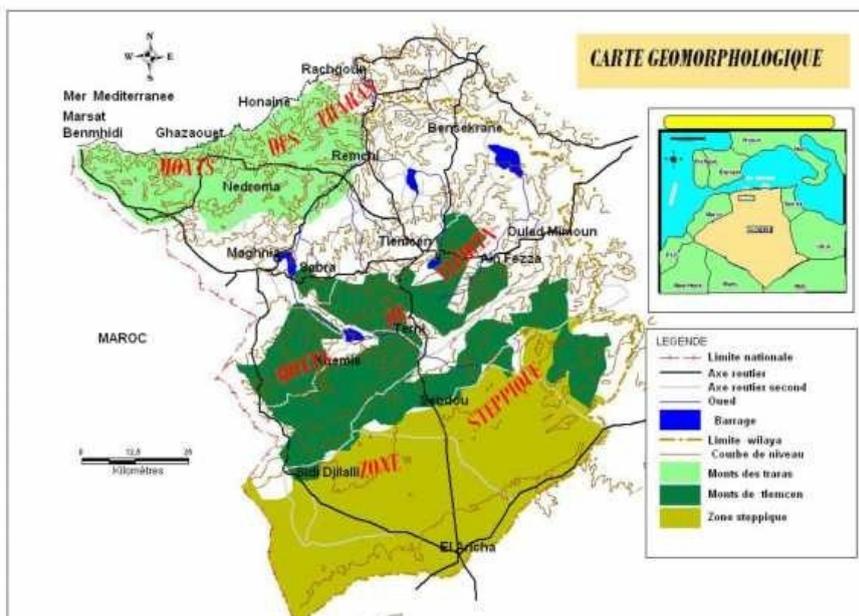


Figure 3: Carte Géomorphologique de la région de Tlemcen

Géologie et formations superficielles

La Tafna (Moyenne et basse Tafna) est limitée au Nord – Ouest par les Monts des Traras, au Nord par Djebel Amara à l'Est par Djebel Sebaa Chioukh et au Sud par les Monts de Tlemcen. C'est une vallée à pente plus ou moins douce (inférieur à 10 %), où se forment des méandres qui s'étendent surtout au niveau de la moyenne Tafna, par la suite l'Oued se stabilise et se jette sur la mer Méditerranée au niveau de la plage de Rachgoun.

La géologie est à la fois la description des roches qui composent le globe terrestre (Lithosphère) et la reconstitution de leur histoire (BARRUOL, 1984).

En raison de la position Géographique de la zone d'étude (moyenne et basse Tafna), comprise entre les Monts des Traras au Nord et les Monts de Tlemcen au Sud, formant ainsi un couloir allongé de direction ouest –est ; constitue du point de vue géologique plusieurs formation allant du Primaire au Quaternaire.

Le substrat de la région, formé par le primaire et le secondaire est recouvert par des sédiments datant du tertiaire et du quaternaire. Les formations les plus profondes sont souvent masquées par les formations du miocène et des croutes calcaires anciennes (GUARDIA, 1975).

Les dépôts du quaternaire sont presque omniprésents dans toute l'emprise recouvrant les versants et les bas-fonds des vallées, ils sont formés essentiellement par des alluvions sablo-limoneuses (le cas du lit et des terrasses de la moyenne et la base Tafna), (voir photo 6 et 7).



Photo 5: Terrasse cultivée de la moyenne Tafna

C'est surtout dans la structure géologique, sur la partie du bassin versant, située entre la confluence de l'Oued Isser et l'embouchure, que l'on trouve les différences les plus importantes, la structure géologique de cette partie est très complexe. A l'Ouest de Beni-Saf, de part et d'autre de l'embouchure de la Tafna, existe des roches basiques poreuses (basaltes) d'origine éruptives et volcaniques effusives (AIME, 1991). (Photo 7 et Figure 3).



Photo 6: Roche Basaltique à l'embouchure de la Tafna

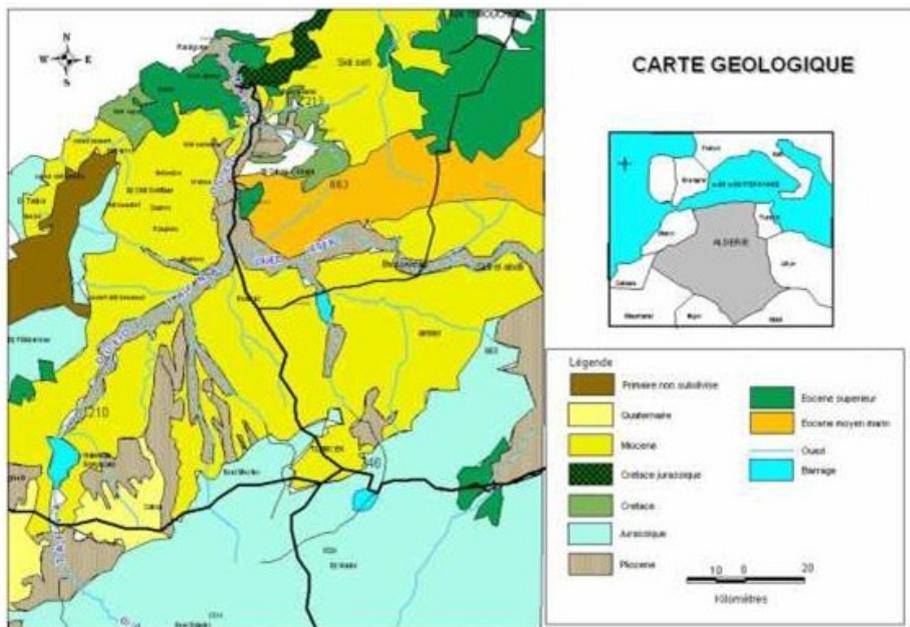


Figure 4: Carte Géologique

Hydrologie et hydrogéologie

La disposition du relief, ainsi que l'abondance des roches imperméables (argiles, marne et travertin) ont combiné leurs effets et ont permis la naissance d'un réseau hydrographique important, ce dernier est lié en grande partie à l'évolution des phénomènes structuraux qui ont affecté la région au cours des aires géologiques.

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

Le bassin de La Tafna est l'un des plus grands bassins versants du Nord – Ouest algérien.

L'écoulement dans l'Oued Tafna est caractérisé par :

- Une forte dépendance par rapport aux précipitations ;
- Une forte irrégularité inter- mensuelle et interannuelle ;
- Des crues à très fort débit instantané à différentes périodes pouvant engendrer des inondations ;
- Un débit d'étiage très faible, presque nul, s'étalant du mois de juin jusqu'à Septembre.

Le débit d'étiage non nul (pérenne) que l'on observe notamment sur le tronçon de l'Oued Tafna, allant du barrage de Hammam Boughrara et qui se déverse sur la mer Méditerranée, est alimenté par des sources et des émergences ainsi que par les rejets des eaux usées (YADI, 1991).

D'une façon générale, on peut dire que les apports les plus importants et les plus fluctuants pour la moyenne et basse Tafna, sont observés pendant l'hiver et le printemps, pour le reste de l'année, les apports sont faibles et plus souvent alimentés par les lâchées faites par les barrages (Photo 7) pour alimenter les terrasses cultivés (Photo 8) , et les rejets des eaux usées urbains et industrielles.

Le bilan hydrologique de ces milieux est en fonction des conditions climatiques et pédologiques, il régit par le phénomène précipitations – évaporations, c'est-à- dire l'apport d'eau est assuré par les pluies et les pertes, par l'évaporation.



Photos 7: Lâchées faites par le Barrage de Hammam Bouhrara



Photos 8: les terrasses cultivées

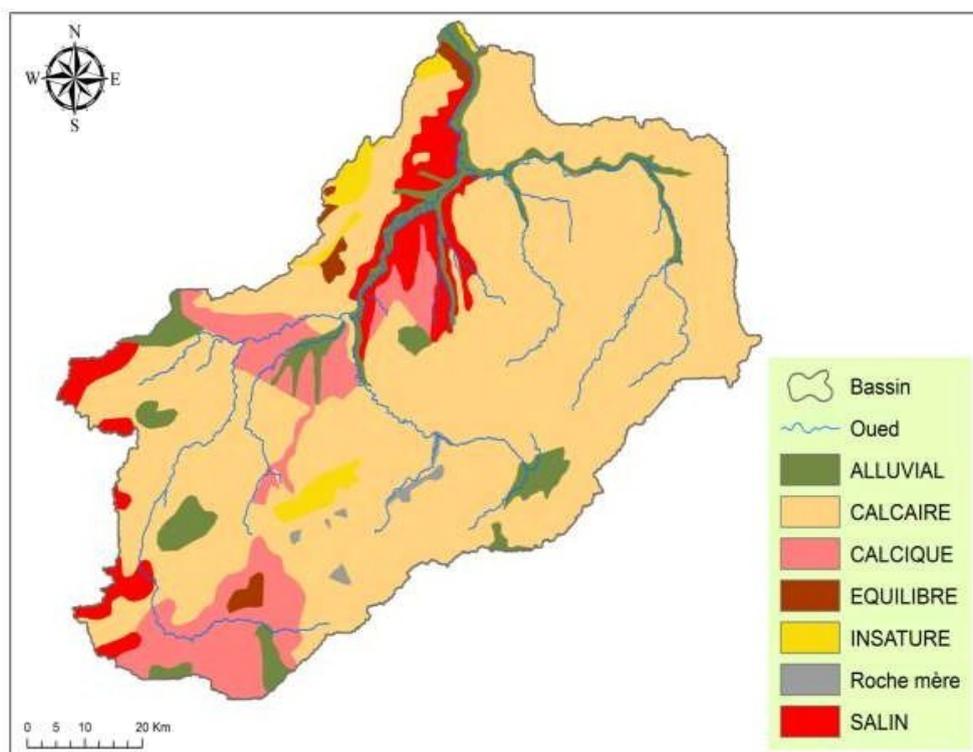
Eaux souterraines

Il existe plusieurs nappes phréatiques dans la région de Tlemcen, elles fournissent généralement des sels par la concentration et l'évaporation de leur frange capillaire, formant une croûte salée qui couvre le sol pendant la saison sèche (GAUCHET & BURDINS, 1974). Cependant, les fluctuations importantes subies par la nappe souterraine, peuvent causer la remontée des sels à la surface. Celle-ci joue un rôle important dans la salinisation et

l'accumulation des sels.

Il résulte de l'interférence du régime phréatique d'une part et celui des submersions d'autre part. Ce dernier est déterminé par les agents de mise en eau ainsi que la dynamique (BABINOT, 1982). En général, la pluviométrie, l'étendue et la nature du substrat des bassins versants sont les facteurs qui commandent à la fois la quantité et la qualité des eaux. (GAUCHET & BURDINS, 1974). D'autre part, il existe une filiation qui relie la pédogénèse halomorphe aux régions des eaux dont l'écoulement est incertain (dans les régions arides et sèches).

Le bassin versant de la Tafna est composé majoritairement de sol calcaire (Figure 5). Les petites terrasses et les fonds de vallées fertiles qui bordent les rives de la Tafna, dans la moyenne et la basse Tafna présentent des sols alluviaux et salins. Les ripisylves laissent par endroit la place à des cultures maraichères ou céréalières.



Végétation

Le paysage végétal du bassin versant de la Tafna a été largement dégradé et défriché en montagne par les incendies (Figure 6), par une agriculture extensive et un surpâturage abusif, ce qui a entraîné une perte d'eau par évaporation et une accélération de l'érosion (BOUANANI, 2000).

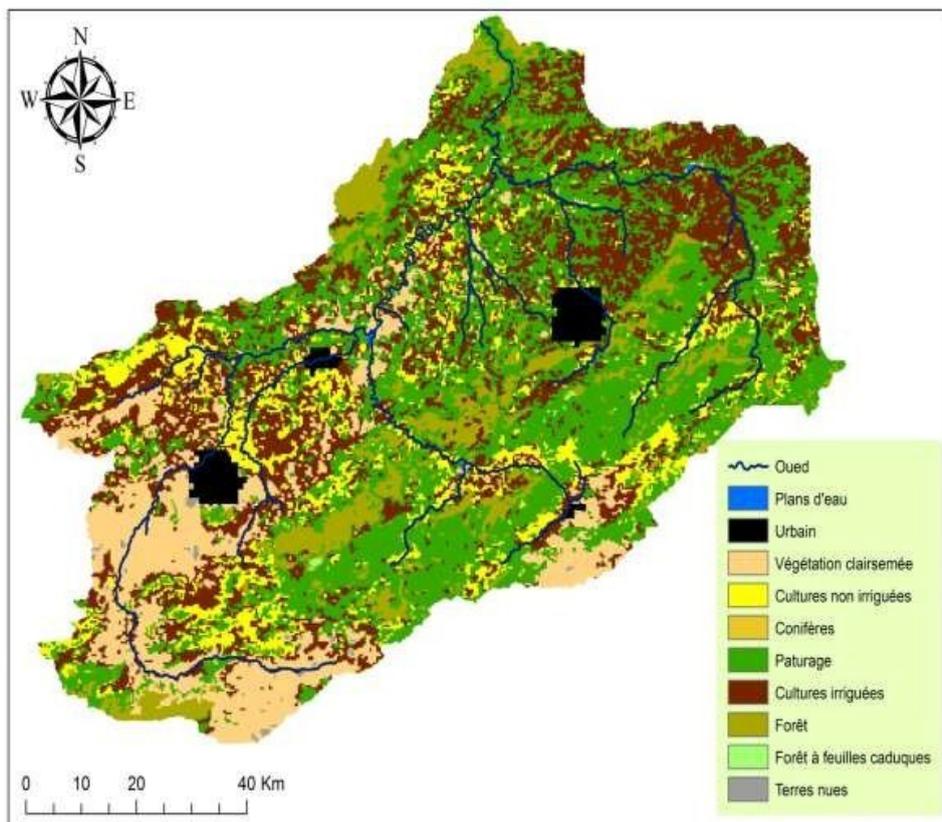


Figure 6: Carte occupation des sols du bassin versant de la Tafna (par ZETTAM 2020)

Conditions Environnementales et Evolution Spatiotemporelle de la Ripisylves du Bassin Méditerranéen.

Changements climatiques et impact sur les écosystèmes Méditerranéen

En réponse à des pressions croissantes du changement climatique, des approches écosystémiques se sont révélés comme une stratégie prometteuse pour accroître la résilience des écosystèmes et soutenir les moyens de subsistance durables.

L'étude effectue une analyse des principaux documents de politiques concernant l'intégration des «approches écosystémiques en matière d'adaptation» comme un outil d'adaptation humaine. L'étude a également examiné dans quelle mesure les approches fondées sur les écosystèmes peuvent influencer l'adaptation, à savoir la conservation, la gestion durable et la restauration des écosystèmes. Ceux-ci pourraient aider les populations à s'adapter aux impacts du changement climatique. Il a aussi cherché à savoir si l'adaptation aux changements climatiques est incluse dans les stratégies et plans existants, ce qui constituerait une base d'inspiration en vue d'une intégration future de l'adaptation fondée sur les écosystèmes au niveau du pays dans l'élaboration de politiques et de leur mise en œuvre.

Les approches écosystémiques traitent des relations importantes qui existent entre les changements climatiques, la conservation de la biodiversité, les services écosystémiques et la gestion durable des ressources naturelles et pour cela ont le potentiel à la fois de contribuer à la prévention et la réduction des émissions de gaz à effet de serre et l'amélioration des stocks de carbone en augmentant sa séquestration. Ces approches maintiennent aussi des stocks de carbone existants, régulent l'écoulement et le stockage de l'eau, maintiennent et augmentent la résilience, réduisent la vulnérabilité des écosystèmes et des populations, aident à s'adapter aux impacts du changement climatique, améliorent la conservation de la biodiversité et les moyens de subsistance de la population et procurent des profits en matière de santé et de loisirs.

Reconnaissant que les écosystèmes peuvent être gérés de manière à limiter les impacts des changements climatiques sur la biodiversité et d'aider la population à s'adapter aux différents effets pervers des changements climatiques. Il faut mettre en œuvre, là où c'est pertinent, des approches d'adaptation fondée sur les écosystèmes qui pourraient inclure la gestion durable, la conservation et la réhabilitation des écosystèmes dans le cadre d'une stratégie globale d'adaptation qui prend en compte les multiples bénéfices inter-liés au niveau social économique et culturel;

- En fonction des capacités et du contexte nationaux, il faut intégrer les approches

d'adaptation basées sur l'écosystème dans les stratégies pertinentes comme *les stratégies et plans d'action en matière d'adaptation aux changements climatiques*, *le plan d'action national de lutte contre la désertification*, *les stratégies et plans d'action en matière de Diversité Biologique*, *les stratégies en matière de réduction de la pauvreté*, *les stratégies de prévention des risques de catastrophes* ainsi que *les stratégies de gestion durable des terres*.

Les changements observés

Des variations ont déjà été décelées sur les observations de température à l'échelle globale. Plusieurs études ont montré un réchauffement marqué en 1940, des conditions stables pour les années 1970 et un accroissement de température plus rapide ensuite avec les records des années 1980, 1981, 1983, 1990 et 1994. L'année 1995 a été la plus chaude au niveau global (+0,4 degré par rapport aux normales 1961-1990). Ces tendances dégagées à partir des observations sont de même signe et de même amplitude que celles obtenues par les MCGs. Des augmentations significatives de la température de la mer Méditerranée ont également pu être mises en évidence à des profondeurs réputées pour leur stabilité thermique : +0,4 °C à 80 m de profondeur entre 1973 et 1987, +0,12 °C pour les profondeurs supérieures à 400 m entre 1959 et 1989. Des **indicateurs** biologiques contribuent à valider l'hypothèse d'un réchauffement. Des espèces marines thermophiles (algues, oursins, étoiles de mer, solénidés...) ont été observées récemment en Méditerranée.

Le climat en région méditerranéenne est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes (AIDOUD, 1997).

Le climat méditerranéen est caractérisé par une saison sèche et assez longue (≈ 7 mois), il est défini comme un climat extratropical à photopériodisme saisonnier et quotidien, avec une pluviométrie concentrée surtout durant les saisons froides et relativement froides, l'été, saison plus chaude, et sec (EMEBERGR, 1954). Les côtes septentrionales de l'Afrique (Algérie, Egypte, Libye, Maroc et Tunisie), l'île de Crète, Chypre et les îles Baléares constituent la zone aride de la région méditerranéenne. Dans ces zones, les précipitations annuelles moyennes sont inférieures à 400 mm (GOTTMAN, 1979 ; Wheeler et KOSTBADE, 1990).

D'une manière générale le climat de l'Algérie se situe entre une influence de nord-nord-ouest qui apporte les courants froids et humides et une influence méridionale liée à une atmosphère chaude et sèche de type saharien. La situation géographique, l'orographie se traduisent donc par une variation des climats et des groupements végétaux. (BENMEHDI, 2012).

L'Algérie s'étend du Nord (Mer Méditerranée) au Sud (Sahara) sur plus de 2 000 km en profondeur. Mais les montagnes de l'Atlas Tellien et de l'Atlas Saharien divisent ce territoire en bandes orientées

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

Est-Ouest : celle de la côte et de l'Atlas Tellien – celle des Hautes Plaines et de l'Atlas Saharien - celle du Sahara. Cette vaste étendue territoriale correspond à une diversité de zones climatiques qui peuvent se classer en trois catégories (OUELD H, 1993) :

-Le tell : climat tempéré humide de type méditerranéen.

-Les hautes plaines : climat de type continental.

-Le Sahara : climat aride et sec.

Les précipitations diminuent d'Est en Ouest (1000 - 400 mm) et du Nord au Sud (1000 à moins de 130 mm). Dans cette zone, les températures moyennes minimales et maximales respectivement oscillent entre 5 et 15°C en hiver et de 25 à 35°C en été. (GEF/PNUD, 2010).

Les vents humides venant de la mer apportent des pluies, de l'automne au printemps. Ces pluies sont plus abondantes à l'Est qu'à l'Ouest ; cependant, l'influence du désert se fait sentir jusqu'à sur la côte par l'action du «sirocco», vent sec et chaud, soufflant du Sud au Nord. Ce vent chargé de sable élève la température et dessèche la végétation Sur les Hautes Plaines et dans l'Atlas Saharien, les précipitations faibles et irrégulières, de 200 à 400 mm par an ; les pluies sont rares, surtout sur la région de l'Ouest algérien se caractérise par de faibles précipitations avec une grande variabilité inter-mensuelle et interannuelle, (BOUAZZA et BENABADJI, 2010) ; la température descend souvent au-dessous de zéro degré en hiver. En été elle dépasse 30°C et voire même 40°C.

Le bioclimat en Algérie est représenté par tous les bioclimats méditerranéens depuis le per humide au Nord jusqu'au per aride au Sud pour les étages bioclimatiques (Tableau 2), (Carte 1.1), et depuis le froid jusqu'au chaud pour les variantes thermiques. (NEDJRAOUI, 2003).

Tableau 1: Les étages bioclimatiques en Algérie. (NEDJRAOUI, 2003).

Etages bioclimatiques	Pluviosité annuelle (mm)	Superficie (ha)	Pourcentage de la superficie totale
Per humide	1 200 – 1 800	185 275	0.08
Humide	900 – 1 200	773 433	0.32
Sub humide	800 – 900	3 401 128	1.42
Semi-aride	600 – 300	9 814 985	4.12
Aride	300 – 100	11 232 270	4.78
Saharien	< 100	212 766 944	89.5

La variabilité du climat constitue un des facteurs déterminants dans le fonctionnement des écosystèmes méditerranéens. La variabilité de la pluviosité, exprimée le plus souvent par le coefficient de variation, est inversement proportionnelle à l'aridité. La variabilité de la pluie est analysée par

LEHOUEIROU (1992, 1996). Cette variabilité connaît des différences en relation avec les types de climat et les situations géographiques. Pour des valeurs similaires de pluie, c'est la variabilité

qui explique le type d'usage pratiqué dans certaines régions arides comme exprimé par les limites de la céréaliculture (LE HOUEROU, 1992). Ainsi, la variabilité est de façon générale plus grande au Maghreb qu'au Proche-Orient.

Etude du climat du sud Méditerranéen

En région méditerranéenne, le climat est un facteur déterminant en raison de son importance dans l'établissement, l'organisation et le maintien des écosystèmes. Ainsi, un des objets essentiels de l'écologie méditerranéenne a été de rechercher la meilleure relation entre les différentes formations végétales et le climat vu sous l'angle biologique : le bioclimat.

La détermination de la zone méditerranéenne varie selon les conceptions : elle peut être restrictive comme celle de ASCHMANN (1973) qui réduit cette zone à une étroite frange côtière qui ne concerne que les milieux pour lesquels 65 %, au moins, des précipitations sont concentrés « en hiver », P est, en moyenne comprise entre 275 et 900 mm et la température moyenne mensuelle en hiver est inférieure à 15° C. Elle peut être plus large, comme pour DAGET (1977), qui partant du système D'EMBERGER, intègre dans « la zone isoclimatique méditerranéenne », une grande partie du Moyen-Orient à l'Ouest et une grande partie du Sahara vers le Sud. Il est vrai qu'EMBERGER, considéré comme le père fondateur de la bioclimatologie méditerranéenne, de l'étage bioclimatique aride.

L'intégration, dans le cadre du climat méditerranéen, de l'étage bioclimatique hyperaride demeure cependant discutable, les critères de régime des pluies devenant peu significatifs. L'aire de certaines espèces végétales comme le chêne vert ou l'olivier, considérées comme les plus expressives de la « méditerranéité » ont été souvent utilisées pour délimiter le bassin méditerranéen.

A la suite de DE MARTONE (1927), de nombreux indices climatiques sont proposés. Les plus courants sont basés essentiellement sur les précipitations et les températures. C'est le cas du quotient pluviothermique D'EMBERGER (EMBERGER, 1955 ; SAUVAGE, 1963) et de l'indice xérothermique de BAGNOULS et GAUSSEN (1953) qui sont les plus utilisés. Le quotient pluviothermique D'EMBERGER permet empiriquement de faire ressortir des paramètres bioclimatiques comme la sécheresse et l'amplitude thermique. La représentation du quotient en fonction de « m » (moyenne des températures minimales du mois le plus froid) est la base du Climagramme, permettant de situer une localité, une essence, une formation végétale ou un groupement.

Choix de la station de référence

En Afrique du Nord et en particulier en Oranie, où les précipitations sont principalement irrégulières d'une année à l'autre, il fallait une durée d'observation minimale d'environ 25 ans pour avoir des résultats vraisemblables, cela nous permettra de comparer les résultats de la période (1991-2020 : Source Info climat 2020.) (Tableau 2).

Tableau 2: Données géographiques des stations météorologiques (source Info climat 2020)

Stations	Coordonnées			Période d'observation
	Longitude (X)	Latitude (Y)	Altitude (Z)	
MAGHNIA	34°52'N	1°47'W	426	1913 – 1938 et 1991 – 2020
TLEMCEN (ZENATA)	35°06' N	1°27' W	249 m	1913 – 1938 et 1991 – 2020
BENI SAF	35°18' N	1°21' W	68 m	1913 -1938 et 1991 – 2020
SEBDOU	34°38' N	1°20' W	720	1913 -1938 et 1980 – 2011

Source : info climat 2020

Le climat régional est défini à l'aide des données climatiques enregistrées par les deux stations météorologiques installées dans la région d'étude (Zenâta, Boughrarah, Beni-Saf et Sebdu). (Tableau) Ces données ont été fournies par Info climat 2020 ; nous avons choisi des stations météorologiques qui se trouvent à la proximité des stations étudiés.

Température

La température est un facteur écologique fondamental et un élément vital pour les formations végétales. Ce facteur a été défini comme une qualité de l'atmosphère et non une grandeur physique mesurable (PEGUY, 1970). L'une de nos préoccupations dans cette étude est de montrer l'importance des fluctuations et des variations thermiques dans les installations des espèces ripisylves des cours d'eau littorales et continentales. La caractérisation de la température en un lieu donné se fait généralement à partir de la connaissance d'au moins quatre variables qui sont :

- Les températures moyennes mensuelles
- Les températures maximales
- Les températures minimales
- L'écart thermique

Précipitations

Dans la région sud méditerranéenne, les pluies sont faibles et variables (BONTRON et OBLED, 2003). En Algérie, durant la dernière décennie, les pluies ont été généralement faibles accusant un déficit notable de 60 à 280 mm par rapport aux moyennes sur 30 ans

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

(ROOSE, 1993). Non seulement la hauteur des pluies a été modeste mais aussi leur intensité, d'où une agressivité climatique faible (MORSLI et *al.* 2004). En effet, les précipitations mensuelles sont très irrégulières et concentrées sur quelques jours des mois les plus pluvieux, laissant apparaître des périodes de sécheresse relative au cours de la saison pluvieuse. Parallèlement, les averses de fin d'été et d'automne, limitées dans l'espace et dans le temps, sont très dangereuses. Elles sont le résultat d'orages violents, agressifs localisés et intenses souvent non captées par les stations pluviométriques.

Le bassin de la Tafna dispose de 26 stations pluviométriques, situées toute à l'intérieur du bassin. Ce nombre, paraît à priori satisfaisant, mais il est en réalité très faible comparé à la superficie du bassin : 1 poste pour 279 Km² environ (BOUANANI, 2004).

La latitude et l'altitude des stations ont une liaison directe avec l'importance et la fréquence des pluies. Ceci a été confirmé par CHAËBANE (1993). Ce dernier précise que le gradient pluviométrique est décroissant d'Est en Ouest. Cela est dû au fait que les nuages chargés de pluie qui viennent de l'Atlantique sont arrêtés ou déviés vers l'Est par la Sierra Nevada en Espagne et aussi par la barrière constituée par les hautes montagnes du Maroc qui ne laissent passer que les nuages les plus hauts.

Pour l'étude des précipitations dans l'espace et dans le temps au sein du bassin de la Tafna, on n'a retenu que les stations en possession de longues séries pluviométriques représentées dans le (Tableau 3).

Nous pouvons constater que le mois le plus pluvieux est celui de Novembre pour Beni Saf, Zenata et Maghnia.

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

Tableau 3: Moyennes mensuelles et annuelles des précipitations

Stations	Périodes	Janv	Fevr	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	P (mm)
Sebdou	AP (1913-1938)	43	41	37	25	34	15	5	7	19	32	35	42	326
	NP (1980-2011)	41,1	37,9	35,2	27,1	26,5	8,7	4	6,2	17,5	25	35,3	36,1	300,5
Maghnia	AP (1913-1938)	60	52	49	41	37	10	1	4	22	35	49	58	418
	NP (1991-2020)	35,5	25,5	28,9	32,3	20,1	5,6	3,9	10	15,4	31,5	41,8	31,7	282,1
Zenata	AP (1913-1938)	65	62	49	44	38	11	1	4	23	42	68	67	474
	NP (1991-2020)	50,4	37,8	41,9	41	29,5	6,8	2,8	18,2	19,2	32,3	48,2	42,2	370,2
Béni-saf	AP (1913-1938)	49	40	37	30	24	9	1	2	15	39	57	68	371
	NP (1991-2020)	55,7	41,6	41,7	46,7	24,7	19,7	15,7	3,8	21,2	42,5	64,6	40,7	418,6

Source info-climat 2020

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

Tableau 4: Moyennes mensuelles et annuelles des températures

Stations	Périodes	Jan	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Dec	M °C	m °C	T Moy °C
Sebdou	AP(1913-1938)	7,5	9,9	8,5	12,2	12,1	21	30,5	23	23,2	18,8	14,5	19,1	36,7	3,8	16,7
	NP(1980-2011)	8,1	9,8	12,1	15,7	20,1	35,4	41,7	41,4	35,7	28,1	22,6	14,0	36,8	3,9	23,7
Maghnia	AP(1913-1938)	9	10,2	12,2	14,6	18,1	21,7	25,9	26,4	22,9	18,1	2,9	9,8	32,0	3,3	15,9
	NP(1991-2020)	10,2	11,1	13,3	15,7	19,3	23,7	27,3	27,6	23,8	19,9	14,6	11,2	32,3	3,4	18,1
Zenata	AP(1913-1938)	9,9	10	10,5	13	15	21	24	26	21,5	17	13	10	32	9,7	15,9
	NP(1991-2020)	11,2	12	14,1	16	19,3	23	26,4	27,1	23,8	20,2	15,5	12,4	25,5	5,8	18,4
Béni-saf	AP(1913-1938)	12,9	13	14,4	15,5	18,3	21,1	24,3	25,0	22,9	19,7	16,3	13,9	29,3	9,1	18,1
	NP(1991-2020)	13,3	13,8	15	16,6	19,3	22,4	25,1	25,9	23,6	20,2	16,4	14,2	25,3	10,6	18,8

Source info-climat 2020

Précipitations mensuelles et régime saisonnier

La pluviométrie moyenne et la période de fonctionnement des stations retenus pour l'étude climatique sont données dans le Tableau 3.

La répartition mensuelle des précipitations dans l'année et ses variations conditionnent, en relation avec les facteurs thermiques, l'écoulement saisonnier et par là-même le régime des cours d'eau ainsi que celui des nappes aquifères. Le phénomène de variabilité mensuelle des précipitations est bien exprimé.

L'irrégularité du régime des précipitations dans le temps

Les Indices Bioclimatiques :

La recherche d'indices bioclimatiques permettant de caractériser le plus simple possible le niveau de sécheresse ou d'aridité d'un lieu ou d'un climat a été une préoccupation importante de la communauté scientifique dans la première moitié du XXe siècle (Curé, 1945). Plusieurs indices ont été élaborés en combinant généralement des données

L'indice de BAGNOULS et GAUSSEN

A l'heure actuelle c'est l'un des indices le plus utilisés en méditerranée. Cet indice tient compte des moyennes mensuelles des précipitations (P en mm) et de la température (T en °C), et donne une expression relative de la sécheresse estivale en durée et en intensité (BAGNOULS et GAUSSEN, 1952). Un mois donné est considéré comme sec quand $P < 2T$, c'est-à-dire quand les pertes en eau (supposées causées par une température trop forte) sont supérieures aux apports de précipitations. Inversement, quand, quand $P > 2T$, le mois est considéré comme humide.

Pour repérer les mois « sec » et « humide » et mettre en évidence les périodes de sécheresse d'une localité, on trace généralement le diagramme ombrothermique. Ce diagramme superpose les deux courbes de températures et de précipitations pour les douze mois de l'année, ce qui permet de définir une aire ombrothermique. Plus l'aire est importante c'est-à-dire qu'elle s'étale sur plusieurs mois de l'année, plus la saison est sèche (valeur intégrale).

En région méditerranéenne, certains auteurs définissent un mois sec quand

$P < 3T$ ou $P < 4T$. Outre ce diagramme, GAUSSEN et BAGNOULS ont également défini

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

un indice xérothermique valable en région méditerranéenne qui prend en compte « le nombre de jour biologiquement secs à travers les mois secs consécutifs ».

Pour le bassin de la Tafna, le diagramme Ombrothermique de BAGNOULS et GAUSSEN, tracé à partir des températures moyennes et des précipitations enregistrées sur une nouvelle période allant de (1991 à 2020) et ancien période de SELTZER (1913-1938) fait ressortir deux saisons bien distinctes (Figure 8)

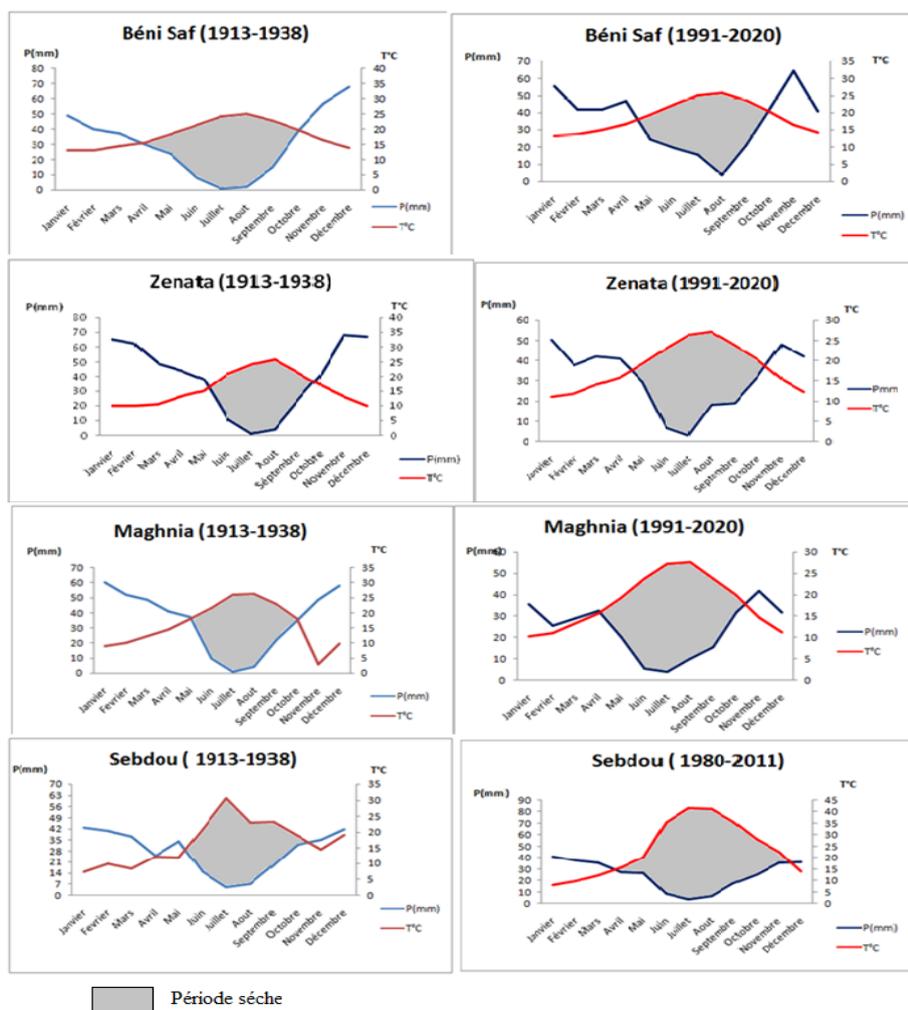


Figure 7: Diagramme de BAGNOULS et GAUSSEN (Ancien et nouvelle Période)

Pour les stations météorologiques choisis, nous remarquons que la période de SELTZER (1913-1938) est marqué par la présence de 06 à 07 mois de sécheresse alors que la nouvelle période allant de 1981 pour la station de SEBDOU jusqu'à 2020 pour les trois autres stations, la période de sécheresse s'étale ente 07 à 08 mois. Ce qui explique l'élévation de la Température et la diminution des précipitations sous l'effet de serre (pollution atmosphérique, de l'eau, du sol et la pression anthropique).

Régime saisonnier

Le premier qui a défini la notion du régime saisonnier est **Musset** en **1953**, cette méthode consiste à un aménagement des saisons par ordre décroissant de la pluviosité, ce qui permet de définir un indicatif saisonnier de chaque station. Cette répartition saisonnière est particulièrement importante pour le développement des espèces végétales annuelles, dont le rôle est souvent prédominant dans la physionomie de la végétation.

$$C_{rs} = P_s \times 4/P_a$$

P_s : précipitations saisonnières (mm)

P_a : précipitations annuelles (mm)

C_{rs} : Coefficient relatif saisonnier de **Musset**

Pour faciliter les traitements des données climatiques, il est indispensable de faire un découpage en saisons de la pluviosité annuelle.

L'année est ainsi divisée en quatre parties de durée égale par regroupement de mois entiers.

- La saison d'hiver regroupe les mois de Décembre, Janvier et Février.
- La saison de printemps regroupe les mois de Mars, Avril et Mai
- La saison d'été regroupe les mois de juin, juillet et Août
- La saison d'automne regroupe les mois de Septembre, Octobre et Novembre.

Pour la nouvelle période, le Tableau 5 nous montre que le régime saisonnier des stations de Sebdoou et Zenata, est de type HPAE, et pour les stations de Béni-Saf et Maghnia il est du type HAPE.

Les histogrammes des régimes saisonniers (Figure 9), montrent une diminution des quantités de précipitations dans chacune des stations, sauf pour la station de Béni-Saf où l'on note une légère augmentation.

Tableau 5: Coefficient relatif saisonnier de Musset (NP : nouvelle période)

Saison	Hiver		Printemps		Eté		Automne		Pa (mm)	Régime saisonnier
	Ps mm	Crs	Ps mm	Crs	Ps mm	Crs	Ps mm	Crs		
Sebdou	115,1	1,5	88,8	1,1	18,9	0,2	77,8	1,0	300,5	HPAE
Maghnia	92,7	1.3	81,3	1.1	19,5	0.2	88,7	1.2	282.2	HAPE
Zenata	130,4	1.4	112.4	1.2	27.8	0.3	99.7	1.0	370.3	HPAE
Béni-saf	157	1.6	91	0.7	12	0.1	111	1.1	371	HAPE

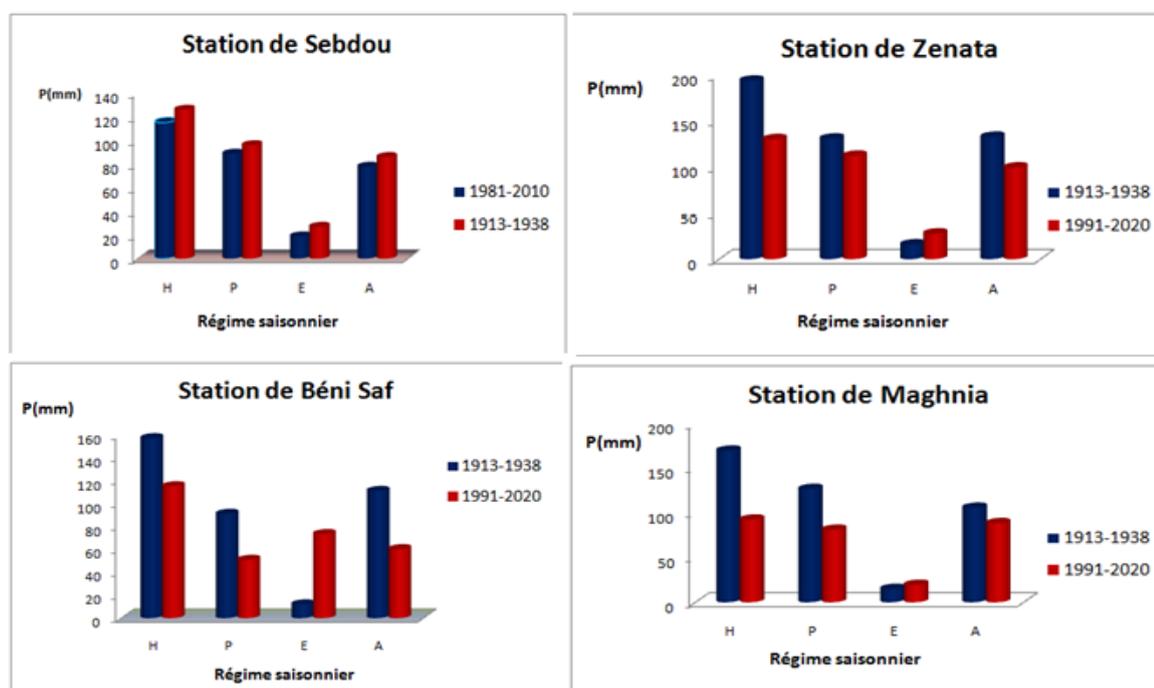


Figure 8: Variations saisonnières des précipitations. (AP : ancienne période, NP : nouvelle période)

Températures moyennes mensuelles

Les températures moyennes mensuelles de la station de Sebdou sont comprises entre 16.7°C pour l'ancienne période, et 23.7 °C, pour la nouvelle période.

Pour la station de Maghnia, durant l'ancienne période, les températures moyennes mensuelles varient entre 2.9 °C et 26.4 °C, alors que durant la nouvelle période, les températures varient entre 7.4 °C et 24.1 °C.

Pour la station de Zenata, les températures moyennes mensuelles sont entre 15.9 °C et 31.1 °C pour l'ancienne période, et la nouvelle période.

Dans l'ancienne période, les températures moyennes mensuelles de la station de Béni-saf sont

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

comprises entre 18.1 °C et 18.8 °C, pour la nouvelle période.

Pour l'ensemble des stations, pendant l'ancienne et la nouvelle période, Août est le mois le plus chaud, à l'exception des stations de Sebdou, le mois le plus chaud est Juillet.

Et le mois le plus froid est Janvier pour les quatre stations, dans les deux périodes. (Tableau 5)

Températures moyennes des maxima du mois le plus chaud (M)

Le tableau 6 nous montre que les températures maximales varient entre 29.3 °C (Béni- Saf) et 36.7 °C (Sebdou) pour l'ancienne période. Alors que pour la nouvelle période, elles varient entre 25.3 °C (Béni-Saf) et 36.8 °C (Sebdou). On note une légère augmentation pour l'ensemble des stations. Le mois le plus chaud est Août pour les quatre stations, dans les deux période, sauf dans l'ancienne période, le mois le plus chaud est celui de Juillet pour les stations de Sebdou et Maghnia.

Tableau 6: Moyennes des maxima du mois le plus chaud « M » (AP : ancienne période, NP : nouvelle période)

Stations	Altitude (m)	M (°C)		Mois	
		AP	NP	AP	NP
Sebdou	720	36,7	36,8	Juillet	Août
Maghnia	426	32,0	31,0	Juillet	Août
Zenata	249	32	25,5	Août	Août
Béni-saf	68	29,3	25,3	Août	Août

Températures moyennes des minima du mois le plus froid (m)

Dans une classification des climats, EMBERGER utilise la moyenne des minima pour exprimer le degré et la durée de la période critique des gelés.

Le minimum « m » joue un rôle déterminant dans la répartition spatiale des espèces végétales. ALCARAZ (1969) considère que la valeur $m = 1^{\circ}\text{C}$ reste comme valeur « seuil » dans la répartition de certaines formations végétales.

Dans le tableau 7, on remarque que les températures minimales de l'ancienne période sont comprises entre 3.3 °C (Maghnia) et 9.7 °C (Zenata). Le mois le plus froid de cette période est Janvier pour les stations de Sebdou, Zenata et Béni-Saf, pour la station de Maghnia le mois le plus froid est Novembre.

Alors que pendant la nouvelle période, les températures minimales varient entre 3.4 °C (Maghnia) et 10.6 °C (Béni-Saf), et le mois le plus froid pour cette période est le mois de Janvier pour les quatre stations.

Tableau 7: Moyenne des minima du mois le plus froid « m » (AP : ancienne période, NP : nouvelle période)

Stations	Altitude (m)	M (°C)		Mois	
		AP	NP	AP	NP
Sebdou	720	3,8	3,9	Janvier	Janvier
Maghnia	426	3,3	3.4	Novembre	Janvier
Zenata	249	9.7	14.9	Janvier	Janvier
Béni -Saf	68	9.1	10.6	Janvier	Janvier

Quotient pluviothermique d'EMBERGER

L'indice d'EMBERGER prend en compte les précipitations annuelles P, la moyenne des maxima de température du mois le plus chaud (M en °K= °C+273.2) et la moyenne des minima de température du mois le plus froid (m en °K=°C+273.2) (EMBERGER, 1955). Cet indice est particulièrement adapté aux régions méditerranéennes dans lesquelles il permet de distinguer différents étages climatiques. Dans ces régions méditerranéennes, EMBERGER a remarqué que l'amplitude thermique (M-m) est un facteur important de la répartition des végétaux. En effet, à température moyenne égale, l'évaporation est d'autant plus grande que l'amplitude thermique est élevée. Le facteur de pluies pris en compte est le produit du nombre de jours de pluies par an (n) par le cumul moyen annuel (P). L'indice pluviothermique d'EMBERGER Q₂ est donné par la formule :

Ce quotient a été formulé de la façon suivante :

$$Q_2 = 2000P/M^2 - m^2$$

P : pluviosité moyenne annuelle

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud **en degré absolu m**

m : moyenne des minima du mois le plus froid **en degré absolu.**

(M+m) traduit les conditions moyennes de la vie végétale, alors que (M-m) donne l'amplitude thermique. Ce quotient est plus faible quand la sécheresse est sévère.

En Algérie STEWART (1969) a développé une reformulation du quotient pluviothermique d'EMBERGER (1952) de la manière suivante :

$$Q_3 = (3,43 \times P)/M - m$$

(**M** et **m** sont exprimés en degrés Celsius °C)

STEWART (1969) a montré que les valeurs du Q_3 et celles obtenues par la formule du Q_2 sont très peu différentes, l'erreur maximale est inférieure à 2%.

L'écart entre les résultats donnés par Q_3 et Q_2 est plus grand de 1,7% pour toutes les stations météorologiques en Algérie.

Dans la Figure 10, on note que la station de Sebdou est dans l'étage bioclimatique semi-aride inférieur à hiver tempéré pour les deux périodes. La station de Maghnia est dans l'étage semi-aride moyen à hiver tempéré pour l'ancienne période, et dans le semi-aride inférieur à hiver frais à hiver tempéré pour la nouvelle période. La station de Zenata se situe dans l'étage semi-aride supérieur à hiver chaud pendant l'ancienne période, alors que pour la nouvelle période, la station se situe dans le semi-aride inférieur à hiver tempéré. Béni-Saf, durant l'ancienne période est dans l'étage Subhumide inférieur à hiver chaud, et dans l'étage semi-aride supérieur à hiver chaud durant la nouvelle période.

Tableau 8: Quotient pluviothermique D'EMBERGER et de STEWART

Stations	P (mm)			M°C		m°C		Q ₂		Q ₃	
	AP	NP	AP	NP	AP	NP	AP	NP	AP	NP	
Sebdou	326	300,5	36,7	36,8	3,8	3,9	33,7	31,1	33,0	30,5	
Maghnia	418	282,1	32,0	32,3	3,3	3,2	48,8	33,3	48,5	33,2	
Zenata	474	312,1	32	25,5	9,7	5,8	63,9	54,8	70,9	54,3	
Béni-Saf	371	418,6	29,3	30,3	9,1	10,6	62,8	72,4	61,3	72,8	

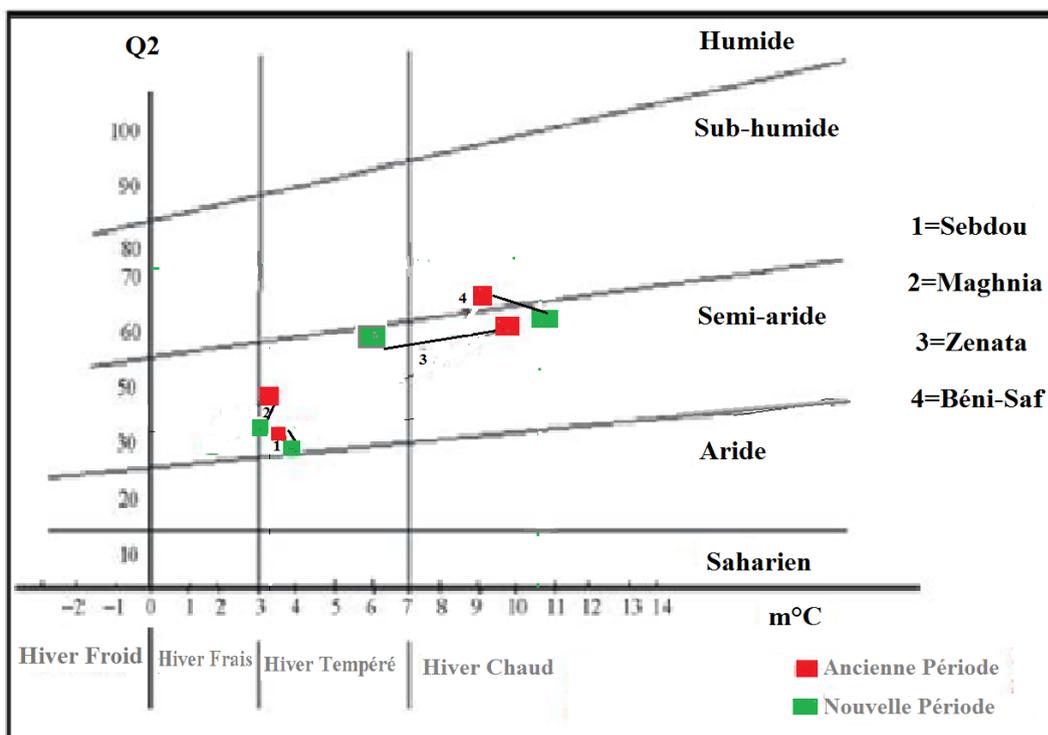


Figure 9: Climagramme pluviothermique d'EMBERGER (Q2)

Conclusion :

L'étude climatique a montré que le bassin de la Tafna est caractérisé par un climat semi – aride avec un hiver pluvieux et un été sec. La période sèche peut s'étaler parfois jusqu'à six mois. L'évapotranspiration est très importante au sein du bassin de la Tafna, est précisément au niveau de la plaine de Maghnia, ou plus de 90 % des précipitations revient à l'atmosphère. En effet plus l'évapotranspiration est élevée, plus l'écoulement dans les cours d'eau sera faible, ce qui se répercute sur la végétation rivulaire.

- ❖ Le régime saisonnier des stations est de deux types : HPAE et HAPE,
- ❖ Une remarquable diminution des précipitations au niveau des quatre stations,
- ❖ Généralement, le mois le plus froids est Janvier avec une température de 1.8°C, alors qu'avec des températures maximales de 36.8 °C, le mois le plus chaud est Août.

En comparant les deux périodes d'étude au niveau des quatre stations, et avec une nette diminution du quotient pluviothermique d'EMBERGER (Q₂), nous observons un décrochement vertical et horizontal des positions de chacune des stations, et qui se situent actuellement dans le semi-aride.

Méthodologie

Méthode d'étude

Ce présent travail porte sur un suivi du couvert végétal d'un écosystème semi-aride (cas des Ripisylves) Une diversité floristique importante liée à la conjugaison des facteurs écologiques variés caractérise notre zone d'étude. Notre objectif étant de faire une mise au point d'un couvert végétal, mais aussi leur systématique. Pour cela, on a pris en compte les méthodes de la phytosociologie et de la phytoécologie. Ces dernières aident à mieux comprendre la dynamique de la végétation d'une part, et les facteurs écologiques qui la gèrent d'autre part.

Zonage écologique

Le zonage écologique a été réalisé en fonction des différentes variables environnementales :

- La localisation géographique,
- Le climat,
- La topographie,
- L'altitude,
- Le recouvrement,
- Les facteurs anthropiques,
- La nature du substrat,
- La diversité végétale et le type physiologique de la végétation.

Ce zonage écologique nous procure la possibilité d'identifier les espèces végétales de la zone d'étude, et de pouvoir mettre en évidence les principaux facteurs écologiques qui agit directement ou indirectement sur la dynamique du tapis végétal ripisylve.

La zone d'étude a été divisée en deux grandes parties :

- La moyenne Tafna
- La Basse de la Tafna

Chaque partie présente le même type de végétation, des herbacées annuelles et des herbacées vivaces, mais très peu de ligneux vivaces. Citons par exemple :

- *Tamarix africana* Poiret
- *Anacyclus valentinus*
- *Sinapis arvensis*
- *Malva parviflora*
- *Bromus rubens*
- *Chrysanthemum coronarium*

- *Nerium oleander*
- *Salix alba*

Echantillonnage et choix des stations

Un échantillonnage reste l'opération qui prélève un certain nombre d'éléments que l'on peut observer ou traiter (DAGNELIE, 1970). C'est la seule méthode permettant les études des phénomènes à grande étendue telle que la végétation, le sol et éventuellement leurs relations. GOUNOT (1969) a proposé quatre types d'échantillonnage :

L'échantillonnage subjectif

Consiste à choisir les échantillons qui paraissent les plus représentatifs et suffisamment homogènes, de sorte que le phytoécologue ne fait généralement que reconnaître quelques-uns des principaux aspects de la végétation.

L'échantillonnage systématique

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 quadrat aligné.

L'échantillonnage aléatoire

Consiste à prendre au hasard les diverses localisations des échantillons à étudier.

L'échantillonnage stratifié

Technique permet d'obtenir des stations susceptibles de traduire le maximum de situations écologiques tout en étant représentatives du plus grand nombre de cas.

Pour notre étude, on a utilisé l'échantillonnage stratifié qui se base sur la consultation des différentes photos aériennes et les cartes thématiques (climat, végétation, sol, pentes, etc), dans le but de faire ressortir une station homogène du point de vue ses facteurs écologiques stationnels.

Pour arriver à suivre la dynamique de la végétation ripisylve sous climat semi-aride, nous avons pu effectuer des relevés floristiques. Chaque relevé a été effectué dans une surface floristiquement homogène suivant la méthode d'aire minimale (GOUNOT, 1969).

KADIK (1983), a utilisé des surfaces de relevé en général de l'ordre de 100 m² et d'un

seul tenant qui à la pratique s'est avérée suffisante pour l'aire minimale du groupement végétal.

GEHU et *al.* en (1987), a décrit la taille et la forme du relevé, ils découlent de ces exigences d'homogénéité, il est admis maintenant qu'en région méditerranéenne, la surface du relevé varie de 100 à 300 m² en forêt, et de 50 à 100 m² dans les matorrals et quelques mètres carrés dans les pelouses.

Sur les rives de la Tafna, dans la région de Tlemcen, la surface de 100 m² est d'une représentativité suffisante de l'aire minimale des formations végétales.

Description des stations

Dans notre étude, on a choisi cinq stations qui se basent sur un pourcentage d'homogénéité de la végétation assez élevée, qui entoure les bords de l'oued Tafna et sur la possibilité d'accéder au cours d'eau, pour prélever le maximum d'espèces qui y sont présentes.

On a effectué 55 relevés floristiques à travers toute la zone d'étude, et pour chaque station on a réalisé 10 à 20 relevés floristiques, avec plusieurs sorties sur terrain, régulièrement pendant la saison de végétation (allant de février jusqu'à octobre de l'année 2017), pour recenser toutes les espèces présentes et établir par la même occasion la liste complète des espèces.

Station n°1 : barrage Hammam Bouhrara

La station se trouve à 345 m d'altitude, 34°90' latitude Nord et 1°64' longitude Ouest. Elle présente un recouvrement d'environ 15% et une pente de 5%.

Station n°2 : Aval barrage Hammam Bouhrara

Cette station est située dans l'Ouest algérien à 10 Km de la station 1. Elle se trouve sur la route nationale RN35 à quelques Km de la localité Hammam Bouhrara, elle s'installe à 296 m, sur 34°98' latitude Nord et 1°58' longitude Ouest. Elle a un recouvrement de 20% et une pente de 5%.

Station n°3 : Hammam Bouhrara

La cinquième station se trouve à 232 m d'altitude, 35°15' latitude Nord et 1°47' longitude Ouest, avec un recouvrement de 35% et une pente de 15%.

Station n°4 : Fatmi larbi

Cette station se trouve sur la route nationale RN22, à 53 m d'altitude, 35°24' latitude

CHAPITRE 2 : Milieu Physique

Nord et 1°43' longitude Ouest. Le taux de recouvrement de cette station est estimé à 35% et la pente 15%.

Station n°5 : Rachgoun

La dernière station se situe à l'embouchure de la Tafna à la plage de Rachgoun, à 10 m d'altitude, 35°28' latitude Nord et 1°45' longitude Ouest. Le recouvrement est de 25% et la pente 5%.

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

Diversité et caractérisation des structures de végétation ripisylves

Introduction

L'analyse des structures de végétation correspondant à des ripisylves reste encore imparfaite en région méditerranéenne surtout orientale. Seuls quelques pays ou régions ont fait l'objet de travaux synthétiques ; c'est le cas en particulier pour l'Espagne (ALCAZAR-ARRIDA *et al.* 1987 ; RIVAS-MARTÍNEZ *et al.* 2001), l'Italie et la Sicile (BRULLO & SPAMPINATO, 1990 ; PIGNATTI, 1998), mais aussi l'Algérie et le bassin méditerranéen occidental dans son ensemble (BENSETTITI & LACOSTE, 1999). En France méditerranéenne, sont à citer sur le continent, les travaux de BRAUN-BLANQUET *et al.* (1952), de TCHOU (1948-1949) en Bas Languedoc, LOISEL (1976, 1983), LAPRAZ (1984) et VARESE (1994) pour le sud-est de la France, et en Corse ceux de DIERSCHKE (1975) et GAMISANS (1991) ; mais la synthèse récente de RAMEAU et CHEVALLIER (2001) montrent combien ces résultats sont encore incomplets. Partout ailleurs, les données restent éparses et fragmentaires, voire totalement absentes.

Il est toutefois possible d'au moins distinguer un certain nombre de groupements végétaux correspondant aux principaux types de ripisylves méditerranéennes.

Cependant, les ripisylves diffèrent des zones humides d'une part par leur forme linéaire et d'autre part par leur topographie tourmentée, souvent bouleversée par les crues. Cette hétérogénéité dans l'espace et dans le temps leur confère une remarquable diversité, tant spécifique que fonctionnelle. La biodiversité des ripisylves est profondément marquée par leur instabilité. Toutefois, notre connaissance des ripisylves mène à l'idée qu'elles constituent de véritables foyers de biodiversité et qu'elles doivent ce caractère à leur forte instabilité.

Composition floristique de la zone d'étude

L'échantillonnage de la végétation ripisylve réalisé dans la région de Tlemcen nous a permis de réaliser plus de 55 relevés de l'amont jusqu'à l'embouchure à Rachgoune, pour mettre en évidence une intéressante richesse floristique (Figure 10).



Figure 10: relevés floristiques de la zone d'étude

Ces relevés floristiques sont répartis sur 56 espèces de différentes strates et 27 familles répartis de façon hétérogène (Figure 11).

La Figure 11 montre la dominance des Astéracées avec 18% suivies des Poacées 11% et les Fabacées en troisième position avec 9%

Les autres familles présentent un pourcentage qui varie de 2% à 4%.

Cette répartition hétérogène des familles montre l'importance des Astéracées expliquant ainsi que sa majorité sont des espèces épineuses et présente une grande plasticité vis-à-vis le changement brutal des conditions climatiques (Températures, Précipitations).

Les Amarantacées ; Apocynacées et les Tamaricacées qui sont à l'origine des ripisylves présentent un pourcentage faible de l'ordre de 2%.

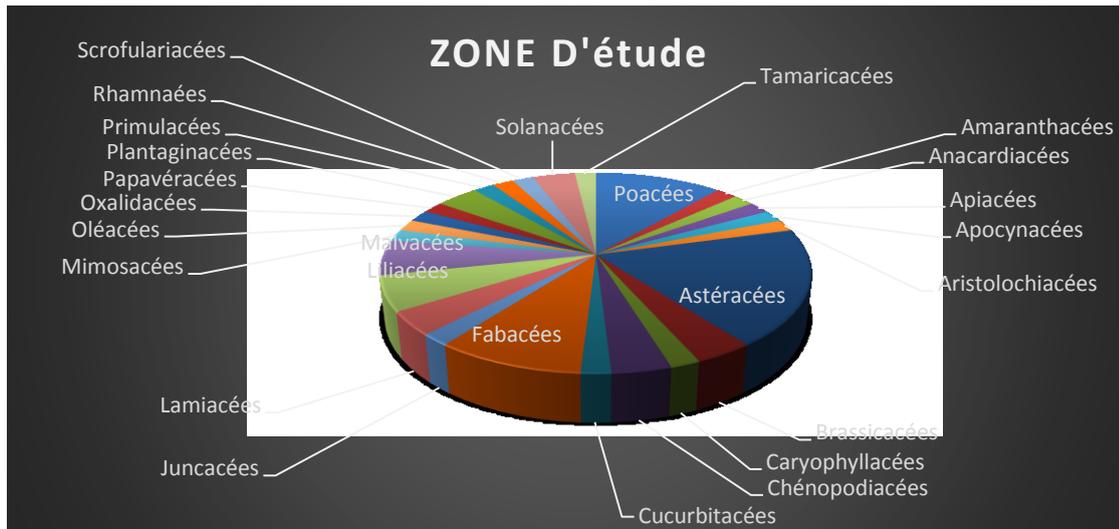


Figure 11: Pourcentage des familles de la zone d'étude

Caractéristiques biologiques

Certains auteurs font la distinction entre les '*life forms*' et les '*growth forms*'. Les '*life forms*' ou formes de vie, aussi appelés '*biological forms*' ou formes biologiques, sont souvent traduites par le terme de types biologiques. Ces formes sont basées sur la position des bourgeons au sens de RAUNKIAER. Les '*growth forms*' ou '*basal forms*' sont les formes de croissance qui décrivent purement des caractéristiques morphologiques dans le sens de MEUSEL (1935). Les deux approches traduisent une adaptation locale et temporelle aux conditions du milieu.

Les types biologiques de RAUNKIAER (*Life forms*) sont une combinaison de caractéristiques morphologiques issues des adaptations des espèces aux conditions environnementales. Les travaux de RAUNKIAER (1905 et 1934) définissent cinq types biologiques principaux en fonction de la position des organes de survie (bourgeons persistants) par rapport au sol, pendant la période défavorable de l'année. La Figure 12 représente :

- Les **phanérophytes** (Fig. 12-1) pour lesquels les bourgeons végétatifs sont situés à l'extrémité de tiges ligneuses assez loin du sol.
- Les **Chamaephytes** (Fig. 12-2 et 12-3) dont les bourgeons sont voisins de la surface du sol.
- Les **Hémi-cryptophytes** (Fig. 12-4) dont les bourgeons sont situés à la surface du sol.
- Les **cryptophytes** (Figure 12-5 à 12-9) pour lesquels les bourgeons sont situés dans le sol ou sous la surface de l'eau. Au sein des cryptophytes, les plantes dont les bourgeons sont situés sous la surface du sol sont appelés **Géophytes** (Figure 12-5 ; 12-

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

6). Les bourgeons des hélrophytes (Figure 12-7) se trouvent dans les sols totalement saturés en eau.

- **Les Hydrophytes** eux disposent leurs bourgeons dans l'eau voire à la surface de l'eau, seules les fleurs et les inflorescences s'épanouissent à l'air libre (Figure 12-9). Les feuilles sont complètement submergées. Certains hydrophytes présentent des bourgeons sur les rhizomes (Figure 12-8).
- **Les Thérophytes** passent la période défavorable sous forme de graines.

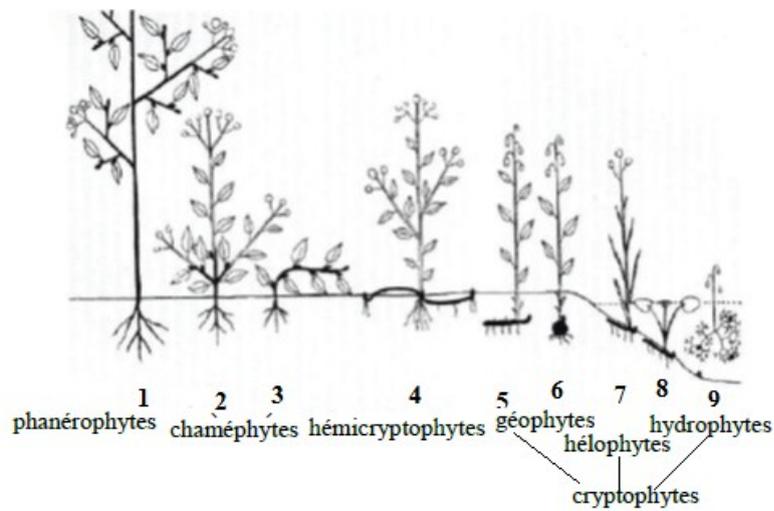


Figure 12: Représentation schématique des différents types biologiques décrits par RAUNKIAER (1934)

Les principaux types biologiques qui se présentent dans notre station sont marqués par une répartition hétérogène (Tableau 9)

Tableau 9: types biologiques de la zone d'étude

Types Biologiques	Nombre d'espèces	Pourcentage (%)
Chamaephytes	15	28
Géophytes	2	4
Hémi-cryptophytes	8	15
Phanérophytes	3	6
Thérophytes	25	47

La zone d'étude montre une dominance des Thérophytes avec 47% suivi des Chamaephytes ; des Hémi-cryptophytes des Phanérophytes et enfin des géophytes.

Le schéma est le suivant :

TH>CH>HE>PH>GE

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

La dominance des Thérophytes s'expliquent par la dégradation du milieu dû principalement à l'action de l'homme par ses différentes activités ; le pâturage et les incendies (volontaires et involontaires) y compris le changement climatique qui est en relation directe avec l'augmentation de la température et surtout m°C et la diminution des précipitations.

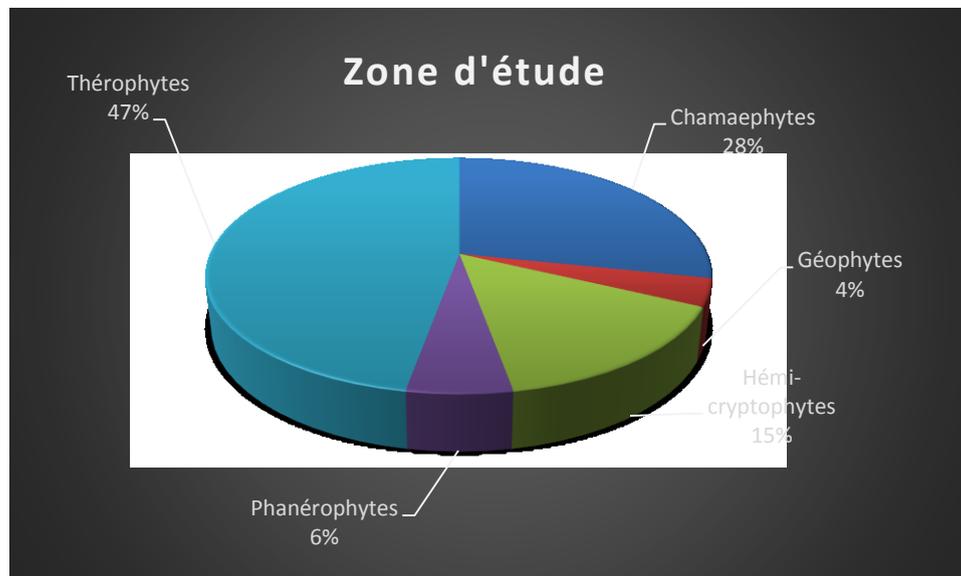


Figure 13: types biologiques de la zone d'étude

Les hémicryptophytes sont faiblement représentés avec 15%. Ceci peut être expliqué par la pauvreté du sol en matière organique et la faible altitude (environ 100 m) que présentent ces stations. Ce phénomène a été confirmé par (BARBERO et al.1989) : « en effet l'abondance des hémicryptophytes s'explique par une richesse en matière organique en milieu forestier et par l'altitude ».

Les Phanérophytes sont représentés par 6% seulement qui a été marqué par la présence de *Tamarix africana* ; *Olea europaea* et *Pistacia lentiscus*. Ce phénomène s'explique par la présence d'un matorral ouvert qui caractérise notre zone d'étude.

Malgré l'importance des Thérophytes, les Chamaephytes gardent une place importante dans les formations végétales ripisylves. Elles sont mieux adaptées à l'aridité.

Pour notre cas, nous avons enregistré un pourcentage Chamaephytiques de 28%, et parmi les espèces rencontrées nous avons :

- *Ziziphus lotus*
- *Ajuga iva*
- *Inula crithmoides*
- *Atriplex halimus*

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

- *Asparagus stipularis*

Et enfin, les géophytes sont partout les moins dominantes avec seulement 04 %. Elles sont représentées par :

- *Urginea maritima*
- *Asphodelus microcarpus*

DANIN et al. (1990) trouvent également des proportions plus importantes en géophytes en domaine méditerranéen qu'en domaine steppique.

Les rigueurs climatiques et l'instabilité structurale du sol (substrat sablonneux) favorisent le développement des espèces à cycle de vie court, plus ou moins exigeantes quant aux besoins hydriques et trophiques.

AIDOUD (1983) signale que, dans les hauts plateaux algériens, l'augmentation des Thérophytes est en relation avec un gradient croissant d'aridité.

INDICE DE PERTURBATION

L'indice de perturbation calculé permet de quantifier la thérophytisation d'un milieu (LOISEL et al.1993).

$$IP = (\text{Nbr Chamaephytes} + \text{Nbr des Thérophytes}) / \text{Nbr totale des espèces}$$

Cet indice a été calculé à partir du nombre d'espèces rencontrées grâce aux relevés effectués. Pour la zone d'étude, cet indice reste élevé par rapport aux résultats d'EL HAMROUNI (1992) en Tunisie, où il y a obtenu 70% comme valeur forte.

Pour notre cas, l'indice de perturbation étant de l'ordre de 75.47% pour toute la zone étudiée, la forte dégradation engendrée par l'action de l'homme est nettement visible (défrichage, incendies, pâturages et urbanisation). Dans ce contexte, BARBERO et al. (1990) signalent que les perturbations causées par l'homme et ses troupeaux sont nombreuses et correspondent à deux situations de plus en plus sévères allant de la matorralisation jusqu'à la désertification passant par la steppisation.

Cet indice montre la thérophytisation de la zone suite à une steppisation qui est considérée comme le stade ultime de dégradation des différents écosystèmes avec la dominance des espèces sub-nitrophiles liées aux surpâturages (BARBERO et al. 1990).

Indices de diversité

Introduction

La diversité des éléments d'une communauté est une qualité qui s'impose d'emblée à l'analyse (FRONTIER et PICHOD-VIALE, 1993).

Le mot « Biodiversité », désigne la diversité naturelle des organismes vivants. Pour l'évaluer, on utilise des mesures relatives à des tendances ou objectifs précis d'utilisation ou d'application appelés « indices de biodiversité » (Callon et al. 2001).

Dans le même ordre d'idée, **Frontier et Pichod-Viale (1991,1993)** signalent qu'il existe une façon complètement différente de caractériser la diversité spécifique d'une collection, c'est de quantifier l'information qu'elle apporte. La diversité peut être définie comme une mesure de la composition en espèces d'un écosystème, en nombre d'espèces et de leur abondance relative (**Legendre et Legendre, 1984**). Il est donc commode de caractériser la diversité d'une collection ou d'un recensement par un nombre, que l'on appellera indice de diversité.

Evaluer la diversité d'un site est complexe, mais il existe des indicateurs simples tel que le nombre d'espèces présentes, le nombre d'individus pour chaque espèce, le nombre d'individus d'une espèce comparé au nombre d'individus présents toutes espèces confondues

Richesse spécifique

La richesse spécifique donne une information sur le nombre d'espèces inventoriées sur un site. La richesse spécifique totale est le nombre d'espèces faunistiques ou floristiques présentes dans l'espace considéré ; la richesse spécifique moyenne est le nombre moyen d'espèces présentes dans les différents échantillons prélevés. Elle est liée à la qualité du territoire mais aussi à sa superficie et sa situation géographique (notion de connectivité).

Indices de diversité et l'Équitabilité :

Divers indices permettent d'évaluer la diversité d'un habitat à partir de ces données simples. Parmi les plus utilisés, on trouve *l'indice de Simpson et l'indice de Shannon Wiener*. Ces deux indices issus d'un calcul de probabilité prennent en compte le nombre d'espèces (richesse

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

spécifique) et l'abondance relative des espèces. Ils s'accompagnent souvent d'un indice d'Equitabilité qui varie entre 0 et 1. Plus l'Equitabilité est proche de 1, plus les espèces sont équi-réparties, c'est-à-dire qu'elles présentent un nombre d'individus équivalent et qu'aucune d'elles n'est dominantes par rapport à l'autre. En effet, il se peut qu'un grand nombre d'espèces soit inventorié (i.e. une grande richesse spécifique) mais qu'une espèce domine les autres en nombre d'individus.

Un habitat diversifié devrait tendre vers une grande richesse spécifique et une bonne équi-partition.

Indices de Shannon WALTER

L'entropie H de Shannon est l'un des indices de diversité le plus couramment utilisé, et qui a l'avantage de tenir compte de l'abondance relative de chaque espèce (DAJOZ, 1982).

WALTER (1994) définit l'abondance comme étant le nombre d'individus présents dans une communauté. Cet indice de diversité se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$H' = \sum_{i=0}^n P_i \log_2 P_i$$

P_i : étant l'abondance relative de chaque espèce égale à N_i / N

N_i : abondance de l'espèce « i » et N le nombre total d'espèces

H' est nul quand l'échantillon ne contient qu'une seule espèce.

La diversité H' augmente à mesure que s'accroît le nombre d'espèces.

H' atteint sa valeur maximale ($H = \log_2 N$) lorsque toutes les espèces ont la même abondance, elles sont donc, également représentées dans l'échantillon.

La formule H de Shannon n'est strictement valide que lorsque l'échantillon dont on veut mesurer la diversité, est représentatif d'une population théoriquement infinie ou du moins, suffisamment grande pour ne pas être modifiée par l'échantillonnage.

$$E_H = H/H_{\max}$$

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

$H_{\max} = \log S$ (S= nombre total des familles).

L'indice d'Équitabilité permet de mesurer la répartition des individus au sein des espèces, indépendamment de la richesse spécifique. Sa valeur varie de 0 (dominance d'une des espèces) à 1 (équipartition des individus dans les espèces).

- Cet indice varie de 0 à 1. Lorsqu'il tend vers 0 ($E < 0,5$), cela signifie que la quasi-totalité des effectifs tend à être concentrée sur une seule espèce. Il tend vers le 1 lorsque toutes les espèces ont la même abondance (BARBAULT, 1981). L'équipartition permet d'apprécier les déséquilibres que l'indice de diversité ne peut détecter. Plus sa valeur a tendance à se rapprocher de 1, plus il traduit un peuplement bien équilibré (LEGENDRE et LEGENDRE, 1979).
 - L'indice est maximal et tend vers S quand toutes les abondances des individus sont réparties d'une façon égale sur toutes les espèces (FRONTIER, 1983).
- | | |
|---------------------------|---------------------------------|
| ➤ A Indice inférieure à 2 | la diversité est faible |
| ➤ A Indice de 2 à 3 | la diversité est moyenne |
| ➤ A Indice de 4 à 5 | la diversité est élevée |
| ➤ A Indice supérieur à 6 | la diversité est exceptionnelle |

Indice de réciprocité de Simpson

Cet indice permet la mesure du nombre effectif d'individus très abondants. La formule est la suivante :

$$I_s = 1 / \sum P_i^2$$

On peut préférer l'indice de diversité de Simpson représenté par I_s , le maximum de diversité étant représenté par la valeur 1, et le minimum de diversité par la valeur 0 (SCHLAEPFER, BÜTLER, 2002). Cet indice aura une valeur de **0** pour indiquer **le maximum de diversité**, et une valeur de **1** pour indiquer **le minimum de diversité**. Il faut noter que cet indice de diversité donne plus de poids aux espèces abondantes qu'aux espèces rares. Le fait d'ajouter des espèces rares à un échantillon, ne modifie pratiquement pas la valeur de l'indice de diversité

Indice de MARGALEF

Cet indice présente l'avantage d'être simple à calculer. Toutefois, il peut s'avérer malgré tout, sensible à l'effort d'échantillonnage (MAGURRAN, 2004). Il est moins fréquent dans les travaux se rapportant à la diversité et se calcule à l'aide de la formule

suivante :

$$D_m = (S - 1) / \ln N$$

$D_{mg} = 0$ quand tous les individus appartiennent à la même espèce.

D_{mg} est maximum quand chaque individu appartient à une espèce différente ($S = N$).

Les valeurs **inférieures** à **2,0** sont considérées comme rattachées aux zones de **basse biodiversité** et les valeurs **supérieures** à **6,0** sont considérées comme indicateurs de **grande biodiversité**.

Tableau 10: indices de biodiversité de la zone d'étude

indices de biodiversité	Zone d'étude
Richesse spécifique	27
nombre totale d'individus	56
Simpson_1-D	0,9298
Shannon_H	2,986
Equitability_J	0,9061
Margalef	6,459

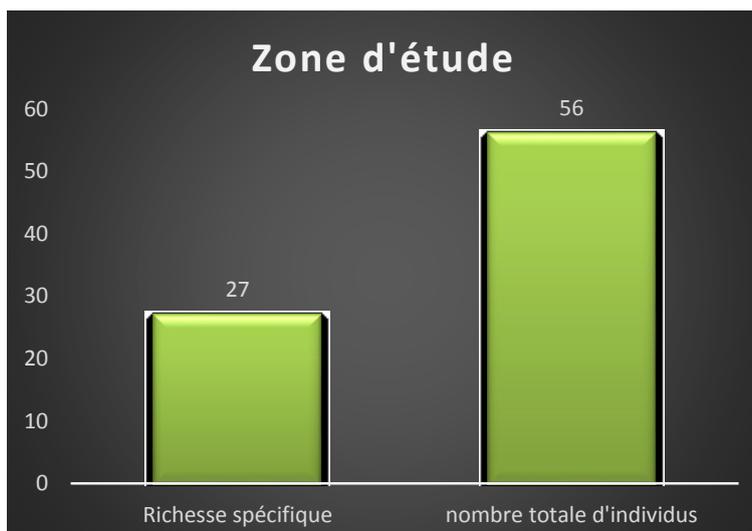


Figure 14: comparaison de la richesse spécifique et le nombre totale des espèces

La zone d'étude comprend 56 espèces ripisylves répartit sur 27 familles les plus représentative

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

caractérisant ainsi un cortège floristique situé tout autour de l'Oued Tafna.

Ces 27 familles sont réparties hétérogènes et sont dominées surtout par des espèces qui supportent les modifications brutales de l'Oued à savoir le manque d'eau ; l'érosion hydrique et autres.

L'abondance relative de la totalité des espèces est relativement élevée ($H = 2.98$). Il est de même pour l'équitabilité de Shannon $E_H = 0.90$ le milieu est relativement riche en espèce. (Figure 15)

L'indice de Margalef est représenté par 6.459 ; cet indice est en relation directe avec la richesse spécifique et le nombre total d'individus.

C'est-à-dire que l'indice de MARGALEF est d'autant plus élevé que le nombre d'espèce et la richesse spécifique est élevée

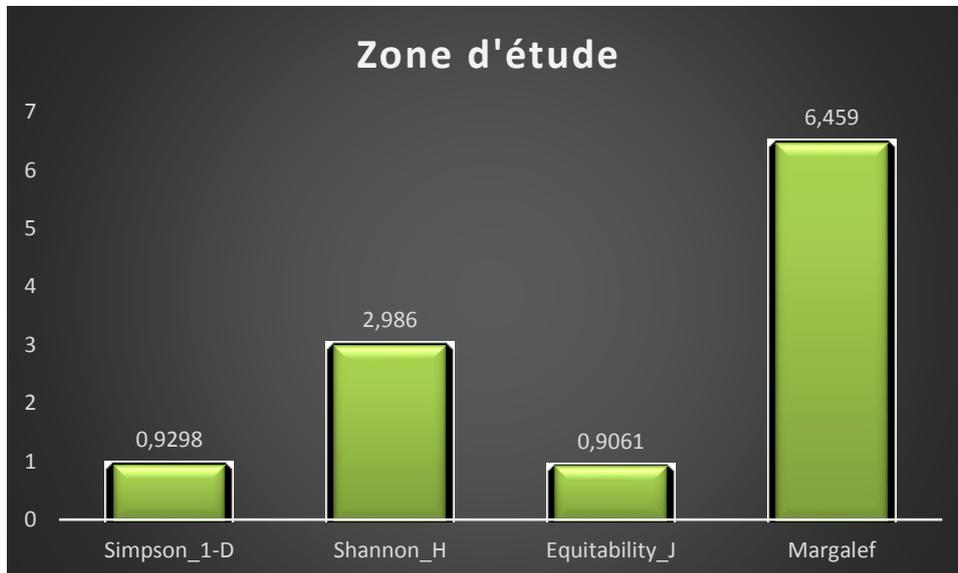


Figure 15: les indices de diversité (Simpson ; MARGALEF ; Equitabilité et Shannon)

Conclusion

Les indices de diversité cités ci-dessus et calculés, nous ont permis de retenir les points suivants :

- ✓ La zone d'étude est la plus riche et diversifiée du point de vue richesse spécifique (S) et nombre total d'espèce (N).
- ✓ L'abondance relative de chaque espèce est assez élevée avec $H = 2.98$.
- ✓ Le nombre effectif des individus peu abondants est retenu pour la zone d'étude grâce à son chiffre qui est faible ($I_s = 0.9298$), et les différences d'abondance des individus entre chaque espèce sont fortes au niveau de la zone d'étude ($E_s = 0,90$).

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

✓ L'indice de Margalef montre bien que chaque individu appartient à une espèce différente, dans la moyenne Tafna grâce à $D_{mg} = 6.45$ prouve clairement que ce sont des individus d'espèces différentes.

Notre zone d'étude présente une richesse assez importante et diversifiée, de point de vue nombre de Familles est caractérisé par la dominance des Astéracées suivi des Poacées, les Fabacées et enfin les Liliacées.

Le type biologique qui domine le terrain est Les Thérophytes présentant ainsi le schéma suivant.

TH >CH >HE >PH >GE

ANALYSE FACTORIELLE DES CORRESPONDANCES

Introduction

L'ensemble des données floristiques a été traité par l'analyse factorielle des correspondances (AFC) combinée à la classification hiérarchique ascendante (CAH) qui est le complément de toute analyse factorielle des correspondances

L'analyse factorielle des correspondances est utilisée depuis longtemps en phytosociologie et en phytoécologie décrite par de nombreux auteurs : GUINOCHET (1952) ;

CHARLES et CHEVASSUT (1957) ; DAGNELIE (1960, 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) ; DJEBAILI (1984) ; DAHMANI (1984) ; CHESSEL ET BOURNAUD (1987) ; KENT et BALLARD (1988) et LOISEL *et al.* (1990).

Aussi cette méthode a été utilisée dans les travaux phytoécologiques de : HADJADJ, (1988); EL-HAMROUNI (1992); BENABADJI (1995); BOUAZZA (1995); KAID SLIMANE (2000).

Elle 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 « points lignes » où de « points colonnes » s'étire le long d'une direction privilégiée qui correspond à l'axe factoriel de l'analyse. Chaque axe factoriel est caractérisé par une valeur propre qui traduit l'inertie du nuage de point le long de l'axe. Le taux d'inertie représente le pourcentage de l'axe dans l'inertie totale du nuage. La valeur propre et le taux d'inertie sont d'autant plus élevés que le nuage de points est bien structuré le long d'un axe factoriel ESCOFIER et PAGES (1990).

Pour inventorier et quantifier les Ripisylves du littoral sud Méditerranéen, en particulier en Algérie occidentale, nous avons élaboré une interprétation par l'analyse des correspondances (A.F.C), qui a pour but de recensées les Ripisylves de la moyenne et basse Tafna, situer au Nord – Ouest de l'Algérie ; et de classer ces Ripisylves par degré de position vis – avis du cours d'eau, du degré de position et de la salinité.

La classification hiérarchique ascendante :

La classification hiérarchique ascendante débute par la construction d'un tableau de distance entre les relevés de l'ensemble de départ. A partir du premier tableau de distance, l'algorithme recherche le couple de relevés possédant la plus petite distance donc le plus homogène.

Le programme reconstruit ensuite un nouveau tableau de distance entre ce nœud et le reste des relevés non agrégés puis recherche un nouveau couple de relevés.

Par répétition successive, on aboutit à la fin à deux nœuds dont la réunion reconstitue l'ensemble de départ. La Classification Hiérarchique Ascendante a pour objectif de représenter les ressemblances mutuelles entre les relevés selon un arbre ou dendrogramme, dans lesquels les groupes sont aussi mutuellement exclusifs mais hiérarchisés. VOLLE (1999) et GILLET (2000).

Analyse Floristique de la Ripisylve

Pour la collecte et le traitement des données de terrain, nous avons réalisé 55 relevés floristiques et chaque relevé a été effectué suivant la méthode stigmatique (BRAUN BLANQUET 1951). La surface du relevé est de 100 m² comme surface de prélèvement. L'exécution des relevés est accompagnée des observations des caractères stationnels, (localisation, altitude, exposition, taux de recouvrement, substrat, pente ...etc.) ; ensuite chaque espèce est affectée de deux indices, le premier concerne l'abondance – dominance, le second la sociabilité.

Traitement des données et codage

En vue du traitement informatique des données, un numéro est attribué à chacun des relevés, dans l'ordre de leur exécution par exemple :

Relevé1 → R1.

De même, les taxons ont été codés par la première lettre caractérisant le genre suivi par un chiffre selon ordre de répétition du genre correspondant, de la manière suivante :

- *Tamarix africana* → TA.
- *Bromus rubens* → BR

Les données de base sont constituées par une matrice à double entrée où les relevés sont disposés en lignes et les espèces végétales en colonne, à l'intersection se trouve l'indice de l'abondance-dominance ou de présence-

absence.

En ce qui nous concerne, nous avons opté pour le second indice puisque selon tous les relevés sont disposés en lignes et les espèces végétales en colonne, à l'intersection se trouve l'indice de l'abondance-dominance ou de présence-absence.

En ce qui nous concerne, nous avons opté pour le second indice puisque selon tous les Phytoécologues la préférence lui est donnée pour l'identification des groupements végétaux. Cet indice prend la valeur « 1 » en cas de présence et la valeur « 0 » en cas d'absence ce qui présente aussi l'avantage de la simplicité et de l'universalité.

L'AFC globale portant sur 200 relevés et chaque relevé a été effectué suivant la méthode stigmatique (BRAUN BLANQUET 1951). L'exécution des relevés est accompagnée des observations des caractères stationnels, (Localisation, altitude, exposition, taux de recouvrement, substrat, pente.....etc.).

La surface du relevé est de 100 m² comme surface de prélèvement. Ces espèces ont été traitées à l'aide du logiciel **Minitab15**.

Statistique appliquées aux données floristiques et interprétation

L'analyse factorielle des correspondances permet de mettre en évidence les relations entre les différents groupements végétaux et les facteurs écologiques : climatiques, édaphiques et dendrométriques.

L'analyse factorielle des correspondances des 150 relevés réalisés sont réparties sur 03 stations avec :

Variance	6,8748	3,9745	3,7460	14,5953
% var	0,137	0,079	0,075	0,292

Les valeurs propres de l'axe (1 et 3) sont respectivement de 0,079 et 0,292. Elles témoignent d'une structuration hétérogène du nuage.

L'examen des cartes factorielles illustrant les plans de projections 2/1 et 3/1 permet de constater l'existence de 03 ensembles très contrastés et moins nette dans le plan 3/2.

Malgré le faible pourcentage des valeurs propres, la majorité des espèces possèdent une contribution supérieure ou égale à 0,50.

Signification écologique des axes

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

La recherche de la signification écologique des axes factoriels s'appuiera sur la confrontation des espèces à fortes contributions relatives et à son répartition d'une part du côté positif et d'autre part du côté négatif de chacun des axes. Nous tenterons ainsi de préciser quels seront les facteurs écologiques majeurs de la diversification du tapis végétal.

- **Plan 2/1 :**

• **Le côté négatif :**

Daucus carota ; Marrubium vulgare ; Scolymus hispanicum ; Echinops spinosus ; Rumex bucephalophorus ; Hordeum murinum ; Tamarix africana ; Chenopodium album ; Alopecurus muricatus ; Nerium oleander.

• **Le côté positif :**

Bryonia dioica ; Avena sterilis ; Withania frutescens ; Arthrocnemum glaucum ; Atriplex halimus ; Acacia dealbata ; Arundo donax ; Typha latifolia ; Calycotome intermedia ; Ziziphus lotus ; Zygophyllum sp ; Suaeda fruticosa.

Le côté négatif est dominé par les espèces s'installant sur le niveau des hautes crues de la Tafna, alors que le côté positif est dominé surtout par les espèces qui s'installent sur la partie supérieure de l'oued Tafna caractérisant ainsi une formation à Matorral par la présence

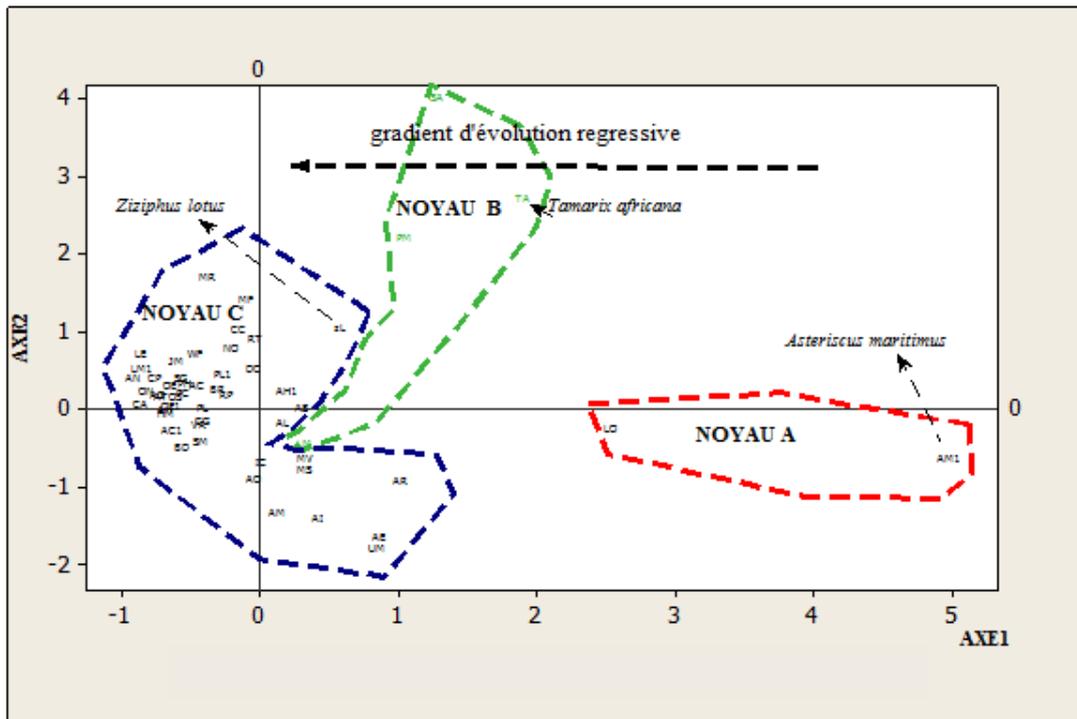


Figure 16: Plan factoriel des espèces de l'axe2/axe1

Cet axe oppose des espèces indifférentes aux substrats et une indépendance vis à vis d'un gradient d'évolution régressive de substrat (Figure 16).

La végétation ripisylve s'agissant de l'amont (station de Rachgoun) sous climat semi-aride à aride (station de Sebdou), une des espèces arborées la plus tolérante à ces conditions est le *Tamarix africana* localisé dans les dépressions humides et près des marais côtiers légèrement salés ; alors que les espèces halophytes (ex., *Zygophyllum*, *Atriplex*, *Suaeda*) et hydrophytes (ex. *Nerium oleander*) sont les plus appropriés pour les plans d'eau douce et saumâtre respectivement.

La végétation des cours d'eau transitoires (oueds) ou à faible débit, essentiellement de l'étage thermo-méditerranéen, dominées par divers *Tamarix* (Tamaricaçaies) et *Nerium oleander* (Nériaie) et présente surtout au sud et à l'est de la Méditerranée appartient à l'ordre de **TAMARICETALIA AFRICANAE Br.-Bl. & O. Bolòs 1958.**

- **Plan 3/1:**

• **Côté négatif :**

Daucus carota ; *Marrubium vulgare* ; *Scolymus hispanicum*; *Echinops spinosus* ; *Rumex bucephalophorus* ; *Hordeum murinum* ; *Tamarix africana* ; *Chenopodium album* ; *Alopecurus muricatus* ; *Nerium oleander* ; *Acacia*

radiana ; *Ricinus communis*

- **Le côté positif :**

Pistacia lentiscus ; *Bryonia dioica* ; *Avena sterilis* ; *Withania frutescens* ; *Arthrocnemum glaucum* ; *Atriplex halimus* ; *Acacia cyanophylla* ; *Arundo donax* ; *Asparagus stipularis* ; *Typha latifolia* ; *Calycotome intermedia* ; *Ziziphus lotus* ; *Zygophyllum sp* ; *Solanum sp* ; *Robinia pseudoacacia*.

Du côté positif de cet axe se situent en particulier les espèces caractérisant les formations à Matorral, et du côté négatif révélant un pôle moins dégradés que le premier.

Acacia radiana ; *Ricinus communis* ; *Acacia cyanophylla* ; *Solanum sp* ; *Robinia pseudoacacia* sont des espèces allochtones qui arrivent à jouer un rôle physiologique important dans les communautés riveraines, et contribue au cortège d'espèces associées hygrophiles comme (*Typha latifolia* ; *Juncus maritimus* ; *Arundo donax* ; *Carex...*).

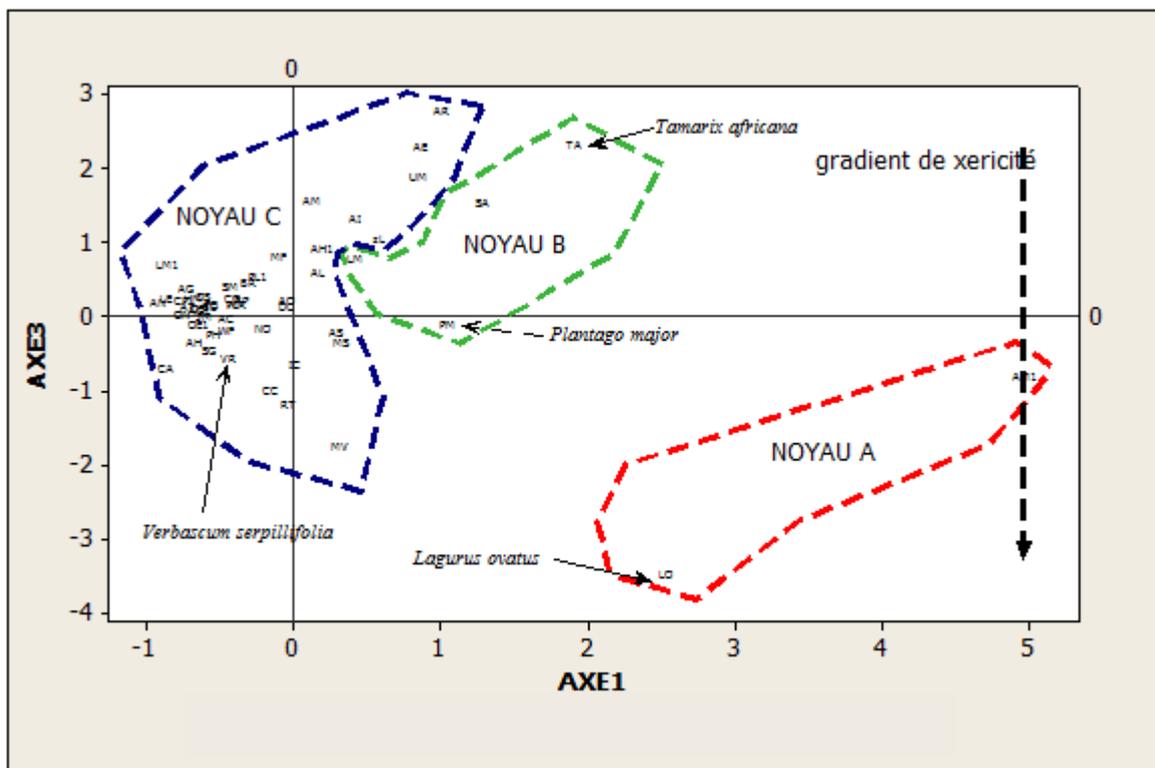


Figure 17: Plan factoriel des espèces de l'axe3/axe1

Le côté positif dominé par les espèces xérophytes épineuses, alors que le côté négatif renferme les espèces hygrophiles. Cet axe traduit un gradient de xéricité dans le sens de l'axe

(Figure 17).

Interprétation de l'arbre hiérarchique des espèces

La méthode de la classification hiérarchique ascendante appliquée sur les 56 relevés, fournit l'arbre hiérarchique. L'allure de la courbe nous permet de scinder les 56 relevés en 3 noyaux A, B et C (Figure 18).

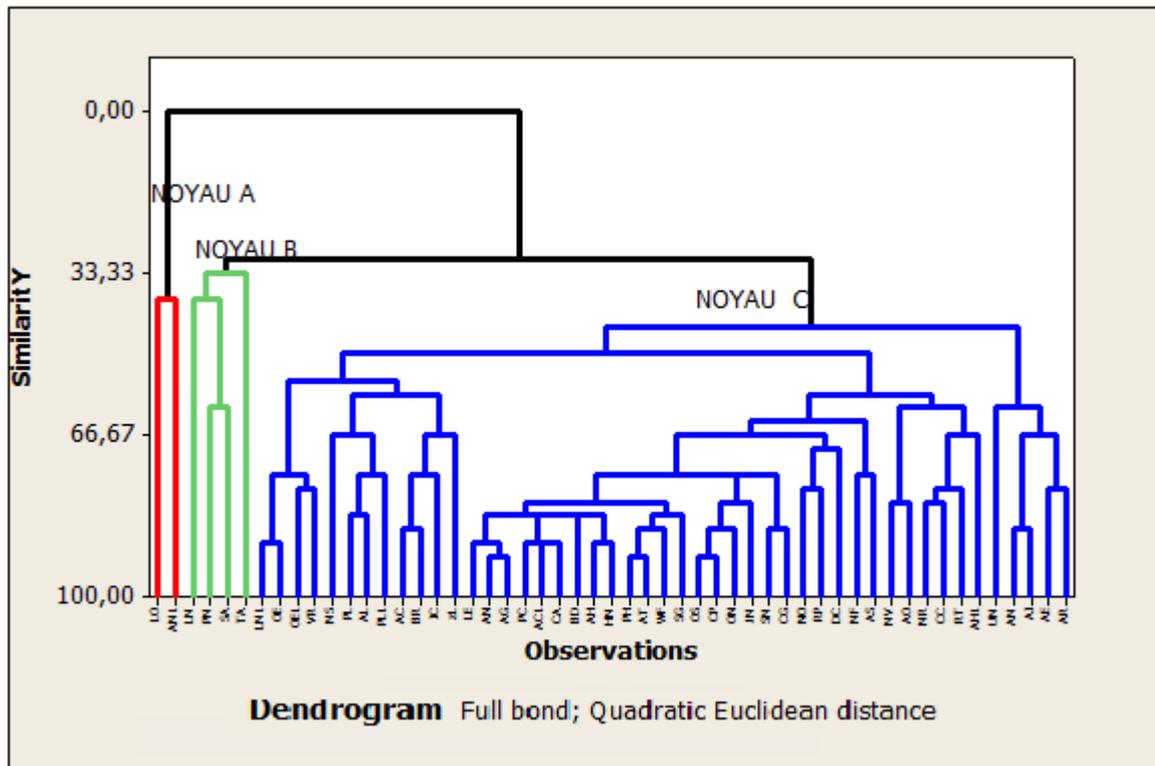


Figure 18: Dendrogramme des espèces de la zone d'étude

Afin d'interpréter l'arbre hiérarchique, nous avons déterminé le type biologique de chaque espèce des trois noyaux selon RAUNKIAER (1934).

Le botaniste RAUNKIAER a défini, en 1934, une typologie de plantes selon la position des organes de survie (les bourgeons) pendant la saison défavorable (froide ou / et sèche selon le bioclimat).

Les types biologiques ont été définis par RAUNKIAER (1934) de la manière suivante :

- Les phanéropytes (Ph)
- Les Chamaephytes (Ch)
- Les hémicryptophytes (H)
- Les géophytes (GE)
- Les Thérophytes (TH)

Noyau A :

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

Tableau 11: types biologiques du Noyau A

Genre espèce	Familles	Types biologiques
<i>Lagurus ovatus</i>	Poacées	TH
<i>Asteriscus maritimus</i>	Astéracées	HE

Le noyau A est représenté comme suit :

TH=HE=50%

Ce noyau est marqué par la présence de deux espèces l'une Thérophyte et la deuxième hémi- cryptophyte

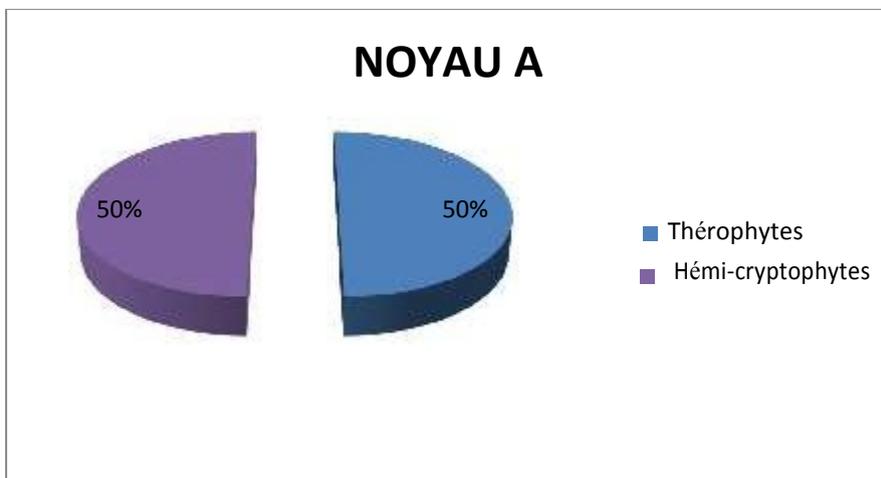


Figure 19: types biologiques du Noyau A

Noyau B :

Tableau 12: types biologiques du Noyau B

Genre espèce	Familles	Types biologiques
<i>Lavatera maritima</i>	Malvacées	CH
<i>Plantago major</i>	Plantaginacées	HE
<i>Sinapis arvensis</i>	Brassicacées	TH
<i>Tamarix africana</i>	Tamaricacées	PH

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

Le schéma du noyau B est comme suit :

CH=TH=PH=HE

Le noyau B représente par 04 espèces des différents types biologiques avec l'absence des Géophytes.

La présence du *Tamarix africana* montre que le noyau B est plus évolué par rapport au noyau A et que la formation végétale devient stable par la présence des Chamaephytes et des Phanérophytes qui fixent le sol par ses racines profondes.

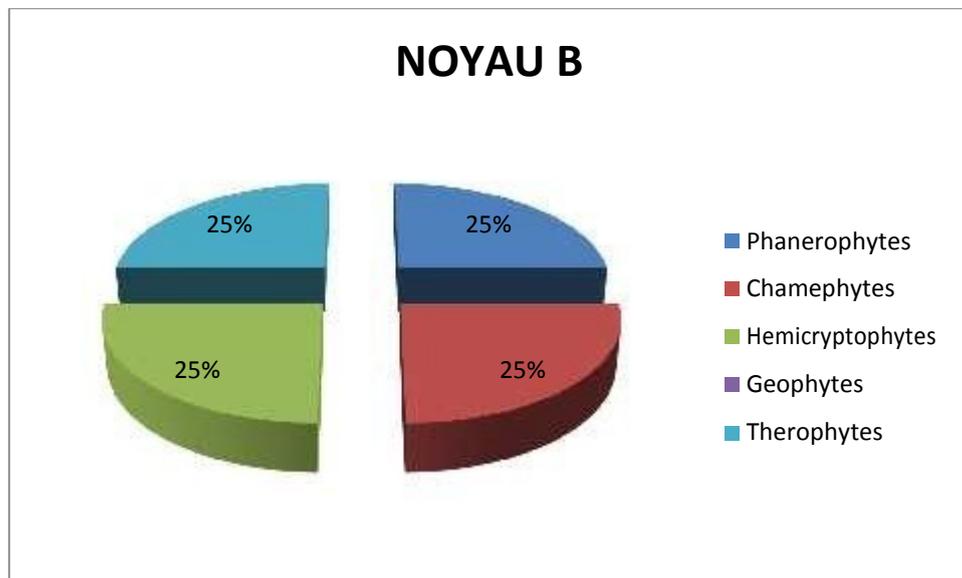


Figure 20: types biologiques du Noyau B

Noyau C :

Tableau 13: types biologiques du noyau C

Genre espèce	Familles	Types biologiques
<i>Lobularia maritima</i>	Brassicacées	TH
<i>Lycium europaeum</i>	Solanacées	CH
<i>Malva sylvestris</i>	Malvacées	CH
<i>Marrubium vulgare</i>	Lamiacées	TH
<i>Medicago falcata</i>	Fabacées	TH
<i>Medicago rugosa</i>	Fabacées	TH
<i>Nerium oleander</i>	Apocynacées	CH

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

<i>Oxalis pes-caprae</i>	Oxalidacées	TH
<i>Olea europaea</i>	Oléacées	PH
<i>Ononis spinosa</i>	Fabacées	CH
<i>Ononis natrix</i>	Fabacées	TH
<i>Papaver rhoes</i>	Papavéracées	TH
<i>Phalaris communis</i>	Poacées	CH
<i>Pistacia lentiscus</i>	Térébinthacées	PH
<i>Plantago lagopus</i>	Plantaginacées	HE
<i>Reichardia picrioides</i>	Astéracées	TH
<i>Reichardia tingitana</i>	Astéracées	CH
<i>Scolymus hispanicum</i>	Astéracées	TH
<i>Sylibum marianum</i>	Astéracées	HE
<i>Bryonia dioica</i>	Cucurbitacées	GE
<i>Verbascum serpyllifolia</i>	Verbénacées	CH
<i>Withania frutescens</i>	Solanacées	CH
<i>Juncus maritimus</i>	Juncacées	CH
<i>Acacia cyanophylla</i>	Mimosacées	PH
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulacées	TH
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	Amarantacées	CH
<i>Atractylis carduus</i>	Astéracées	CH
<i>Atriplex halimus</i>	Amarantacées	CH
<i>Bromus rubens</i>	Poacées	TH
<i>Centaurea pullata</i>	Astéracées	TH
<i>Chenopodium album</i>	Amarantacées	TH
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	Astéracées	TH
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	Astéracées	HE
<i>Anagallis arvensis</i>	Primulacées	TH
<i>Daucus carota</i>	Apiacées	TH
<i>Hordeum murinum</i>	Poacées	TH
<i>Inula crithmoides</i>	Astéracées	CH
<i>Ziziphus lotus</i>	Rhamnacées	CH
<i>Urginea maritima</i>	Liliacées	GE

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

<i>Asphodelus microcarpus</i>	Asphodélacées	GE
<i>Ajuga iva</i>	Lamiacées	CH
<i>Althaea hirsuta</i>	Lamiacées	TH
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	Fabacées	TH
<i>Arenaria emarginata</i>	Caryophyllacées	TH
<i>Aegilops ovata</i>	Poacées	TH
<i>Agropyron repens</i>	Poacées	TH
<i>Aristolochia longa</i>	Aristolochiacées	TH
<i>Asparagus stipularis</i>	Asparagacées	PH

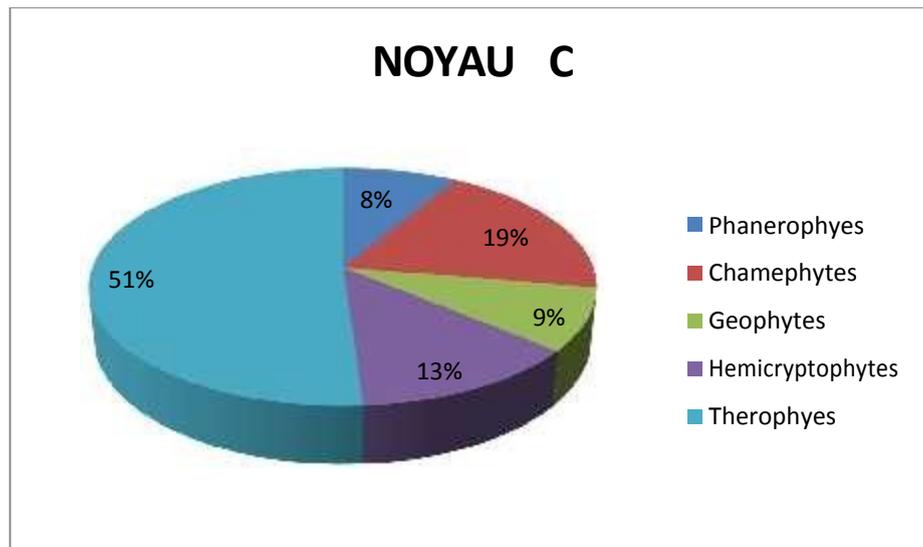


Figure 21: types biologiques du Noyau C

Le schéma du noyau est comme suit :

TH>CH>HE>GE > PH

Les Chamaephytes et les Phanérophytes sont représentés par les espèces purement ripisylves tels que : *Tamarix africana* et leur cortège floristique *Nerium oleander* ; *Tribulus terrester* ; *Rumex pucher*, *Juncus maritimus* ; *Plantago coronopus*, appelés aussi les Tamaricaies halophiles sont bien présentes en Espagne et au sud de la Méditerranée où divers groupements ont été définis RIVAS- MARTÍNEZ et al. (2001). Le taux de salinité des sols constitue d'ailleurs un facteur prépondérant dans la distribution de la végétation riveraine en bioclimats semi-aride et aride comme l'ont bien montré SALINAS et al. (2000).

Signification écologique des facteurs.

La recherche de la signification écologique des facteurs s'appuiera sur la confrontation des relevés qui regroupent plusieurs espèces à fortes contributions relatives. Nous tenterons ainsi de préciser quels seront les facteurs écologiques majeurs de la diversification du tapis végétal.

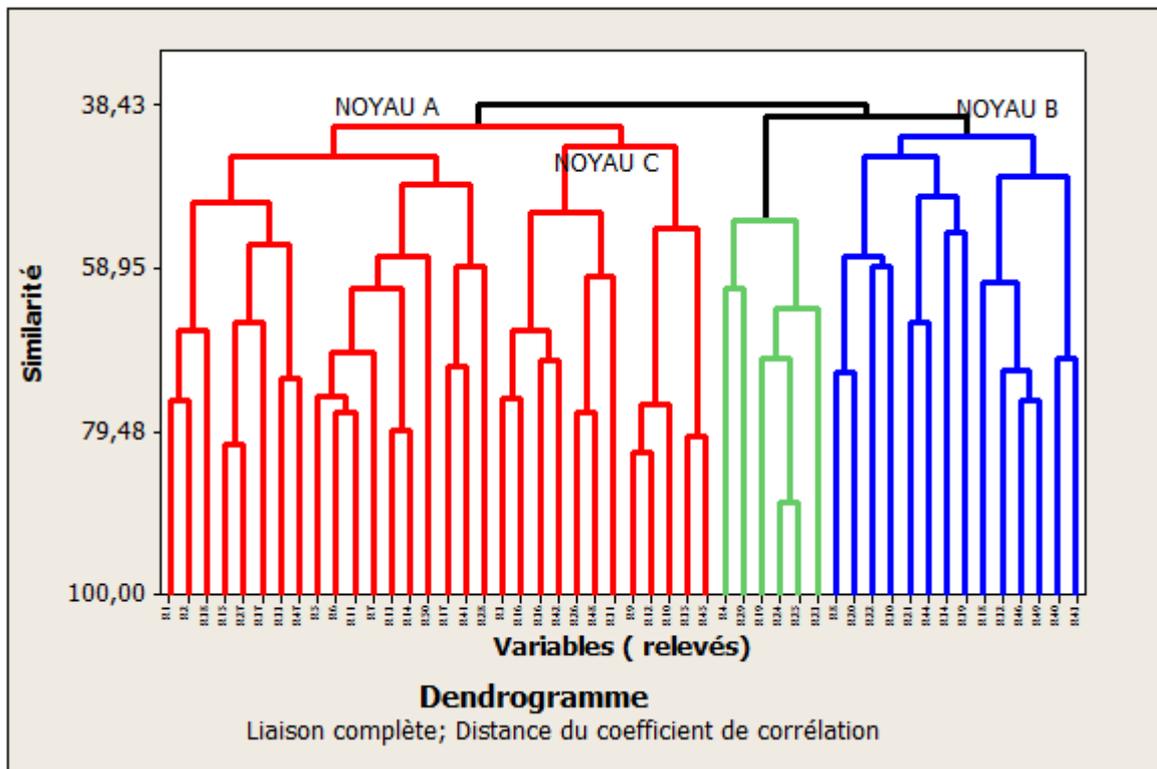


Figure 22: Dendrogramme des relevés de la zone d'étude

- ❖ **NOYAU A** : le noyau A regroupe 31 relèves représentés et 51 espèces répartit sur les différents types biologiques et qui sont représentés par le schéma suivant :

Les relevés du noyau A sont positionné sur le côté positif de l'axe 2/1 et 3/1 des plans factoriels.

Tableau 14: types biologiques du Noyau A (relevés)

Types Biologiques	PH	CH	GE	HE	TH
Nbre d'espèces	5	10	3	7	25

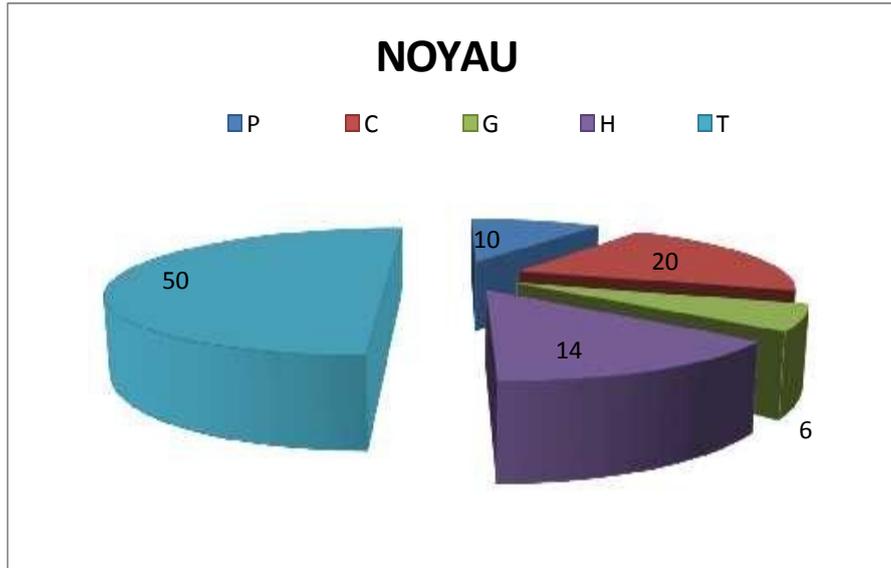


Figure 23: Types biologiques du noyau B (relevés)

Le type biologique du noyau A est marqué par la présence des 05 types biologiques et avec la dominance des Thérophytes avec 50% et 06% des géophytes

TH>CH>HE>PH>GE

❖ **NOYAU B** : regroupe 23 espèces et 06 relevés

Le tableau et la figure suivante montrent l'absence totale des géophytes et la dominance des Thérophytes avec 13%.

Tableau 15: Types biologiques du Noyau B (relevés)

Types Biologiques	PH	CH	HE	GE	TH
Nbre d'espèces	1	4	5	0	13

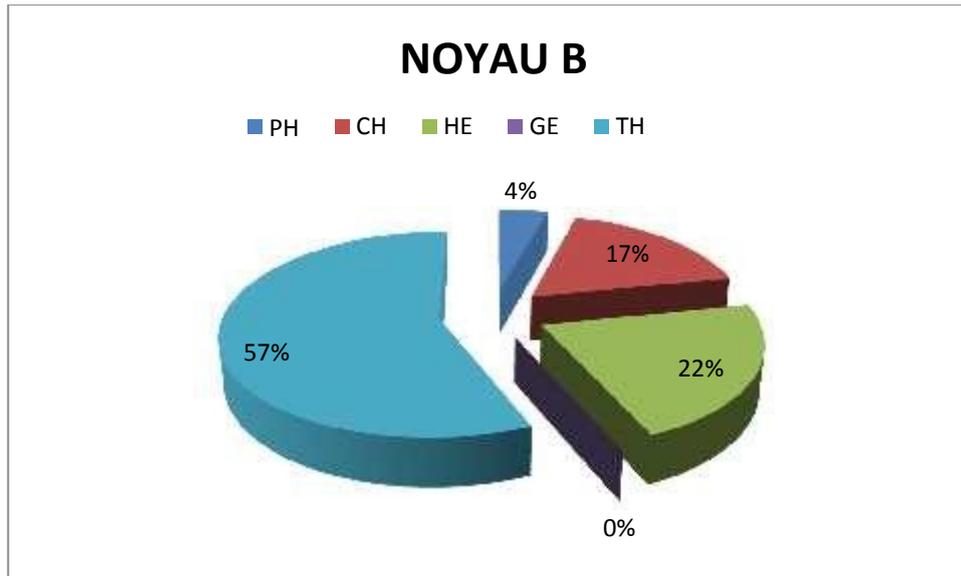


Figure 24: Types biologiques du Noyau B (relevés)

Le schéma du NOYAU B est le suivant : TH>HE>CH>PH>GE=0

La dominance des héli-cryptophytes en deuxième position montre la richesse du sol de la matière organique.

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

Tableau 16 : Relevés du Noyau B

GENRES ESPECES	CODE	R4	R19	R29	R23	R24	R25
<i>Lagurus ovatus</i>	LO	0	0	0	0	0	1
<i>Lobularia maritima</i>	LM1	1	0	0	0	0	0
<i>Lycium europaeum</i>	LE	1	0	0	0	0	0
<i>Medicago rugosa</i>	MR	0	0	0	1	1	1
<i>Nerium oleander</i>	NO	0	1	0	1	0	0
<i>Oxalis pes-caprae</i>	OE	1	0	0	0	0	0
<i>Papaver rhoes</i>	PH	0	1	0	0	0	0
<i>Plantago lagopus</i>	PL1	0	0	1	0	0	0
<i>Plantago major</i>	PM	1	1	1	0	1	1
<i>Reichardia picrioides</i>	RP	0	0	0	1	0	0
<i>Reichardia tingitana</i>	RT	0	0	0	0	1	1
<i>Scolymus hispanicum</i>	SG	0	0	1	0	0	0
<i>Sinapsis arvensis</i>	SA	1	1	1	1	1	1
<i>Tamarix africana</i>	TA	0	0	1	0	1	1
<i>Verbascum serpyllifolia</i>	VR	1	0	0	0	0	0
<i>Anagallis arvensis</i>	AN	1	0	0	0	0	0
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	AG	1	0	0	0	0	0
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	CC	0	0	0	0	1	0
<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	CG	0	0	1	0	0	0
<i>Daucus carota</i>	DC	0	0	1	0	0	0
<i>Ziziphus lotus</i>	ZL	0	0	0	0	0	1
<i>Asteriscus maritimus</i>	AM1	0	1	0	0	1	1
<i>Agropyron repens</i>	AR	1	0	1	0	0	0

❖ **Noyau C** : est composé de 43 espèces repartit sur 14 relevés.

Le noyau C montre la présence des 05 types biologiques avec toujours la dominance des thérophytes ce qui montre le tableau et la figure suivante.

Tableau 17: Types biologiques du Noyau C

Types biologiques	PH	CH	GE	HE	TH
Nbre d'espèces	5	7	3	6	22

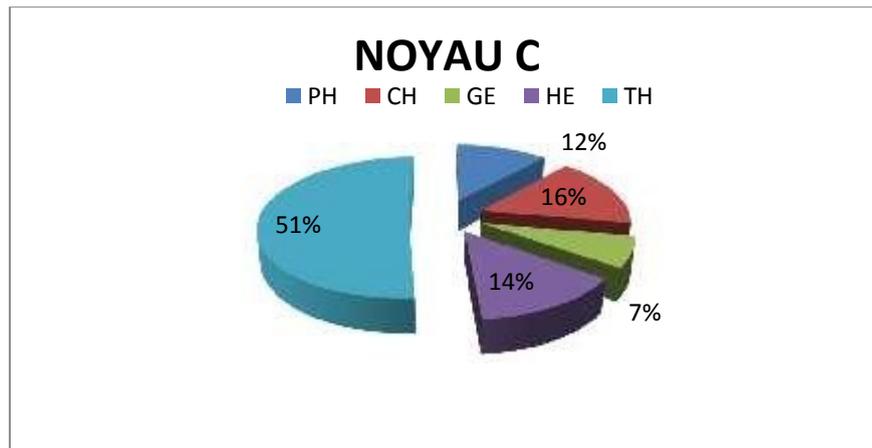


Figure 25: les types biologiques du noyau C

Le noyau C montre le schéma suivant : TH>CH>HE>PH>GE.

CONCLUSION

D'après le traitement statistique des relevés floristiques nous avons pu conclure que la zone d'étude subit une dynamique régressive de la végétation par le passage d'un stade à un autre, allant de la matorralisation (éclaircissement progressif de la strate arborescente remplacée par des chaméphytes) ; la dématorralisation (disparition par broutage ou arrachage des Chaméphytes) jusqu'au la thérophytisation (épanouissement de tout un cortège de Thérophytes plus ou moins nitrophiles, à développement rapide). Et d'après les dendrogrammes réalisés nous avons pu dégager les principaux espèces caractéristiques des grandes unités phytosociologique (classe des *Ononido-Rosmarinetea*, et ordre des *Pistacio-Rhamnetaliaalaterni*).

La végétation ripisylve composée de très grande diversité et au système racinaire développé va favoriser l'ancrage, donc limiter l'érosion des berges. Ceci s'explique par la présence des Chamaéphytes et Phanérophytes dans les trois noyaux du dendrogramme.

Les Tamaricaies halophiles sont bien présentes en Espagne et au sud de la Méditerranée où divers groupements ont été définis RIVAS-MARTÍNEZ et *al.* (2001). Le taux de salinité des sols constitue d'ailleurs un facteur prépondérant dans la distribution de la végétation riveraine en bioclimats semi-aride et aride par la présence du cortège floristique du *Tamarix africana* dans le noyau C.

CHAPITRE 3 : Analyse de la Végétation

Les formations ripisylves sont relativement plus complexes et sont intégrées dans quelques unités distinctes, puisque suivant qu'elles sont liées à l'eau douce ou aux eaux saumâtres, les communautés varient : ces fourrés se composent de *Tamarix africana* et *T. gallica* (*Tamaricion africanae*) à l'Ouest et au Sud GAMISANS (1991) a défini divers groupements s'organisant autour de *T. africana* ; le *Tamaricetum gallicae* Braun – Blanquet et O. Bolòs (1958) est également en Méditerranée occidentale.

En Algérie occidentale, les ripisylves constituent des milieux complexes et fragiles, aux utilités multiples.

- La végétation ripisylve composée de très grande diversité et au système racinaire développé va favoriser l'ancrage, donc limiter l'érosion des berges.
- La ripisylve a une vocation d'écotone : zone tampon, interface entre la plaine alluviale et le cours d'eau (qualité des eaux).
- La ripisylve est une mosaïque de milieux complexes et interactifs, fruits de l'influence du cours d'eau et de l'homme.

Toutes ces structures de végétation ont subi et subissent de lourds dommages sous l'influence d'actions anthropiques de tous ordres. En dépit de la valeur écologique globale très grande de ces éco-complexes, ils restent malheureusement presque partout à l'écart de mesures conservatoires alors que les menaces restent très fortes. L'insuffisance de nos connaissances sur la biologie et l'écologie des ripisylves de notre région nécessite une étude pluridisciplinaire et multi-échelles afin de mieux comprendre la structure et le fonctionnement de l'ensemble de l'hydro-système considéré.

CHAPITRE 4 : Utilisation des séries Temporelle de NDVI des satellites grand champ pour le suivi du couvert végétale.

Etat de l'art méthodologique pour le suivi du couvert végétal

Dans les études relatives à la végétation, des indices ont été développés par les chercheurs pour faire ressortir les différences spectrales en se basant sur la forte absorption des végétaux (grâce à la chlorophylle) dans la longueur d'onde rouge et du proche-infrarouge du spectre électromagnétique (SINGH, 1989). Parmi les indices les plus utilisés selon FEOLI *et al.* (2003), le NDVI (Normalized Difference Vegetation Index). D'après LILLESAND *et al.* (2008), le NDVI réduit d'une part les effets causés par les conditions de luminosité, de pente et de sol, de structure de la végétation, et d'autre part, il permet de mieux différencier les types de végétation et apporte des informations supplémentaires sur l'état du couvert végétal. Le NDVI est calculé selon la formule : $NDVI = (NIR - Rouge) / (NIR + Rouge)$, où : le NIR est la réponse d'un pixel donné dans le proche infra-rouge (0,65 μ m) et le R est la réponse dans le canal du rouge (0,45 μ m) (JENSEN, 1996).

Sa valeur théorique varie entre -1 et 1. En pratique, une surface d'eau libre (océan, lac,...) prendra des valeurs de NDVI proches de 0, un sol nu prendra des valeurs de 0.1 à 0.2, alors qu'une végétation dense aura des valeurs de 0.5 à 0.8. (RAZAGUI *et al.* 2014)

Les indices NDVI indiquent la présence ou l'absence de la végétation et sa densité, et ils sont donc utiles en cas de comparaison d'information qualitative ou quantitative dans le cadre des études de changements dans l'occupation du sol, du moment que la végétation est le premier indicateur de l'occupation du sol (ALPHAN and DERSE, 2013). La technique de soustraction d'images est l'une des méthodes les plus utilisées qui se base sur la soustraction des valeurs numériques des pixels appartenant à deux images satellites de dates différentes (SINGH, 1989).

Les données utilisées dans ce chapitre sont essentiellement acquises avec les techniques d'observation de la terre. Elles permettent d'étudier certaines conditions biotiques et abiotiques observées à la surface de la terre, en particulier la surface du sol, la topographie, l'hydrologie, le couvert végétal et l'utilisation des terres (JENSEN, 2007). Les stations étudiées dans ce chapitre sont les mêmes étudiées pour les chapitres 2 et 3.

Les images satellites utilisées dans le cadre de ce chapitre sont issues de la collection Landsat 7 ETM + Level 1 pour l'année 1999, et Landsat 7 ETM + Level 1 pour l'année 2020 (30 m de résolution spatiale), acquises via le portail web Earth Explorer de l'USGS (United States Geological Survey). Cette plateforme permet d'obtenir des données Landsat prétraitées,

CHAPITRE 4 : Utilisation des Séries de NDVI

avec la transformation des valeurs spectrales en réflectance de surface, ce qui offre la possibilité de les exploiter sans opérer de corrections préalables. La période analysée correspond à deux dates celle de 1999 et celle de 2020, couvrant la saison fin été pour des raisons de clartés.

Le but de ce chapitre c'est l'analyse diachronique de la végétation ripisylve entre deux dates celle de 1999 et 2020. Le choix des images c'est faites par rapport à la construction du Barrage de Hammam Boughrara, qui s'est achevé en 1999. En 2011 des lâchées d'eau ont été effectué régulièrement ce qui nous a amenés à choisir la date de 2020 en image Landsat.

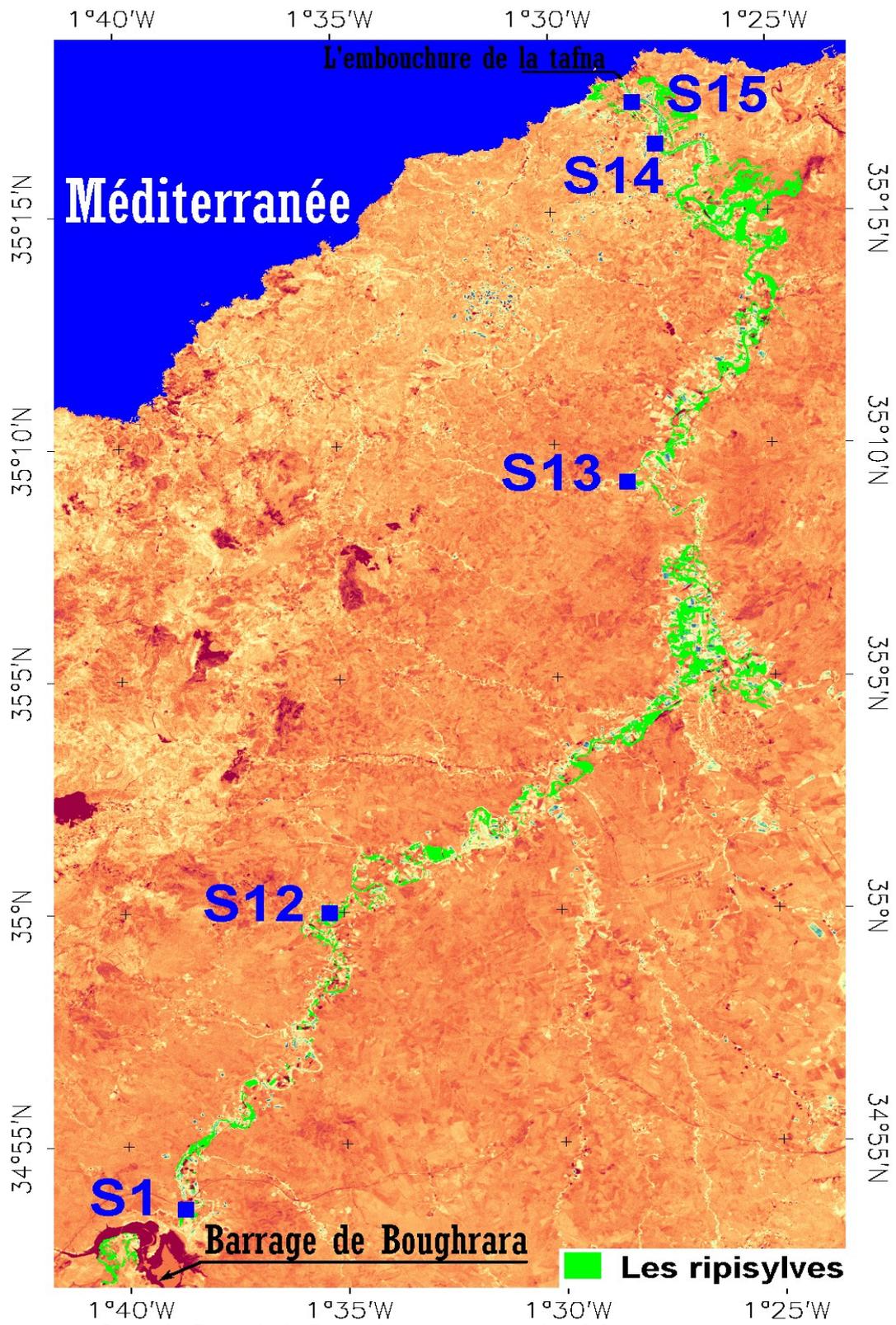
Nous avons jugé opportun de choisir que ses deux dates 1999 et 2020, car notre but c'était de chercher l'impact du barrage Hammam Boughrara sur la végétation par rapport au lâchées d'eau quotidienne de 2011. Le but de ce chapitre, c'est de voir neuf ans après quel est l'impact de ses lâchées d'eau sur la végétation en général et précisément sur le Tamarix qui est une espèce à croissance rapide.

Analyse de la série temporelle de NDVI sur la région d'étude

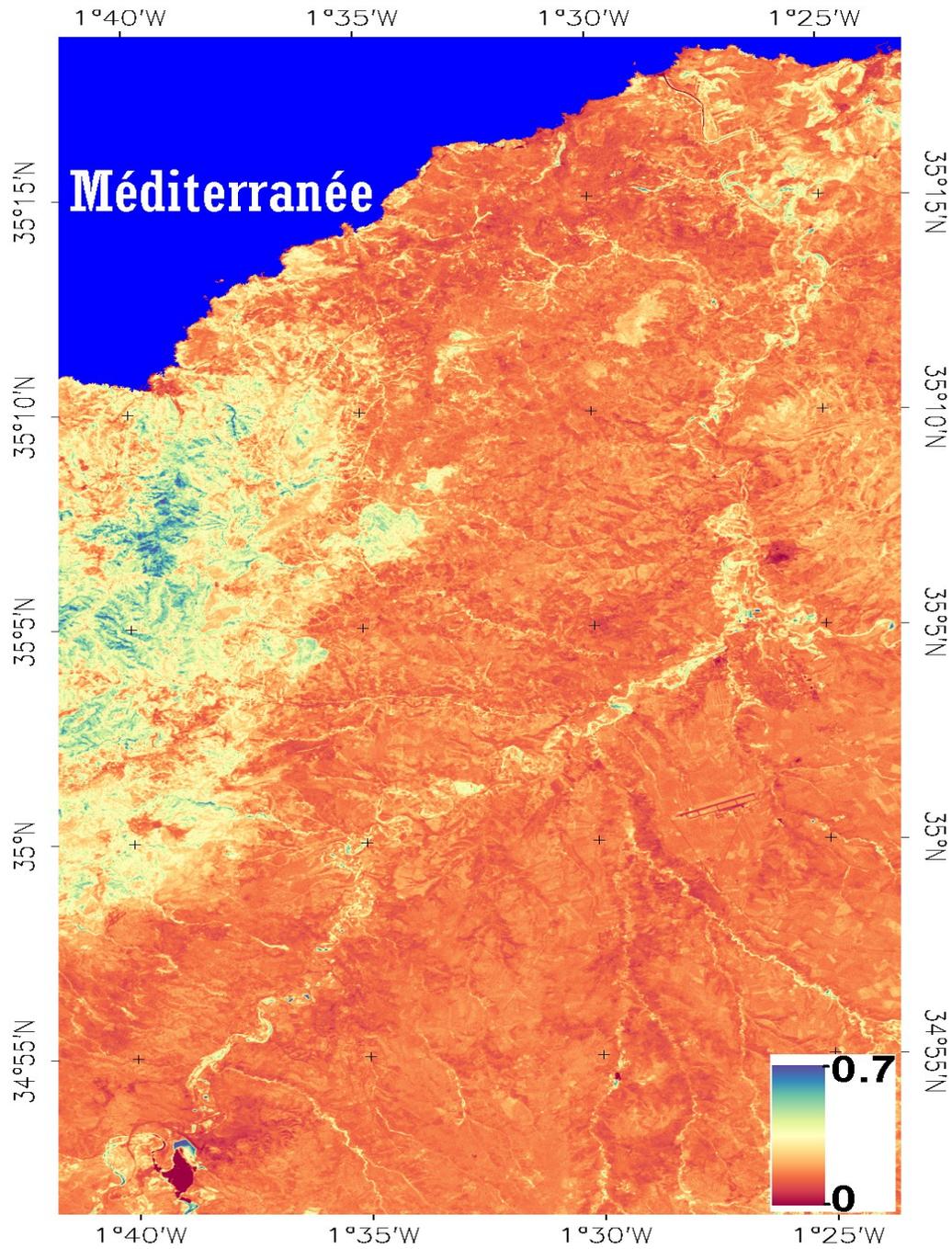
Nous avons utilisé Google Earth pro pour le positionnement des 5 stations ainsi que pour la digitalisation de la Ripisylve autour de nos stations. Grace à Google Earth, nous avons pu discriminer la forêt ripisylve de l'agriculture réalisé sur les terrasses le long de l'Oued Tafna. Ceci nous a permis d'enlever la confusion entre la forêt Ripisylve et l'agriculture aux abords des berges de l'Oued Tafna.

Tableau 18: caractéristiques des données images pris pour l'étude.

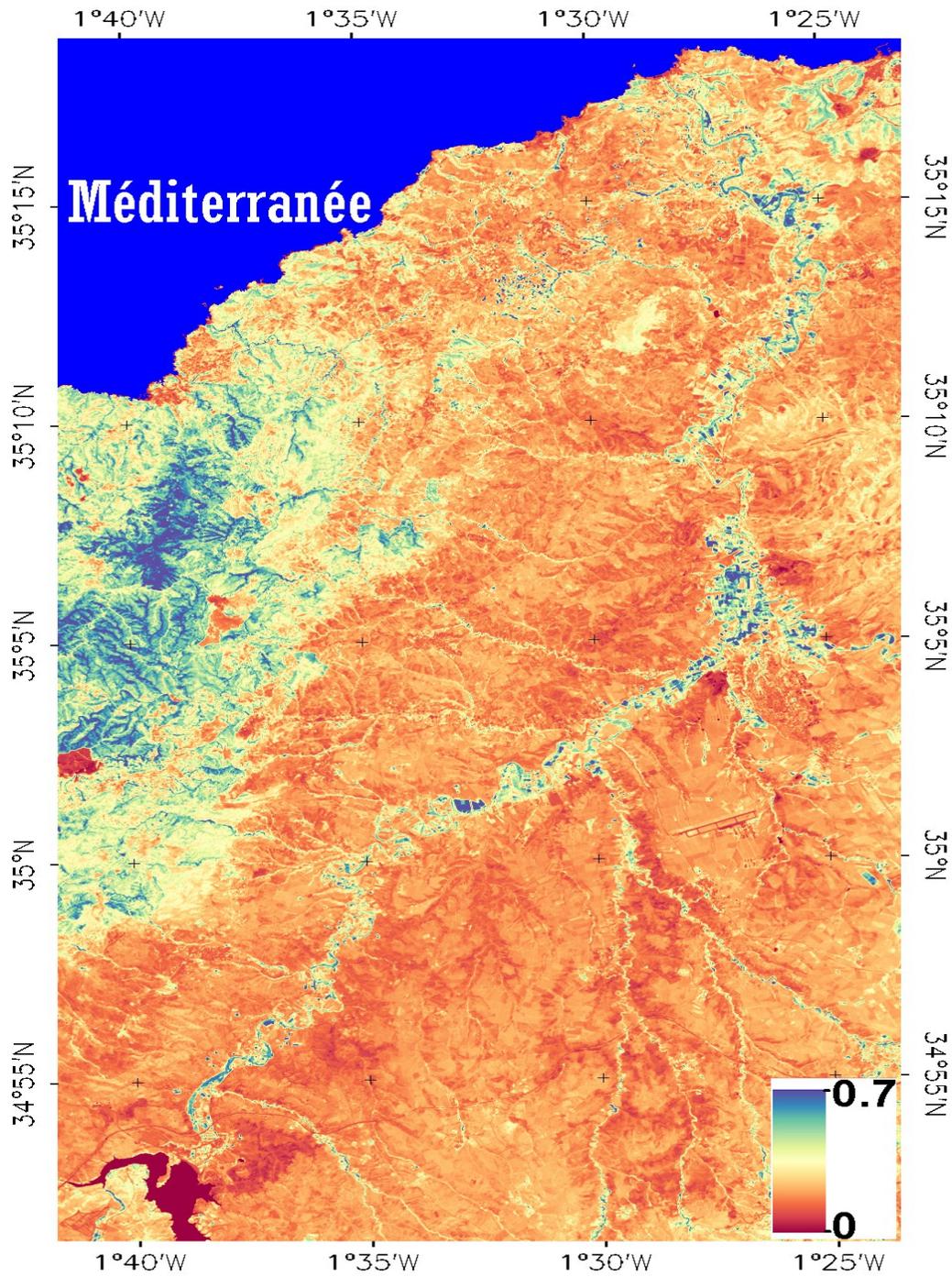
Année	1999	2020
Date	16-09-1999	01-09-2020
Capteur	Landsat 7 ETM+	Landsat 7 ETM+
Résolution	30 m	30 m
Projection Spatiale	WGS 1984_UTM zone 31 Nord	
Prétraitement	Correction atmosphérique, Découpage en fonction des dimensions de l'aire d'étude.	



Carte 1: Carte de la Ripisylve et position des 5 Stations



Carte 2: Carte du NDVI de la moyenne et basse Tafna obtenue à partir de l'image Landsat-7 ETM+ du 16/09/1999.



Carte 3: Carte du NDVI de la moyenne et basse Tafna obtenue à partir de l'image Landsat-7 ETM+ du 01/09/2020

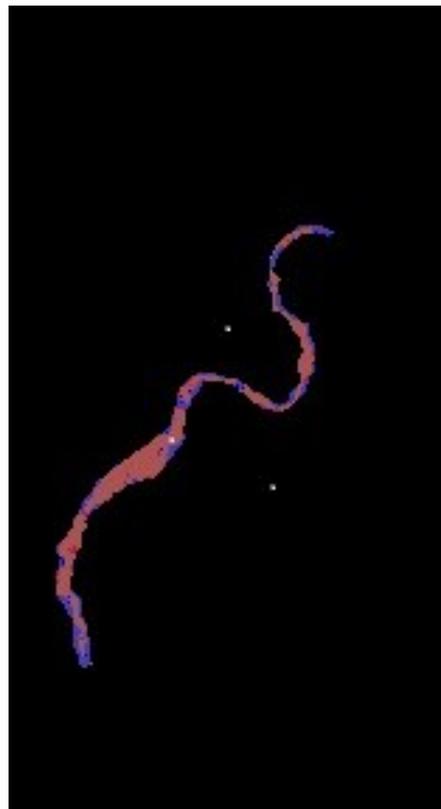
CHAPITRE 4 : Utilisation des Séries de NDVI



Image 1: Image Masqué
NDVI 1999 Station 1



Image 2: Image Masqué NDVI
2020 Station 1



Carte 4: Carte des changements pour la Station 1

CHAPITRE 4 : Utilisation des Séries de NDVI

Etat station 1	Evolution de la Ripisylve	Régression de la Ripisylve
Pourcentage (%)	75.44	24.56

Station 1 : La carte des changements pour la station 1 nous montre une évolution de 75.44 % de la ripisylve contre une régression de 24.56 %. Cette station se situe juste après le Barrage Hammam Boughrara.



Image 4: Image masqué NDVI 1999 Station 2

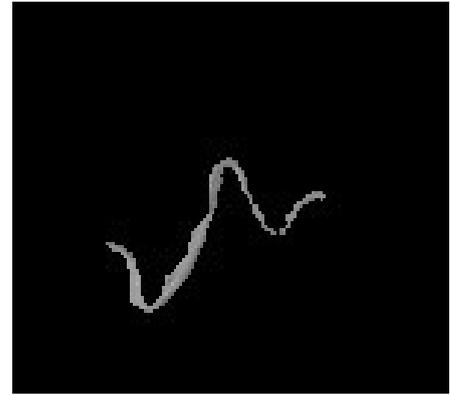
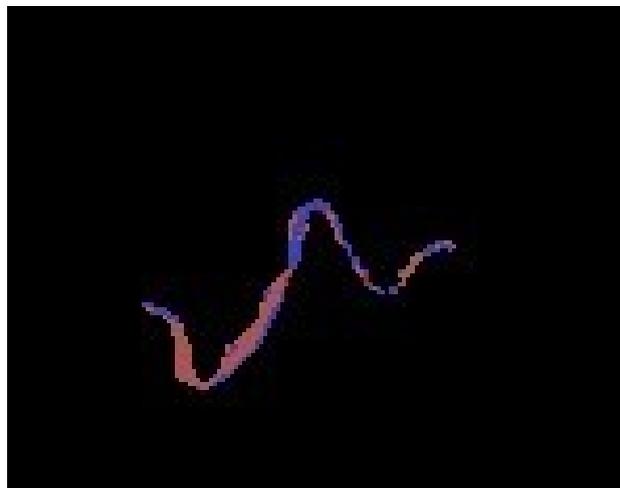


Image 3: Image masque NDVI 2020 Station 2



Carte 5: Carte des changements pour la Station 2.

Etat Station 2	Evolution de la Ripisylve	Régression de la Ripisylve
Pourcentage (%)	58.95	41.05

CHAPITRE 4 : Utilisation des Séries de NDVI

Station 2 : La carte des changements pour la station 2 qui se situe au environ de 10 km de la station 1 et donc du Barrage Hammam Boughrara avec une évolution de la ripisylve de 58.95 % et une régression de 41.05 %.



Image 6: Image Masqué NDVI 1999 Station3

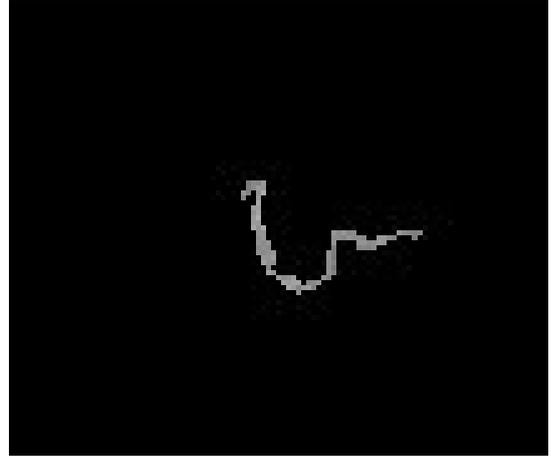


Image 5: Image masqué NDVI 2020 Station 3



Carte 6: Carte des changements pour la Station 3.

Etat Station 3	Evolution de la Ripisylve	Régression de la Ripisylve
Pourcentage (%)	93.91	6.09

Station 3 : Une bonne évolution de la ripisylve qui représente 93.91 % est remarquée sur la carte des changements de cette station, alors qu'on constate une régression de la végétation riveraine de 6.09 %.

CHAPITRE 4 : Utilisation des Séries de NDVI

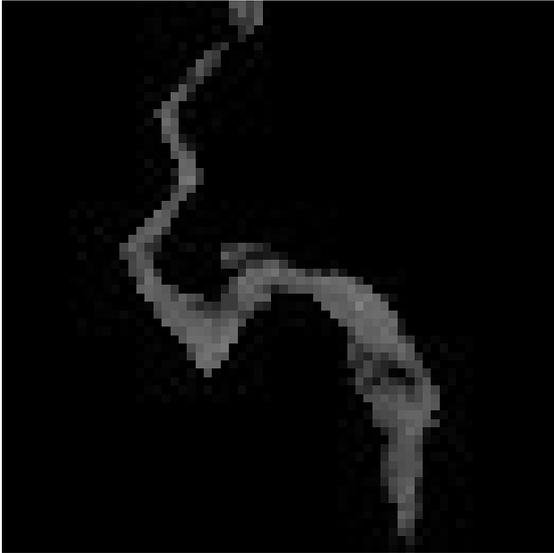


Image 8: Image masqué NDVI 1999 Station 4

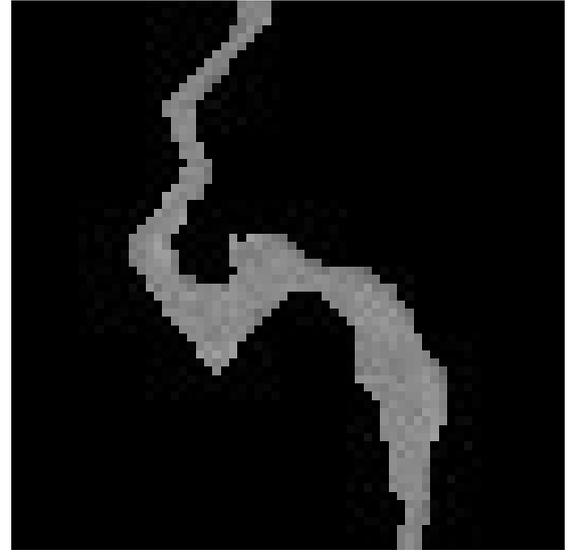


Image 7: Image masqué NDVI 2020 Station 4



Carte 7 : Carte des changements pour la Station 4

Etat Station 4	Evolution de la Ripisylve	Régression de la Ripisylve
Pourcentage (%)	88.43	11.57

Station 4 : Le même constat pour cette station que station précédente pour la carte des changements avec une évolution de 88.43 % contre une régression de 11.57 % de la végétation rivulaire

CHAPITRE 4 : Utilisation des Séries de NDVI

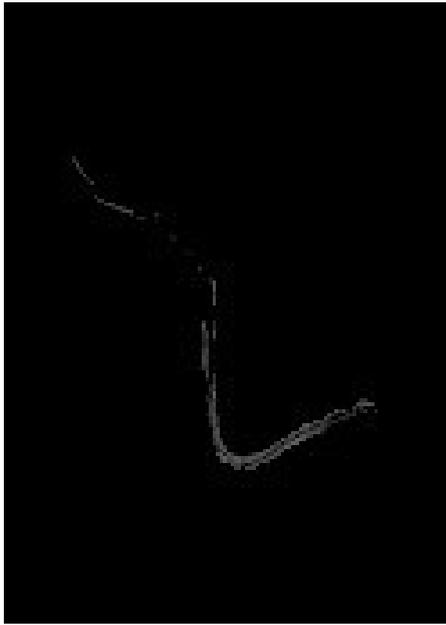


Image 10: Image masqué NDVI
1999 Station 5

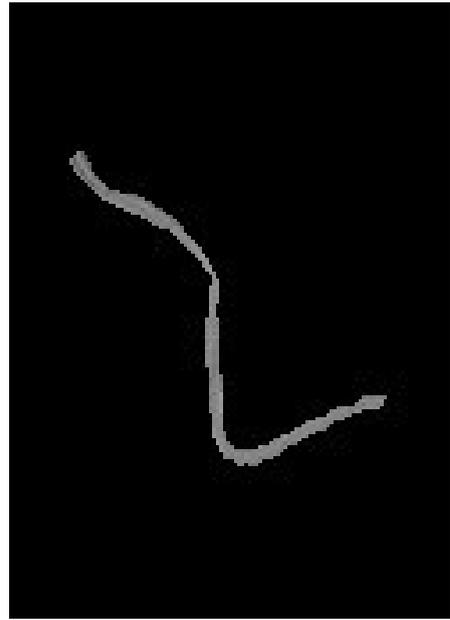
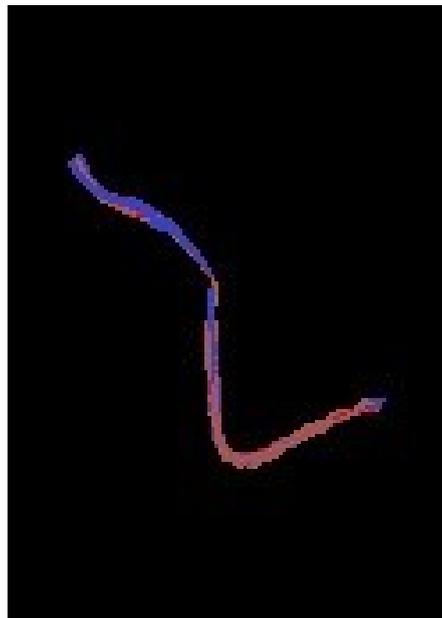


Image 9: Image Masqué NDVI
2020 Station 5



Carte 8: Carte des changements pour la Station 5.

Etat station 5	Evolution de la Ripisylve	Régression de la Ripisylve
Pourcentage (%)	55.72	44.28

Station 5 : Cette station ne représente qu'une légère évolution de la ripisylve avec 55.72 % contre une régression de 44.28 %, cela est dû à la situation de la station qui se situe presque à l'embouchure de la Tafna, pour cette station l'oued Tafna se mélange à l'eau de mer ce qui élargie le lit d'Oued et diminue la frange de la ripisylve.

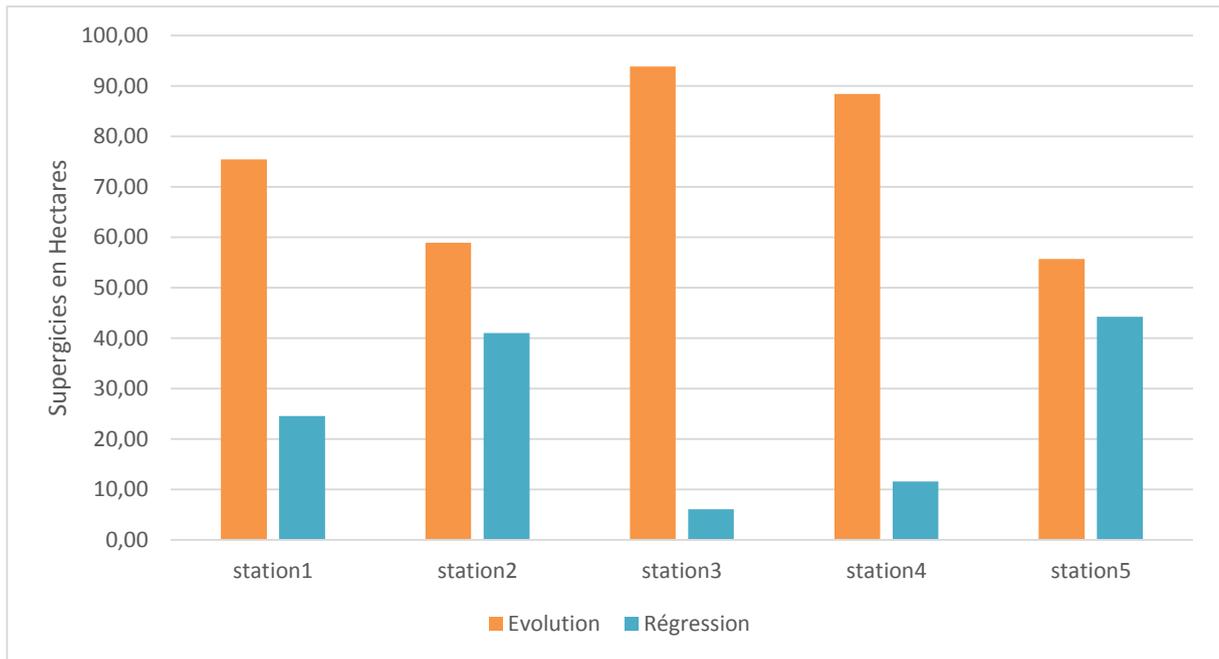


Figure 26: Evolution des superficies boisées pour les 5 Stations pour les années 2001 et 2014.

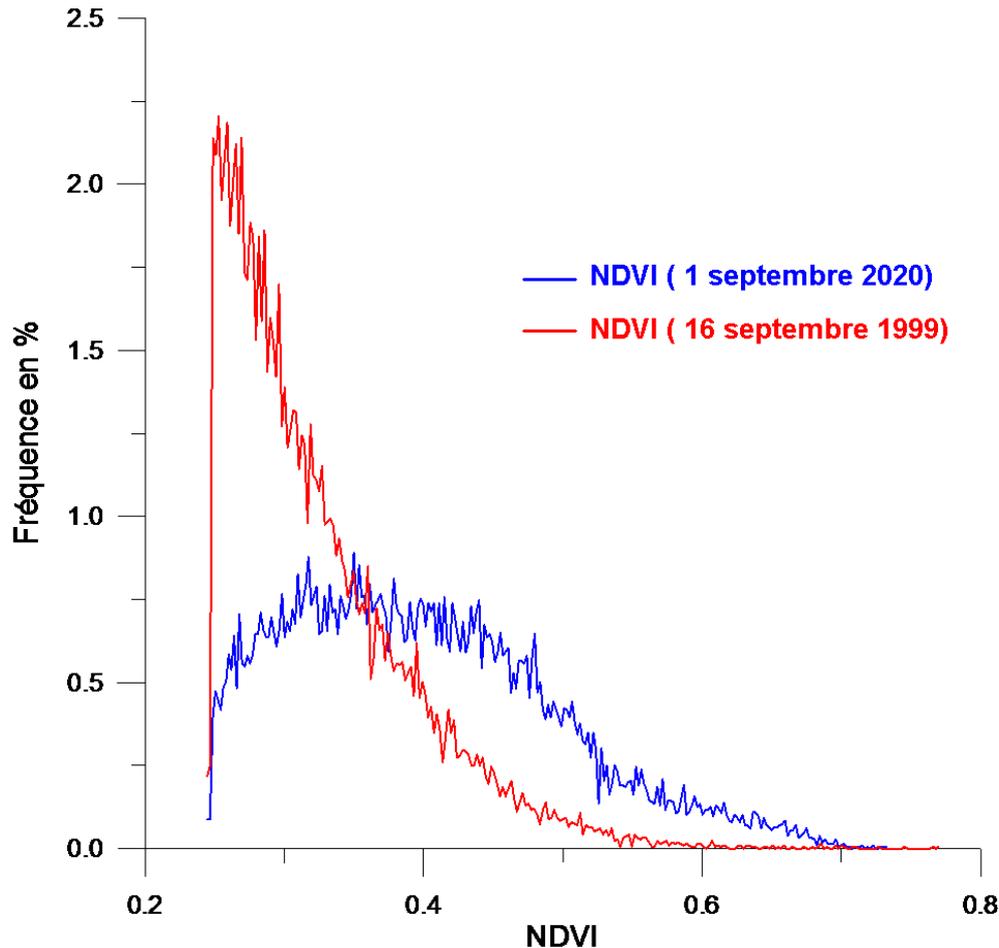


Figure 27: Histogrammes des fréquences des valeurs du NDVI correspondant aux années 1999 (rouge) et 2020 (bleu)

Conclusion :

Les résultats obtenus dans la figure (26 et 27) ont permis de constater qu'une évolution importante de la végétation Ripisylve est constatée pour nos 5 stations et cela pour la date de 2020. Cette évolution de la Ripisylve est constatée juste après les lâchées d'eau régulières faites par le Barrage Hammam Boughrara à partir de 2011.

Les résultats de l'analyse des changements de l'état de surface, à partir d'indices de végétation (NDVI), et la comparaison des images traitées de la période allant de 1999 à 2020 nous a permis d'établir l'historique des fréquences des valeurs de l'NDVI. Sur la Figure 27, nous remarquons que l'état de la végétation pour l'image du 01.09.2020, par rapport à celle de

CHAPITRE 4 : Utilisation des Séries de NDVI

16.09.1999 a bien évolué ceci est justifier par l'histogramme des fréquences qui permet de montrer qu'à partir d'une valeur de 0.35 de NDVI les fréquences de l'image 2020 sont plus importante par rapport aux fréquences de l'image de 1999. Ceci a permis d'obtenir des cartes de changements dans la région basse et moyenne Tafna, et d'avoir une vision synoptique de l'évolution des paysages Ripisylves à l'échelle de toute la région. Une telle analyse fournit un diagnostic spatio-temporel sur l'état du milieu. L'avantage de cette méthode est sa simplicité, donne une représentation synthétique des changements puisqu'elle permet de visualiser directement la nature des changements entre plusieurs dates. Mais cette perception des changements reste grossière : elle donne les grandes tendances du milieu à partir de l'interprétation d'indices radiométriques calculés avec des pixels de 30 mètres de résolution.

CONCLUSION GENERALE et PERSPECTIVES

Malgré l'importance et les enjeux de la dégradation de la forêt Ripisylve en région Méditerranéenne, les méthodes proposées dans la littérature pour évaluer et localiser le phénomène sont très variées et fournissent parfois des résultats contradictoires. Les impératifs de gestion de la végétation rivulaire en région Méditerranéenne étaient jusqu'à présent, principalement axés sur les préoccupations d'ordre physique et hydraulique telles que la stabilisation des berges ou les problèmes liés à l'écoulement. Situé à l'interface entre le milieu terrestre et aquatique, la Ripisylve agit pourtant sur le fonctionnement écologique des cours d'eau.

Dans le bassin de la Tafna, la Ripisylve est clairsemée et très étroite. Aux endroits où elle est intacte, elle est très stabilisée, essentiellement composée de grand et vieux arbres. Les principales zones où l'on trouve une ripisylve en bon état sont le bassin amont de la Tafna (Chapitre 3 et 4).

Les Ripisylves de la Tafna et de ses affluents sont de véritables connexions avec les espaces naturels situés en périphérie du bassin versant. Elles représentent donc un fort potentiel en terme écologiques et paysagers.

Cette diversité est contrôlée par des facteurs écologiques qui influencent la végétation, telle que le facteur climatique. L'étude de ce dernier nous montre clairement que le climat de la zone d'étude est de type méditerranéen, dont deux étages bioclimatiques (sub-humide et semi- aride), avec la saison hivernale qui est caractérisée par l'irrégularité de la pluviométrie, et la saison estivale marquée par de fortes chaleurs combinées à de longues périodes de sécheresse.

L'urbanisation croissante et l'activité agricole menacent de manière quasi – continue la ligne verte, dont la largeur avoisine une cinquantaine de mètres dans les secteurs les plus préservés.

La pollution est également menaçante, les principaux Oueds sont devenus de vrais collecteurs des eaux usées, de rejets de déchets industriels, des détritits provenant des exploitations agricoles, parfois même de déchets ménagers des villages avoisinants.

L'étude de l'Analyse Factorielle des Correspondances à travers les plans factoriels des espèces nous a permis de distinguer les différents facteurs écologiques agissant sur le

Conclusion Générale et Perspectives

développement de la végétation ripisylves, tel que la salinité, l'humidité, les facteurs édaphiques, etc. Aussi, cette analyse met en évidence la prédominance des espèces thérophytique, ce qui est figuré comme différents gradients d'évolution et autres à travers les associations végétales ripisylves.

Une analyse factorielle des correspondances des relevés a été effectués dans le but de faire ressortir les groupes d'espèces qui accompagnent les espèces purement ripisylves

- Groupe d'espèce à *Populus alba*, *Eucalyptus globulus* et *Inula viscosa* sur la moyenne Tafna.
- Groupe d'espèces à *Xanthium strumarium*, *Anacyclus valentinus* et *Centaurea pullata* à la basse Tafna.

La présence de *Tamarix africana* sous forme de quelques pieds peu abondants, avec son cortège floristique dominé par les espèces thérophytiques, prouve facilement que ce sont des milieux perturbés par le surpâturage, fréquenté par l'homme et ses énormes engins, pour placer des pompes pour des systèmes d'irrigation de leur cultures avoisinantes le cours d'eau. Tous ces facteurs causent la dégradation de ces milieux et mènent à la vulnérabilité de l'écosystème naturel.

La télédétection étant l'outil privilégié pour effectuer un suivi du couvert végétal à l'échelle régionale, afin de poser un diagnostic de dégradation ou d'amélioration des ripisylves, le suivi par télédétection du couvert végétal est aujourd'hui la méthode la mieux adaptée à la mise en évidence de tendances régionales qui est un préalable à une analyse multi scalaire indispensable à la production d'une interprétation correcte du phénomène de dégradation des forêts.

Les résultats de l'évolution du NDVI pendant la période de 1999-2020 mettent en évidence une évolution de la bande Ripisylve. Si nous avons pu confirmer la tendance au reverdissement de la Ripisylve depuis les années 2011 ceci est dû grâce aux lâchées d'eau, effectuées depuis cette date à nos jours de la part de Barrage Hammam Boughrara pour irrigué les terrasse le long de l'Oued Tafna, ceci a permis à la forêt Ripisylve de subsister. On a pu observer localement des tendances à une dégradation résultant de la croissance démographique et de l'extension des surfaces mises en culture. Si la composante anthropique a un rôle décisif dans ces dégradations, la composante climatique peut accentuer la vulnérabilité des populations et des écosystèmes et participer, de manière plus ou moins directe à accentuer la dégradation. Ainsi, même si la composante anthropique est dominante, la composante climatique ne doit pas être négligée d'autant plus que selon certaines prévisions climatiques les températures en région méditerranéenne devraient

augmenter dans les années à venir.

Perspectives

Les enjeux humains, économiques et écologiques de la dégradation des forêts ripisylves sont multiples et l'augmentation de la quantité et qualité de produits de télédétection permet d'aborder cette question dans des conditions qui s'améliorent au fil du temps. Les pistes pour poursuivre les recherches et améliorer la qualité des résultats sont également nombreuses. La validation des méthodes proposées (RESTREND, tendances du NDVI) sur le terrain et à partir de simulations (proposé récemment par WESSELS et *al.* 2012) pourraient être effectuées suivant une approche multiscalaire. La compréhension des effets mémoire et des origines des processus de dégradation des terres pourra être améliorée grâce à l'allongement des séries de produits de télédétection et à l'amélioration de la qualité et de la résolution des capteurs (MODIS, SPOT, LANDSAT, SENTINEL).

Outre le recours à la Télédétection, les enquêtes et relevés de terrain demeurent plus que jamais nécessaires pour valider et comprendre les interactions entre les différentes échelles spatiales et temporelles. Ces analyses devraient permettre d'améliorer le suivi et le maintien des berges, ainsi la forêt Ripisylve doit être évaluée par rapport à l'impact de la croissance démographique, composante anthropique et les fluctuations climatiques. La comparaison intersites reste essentielle pour enrichir et améliorer l'approche multi-échelles. Ainsi des nouvelles questions se poseraient : est-il possible de généraliser un suivi multi-échelles de la dégradation des forêts riveraines ? Un tel suivi permettrait-il à l'avenir de déterminer des seuils d'alerte précoce de dégradation ?

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

A

- ADI N., 2001.** Contribution à l'étude des formations à *Salsola vermiculata* le long d'un gradient de salinité dans la région du Chott Chergui (Sud Oranais). Mém. Mag.Univ. Alger, 118 p.
- ADJIM, H., 2004.** Évaluation et affectation des ressources hydriques superficielles du bassin versant de la Tafna. Mémoire de Magistère, Université de Tlemcen, 180 p.
- ADJIM, H., DJEDDID, A., BEKKOUCH, A., 2006.** Diminution des ressources en eau de surface du bassin de la Tafna (NW Algérie), approche pluviométrique. Gestion Intégrée des Ressources en Eaux et Défis du Développement Durable (GIREDD), Marrakech, 23 – 25 mai 2006.
- AIME S. 1991.** Etude écologique de la transition entre les bioclimats sub-humides, semi-arides et arides dans l'étage thermo-méditerranéen du Telle oranais (Algérie nord occidentales). Thèse de Doctorat-Es. Sc., univ. Aix-Marseille III : 120 p.
- AGOUMI A., 2005.** La vulnérabilité hydrique du Maroc face aux changements climatiques : La nécessité des stratégies d'adaptation. Objectif terre, Bulletin de liaison du développement durable de l'espace francophone ; Edition spéciale Changements climatiques, Novembre 2005 ; OIF-AIF-IEPF ; p :36-38
- ALPHAN H, DERSE M. A., 2013.** Change Detection In Southern Turkey Using Normalized Difference Vegetation Index (Ndv). journal of environmental engineering and landscape management ISSN 1648–6897 Print/ISSN 1822-4199 online 2013 Volume 21(1): 12–18 doi:10.3846/16486897.2012.663091
- AMOROS, C., ROUX, A.L., REYGLOBELLET, J.L., BRAVARD, J.P., & PAUTOU, G., 1987.** A method for applied ecological studies of fluvial hydrosystems. *Regulated Rivers*, 1: 17 – 36.
- AMOROS, C., & PETTS, G.E., 1993.** Hydro-systèmes fluviaux. Collection d'écologie. Edit. Masson, 300 p.
- ANDRE, J.P., 2002.** Organisation vasculaire des angiospermes. INRA Editions.
- ANGOT, A., 1881.** Etude sur le climat de l'Algérie (température, pression barométrique et pluie). Ann. Bull. Cent. Météo Paris B7-36.
- AUSSENAC G., & GUEHL J.M., 1994.** Dépérissement et accidents climatiques. Revue forestière française, vol. XLVI, n° 5, pp. 458-470

B

- BABINOT M., 1982** .Promontoire oriental du grand Rhône (embouchure). Etude de la végétation et cartographie écologique des aires culicidogènes à *Aedes(o) caspius* en milieu instable. Thèse Doct. Es. Sci. Univ. Fac. Sci. et tech. AixMarseille III, 226p
- BAGNOULS, F. ET GAUSSEN H., 1953.** Saison sèche et indice xéothermique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse (88). P : 3 – 4 et 193 – 239.
- BAKER, H.G., 1972.** Seed weight in relation to environment conditions in California, ecol. 53 (6), 997 – 1010.
- BAKER, W.L., 1990.** Species richness of Colorado riparian vegetation. Journal of Vegetation Science 1, 119 – 124.
- BARBERO, M. et LOISEL, R., 1983.** Les chênaies vertes du sud-est de la France

méditerranéenne ; valeurs phytosociologiques, dynamiques et potentielles. *Phytocoenologia* 11, 225 – 244.

BARBERO, M., LOISEL, R., et QUEZEL, P., 1990. Les apports de la phyto-écologie dans l'interprétation des changements et perturbations induits par l'homme sur les écosystèmes forestiers méditerranéen. Forêts méditerranéenne, SII : 194 – 215.

BARBERO, M., QUEZEL, P., et RIVAS-MARTINEZ, S., 1981. Contribution à l'étude des groupements forestiers et préforestiers du Maroc. *Phytocoenologia* 9, 311 – 412.

BARY LENGER, A., EVRARD, R., ET GATHY, P., 1979. La forêt vaillante carmane Imprim liège, 611 p. Baum, B.R., 1967. Introduced and naturalized tamarisks in the United States and Canada [Tamaricaceae]. *Baileya* 15:19 – 25.

BARRUOL J., 1984. Cartographie et développement. Ed. Coop. et dvpt. Paris, 81p

BASTIN Ch., BENZECRI J.P., BOURGARIT Ch. & CAZES P., 1980. Pratique de l'analyse des données, T.2 : Abrégé théorique, études de cas modèle. Dunod Ed., 466 p

BEAULIEU DE, J.L., 1977. Contribution pollen analytique à l'histoire tardif glaciaire et holocène de la végétation des Alpes méridionales françaises. Marseille, Thèse Doct. Etat, Univ. Aix- Marseille III, 358 p. + annexes.

BEGUIN, C., GEHU, J.M., et HEGG, O., 1979. La sym-phytosociologie : une approche nouvelle des paysages végétaux. *Doc. Phytos.* N.S. 4. Pp 49 – 68 Lille.

BECKER M., LANDMANN G., LÉVY G., 1989. Silver fir decline in the Vosges mountains (France) : role of climate and silviculture. — *Water Air and Soil Pollution*, vol. 48, pp. 77-86.

BENABADJI N., 1995 - Etude phyto-écologique des steppes à *Artemisia herba alba*. Asso. et à *Salsola vermiculata* L. au Sud de Sebdou (Oranie, Algérie). Thèse doct. és Sci., Univ. Tlemcen, 225 p

BENABADJI, N., BOUAZZA, M., METGE, G., et LOISEL, R., 1996. Description et aspect des sols en région semi-aride et aride au Sud de Sebdou (Oranie – Algérie) : *Bull. Inst. Sci. Rabat* ; 1996, n°20 P: 77 – 86.

BENABADJI, N., et BOUAZZA, M., 2000. Quelques modifications climatiques intervenues dans la Sud-Ouest de l'Oranie (Algérie occidentale) *Rev. Energ. Ren.* Vol 3, 2000 pp 117 – 125.

BENABADJI, N., BOUAZZA, M., MERZOUK, A., et GHEZLAOUI, SBE., 2004. Aspects phytoécologiques des Atriplexaies au Nord de Tlemcen (Oranie Algérie). *Sciences et Technologie C n°22 p 62 – 79.* Université Mantouri Constantine Algérie. ISSN – 1111 – 5041.

BENKELFAT, K., et STAMBOULI, H., 2019. Systematic position of *Tamarix* in the region of Tlemcen (Western Algeria). *Indian Journal of Ecology* 2019. 46 (4) :729 – 732.

BENSETTITI, F., 1992. Approche phytosociologique des aulnaies de la région d'El Kala (Algérie). *Doc. Phytosociol.* 14, 231 – 240.

BENSETTITI, F., et LACOSTE, A., 1999. Les ripisylves du nord de l'Algérie : essai de synthèse synsystématique à l'échelle de la Méditerranée occidentale. *Ecol. Medit.* 25, 13 – 39.

BENZECRI J.P., 1973- L'analyse des données, T.II : L'analyse des correspondances. Dunod Ed., 619 p

BESTAOUI, KH., 2001. Contribution à une étude syntaxonomique et écologique des Matorrals de la région de Tlemcen. Th. Magistère en biologie. *Ecol. Vég. Dép. Bio. Fac. Sci. Univ. Abou Bakr Belkaïd. Tlemcen.* 184 p + annexes.

BERT D., 1993. Impact of ecological factors climatic stresses and pollution on growth and health of silver fir (*Abies alba* Mill.) in the Jura mountains : an ecological and dendrochronological study. — *Acta Oecologica*, vol. 14, n° 2, pp. 229-246.

- BIKBULATOVA, T.N., et KORUL'KINA, L.M., 2001.** Composition of *Tamarix hokenakeri* and *Tamarix ramosissima*. *Chemistry of Natural Compounds* 37 : 216 – 218.
- BONIN, G., et ROUX, M., 1975.** Utilisations de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude écologique de quelques pelouses de l'Apennin lucano –calabrais. *Oecol. Plant.* 13 (2) : 121 – 138.
- BONIN G. & ROUX M., 1978** - Utilisation de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude phytoécologique de quelques pelouses de l'Apennin lucano-calabrais. *Acta Oecologica Oecol. Plant.*, 13, 121-128
- BONIN, G., et VEDRENNE, G., 1979.** Les pelouses culminales du Gransasso d'Italie. Analyse dynamique et relation avec les facteurs du milieu. *Eco. Méd.* n°4. P 95 – 108.
- BONIN, G., et TATONI, T., 1990.** Réflexions sur l'apport de l'analyse factorielle des correspondances dans l'étude des communautés végétales et de leur environnement. *Ecol. Méd. Vol. Jub. Pr. P. Quezel. XVI. P* : 403 – 414.
- BORTOLI, C., GOUNOT, M., et JACQUIOT, J.C.I., 1969.** Climatologie et bioclimatologie de la Tunisie septentrionale. *Ann. Inst. Rech. Agron de Tunisie.* 42.1 ; 235 p+ annexes.
- BOUANANI, A., 2000.** Hydrologie, Solide et Modélisation, Etude de quelque sous bassins de la Tafna (NW-Algérie). Thèse Doctorat. Univ. Tlemcen. 249p.
- BOUAZZA M., 1995** - Etude phyto-écologique de la steppe à *Stipa tenassicima* L. et à *Lygeum spartum* L. au sud de Sebdou (Oranie- Algérie).Thèse de doctorat. Es-sciences Biologie des organismes et populations. Univ. Tlemcen. 153P.
- BOUAZZA, M., et BENABADJI., N., 2000.** Contribution à une étude bioclimatique de la steppe à *Artemisia herba-alba* Asso. Dans l'Oranie (Algérie occidentale). *Revue sécheresse.* 11 (2) p : 117 – 123.
- BOUAZZA, M., LOISEL, R., et BENABADJI, N., 2001.** Bilan de la flore de la région de Tlemcen (Oranie –Algérie), fort medi t. Xxii, n° 2, juin 2001 p : 130 – 136.
- BRAUN-BLANQUET J., 1931a.** L'origine et le développement des flores dans le Massif Central de France avec aperçu sur les migrations des Flores dans l'Europe sud-occidentale, Publications de la Société Linnéenne de Lyon 76 pp. 1-109.
- BRAUN-BLANQUET J., 1931b.** Recherches phytogéographiques sur le massif du Gross Glockner (Hohe Tauern), *Revue de Géographie Alpine.* Volume 19-3 pp. 675-735
- BRAUN-BLANQUET J., 1931.** Aperçu des groupements végétaux du Bas Languedoc. *Commun.Stat.Inst.Géobot.Médit. et Alpine (SIGMA)*, 9 : 35-40.
- BRAUN-BLANQUET J., 1951** - Les groupements végétaux de la France méditerranéenne.
- BRAUN-BLANQUET, J. & BOLOS O., 1957** - Les groupements végétaux du bassin moyen de L'Ebre et leur dynamisme. *Anales Estac. Exp. Aula Dei* 5(1-4): 1-266.
- BRAUN-BLANQUET, J. & BOLOS O., 1958** - Les groupements végétaux du bassin moyen de l'Ebre et leur dynamisme. *Anal Estac Exp Aula Dei.* 5: 1–266.
- BRIANE J.P., LAZARE J. J. & SALANON R., 1977-** Le traitement des très grands ensembles de données en analyse factorielle des correspondances, proposition d'une méthodologie appliquée à la phytosociologie. *Doc. int. Lab. Taxonomie végétale expérimentale et numérique, Paris XI,* 38 p. + annexes. C.N.R.S. Paris ; 297 p.
- BROTHERSON, J.D., and WINKEL, V., 1986.** Habitat relationships of saltcedar (*Tamarix ramosissima*) in central Utah. *Great Basin Nat.* 46 : 535 – 541.
- BROTHERSON, J.D., et FIELD, D., 1987.** *Tamarix* : impacts of a successful weed. *Rangelands, New Mexico* 3 : 110 – 112.
- BRULLO, S., SCELSI, F., et SPAMPINATO, G., 2001.** *Salix ionica* (Salicaceae), a new species from S. Italy. *Boccone* 13, 419 – 423.

- BURGER, 1957.** Photographie aérienne et aménagement de territoire. Ed. dunod. Paris, C.N.R.S. Paris, 297 p.
- BUSCH, D.E., INGRAHAM, N.L., et ET SMITH, S.D., 1992.** Water uptake in woody riparian phreatophytes of the southwestern United States : A stable isotope study. *Ecological Applications* 2 : 450 – 459.
- BUSCH, D.E., et SMITH, S.D., 1993.** Effects of fire on water and salinity relationships of riparian woody taxa. *Oecologia* 94 : 186 – 194.

C

- CAISER, M. 1976.** Biosystematic study of the family of *Tamaricaceae* from Pakistan, thesis submitted for the requirement of degree of D Ph, department of botany, University of Karachi, Pakistan, 409 p.
- CALLON, M., LASCOUMES, P., et BARTHES, Y., 2001.** «Agir dans un monde incertain. Essai sur la démocratie technique» in «Biodiversité et développement durable : Quels indicateurs ? », Levrel, H., Thèse, Ecole des Hautes Études en Sciences Sociales, 406 p.
- CELLES J.C., 1975** - Contribution à l'étude de la végétation des confins Saharo-constantinois (Algérie). Thèse d'état. Univ de Nice. Centrale de recherche en Ecologie forestière CNREF., I.N.R.A. d'Algérie. 7P.
- CHAABANE, A., 1993.** Étude de la végétation du littoral septentrionale de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doct. Sc.Univ. Aix – Marseille III, 205 p + annexes.
- CHARLES G. et CHEVASSUT G., 1957-** Sur la présence de peuplements de végétaux steppiques : *Lygeum spartum* L. et *Artemisia herba-alba* Asso. dans la région de Hammam Righa (Tell Algérois). Bull. Soc. Hist. Nat. Afrique du Nord. Pp : 524-536.
- CHESSEL, D., et GAUTIER, N., 1979.** La description des communautés végétales : Exemples d'utilisation de deux techniques statistiques adaptées aux mesures sur grilles ou transects. Pages 87 – 102 in Actes du 7ème Colloque Informatique et Biosphère. Association Informatique et Biosphère. Paris.
- CHESSEL D. & BOURNAUD M., 1987-** Progrès récents en analyse de données écologiques. IV° Coll. AFIE : La gestion des systèmes écologique, Bordeaux, 65-76
- COLLINGNON, B., 1986.** Hydrologie appliquée des aquifères karstiques des monts de Tlemcen. Thèse de Doctorat. Univ. D'Avignon. PP 33 – 105.
- CONCHOU, O., FUSTEC, E., 1988.** Influence of hydrological fluctuations on the growth and nutrient dynamics of *Phalaris arundinacea* L. In a riparian environment. *Plant Soil* 112, 53–60.
- CONRAD V., 1943.** Usual formulas of continentality and their limits of Validity. *Frans. Ann. Geog-Union*, XXVII, 4. P : 663 – 664.
- CORDIER B., 1965** - Sur l'analyse factorielle des correspondances. Thèse. Rennes.
- CRINS, W.J., 1989.** The *Tamaricaceae* in the Southeastern United States. *J. Arboretum* 70: 403 – 425.
- CURTIS, E.S., 2006.** Saltcedar (*Tamarix*) Physiology a Primer Colorado State University Cooperative Extension.

D

- DAGET, PH., 1977.** Le bioclimat méditerranéen, caractères généraux, méthodes de classification. *Végétation*, 34, 1 : 1 – 20 p.
- DAGNELIE P., 1960** - Contribution à l'étude des communautés végétales par l'analyse

- factorielle. Bull. Serv. Carte Phytogéogr., sér. B, 5, 7-71.
- DAGNELIE P., 1965** - L'étude des Communautés Végétales par L'analyse Statistique des Liaisons Entre les Espèces et les Variables Écologiques : Principes Fondamentaux : exemple. Biometrics 21, 890-907.
- DAGNELIE, P., 1970**. Théorie et méthode statistique-Vol. 2 Ducolot, Gembloux, 415 p.
- DAHMANI-MEGROUCHE M., 1984** - Contribution à l'étude des groupements de chêne vert des Monts de Tlemcen (Ouest Algérien). Approche phytosociologique et phyto - écologique. Thèse. Doct.3e cycle. Univ. H.Boumediène, Alger, 238p+annexes.
- DAHMANI, M., 1997**. Diversité biologique et phytogéographique des chênaies vertes d'Algérie, Ecol. Méd., XXII (3/4). 19 – 38.
- DAHMANI – MEGREROUCHE, M., 1997**. Le chêne vert en Algérie. Syntaxonomie, phytosociologie et dynamique des peuplements. Thèse doct. ès-sciences. Univ. Houari Boumediene. Alger. 329 P + annexes.
- DAJOZ, R., 1982**. Précis d'écologie. 'Écologie fondamentale et appliquée'. Quatrième Ed. Gauthiers villars. Bordas. Paris. 493 p.
- DAVENPORT, D.C., MARTIN, P.E. et HAGAN, R.M., 1982**. Evapotranspiration from riparian vegetation: Water relations and irrecoverable losses for saltcedar. J. Soil Water Conserv. 37:233-236.
- DEMARTONNE, E., 1926**. Une nouvelle fonction climatologique. L'indice d'aridité. La météo : 449 – 45 p.
- DEBRACH, J., 1953**. Notes sur les climats du Maroc occidental, Maroc méridional- 32-342, 1122 - 1134.
- DECAMPS, H., PLANTY – TABACCHI, A.M., et TABACCHI, E., 1995**. Changes in the hydrological regime and invasions by plant species along riparian systems of the Adour River, France. Regulated Rivers 11, 23 – 33.
- DECAMPS, H., et DECAMPS, O., 2002**. Ripisylves méditerranéennes. Conservation des zones humides méditerranéennes, numéro 12. Arles, Tour du Valat, 140 p.
- DECAMPS, H., 2003**. Ripisylves : la biodiversité par l'instabilité. L'écologie de la ripisylve. Forêt méditerranéenne t.XXIV, n°3.
- DEPOËRS, P., 2002**. La phytothérapie entre science et tradition, éditions Amarys et Inspir, Bruxelles, Belgique, 615 p.
- DI TOMASO, J.M., 1996**. Identification, Biology and Ecology of Saltcedar, Saltcedar Management Workshop, Cooperative Extension Non-Crop Weed Ecologist University of California, Davis, CA.
- DJEBAILI, S., 1978**. Recherches phytoécologique et phytosociologique sur la végétation des hauts plains steppiques de l'Atlas saharien Algérien, thèse. Doct. Univ. Sci et Tech. Du Langue doc. Montpellier, 299 p+ annexes.
- DJEBAILI, S., 1984**. Steppe algérienne, phytosociologie et écologie. O.P.U. Alger. 127-171 – 177 – 178 p.
- DJELLOULI, Y., 1981**. Etude climatique et bioclimatique des hautes plateaux au sud Oranais (Wilaya de Saïda) " comportement des espèces vis avis des éléments du climat" Thèse, Doct, en Science Biologique, Université des Sciences et de la Technologie Houari Boumediène El Djazaïr.
- DOBIGNARD, A., ET CHATELAIN, C., 2010-2013**. Index synonymique de la Flore d'Afrique du Nord, Éditions Des Conservatoire Et Jardin Botaniques. Genève, 5 Volumes.
- Dubief, J., 1959. Le climat du Sahara : tome I. Inst. Rech. Sah. Mém. h.s, 314 p.

E

- EGGERS, J., LINDNER, M., ZUDIN, S., ZAEHLE, S., et LISKI, J. 2008.** Impact of changing wood demand, climate and land use on European forest resources and carbon stocks during the 21st century, *Global Change Biology*, 14 (10), p. 2288-2303.
- ELHAMROUNI A., 1992-** Végétation forestière et préforestière de la Tunisie : typologie et éléments pour la gestion. Thèse Doc. Etat ès Sci. Fac. Sci. et Tech. Marseille St Jérôme, Univ. Aix-Marseille III.
- EMBERGER, L., 1930.** Sur une formule climatique applicable en géographie botanique. C. R. A. Sc. 1991. p : 389 – 390.
- EMBERGER, L., 1942.** Un projet de classification des climats du point de vue phytogéographique. Bull. Soc. Hist. Nat. Toulouse, 77 : 97-124.
- EMBERGER, L., 1952.** Sur le quotient pluviothermique. C.R. Acad. Sci. France, Paris, 234: 2508 – 2511.
- EMBERGER, L., 1955.** Une classification biogéographique des climats. Recueils. Trav. Lobo. Géol. Zool. Fac. Sci. Montpellier 48 p.
- ESCOFIER B & PAGES J.P., 1990** - Analyses factorielles simples et multiples : objectifs, méthodes et interprétation, Dunod. Paris

F

- FRONTIER, S., et PICHOD-VIALE, D., 1991.** Ecosystèmes, structure-fonctionnement, évolution. Coll. d'Ecol. 21. 1eme Ed. Masson. 373 p.
- FRONTIER, S., ETPICHOD-VIALE, D., 1993.** Ecosystèmes, structure - fonctionnement, évolution. Coll. d'Ecol. 21. 2eme Ed. Masson. 4 47 p.
- FEOLI, E., GIACOMICH, P., MIGNOZZI, K., OZTÜRK, M. and SCIMONE, M. 2003,** "Monitoring desertification risk with an index integrating climatic and remotely-sensed data: An example from the coastal area of Turkey", *Management of Environmental Quality*, Vol. 14 No. 1, pp. 10

G

- GADRAT, B., 1999.** Forme des plantes. Site web.
- GAMISANS J., 1976** in (QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003. Valeur phytoécologique et biologique des ripisylves méditerranéennes. L'écologie de la ripisylve. Forêt méditerranéenne t.XXIV, n°3)
- GAMISANS, J., 1991.** La végétation de la Corse. Compléments au Prodrôme de la Flore Corse, annexe 2. Genève, Conservatoire & Jardins botaniques de Genève, 391 p.
- GANDOLFO C., TESSIER L., 1994.** Analyse dendroécologique sur des sapins (*Abies alba* Mill.) et des épicéas (*Picea abies* (L.) Karst.) de différentes classes de défoliation dans la forêt de Vigo di Ton (Trento Italie). — Annales des Sciences forestières, vol. 51, , pp. 391-406
- GAUCHER G., BURDIN S., 1974.** Géologie, Géomorphologie et hydrologie des terrains salés. Techniques vivantes, Presses Universitaires de France, Imp. Boudin, Paris, 234 p
- GUARDIA P. 1975.** Géodynamique de la marge alpine du continent africain d'après l'étude de l'Oranie Nord-occidentale, relations structurales et paléogéographiques entre le Tell extrême et l'avant pays Atlasique. Thèse. Doct. Univ. Nice : 285 p.
- GAUSSEN, H., LEROY J.F., et OZENDA, P., 1982.** Précis botanique 2. Les végétaux supérieurs. Edit Masson. Paris. pp. 500 – 501.
- GEHU, J.M., COSTA, M., BIONDI, E., FRANCK, J., et ARNOLD, N., 1987.** Données sur la végétation littorale de la Crète (Grèce). Ecol. Médite. T. XII. Fasc. 1 et 2, 93 – 105.
- GEHU, J.M., KAABECHE, M. et GHARZOULI, R., 1994.** L'aulnaie glutineuse de la région d'El Kala (La Calle) Annaba, Algérie : une remarquable irradiation biogéographique

européenne en Afrique du Nord. *Fitosociologia* 27, 67 – 71.

GHENIM A. 2008. Étude des écoulements et des transports solides dans les régions semi-arides méditerranéennes. Thèse de Doctorat, Univ. Tlemcen, Algérie, 134 p

GENTIL, L., 1903. Esquisse stratigraphique et pétrographique du bassin de la Tafna (Algérie). Serv. Carte géol. France. et Carte géol. Algérie. 521. p., 121 fig. 5. pl., 2 cartes géol.

GILLET F., 2000 a.- La phytosociologie synusiale intégrée. Guide méthodologique. Université de Neuchâtel, Neuchâtel, 68 p.

GILLET, F., 2000 b - Méthodes d'étude de la végétation. Lab. Ecologie Végétale. et Phytosociologie. Inst. Bot. Uni. Neuchâtel.

GUINOCHET M., 1952 - Contribution à l'étude phytosociologique du Sud Tunisien. Bull. Soc. Hist. Nat. Af. du Nord. Pp : 131-153.

GUYOT G., 1997. Climatologie de l'environnement. Masson, Paris, 505 p

GOUNOT, M., 1969. Méthode d'étude quantitative de la végétation. Ed. Masson et Cie. Paris. 314p.

GREGORY, S.V., SWANSON, S.V., MCKEE, W.A. et CUMMINS, K.W., 1991. An ecosystem perspective of riparian zones. *BioScience* 41, 540 – 551.

H

HADJADJ AOUEL, S., 1988.- Analyse phyto-écologique du Thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata* (Vahl) Master) en Oranie. Thèse Magister, Université d'Oran, Es-sénia, 150 p.

HADJADJ AOUEL, S., 1995. Les peuplements du thuya de Berbérie (*Tetraclinis articulata* Vahl. Master) en Algérie. Phyto-écologie, syntaxonomie, potentialités sylvicoles. Thèse Doct. Es – Sci. Univ. Aix – Marseille III, 155 p+ annexe.

HADJ ALLAL, FZ., 2014. Contribution à l'étude du genre Tamarix : aspects botanique et phyto-écologique dans la région de Tlemcen. Mag. Ecologie. Univ. Tlemcen. p 170.

HADDOUCHE I. 2002. « Utilisation de la télédétection pour l'étude de la déforestation en milieu semi- aride. Cas de la région de Djelfa. » Rapport, 34 p.

HADDOUCHE I. 2009. La télédétection et la dynamique des paysages en milieu aride et semi-aride en Algérie : cas de la région de Naâma. Université de Tlemcen

HADDOUCHE I., MEDERBAL, K., BOUAZZA, M., et BENHANIFIA K., 2004. Utilisation de la télédétection pour l'étude de la déforestation. Cas de la région de Djelfa. Colloque Méditerranéen sur la Gestion Durable des Espaces Montagnards. Dept. Sc. de la Terre et Agronomie, Univ. Tlemcen.

HADDOUCHE D, BENHANIFIA, K., HELLAL, B 2006. - Utilisation de la télédétection pour l'étude de la déforestation. Cas de la région de Djelfa (Algérie). *Revue Écologie-Environnement* (Laboratoire Agro-Bio/Zones arides, Université Tiaret), 2 : 1-14

HASSAINE, CHA., 2011. Etude floristique à partir d'un modèle linéaire dans la région Nord de Tlemcen. mag Univ de Tlemcen p 145.

HASSAINE, CHA., ABOURA R., MERZOUK, A., et BENMANSOUR, DJ., 2014. Study of Halophytes Dispersion in the North-West Region of Algeria, *Open Journal of Ecology*, 2014, 4, p 628 – 640. Published Online July 2014 in SciRes

HENGEVEL, D., 1990. Dynamique Biogéographie. Cambridge University Press, Cambridge.

HORTON, J. S. 1977. The development and perpetuation of the permanent *Tamarix* type in the phreatophyte zone of the Southwest. IN : **JOHNSON, R. ROY; JONES, DALE A, 1977.** tech. coords. Importance, preservation and management of riparian habitat : a symposium : Proceedings ; July 9; Tucson, AZ. General Technical Report RM-43. Fort Collins, CO: U.S.

Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station: 124 – 127.

HORTON, J.S., 1960. Seed germination and seedling establishment of phreatophyte species. Station Paper No. 48. Fort Collins, CO: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Forest and Range Experiment Station. 26 p. [4495]

HUPP, C.R., ET OSTERKAMP, W.R., 1985. Bottomland vegetation distribution along Passage Creek, Virginia, in relation to fluvial landforms. *Ecology* 6, 670 – 681.

HUSTON, M.A., 1979. A general hypothesis of species diversity. *American Naturalist* 113, 81– 101.

J

JENSEN, J.R., 1996. Introductory digital image processing: a remote. sensing perspective. 2. e. édition, Prentice Hall, Saddle River, 316 p

JENSEN JR., 2007. Remote Sensing of the Environment. An Earth Resource Perspective. Pearson Prentice-Hall, Upper Saddle River, USA, Second edition. 526 p

JESSOP, J.P., et TOELKEN, H.R., 1986. Flora of South Australia.

JOHNSON, R., 1999. Tamarisk control in southwestern United States: Proceedings; Tucson, AZ. Special Report No. 9. Tucson, AZ: National Park Service, Cooperative National Park Resources Studies Unit, School of Renewable Natural Resources: 116-125. [11357].

K

KADIK B., 1983. Contribution à l'étude du pin d'Alep en Algérie : Ecologie dendrométries, morphologie. Thèse Doc Etat AIX-MarseilleIII, 313 p + annexes.

KAID SLIMANE, L., 2000 - Etude de la relation sol-végétation dans la région nord des monts de Tlemcen ; Magister, Ecologie université de Tlemcen

KARPATI, I., et KARPATI, V., 1961. Die zöologischen Verhältnisse der Auenwälder Albaniens. *Acta Bot. Acad. Sci. Hung.* 7, 235-301.

KENT M. & BALLARD J., 1988 - Trends and problems in the application of classification and ordination methods in plant ecology. *Vegetatio*, 78, 104-124.

KERPEZ, T.A. ET SMITH N. S., 1987. Saltcedar control for wildlife habitat improvement in the southwestern United States. USDI Fish and Wildlife Service. Publ. N°169. 16 p.

KHABTANE, A., 2010. Contribution à l'étude du comportement écophysio-logique du genre *Tamarix* dans différents biotopes des zones arides de la région de Khenchela. *Mag.Eco.Vég.* Univ. Mentouri Constantine. p. 183

KNUTSON, A.M., 2003. Insects associated with saltcedar, *Baccharis* and willow in west Texas and their value as food for insectivorous birds: Preliminary results. Pages 41-50 in *Proc. Salt cedar and Water Resources in the West Conf.*, San Angelo, TX.

L

LAVAGNE, A., ET MOUTTE, P., 1971. Premières observations chorologiques et phénologiques sur les ripisylves à *Nerium oleander* (nériaies) en Provence. *Ann. Univ. Provence* 45, 135 – 175.

LARCHER, W., 1995. Physiological Plant Ecology. Ecophysiology and Stress Physiology of Functional Groups. Springer, Berlin, Heidelberg, New York.

LEBOURGEOIS F., 2005. Approche dendroécologique de la sensibilité du Hêtre (*Fagus sylvatica* L.) au climat en France et en Europe. — *Revue forestière française*, vol. LVII, n° 1, pp. 33-50

LE HOUEROU, H.N., 1975. Le cadre bioclimatique des recherches sur les herbacées

méditerranéennes. Geografili. Florence XXI.

LE HOUEROU, H.N., CLAUDIN, J., et POUGET, M., 1977. Etude bioclimatique des steppes algériennes avec une carte bioclimatique au 1/1000.000. Bull. Soc. Hist. Afr. Nord, pp 36 – 40.

LEGENDRE, L., et LEGENDRE, P., 1984. Ecologie numerique. (1) : Le traitement multiple des donnees ecologiques. (2) : La structure des données écologiques Coll. Ecol. 12 et 13. 2^{ème} Ed. Masson et Presses de l'Université du Quebec. (1) : 260 p, (2) : 336 p.

LILLESAND T.M., KIEFER R.W. & CHIPMAN J.W., 2008. Remote sensing and image interpretation. Hoboken, NJ, USA: Wiley.

LINDNER, M., MAROSCHEK, M., NETHERER, S., KREMER, A., BARBATI, A., GARCIA-GONZALO, J., SEIDL, R., DELZON, S., CORONA, P., KOLSTRÖM, M., LEXER, M.J., et MARCHETTI, M. 2010 . Climate change impacts, adaptive capacity, and vulnerability of European forest ecosystems, *Forest Ecology and Management*, 259 (4), p. 698-709.

LITARD, 1938. In (**QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003.** Valeur phytoécologique et biologique des ripisylves méditerranéennes. L'écologie de la ripisylve. Forêt méditerranéenne t.XXIV, n°3)

LOISEL R., 1976. La végétation de l'étage méditerranéen dans le Sud-Est continental français. Marseille, Thèse Doct. Etat, Univ. Aix-Marseille III, 384 p. + annexes.

LOISEL R., 1983. Les ripisylves à aulne glutineux et tilleul cordé en Provence orientale. *Ann. Soc. Sci. nat. Archéol. Toulon et Var* 35, 137-143.

LOISEL R., AUBERT G., BERKANI A., GOMILA H. et ROLANDO Ch., 1990 – Relations sol végétation dans le vignoble de Vidauban (Var) -Nat. 1 - Analyse Toulon et phytoécologique du Var, 42 : 35-53.

LOISEL R. et GAMILA H., 1993. Traduction des effets du débroussaillage sur les écosystèmes forestiers et pré-forestier par un indice de perturbation. *Ann. Soc. Sci. Nat. Archéol. De Toulon du var.* pp: 123-132.

LONG G., 1975. Diagnostic phytoécologique et aménagement du territoire: principes généraux et methods. Collection Ecologie, Ed. Masson, T 1. 225 p.

M

MAC GARTHY O., 1853. Observations sur le climat de Tlemcen .revue orientale

MAGURRAN AE. 2004. Measuring Biological diversity. Oxford and Victoria: Blackwell Publishing, Malden, p.256.

MC DANIEL. K. C. 2007. Salt cedar Information, Department of animal range and sciences, New Mexico state University. 44p.

MEDAIL F. et QUEZEL P., 1996. Signification climatique et phytoécologique de la redécouverte en France méditerranéenne de *Chamaerops humilis*L. C. R. Acad. Sci. Paris. Sciences de la vie. 1996. 319. p: 139.-145.

MEDAIL F., QUEZEL P., 2003. Conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen. *Bocconea*, 16: 5-30.

MEDIOUNI K. et LETREUCH-BELAROUCI N., 1987. Problématique de l'aménagement agro-sylvo- pastoral: cas d'une zone pilote de 5000 Ha du massif de Hassasna. *Ann. d'Inst. Nat. Agro.* Vol. 11(2). p: 79-121.

MERZOUK A., BENABADJI N., BENMANSOUR D. et THINON M., 2009. Quelques aspects édapho- floristiques des peuplements halophiles de l'Algérie occidentale. *Bull. Soc. Linn. Provence*, N° 60, pp : 58-98.

MERZOUK A., 2010. Contribution à l'étude phytoécologique et bio-morphologique des peuplements végétaux halophiles de la région occidentale de l'Oranie (Algérie). Thèse.

Doc. Univ. Abou Bakr Belkaid-Tlemcen. Fac. Sci. Départ. Bio. Lab. Ges. Ecosys. Nat. 261 p + annexes.

MITTERMEIER R. A., GIL P. R., HOFFMANN M., PILGRIM J., BROOKS T., MITTERMEIER C.G., LAMOREUX J. et DA FONSECA G.A.B., 2004. Hotspots Revisited: Earth's Biologically Richest and Most Endangered Terrestrial Ecoregions. Univ. Chicago Press for Intern. Conserv.

MOLINIER R., 1934. Etudes phytosociologiques et écologiques en Provence occidentale. Th. Sc. Paris, 237P.

MUSSET R., 1953. In Chaabane A., 1993. Etude de la végétation du littoral septentrional de Tunisie : Typologie, syntaxonomie et éléments d'aménagements. Thèse Doct. Es - Sci. Univ. Aix-Marseille III, 205 p. + annexe.

N

NANSON, G. C., and BEACH H. F., 1977. Forest succession and sedimentation on a meandering-river floodplain, northeast British Columbia, Canada. Journal of Biogeography 4:229-251

NELROY E. JACKSON 1996. Chemical Control of Saltcedar (*Tamarix ramosissima*), Saltcedar Management Workshop, The Agricultural Group, Monsanto Company.

NILSSON C., GRELSON G., JOHANSSON M. et SPERENS U., 1989. Patterns of plant species richness along riverbanks. Ecology 70, 77-84.

NILSSON C., EKBLAD A. DYNESIUS M., BACKE S., GARDFJELL M., CARLBURG B., HELLQVIST S. et JANSSON R., 1994. A comparison of species richness and traits of riparian plants between a main river channel and its tributaries. Journal of Ecology 82, 281-295.

O

OLIVIER L., MURACCIOLE M. et RUDERON J.P., 1995. Premier bilan sur la flore des îles de la Méditerranée. Etat des connaissances et observations diagnostics et proposition relatifs aux flores insulaires de méditerranée par les participants au colloque d'Ajaccio. Corse. France.

(5 -8 octobre 1993) à l' occasion des débats et conclusions. PP. 356 – 358.

OZENDA P., 1982. Les végétaux dans la biosphère. Doin Editeurs. Paris. 431p.

OZENDA P., 1986. La cartographie écologique et ses applications. Ed. Masson. Paris.160 p.

OZENDA, P. 1991, Flore et végétation du Sahara, 3eme édition, CNRS éditions, Paris, 660p.

P

PAUTOU G. ET DECAMPS H., 1985. Ecological interactions between the alluvial forests and hydrology of the upper Rhône. Archiv für Hydrobiologie 104, 13-37.

PEGUY CH.P., 1970. Précis de climatologie. Ed Masson et Cie, 444p.

PERICHAUD L. & BONIN G., 1973- L'A.F.C appliquées aux groupements végétaux du Gran Sasso d'ITALIA. Not. Fitosoc., 7, 29-43.

PHILIPPE A., 2007. La gemmothérapie « médecine des bourgeons, douce alternative » éditions Amyris, Belgique, 208p.

PLANTY-TABACCHI A.M., TABACCHI E., NAIMAN R.J., DEFERRARI C. ET DECAMPS H., 1996. Invasibility of species rich communities in riparian zones. Conservation Biology 10, 598- 607.

PONTOPPIDAN, A. 2004. Le tamaris et l'olivier de Bohême, Arles (Bouches-du-Rhône) :

Actes Sud, France, 582p.

POUGET M., 1980 - "Les relations sol-végétation dans les steppes sud algéroises" Travaux et documents de l'O.R.S.T.O.M. N°16/ 555P.

Q

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.

QUEZEL P., 1978. Analysis of the flora of the Mediterranean and Saharian Africa. Ann. Missouri Bot. Gard., 65: 479-534.

QUEZEL P., 1991. Structures de végétation et flore en Afrique du Nord: leurs incidences sur les problèmes de conservation. Actes Editions. p : 19-32.

QUÉZEL P., M. BARBÉRO, A. BENABID & S. RIVAS-MARTINEZ, 1994. Le passage de la végétation méditerranéenne à la végétation saharienne sur le revers méridional du Haut Atlas oriental (Maroc). Phytocoenologia, 22(4) : 537-582

QUEZEL P., MEDAIL F., LOISEL R. ET BARBERO M., 1999. Biodiversité et conservation des essences forestières du bassin méditerranéen. Unasylva, 197:21-28.

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 MEDAIL F., 2003. Ecologie et biogéographie des forêts du bassin méditerranéen. Paris, Elsevier, édit : 592 p.

QUEZEL P. et MEDAIL F., 2003. Valeur phytoécologique et biologique des ripisylves méditerranéennes. L'écologie de la ripisylve. Forêt méditerranéenne t.XXIV, n°3.

R

RAMEAU J-C., 1987. Contribution phytoécologique et dynamique à l'étude des écosystèmes forestiers. Applications aux forêts du Nord-Est de la France. Université de Besançon. Thèse d'Etat.

RANKIAER C., 1904. Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. In Raunkiaer, 1934, pp: 1-2.

RANKIAER C., 1907. The life form of plants and their bearing on geography, Clarendon. Press, Oxford (1934).

RAUNKIAER C., 1934 – The life forms of plants and statistical plant. Geography. Clarendon press, Oxford, 632 P.

RAZAGUI A. et BACHARI N.E.I 2014. Analyse spatio-temporelle de l'indice de végétation NDVI calculé à partir des images satellites NOAA et MSG. Revue des Energies Renouvelables Vol. 17 N°3 (2014) 497 – 506

RIVAS-MARTINEZ ex LOPEZ 1976 in (**QUEZEL P., et MEDAIL F., 2003.** Valeur phytoécologique et biologique des ripisylves méditerranéennes. L'écologie de la ripisylve. Forêt méditerranéenne tome XXIV, n°3).

RIVA-MARTINEZ S., 1981. Nation Fundamental de phytosociologie. Berichte. ntern.sym. verein.végétation.sk Suntaxonomie Rinteln.1980 pp5-33 Vaduz.

RIVAS-MARTINEZ S., 1982. Etage Bioclimatiques, secteurs chologiques et series devégétaion de l'Espagne méditerranéenne. Ecol. Medit. (Marseille) 8:275-288.Marseille.

RIVAS-MARTINEZ et al. 1994. In (**QUEZEL P., et MEDAIL F., 2003.** Valeur phytoécologique et biologique des ripisylves méditerranéennes. L'écologie de la ripisylve. Forêt méditerranéenne tome XXIV, n°3).

RIVAS-MARTINEZ S., FERNANDEZ-GONZALEZ F., LOIDI J., LOUSÁ M. et PENAS A., 2001. Syntaxonomical checklist of vascular plant communities of Spain and Portugal to association level. *Itinera Geobot.* 14, 5-341.

- ROBERTO D., et LEILA DA COSTA F., 2000.** Sustainability in the Period of conferences on the, environment and development – an insight into ecology and economics.
- ROIRON P., 1992.** Flores, végétations et climats du Néogène méditerranéen : apports de macroflores du sud de la France et du nord-est de l'Espagne. Montpellier, Thèse Doct. Etat. Univ. Montpellier II, 296 p.
- ROMANE F., 1987.** Efficacité de la distribution des formes de croissance pour l'analyse de la végétation à l'échelle régionale. Thèse Doct. Es. Science. Marseille.

S

- SAINTHILLIER A. ET QABAUD P. A., 1861.** Note météorologique sur Tlemcen.
- SALINAS M.J., BLANCA G. et ROMERO A.T., 2000.** Riparian vegetation and water chemistry in a basin under semiarid Mediterranean climate, Andarax, Spain. *Environ. Manage.* 26, 539- 552.
- SALINAS E, HERNANDEZ H, ZAINOS A, ROMO R., 2000** - Periodicity and firing rate as candidate neural codes for the frequency of vibrotactile stimuli. *J Neurosci* 20:5503–5515.
- SALO J., KALLIOLA R., HÄKKINEN I., MÄKINEN Y., NIEMELÄ P., PUHAKKA M. et COLEY P.D., 1986.** River dynamics and the diversity of Amazon lowland forest. *Nature* 322, 254-258.
- SARI-ALI A., 2012.** Contribution à l'étude des Peuplements à *Arthrocnemum glaucum* (Del.) Ung. de l'Oranie (Algérie occidentale) taxonomie et bio-écologie. Thèse. Doc. Ecol. Univ. Tlemcen. 245p + annexes
- SAUVAGE CH., 1961.** Recherches géobotaniques sur le chêne liège au Maroc. Thèse Doct. Etat, Montpellier, Trav. Inst. Sci. Chérifien, Série Botanique, PP. 21–462.
- SAUVAGE CH. et DAJET P., 1963.** Le quotient pluviothermique d'Emberger, son utilisation et la représentation de ses variations au Maroc. *Ann. Serv. Phys. Gl. Meteorol.* 20: 11-23.
- SELTZER P., 1946.** Le climat de l'Algérie. *Inst. Météor. et de Phys. du Globe. Alger.* 219P.
- SCHNEIDER S. and SARUKHAN J., 2001.** Overview of Impacts, Adaptation, and Vulnerability to Climate Change. In *Climate Change 2001: Working Group II: Impacts, Adaptation and Vulnerability.* www.grida.no/publications/ other/ipcc_tar/, 30 pages.
- SILVIE. M. et al., 2004.** Botanique « biologie et physiologie végétale », Maloine, Paris, 775p.
- SINGH, V.P., 1989.** Hydrologie Systems : Watershed Modeling, Volume II. Prentice-Hall New Jersey.
- STAMBOULI-MEZIANE H., 2010.** Contribution à l'étude des groupements à psammophiles de la région de Tlemcen (Algérie occidentale). Thèse. Doct. Univ. Abou Bakr Belkaid-Tlemcen. 226 p.
- STAMBOULI-MEZIANE H, MERZOUK A et BOUAZZA M., 2015.** Phytosociological Study and Phytoecologique of Psammophytes of the Coastline of The Region of Tlemcen (Oranie - Algeria) *International Journal of Biology*; Vol. 7, No. 2; 2015 ISSN 1916-9671 E-ISSN 1916-968X Published by Canadian Center of Science and Education
- STEVENS L. E. 1989.** The status of ecological research on tamarisk (*Tamaricaceae: Tamarix ramosissima*) in Arizona. In: Kunzmann, Michael R.; Johnson, R. Roy; Bennett, Peter, technical coordinators. *Tamarisk control in southwestern United States: Proceedings; 1987 September 2-3; Tucson, AZ. Special Report No. 9. Tucson, AZ: National Park Service, Cooperative National Park Resources Studies Unit, School of Renewable Natural Resources: 99-105. [11356].*
- STEWART P., 1969.** Quotient pluviothermique et dégradation biosphérique. *Bull. Soc. Hist. Nat. Afri. Nord* (59): 23-36.

T

- TAYLOR, JOHN P. MCDANIEL, et KIRK C., 1998.** Restoration of saltcedar (*Tamarix sp.*)-infested floodplains on the Bosque del Apache National Wildlife Refuge. *Weed Technology*. 12(2): 345-352. [29776].
- TCHOU Y.T., 1948-1949.** Etudes écologiques et phytosociologiques sur les forêts riveraines du Bas-Languedoc. *Vegetatio* 1 & 2, 2-28, 93-128, 217-257, 347-384.
- TRABUT L., 1935.** Répertoire des noms indigènes des plantes spontanées, cultivées et utilisées dans le nord de l'Afrique -Alger, 254p.
- THINTHOIN R., 1948.** Les aspects physiques du Tell Oranais. Essai de morphologie de pays semi-aride. Ed. Fouque. Oran, 638p.
- TILMAN D., 1982.** Resource competition and community structure. Princeton University Press.

V

- VAN COLLER A.L., ROGERS K.H. ET HERITAGE G.L., 2000.** Riparian vegetation-environment relationships : complimentarity of gradient versus patch hierarchy approaches. *Journal of Vegetation Science* 11, 337-350.
- VELA E. et BENHOUBOU S., 2007.** Evaluation d'un nouveau point chaud de biodiversité végétale dans le bassin méditerranéen (Afrique du Nord). *C.R. Biologies*,330 : 589 – 605.
- VOLLE P., 1999** - Promotion et choix du point de vente, Vuibert

W

- WASEL, Y, ESHEL, A., and KAFKAFI, U. 1996.** Plant Roots: the hidden half. Marcel Dekker, Inc. New York, pp.
- WALTER J-M. N., 1994-2006.** Methodes d'étude de la vegetation. Methodes du releve floristique. 1ere partie : Introduction ; 2eme partie : Exercice. Institut de Botanique-Faculte des sciences de la Vie- Université Louis Pasteur. Strasbourg. Jean-michel.walter@botanulp.u-strasbg.fr
- WARD J.V., 1998.** Riverine landscapes : biodiversity patterns, diversity regimes and aquatic conservation. *Biological Conservation* 83, 269-278.
- WARD J.V., TOCKNER K., ARSCOTT D.B. et CLARET C., 2002.** Riverine landscape diversity. *Freshwater Biol.* 47, 517-539.
- WESSELS, K.J., VAN DEN BERG, F., SCHOLES, R.J., 2012.** Limits to detectability of land degradation by trend analysis of vegetation index data. *Remote Sensing of Environment*, 125, 10-22
- WILGUS F. et HAMILTON K. L., 1962.** Germination of saltcedar seed. *Weeds* pp : 332-333.
- WILKEN, D. H., 1993.** Tamaricaceae. P. 1080 in J. C. Hickman (ed). *The Jepson Manual*. Univ. California Press. Berkeley.
- WILKINSON, R.E., 1966.** Seasonal development of anatomical structures of saltcedar foliage. *Bot. Gaz.* Pp, 231-234.
- WILSON E.O., 1988.** Biodiversity. National Academy Press. Washington. D.C. USA.
- Wlihelm N., 1998. *Botanique générale*, traduction de la 10eme édition allemande, 382 p.

Y

- YADI B., 1991** - Nature et evolution de matiere minerale et organique dans le bassin de Tafna (N.W. Algérien) .thèse mag. Univ. Tlemcen .131 p.
- YOUNG W. et al. 2004.** Stopover ecology of landbirds migrating along the Middle

Références Bibliographiques

Rio Grande in spring and fall. Gen. Tech. Rep. RMRS-GTR-99. Ogden, UT: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station. 52 p

Z

ZOUHAR, KRIS 2003. *Tamarix sp.* In : Fire Effects Information System, U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory (Producer) USA.

ANNEXES

Tableau 19: Contributions absolues des Taxons pour les trois premiers axes de l'A.F.C

GENRES ESPECES	CODE	AXE1	AXE2	AXE3
<i>Lagurus ovatus</i>	LO	2,5393341	-0,426795	-3,697804
<i>Lavatera maritima</i>	LM	0,3247507	-0,621453	0,6675403
<i>Lobularia maritima</i>	LM1	-0,846824	0,3396951	0,4816857
<i>Lycium europaeum</i>	LE	-0,853887	0,5236904	0,042554
<i>Malva sylvestris</i>	MS	0,3342586	-0,957673	-0,546599
<i>Marrubium vulgare</i>	MV	0,3311552	-0,826274	-1,96765
<i>Medicago falcata</i>	MF	-0,096917	1,2340692	0,5952146
<i>Medicago rugosa</i>	MR	-0,370398	1,5184194	-0,046677
<i>Nerium oleander</i>	NO	-0,2037	0,5896586	-0,373725
<i>Oxalis pes-caprae</i>	OE	-0,639342	0,126567	-0,087453
<i>Olea europaea</i>	OE1	-0,63665	-0,14263	-0,314226
<i>Ononis spinosa</i>	OS	-0,600737	-0,033825	0,0674391
<i>Ononis natrix</i>	ON	-0,747319	-0,034126	-0,17215
<i>Papaver rhoes</i>	PH	-0,538494	0,1455502	-0,450282
<i>Phalaris communis</i>	PC	-0,550265	0,0178452	-0,055786
<i>Pistacia lentiscus</i>	PL	-0,400637	-0,159838	-0,046207
<i>Plantago lagopus</i>	PL1	-0,239923	0,0615547	0,3266007
<i>Plantago major</i>	PM	1,0564743	2,0258679	-0,325949
<i>Reichardia picrioides</i>	RP	-0,349776	0,0235897	0,0141945
<i>Reichardia tingitana</i>	RT	-0,022234	0,7120957	-1,382428
<i>Scolymus hispanicum</i>	SG	-0,558021	0,2185472	-0,658677
<i>Sylibum marianum</i>	SM	-0,414603	-0,608078	0,2022344
<i>Sinapsis arvensis</i>	SA	1,2924708	3,8160616	1,3169224
<i>Tamarix africana</i>	TA	1,9103529	2,5277052	2,1087035
<i>Bryonia dioica</i>	BD	-0,551812	-0,683105	-0,0751
<i>Verbascum serpyllifolia</i>	VR	-0,430177	-0,37589	-0,786566
<i>Withania frutescens</i>	WF	-0,452157	0,5284718	-0,407148
<i>Juncus maritimus</i>	JM	-0,590799	0,4384932	-0,198059
<i>Acacia cyanophylla</i>	AC	-0,450539	0,1189898	-0,23323
<i>Anagallis arvensis</i>	AN	-0,907222	0,2136112	-0,031262
<i>Arthrocnemum glaucum</i>	AG	-0,724193	0,005962	0,1580009
<i>Atractylis carduus</i>	AC1	-0,633697	-0,459531	-0,133163
<i>Atriplex halimus</i>	AH	-0,670125	-0,190581	-0,563185
<i>Bromus rubens</i>	BR	-0,300898	0,0718237	0,2497167
<i>Centaurea pullata</i>	CP	-0,746653	0,2129505	0,0029465
<i>Chenopodium album</i>	CA	-0,850697	-0,110146	-0,911266
<i>Chrysanthemum coronarium</i>	CC	-0,142066	0,8309929	-1,216299

<i>Chrysanthemum grandiflorum</i>	CG	-0,402034	-0,335332	0,0357598
<i>Daucus carota</i>	DC	-0,041194	0,3355019	-0,078948
<i>Hordeum murinum</i>	HM	-0,6739	-0,251644	0,040649
<i>Inula crithmoides</i>	IC	0,022801	-0,856525	-0,847378
<i>Ziziphus lotus</i>	zL	0,5891199	0,8633304	0,8360103
<i>Urginea maritima</i>	UM	0,851966	-1,983314	1,6914783
<i>Asphodelus microcarpus</i>	AM	0,1354465	-1,509162	1,3582694
<i>Asteriscus maritimus</i>	AM1	4,9800348	-0,813913	-1,004418
<i>Ajuga iva</i>	AI	0,4293665	-1,58832	1,1236482
<i>Althaea hirsuta</i>	AH1	0,2070562	0,046111	0,7162351
<i>Anthyllis tetraphylla</i>	AT	-0,707676	-0,03495	-0,071625
<i>Arenaria emarginata</i>	AE	0,8730486	-1,821435	2,0891454
<i>Aegilops ovata</i>	AO	-0,037032	-1,090811	0,0113838
<i>Agropyron repens</i>	AR	1,0204537	-1,107265	2,5722262
<i>Aristolochia longa</i>	AL	0,1799846	-0,355592	0,3948185
<i>Asparagus stipularis</i>	AS	0,3045238	-0,168947	-0,420119

Tableau 20: Contributions absolues des Relevés pour les trois premiers axes de l'A.F.C

Relevés	FACT1	FACT2	FACT3
R1	0,4921751	-0,08648	0,0283384
R2	0,4329764	-0,283862	0,0478864
R3	0,3908153	-0,16705	-0,099161
R4	-0,052369	0,2824954	0,1694555
R5	0,4123367	-0,090428	0,5418634
R6	0,4176077	-0,342042	0,4012795
R7	0,3627796	-0,394861	0,3633377
R8	0,3028294	0,4442245	0,0012032
R9	0,1939584	-0,145613	0,4480771
R10	0,3503337	-0,322417	0,2600707
R11	0,4644255	-0,376445	0,4917014
R12	0,5859169	-0,076168	0,4224083
R13	0,6176031	-0,305441	0,013073
R14	0,4653998	-0,58981	-0,087599
R15	0,5051016	0,3640468	0,216203
R16	0,7069154	0,0647215	-0,414477
R17	0,443086	-0,014996	-0,286238
R18	0,3053136	-0,044002	-0,07756
R19	0,4292439	0,3755746	-0,054575
R20	0,1913675	0,584563	0,260591
R21	0,3303012	-0,077425	0,1070525
R22	0,3452382	-0,020749	0,0770136
R23	0,0265803	0,4289033	0,0656735
R24	0,4897325	0,5973371	-0,030952
R25	0,6371859	0,5439433	-0,116828
R26	0,5008915	-0,034141	-0,604011
R27	0,5850501	0,5803359	0,2120086
R28	0,2235547	0,0353693	-0,137687
R29	0,2148887	0,4013363	0,2818288
R30	0,1407795	0,2659367	0,1791747
R31	0,0677318	-0,11217	-0,483482
R32	0,1176273	-0,260378	0,2358129
R33	0,4975431	0,2329811	-0,016153
R34	-0,04442	0,2308883	0,1244658
R35	0,2025057	-0,017622	-0,133341
R36	0,3791312	-0,143478	-0,33433
R37	0,2962569	-0,169443	0,2359433
R38	0,3554087	-0,089131	-0,423845
R39	0,0217838	-0,015255	-0,313367
R40	-0,035125	0,0680965	-0,094082
R41	0,3903831	0,1536687	-0,183025
R42	0,2358716	-0,157865	-0,444481
R43	-0,010565	-0,052824	0,0780964
R44	-0,015357	0,2144894	0,0964278

R45	0,3559068	-0,131086	-0,424359
R46	0,247363	-0,278052	0,0176959
R47	0,5503814	-0,026849	0,0672636
R48	0,2920501	-0,027767	-0,501951
R49	0,220751	-0,266324	-0,008536

العنوان: رسم خرائط ورصد الغطاء النباتي لنظام إيكولوجي شبه قاحل في غرب الجزائر (حالة النباتات التي تتطور على حواف المجاري المائية)

ملخص

الغطاء النباتي الذي يتطور على حافة الوديان البحر الأبيض المتوسط يعاني من أضرار جسيمة وردت على طول وادي، تحت تأثير الأعمال البشرية المنشأ من جميع الأنواع. وهي حاليا في حالات مختلفة من التدهور أو التجديد. بعد إطلاق المياه التي قام بها سد حمام بغارة منذ عام 2011، لوحظ تخضير في السنوات الأخيرة على غالبية المدرجات وخاصة في الجزء السفلي من الطاقنة. ولدراسة هذا التجديد، يجري تحليل للمنطقة بأسرها خلال الفترة من عام 1999 إلى عام 2020 من مؤشر الغطاء النباتي مؤشر النباتات الفرق العادي ومنتجات هطول الأمطار. وتتكون هذه الدراسة أيضا في وصف موكب فلورية من المشاطنة لتسليط الضوء على المجموعات النباتية المختلفة والعوامل الإيكولوجية التي تعمل على تطوير هذا الأخير، وذلك بمساعدة تحليل عامل المراسلات. وتبين الدراسة البيولوجية المناخية إزاحة رأسية وأفقية طفيفة لمواقع كل محطة من المحطات، وبالتالي فإن الغطاء النباتي المحدد هو السائد حسب النوع البيولوجي "النباتات الحولية". وقد سمح لنا تحليل عامل المراسلات التي أجريت بالتمييز بين التجمعات المختلفة.

الكلمات الرئيسية: تلمسان، البحر الأبيض المتوسط، النباتات على حافة الوديان، علم النبات، تردد، الغطاء النباتي، مؤشر النباتات الفرق العادي.

Titre : Cartographie et suivi du couvert végétal d'un écosystème semi-aride dans l'Ouest algérien, (cas des Ripisylves).

Résumé

La Ripisylve Méditerranéenne subit de graves dommages réponsus le long des oueds, sous l'influence d'actions anthropiques de tous ordres. Actuellement, elle se trouve dans divers états de dégradation ou de régénération. Après les lâchées d'eau qui ont été fait par le Barrage de Hammam Boughrara depuis 2011, un reverdissement a été noté ces dernières années sur la majorité des peuplements surtout dans la partie avale de la Tafna. Pour étudier cette régénération, une analyse est réalisée pour l'ensemble de la région durant la période de 1999 – 2020 à partir de l'indice de végétation NDVI et des produits de précipitations. Cette étude consiste aussi à décrire le cortège floristique de la ripisylve, de souligner les différents groupements végétaux et les facteurs écologiques qui agissent sur le développement de ces derniers, et cela à l'aide de l'analyse factorielle des correspondances. L'étude bioclimatique montre un léger déplacement vertical et horizontal des positions de chacune des stations, et en conséquence la végétation recensée est prédominée par le type biologique « thérophyte ». L'analyse factorielle des correspondances réalisée nous a permis de distinguer différents groupements.

Mots clés : Tlemcen, Méditerranée, Ripisylves, phytosociologie, reverdissement, couvert végétal, NDVI, Cartographie.

Title : Mapping and monitoring of the vegetation cover of a semi-arid ecosystem in western Alegria, (case of ripisylves).

Abstract

The Mediterranean Ripisylve suffers serious damage responded along the wads, under the influence of anthropogenic actions of all kinds. Currently, it is in various states of degradation or regeneration. After the water releases that have been made by the Hammam Boughrara Dam since 2011, a greening has been noted in recent years on the majority of stands especially in the downstream part of the Tafna. To study this regeneration, an analysis is carried out for the entire region during the period from 1999 to 2020 from the NDVI vegetation index and precipitation products. This study also consists in describing the floristic procession of the riparian, to highlight the different plant groups and the ecological factors that act on the development of the latter, and this with the help of the factor analysis of the correspondences. The bioclimatic study shows a slight vertical and horizontal displacement of the positions of each of the stations, and consequently the vegetation identified is predominated by the biological type "therophyte". The factor analysis of the correspondences carried out allowed us to distinguish different groupings.

Keywords : Tlemcen, Mediterranean, Ripisylves, phytosociology, greening, vegetation cover, NDVI, cartography.