

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR & DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE DES FRERES MENTOURI - CONSTANTINE -**

**FACULTE DES SCIENCES DE LA TERRE, DE LA GEOGRAPHIE
& DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE
DEPARTEMENT DE L'AMENAGEMENT DU TERRITOIRE**

N° de série :

N° d'ordre :

**MEMOIRE EN VUE DE L'OBTENTION DU DIPLOME DE MAGISTERE
EN AMENAGEMENT URBAIN & ENVIRONNEMENT**

LES MODIFICATIONS CLIMATIQUES & LES FEUX DE FORETS Causes , Conséquences et évaluation

**- Cas du Tell Constantinois –
Wilayas de (Jijel , Skikda , Constantine et Mila)**

Présenté par

M elle GOUACHI ZAKIA

Devant la Commission d'examen :

| | |
|---|--|
| Président : MEHARZI Kamel Eddinie , M.C (A) | Université Frères Mentouri Constantine |
| Rapporteur : Mme TATAR Hafiza , Professeur | Université Frères Mentouri Constantine |
| Examineur : BOUGHRARA Ahmed , M.C (A) | Université Frères Mentouri Constantine |
| Examineur : LOUAMRI Abdelaziz , M.C (B) | Université Frères Mentouri Constantine |

2014/2015

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à toutes les personnes que
j'aime et en particulier :

A la mémoire de mes très chers parents qui resteront
vivants dans mon cœur

A la mémoire de mon frère et ma très chère sœur

A mes frères et mes sœurs , et tous mes neveux et
toutes mes nièces , chacun à son nom

A toute la promotion de la post - Graduation

2011 - 2012

Sommaire

| | |
|---|----|
| Problématique..... | 1 |
| Introduction..... | 6 |
| Première partie : Présentation de la zone d'étude | |
| Chapitre I : caractéristiques physiques de la zone d'étude | |
| 1. Localisation de la région d'étude..... | 7 |
| 2. un relief à caractère montagnard et collinaire..... | 8 |
| 2.1 le Tell Septentrional..... | 11 |
| 2.1.1 des crêtes d'altitude relativement modeste..... | 11 |
| 2.1.2 des vallées profondément creusées..... | 12 |
| 2.1.3 .des plaines littorales plus ou moins étendues..... | 12 |
| 2.2 le Tell Méridional..... | 12 |
| 2.2.1 l'espace montagneux..... | 12 |
| 2.2.2 l'espace de piémonts et de collines..... | 13 |
| 2.2.3 l'ensemble des bassins intérieurs..... | 13 |
| 2.2.4 l'ensemble des hautes plaines..... | 13 |
| 3 .Une géologie complexe..... | 14 |
| 3.1 Les grands ensembles morpho structuraux..... | 14 |
| 3.1.1 Le socle Kabyle et les séries de la chaîne calcaire..... | 14 |
| 3.1.2 Les séries de type flysch et leur substratum..... | 14 |
| 3.1.3 Les séries Telliennes..... | 14 |
| 3.1.4 les Séries néritiques Constantinoises..... | 15 |
| 4. La Lithologie..... | 19 |
| 4.1 La chaîne calcaire et le socle Kabyle | 19 |
| 4.2 L'Oligo – Miocène..... | 19 |
| 4.3 Les séries priaboniennes et postpriabonienne liées à la chaîne calcaire et aux flyschs..... | 19 |
| 4.4 Le Numidien..... | 20 |
| 4.5 Les séries Miocènes marines postérieures au burdigalien basal..... | 20 |
| 4.6 les séries peni telliennes | 20 |
| 4.7 Les séries Telliennes méridionales à Nummulites..... | 20 |
| 4.8 Les séries Telliennes sensu stricto..... | 21 |
| 4.9 Les séries Ultra Telliennes | 21 |
| 5. Les sols..... | 22 |
| 5.1 Description de quelques sols forestiers..... | 24 |
| 6. Un climat variable..... | 24 |
| 6.1 les précipitations..... | 24 |
| 6.2 les températures..... | 27 |
| 7. Les conséquences du climat sur le couvert végétal et l'écoulement..... | 28 |
| 7.1 Un réseau hydrographique important..... | 28 |

| | |
|---|----|
| 7.2 Occupation du sol..... | 28 |
| 7.3 Un couvert végétal très diversifié..... | 32 |

Chapitre II : La forêt

| | |
|--|----|
| 1. présentation de la forêt Algérienne..... | 34 |
| 2. Situation du secteur forestier..... | 34 |
| 3. Etat actuel de la forêt Algérienne..... | 35 |
| 3.1 Les Formations forestières..... | 35 |
| 4. Présentation de la forêt du Tell Constantinois..... | 36 |
| 4.1 Distribution des principales essences forestières de la région..... | 36 |
| 4.2 Caractéristiques et tempérament des essences forestières..... | 43 |
| 4.3 La distribution de la végétation suivant les étages Bioclimatiques..... | 45 |
| Conclusion..... | 48 |

Deuxième partie : Analyse des données climatiques

Chapitre I : analyse des différents paramètres climatiques

| | |
|--|----|
| 1. Introduction..... | 49 |
| 2. Evolution des paramètres..... | 49 |
| 3. Analyse des séries pluviométriques (1970 – 2010)..... | 50 |
| 3.1 variation des précipitations..... | 51 |
| 3.1.1 la variabilité annuelle des précipitations..... | 51 |
| 3.1.2 la variabilité saisonnière des précipitations..... | 61 |
| 3.1.3 la variabilité mensuelle des précipitations..... | 61 |
| 3.2 Analyse des températures..... | 64 |
| 3.2.1 les températures moyennes annuelles..... | 65 |
| 3.2.1.1 Evolution des températures moyennes annuelles..... | 65 |
| 3.2.1.2 les températures moyennes mensuelles..... | 69 |
| 3.2.1.3 Analyse des températures maximales et minimales..... | 69 |
| 4. Etude comparative de deux séries climatiques (1913 – 1938) et (1980 – 2010)..... | 70 |
| 4.1 Evolution des températures..... | 70 |
| 4.2 Baisse des précipitations..... | 74 |

Chapitre II : synthèse climatique

| | |
|---|----|
| 1. Introduction..... | 80 |
| 2. Indice de Dé Martonne..... | 80 |
| 3. Indice xérothermique d'Emberger..... | 82 |
| 4. Diagramme Ombrothermique de Bagnouls et Gaussen..... | 83 |
| 5. Le Quotient pluviométrique d'Emberger..... | 85 |
| 6. le Déficit hydrique relatif indicateur climatique pour la végétation | |

| | |
|--|----|
| Forestière..... | 88 |
| 6.1 Méthode de calcul du déficit hydrique relatif..... | 89 |
| 6.2 Le déficit hydrique relatif..... | 89 |
| Conclusion..... | 91 |

Chapitre III : Impact de la sécheresse sur les formations forestières

| | |
|---|----|
| 1. Les effets directs..... | 93 |
| 2. les effets indirects (les incendies de forêts)..... | 95 |
| 3. Influence du climat sur les incendies de forêts dans le Tell Constantinois..... | 96 |
| 3.1 Relation entre les incendies de forets et les températures maximales Absolues..... | 98 |
| 3.2 Relation des incendies de forets avec l'humidité relative de l'air..... | 99 |
| 3.3 Relation entre les incendies de forets et la vitesse des vents..... | 99 |

Troisième partie : Feux de forets (causes , conséquences et évaluation)

Chapitre I : Analyse des incendies de forets dans le Tell Constantinois

| | |
|---|-----|
| 1. Introduction..... | 101 |
| 2. Bilan et analyse des incendies de forêts durant la décennie (1970 – 1979)..... | 101 |
| 3. Bilan des incendies de forêts dans le Tell Constantinois (période 1980 – 2012)..... | 104 |
| 4. Répartition annuelle des incendies de forêts dans le Tell Constantinois..... | 105 |
| 5. Années exceptionnelles dans le Tell Constantinois..... | 109 |
| 6. Répartition mensuelle des incendies dans le Tell Constantinois..... | 112 |
| 7. Répartition des incendies de foret s suivant les Wilayas..... | 115 |
| 8. Répartition des incendies suivant les formations végétales..... | 115 |
| 9. Répartition des d'incendies suivant les essences | 116 |
| 10. Répartition des foyers d'incendies par classes de superficies..... | 117 |

chapitre II : Causes des incendies

| | |
|---|-----|
| 1. Les causes des incendies à travers les données historiques | 119 |
| 2. Causes et hauteurs des incendies..... | 120 |
| 2.1 Les facteurs naturels..... | 122 |
| 2.1.1 Les facteurs climatiques..... | 122 |
| 2.1.2 Les conditions orographiques..... | 125 |

| | |
|---|-----|
| 2.1.3 type de végétations..... | 126 |
| 2.2 Les facteurs humains..... | 127 |
| 2.2.1 Malveillance de la population..... | 127 |
| 3.Causes des incendies dans le Tell Constantinois | 129 |
| Conclusion..... | 131 |

Chapitre III : Conséquences des feux de forêts :

| | |
|--|-----|
| 1. Introduction..... | 132 |
| 2. Une transformation continue des paysages..... | 133 |
| 3. les paysages actuels..... | 134 |
| 3.1 La dégradation de la subéraie..... | 135 |
| 3.2 La dégradation de la Zenaie | 135 |
| 3.3 Appauvrissement des sols..... | 136 |
| 4. Dynamique morphogénétique..... | 137 |
| 5. Les milieux instables régressifs en progression..... | 138 |
| 6. Régression de l'indice de potentialité végétale | 138 |

Quatrième partie : Prévention et lutte contre les incendies de forêts

Chapitre I : prévention des feux de forêts

| | |
|---|-----|
| 1 . Introduction..... | 140 |
| 2. Une politique de prévention qualificatif..... | 141 |
| 3 . Maitrise des feux et réhabilitation des forêts..... | 146 |
| 4 . Moyens juridiques et législatifs..... | 148 |
| 5 . Moyens organisationnels..... | 148 |
| 6. Réalisation des documents | 148 |

chapitre II : Evaluation et cartographie du risque incendie

| | |
|---|-----|
| 1. Introduction..... | 150 |
| 2. Méthodologie..... | 150 |
| 2.1 Calcul de l'indice de risque (IR) | 152 |
| 2.2 Calcul de l'indice de combustibilité (IC) | 152 |
| 2.3 Calcul de l'indice de topo morphologique (IC) | 154 |
| 2.4 Modèle de l'indice d'occupation humaine..... | 156 |
| Conclusion | 161 |

| | |
|---------------------------------|------------|
| Conclusion générale..... | 162 |
|---------------------------------|------------|

Problématique :

Le changement climatique à l'échelle planétaire est l'un des enjeux majeurs du XXI^e siècle, compte tenu de la gravité de ses conséquences pour les économies, les sociétés et l'environnement .Il est l'un des plus gros défis de l'humanité pour les prochaines années.

Les hausses des températures, les fontes des glaciers, la multiplication des sécheresses et des inondations sont autant de signes que le changement climatique est avéré. Les risques sont énormes pour la planète et les générations futures, et obligent à agir d'urgence.

Les changements climatiques vont affecter directement les sols , la production végétale et vont influencer les écosystèmes naturels et imposer de nouvelles contraintes régionales sur l'agriculture et les forêts .

La répétition des phénomènes extrêmes comme les inondations , les sécheresses et les vagues de chaleur risquent d'avoir des effets destructeurs sur l'ensemble des écosystèmes terrestres .

La vulnérabilité particulière des écosystèmes des zones arides et semi arides aux changements climatiques a été soulignée par le GIEC(Groupe Intergouvernemental sur l'évolution du climat) .

De nombreux écosystèmes terrestres possèdent des capacités intrinsèques de supporter les effets de la variabilité climatique ; ceci n'est pas le cas des écosystèmes des zones arides et semi arides où de faibles changements du climat peuvent intensifier la grande variabilité naturelle qui existe déjà et conduire à une dégradation permanente de leur potentiel productif (Bullock and le Houerou.1996).

Les changements climatiques représentent une contrainte majeure pour la biodiversité .

Selon le GIEC, les prochaines décades , la biodiversité connaîtra sans doute un grand déclin lié aux changements climatiques .Ces derniers , prévoie-t-on, vont évoluer à une vitesse plus rapide , ainsi de nombreux écosystèmes n'auront pas le temps de s'adapter et disparaîtront. Toujours selon les estimations du GIEC , les changements climatiques vont entraîner un raccourcissement de la saison froide entraînant des effets sur le cycle végétal.

Parmi les risques majeurs pré-identifiés par l'ONU ,les feux de forêts viennent en tête de liste. Ils constituent l'un des risques naturels les plus répandus à travers le monde et notamment dans la région méditerranéenne où les conditions physiques(nature de la végétation ,climat ,relief...) et humaines se combinent pour former un terreau favorable à ce fléau.

Avant la révolution industrielle le patrimoine forestier recouvrait près de 50% des terres émergées de la planète ; au fil des temps , les actions humaines et en particulier les incendies ravagent des millions d'hectares et réduisent sérieusement ce potentiel.

En 1955 les terrains boisés à travers le monde , ont diminué de moitié ;en 1980, la superficie forestière mondiale n' atteignait plus que 2,5 milliards d'hectares soit le cinquième de la superficie terrestre (Mol et Al.1997).

Les différentes parties du monde ont connu des incendies mais les plus graves sont enregistrés au cours des années 90 notamment ceux des années 1997 et 1998 dans les régions du bassin amazonien , de l'Amérique centrale , du Mexique et de l'Asie du sud Est et qui ont même perturbé la navigation aérienne et maritime , engendrant de graves problèmes de santé .

L'évaluation faite par la FAO en 2000 fait ressortir une superficie brûlée de 350 millions d'hectares dont la majorité touche l'Afrique sub Saharienne et l'Asie Centrale (FAO – 2007).

La fréquence et l'étendue des incendies a fait que l'Afrique soit le premier continent en matière d'incendies .C' est dit- on « le continent du feu » car ce dernier est une pratique traditionnelle et ancestrale pour convertir les terres boisées en terres pour l'agriculture et le pâturage.

Les forêts du bassin méditerranéen sont d'autant plus menacées par les feux qu'elles sont soumises à des conditions assez rudes : un climat où la saison sèche s'étale de un à trois mois sur la rive nord du bassin méditerranéen , et elle peut durer jusqu'à sept mois sur la rive sud .

Le nombre de feux de forêts en méditerranée est estimé pendant la période (1995 – 2004) à 50.000 foyers en moyenne par année , et les superficies parcourues par les feux sont en moyenne de 700.000 à 1 million d'hectares.

Le problème des feux de forêts s'est amplifié durant les années 70 et plus encore durant les années 80 tant du point de vue du nombre que de la superficie dévastée (Dimitrokopoulos et Mitsopoilos . 2006).

Entre 1995 et 2004 , le Portugal est parcouru en moyenne par 28.143 feux annuellement détruisant 143.695 hectares de végétation chaque année.

D'après Silva et Carty (2006) , le ratio surface brûlée sur la surface totale boisée du pays est sept fois plus important que celui de l'Espagne, cinq fois plus important que celui de l'Italie ou encore vingt quatre fois plus important que celui de la France .

Caractérisé par un climat aride et semi aride , l'Algérie ressentira d'avantage les effets des changements climatiques . le dérèglement du cycle évaporation –

pluie , peut provoquer des événements extrêmes comme les sécheresses prolongées ou les inondations catastrophiques .

Une analyse sur l'évolution récente du climat et les projections climatiques sur l'Algérie élaborées au titre de la convention cadre sur les changements climatiques mettent en évidence pour ces dernières décennies une hausse des températures et une baisse des précipitations sur l'ensemble du pays , ce qui probablement, va augmenter la fréquence des incendies de forêts.

Les forêts s'adaptent lentement aux changements climatiques, une augmentation d'un degré seulement de la température moyenne globale affectera de façon importante la composition et le fonctionnement des forêts qui seront plus fragiles vis-à-vis des parasites et encore plus par rapport aux incendies qui seront plus intenses. il semble que ce n'est pas la fréquence et l'extension des incendies qui sont déterminants mais beaucoup plus leur intensité .

La forêt Algérienne joue un rôle déterminant en matière de protection des sols contre l'érosion éolienne et hydrique et de conservation des ressources en eau, elle constitue un champ d'investissement large et varié pour le tourisme, la chasse et la récréation .

Avec les modifications climatiques constatées ces dernières décennies, les feux de forêt se sont multipliés et menacent de façon sérieuse les écosystèmes forestiers.

L'Algérie à l'instar des pays méditerranéens est exposée plus que jamais à ce fléau. Chaque année des milliers d'hectares partent en fumée , favorisés par le stress hydrique qui intervient de plus en plus tôt et dure de plus en plus longtemps ,et les températures caniculaires de plus en plus fréquentes.

Le Tell Constantinois qui se caractérise par le taux de boisement le plus élevé du pays est confronté de manière permanente à ce risque qui menace à court terme son existence . , **aussi avons-nous choisi de travailler sur ce thème afin de contribuer modestement à comprendre et à solutionner les problèmes inhérents à ce phénomène pour la sauvegarde et la pérennité de ce patrimoine.**

Depuis quelques années ,on assiste en Algérie et particulièrement à l'Est du pays, sur les massifs telliens, à une multiplication de ce fléau qui met à mal l'ensemble des formations végétales .

Pourquoi cette fréquence des incendies ?

Est -elle liée simplement au fait anthropique ?

Est -elle la conséquence des modifications climatiques observées et confirmées un peu partout dans le monde ?

En Algérie, tout comme dans les autres pays méditerranéens, on observe une évolution climatique marquée par une hausse des températures, une baisse relative des précipitations et une récurrence de situations extrêmes.

Comment expliquer cette situation ?

Quelles sont les causes réelles des incendies ? Sont-ils véritablement liés au réchauffement climatique ?

Comment peut-on les évaluer ?

Quelles sont leurs conséquences sur les forêts du Tell Constantinois ?

Telles sont les questions qui guideront notre travail et auxquelles nous essaierons de répondre.

Notre travail vise dans un premier temps à démontrer l'évolution climatique en analysant:

- L'évolution de la température moyenne annuelle et saisonnière du Tell Constantinois en insistant particulièrement sur les différents stress thermiques de la saison chaude pour les années exceptionnelles ;
- L'évolution des précipitations moyennes annuelles, saisonnières, avec la détermination des stress hydriques.

Dans un deuxième temps, nous procéderons à l'analyse spatiale et temporelle des incendies

Nous nous intéresserons ensuite à établir les corrélations nécessaires pour confirmer ou infirmer la relation éclosion fréquente des incendies /réchauffement climatique

Nous évaluerons par la suite, les incendies en quantité et en qualité, et enfin, nous nous intéresserons à l'impact des incendies sur l'écosystème forestier tellien oriental.

Nous concluons par des recommandations afin de faire face à ce fléau dans un contexte de réchauffement climatique mondial avéré.

Approches

Pour ce faire nous opterons pour différentes approches :

-**Approche comparative** pour montrer l'évolution du climat : deux séries statistiques correspondant à 2 périodes seront choisies, la série Seltzer, et la série 1980-2010. Les paramètres climatiques sur lesquels va porter l'étude sont au nombre de 2 : températures et précipitations.

Grace à l'utilisation d'indices climatiques et de diagrammes nous essaierons de montrer l'évolution climatique

-Approche cartographique

L'établissement de cartes récentes des isohyètes et isothermes de la région permettra de visualiser spatialement les modifications climatiques.

La région d'étude « Le Tell Constantinois », située à cheval sur les wilayate de Constantine, Skikda Jijel et Mila comprend un nombre de stations conséquent pouvant nous permettre d'atteindre nos objectifs.

Introduction

L'Algérie couvre une superficie de 2.381.174.100 d'ha avec un vaste désert qui occupe à lui seul plus de 2 millions de km² soit 84% du territoire. Les régions du nord de l'Algérie où les conditions de climat et de milieu permettent le développement des formations forestières occupent 250 000 km² soit un peu plus de 10% de la superficie totale. Les forêts et maquis couvrent 4,7 millions d'hectares soit un taux de boisement de 18,8% pour le nord de l'Algérie et de 1,9 % seulement si les régions sahariennes arides sont également prises en considération. Ces taux de boisement sont évidemment très insuffisants pour assurer l'équilibre physique et biologique.

Les forêts algériennes composées particulièrement de chênes liège, de chênes vert, de pins....., sont très sensibles aux incendies. Elles sont plus souvent inaccessibles, « Nos forêts se trouvent en hauteur, dans les montagnes. Donc, automatiquement, c'est un milieu très accidenté, difficile d'accès ».

Depuis quelques années, les conditions météorologiques auxquelles elles font face, notamment la canicule qui perdure, les expose au risque incendie dès la fin du printemps.

Les feux, qui font pourtant partie de la dynamique naturelle des forêts méditerranéennes (de nombreuses plantes s'y sont adaptées, certaines ont même besoin du feu pour vivre), sont devenus une menace pour ces dernières de par leur trop grande répétition. Ils appauvrissent leurs sols et modifient de façon irréversible leur état biologique caractéristique.

En Algérie, ils détruisent en moyenne, en l'espace de quelques mois seulement (juin à octobre), plus de 36 000 ha de formations ligneuses par an.

La superficie incendiée se répartit de façon inégale sur les trois régions du pays. La région nord-est avec 50,06% est la plus touchée, la région centre-nord du pays vient en seconde position avec 28,21% et enfin celle du nord-ouest avec 21,73%. Ceci s'expliquerait par l'importance des massifs forestiers qui va crescendo de l'Ouest du pays à l'Est.

Dans la région nord-est, la densité des massifs forestiers est forte, et rend souvent l'intervention lente et ardue, car la majorité de ces massifs est difficile d'accès.

Un patrimoine forestier important et très vulnérable aux feux, telles sont les caractéristiques des massifs Tellien de l'Est. C'est pour cela que la connaissance du phénomène incendie, dont la prévention et la lutte restent une priorité, constituent un axe de recherche important.

PREMIERE PARTIE
PRESENTATION DE LA ZONE D'ETUDE

Chapitre I : Caractéristiques physiques de la zone d'étude

1. Localisation de la région d'étude

La région d'étude qui chevauche quatre Wilayas (Jijel , Skikda , Constantine et Mila) , s'étend sur une superficie de 1.228.786 ,00 ha , et se situe dans le Nord-Est algérien (Cf. carte 01). Elle est limitée, à l'Est par les vallées de Oued el Kebir et Oued Melah au Nord et Oued Zenati au sud, au Nord par la mer méditerranée, à l' Ouest par une ligne verticale traversant les monts de la kabylie, (djebel Babors et Dj Tababors), au sud elle est limitée par les hautes plaines constantinoises . Elle est Comprise entre le parallèles 36° et 37° 42' de latitude Nord et les méridiens 5° 70'28" et 7° 10' 30" Est des longitudes.

Le relief du Tell Constantinois comme tout le relief du Nord Algérien est organisé en éléments quasiment parallèles, structuré de façon perpendiculaire par le réseau hydrographique .

Le Tell Constantinois fait partie de l'Atlas Tellien qui est une chaîne montagneuse typiquement méditerranéenne. De par sa position , son climat et sa végétation, il présente les caractéristiques dualistes et les oppositions de la zone méditerranéenne. Par exemple, son versant nord très humide (1173 mm à Zitouna à 510 m d'altitude) avec un couvert végétal abondant (chêne lièges ,lentisques) s'oppose au versant sud qui plutôt est sec et dépourvu ou peu pourvu de végétation .

Le Tell Constantinois dont la genèse est multiple, est très compartimenté ,résultant de la tectonique du fin du Tertiaire , du soulèvement du socle kabyle et de l'épandage des séries sédimentaires numidiennes .

Au Quaternaire, le façonnement des paysages montagneux visibles aujourd'hui est du aux creusements des vallées .

Trois étapes géomorphologiques ont donné la structure récente , la mise en place des volumes montagneux , la deuxième phase c'est le creusement des vallées et la troisième phase au quaternaire a donné le modelé varié des diverses régions lithologiques .

Le réseau hydrographique s'est donc surimposé à partir d'une topographie mixte, les grands Oueds naissent sur les hautes plaines et rejoignent la mer en traversant le Tell par des gorges (Oued Rhumel – el Kebir à Béni Haroun oued Saf-Saf

à zardézas et des cours d'eau secondaires qui naissent sur le versant Nord du Tell (oued Guebli Oued Bougous).

Au Quaternaire, le façonnement des paysages montagneux visibles aujourd'hui est du aux creusements des vallées

2.Un relief a caractère montagnard et collinaire :

Un système orographique confus , constitué par des chaînons enchevêtrés ne formant jamais une chaîne bien définie avec une ligne principale de relief, caractérise la région. C'est une caractéristique qu'on retrouve partout dans l'atlas tellien oriental ,et qui donne une morphologie complexe qui se traduit par des configurations topographiques très prononcées aussi bien sur les chaînons que sur la moyenne et la haute montagne ; ceci explique la présence de pentes généralement très fortes avec des dénivelés importants .Les altitudes vont de 600 à 1000 mètres et atteignent parfois plus de 1300 mètres (Djebel Sidi Driss).

- Jijel fait partie des Wilayas qui ont plus de 70% de leur territoire en zones de montagne

- Skikda et Constantine ont plus de 50 % de leur territoire en zones de montagne :

- Mila fait partie des Wilayas qui ont entre 35 et 49% de leur territoire en zones de montagne :

CARTE DU RELIEF



Carte n° 01 : Localisation de la zone d'étude

| Altimétrie en m | Skikda Surface en ha | % | Jijel Surface en ha | % | Constantine Surface en ha | % | Mila Surface en ha | Total Surface en ha | % |
|-----------------|----------------------|-------|---------------------|-------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------|------------|
| 1400 – 1600 | 496 | 0.12 | 289 | 0.02 | 45 | 0.07 | 245 | 1 075 | 0 |
| 1200 – 1400 | 3 681 | 0.89 | 2 140 | 0.49 | 1 099 | 0.78 | 2 733 | 9 653 | 1 |
| 1000 – 1200 | 13 650 | 3.30 | 7 935 | 6.34 | 14 224 | 11.04 | 38 676 | 74 485 | 6 |
| 800 – 1000 | 29 120 | 7.04 | 16 929 | 21.91 | 49 157 | 26.94 | 94 377 | 189 583 | 15 |
| 600 – 800 | 54 063 | 13.07 | 31 429 | 24.31 | 54 541 | 24.46 | 85 689 | 225 722 | 18 |
| 400 – 600 | 82 687 | 19.99 | 48 069 | 18.16 | 40 743 | 20.74 | 72 657 | 244 156 | 20 |
| 200 – 400 | 127 567 | 30.84 | 74 160 | 18.41 | 41 304 | 14.28 | 50 026 | 293 057 | 24 |
| 0 – 200 | 102 376 | 24.75 | 59 515 | 10.36 | 23 243 | 1.69 | 5 920 | 191 054 | 16 |
| Total | 413 641 | | 240 466 | | 224 357 | | 350 323 | 1 228 787 | 100 |

Tabl n°01 : Différentes tranches altimétriques

Source : BNEDER

Malgré la modestie des altitudes comme le montre le tableau n°01 des altitudes (60 % de la surface totale de la région ont une altitude inférieure à 600 m) le caractère montagnard du Tell Constantinois est bien marqué , ceci en raison de sa proximité de la mer qui donne aux pentes une très grande raideur : plus de 53 % de la surface totale de la région se localise sur des pentes supérieures à 25 % .Pour les wilayas de Jijel et Skikda , 71 % de leurs superficies se trouvent sur des pentes supérieures à 25 %.

| Classes des pentes | | Skikda Surface en ha | Jijel Surface en ha | | Constantine Surface en ha | | Mila Surface en ha | Total Surface en ha |
|--------------------|-------|----------------------|---------------------|-------|---------------------------|-------|--------------------|---------------------|
| sup à 25 % | 71,1 | 294 099 | 170 971 | 23,52 | 52 769 | 41,40 | 145 034 | 662 873 |
| 12,5 - 25 % | 16,89 | 69 864 | 40 615 | 50,84 | 114 063 | 26,47 | 92 730 | 317 272 |
| 3 - 12,5 | 10,42 | 43 101 | 25 057 | 21,98 | 49 314 | 27,31 | 95 673 | 213 145 |
| 0 – 200 | 1,59 | 6 577 | 3 823 | 3,66 | 8 211 | 4,82 | 16 886 | 35 497 |
| | 100 | 413 641 | 240 466 | 100 | 224 357,00 | 100 | 350 323 | 1 228 787 |

Tab n°02 : classes des pentes

Source : BNEDER

Le paysage de la région d'étude est caractérisé par de moyennes montagnes aux crêtes souvent allongées ,des versants de vallées en pentes plutôt raides ,des plaines littorales rares et de taille réduite où règne un climat méditerranéen à nuances variées.

Le versant nord est cerné dans l'étage humide où les précipitations sont supérieures à 900 mm avec des nuances chaudes , douces ou fraîches sur les sommets , c'est le domaine des plus belles forêts à sous bois développé , le versant méridional est plutôt dans l'étage semi aride avec des précipitations inférieurs à 600 mm , et les vallées (oued Guebli, oued Saf – Saf)sont des milieux de transition de type sub – humide doux ,où les précipitations sont comprises entre 600 et 700 mm .

La région se caractérise par un espace géographique très diversifié avec un relief complexe et irrégulier et profondément disséqué par un réseau hydrographique dense. Du Nord au sud, de nombreuses unités de relief se succèdent .

2.1 Le Tell Septentrional :

2.1.1. Des crêtes d'altitude relativement modeste :

Il s'agit de lignes de crêtes dépassent les 1000 m d'altitude représentant la chaîne numidique de direction Est – Ouest .Cette dernière commence à Béjaia et va jusqu'à la frontière Tunisienne s'étirant sur une longueur de 300 km environ. Elle est dédoublée en deux chaînes (le Tell interne, et le Tell externe), elle est sillonnée par une série de petits cours d'eau parallèles qui prennent leurs départ des sommets du flan Nord bien arrosé et se précipitent en pentes raides vers la méditerranée .

Les grands cours d'eau partent des hautes plaines et traversent le bourrelet montagneux en taillant d'étroites gorges comme les gorges du Rocher de Constantine creusées à plus de 200 m.

Très compartimenté ,ce bourrelet perd de l'altitude vers l'Est , le tell nord Constantinois le plus élevé présente des sommets étroits et des versants en pente forte.

L'épine dorsale de ce bourrelet est appelée la chaîne Numidique , elle est formée de sommets dont l'altitude reste modeste et décroît d'Ouest en l'Est, le Dj Babor point culminant (2004 m), le Djebel M'cid Aicha au delà de la vallée de l'oued Rhumel n'est qu'à 1462 m , le Djebel Sidi Driss 1364 m , le djebel Debar 1060 m.

Vers le Nord , la chaîne numidique est relayée par les massifs d'El Aouana culminant à 1121 m au dessus de Jijel , de Bougaroun atteignant 1183 m au djebel Goufi au dessus de Collo . Entre ces reliefs s'étendent les petites plaines côtières : plaines de Jijel, de Collo et de Skikda. Au sud de la chaîne numidique se situent les

hautes plaines Constantinoises qui sont relayées par les massifs de Djebel Chettabah (1316 m) et Djebel Ouahch (1282 m)ou le Djebel Mahouna (1411 m) .

Les chaines montagneuses sont couvertes par des forêts denses (forêt de Beni Khattab, Guerrouch, et Beni Abbas)

2.1.2 Des vallées profondément creusées :

La région est drainée par plusieurs grandes vallées de l'Ouest vers l'Est , oued Guebli, Saf- Saf , el Kebir .Ces derniers prennent leur source au sud du Tell qu'ils traversent par des vallées étroites et des gorges ; les oueds les plus courts naissent sur le versant nord du Tell , en rejoignant la mer par des vallées étroites ou des bassins intra - montagnards.

2.1.3 Des plaines littorales plus ou moins étendues :

Dans la partie ouest du Tell oriental les plaines sont peu nombreuses et peu étendues , ce sont les plaines de Collo et de Skikda.

La région est constituée par une bande littorale discontinue , constituée de petites plaines côtières, qui représentent de basses vallées , Skikda (oued Safsaf) , Collo (oued Guebli) , Jijel (oued Djendjen) , ces petites plaines sont peu étendues et isolées les unes des autres par les massifs maritimes tels que El Aouana et Bougaroune .

2.2 Le Tell Méridional :

Différentes unités plus ou moins imbriquées sont remarquables : la première unité correspond à un espace montagneux, la seconde à un espace de piedmonts et de collines et la troisième un espace de hautes plaines.

2.2.1 l'espace montagneux : est formé d'une succession de petits massifs , la plus grande partie de la région comprend les massifs intérieurs ou monts de Constantine. Le relief y est heurté et compact difficilement traversé par les oueds qui ont dû parfois creuser des gorges étroites. Cette chaîne Tellienne s'abaisse vers l'Est ,elle est recouverte par des dépôts Miocène à l'Ouest de Constantine et par les grés de Numidie à l'Est. Par ailleurs, elle est pénétrée par des chaînons calcaires qui annoncent l'influence atlasique.

Ces formations Telliennes prennent des directions d'ensemble, Sud-Ouest/Nord-Est ;parmi les plus importantes, les Djebels : Chettaba, Djebel-Ouahch, Oum-Settas et Sidi-Driss à l'extrême Nord de la wilaya de Constantine qui culmine à 1.364 m d'altitude.

2.2.2 L'espace de piémonts et de collines : constitue la région centrale des reliefs Sud Tellien, il présente des altitudes assez élevées comprises entre 500 et 800 m. Il est composé par :

- Les plaines intra montagneuses dont l'altitude moyenne est de 400 m.
- Les collines et les piémonts situés dans la partie Est de Mila et qui sont limités au Nord par la région montagneuse. Au Sud, ils forment la limite des hautes plaines. Il s'agit de collines présentant un relief montagneux très désordonné.
- La région des hauts piémonts qui forme au Nord-Ouest le prolongement des reliefs Telliens, elle concerne la dépression de Ferdjioua et Oued Enja.
- La dépression de Mila formée par un ensemble de basses collines (de 500 à 600 mètres d'altitude) et de massifs isolés (massif de Ahmed Rachedi).

2.2.3 L'ensemble des bassins intérieurs :

Cet ensemble est composé de glacis qui encadrent presque tous les milieux naturels du Constantinois, composés de plusieurs niveaux étagés ou emboîtés et plus ou moins encroûtés.

Ces formes de relief sont caractéristiques du bassin néogène de Constantine. Ce dernier en forme de grande dépression Mio-pliocène, s'étend de Ferdjioua à l'Ouest jusqu'à Zighoud Youcef à l'Est. Il est limité par les hautes plaines du Sud. Il s'agit de basses collines situées entre 500 et 600 m d'altitude taillées dans un matériau détritique tendre et où un réseau de ravins denses donne au relief un aspect très disséqué.

Les dépôts continentaux accumulés dans cette dépression sont composés d'argiles où affleurent parfois des niveaux conglomératiques. Les formations superficielles généralement marneuses sont caractérisées par une géomorphologie irrégulière.

Les vallées du Rhumel et de Bumerzoug qui entrecoupent le bassin de Constantine, se rétrécissent dans des endroits localisés sur une largeur plus ou moins importante située entre 200 et 300 m. Ces deux importants oueds qui drainent le grand bassin du Kébir-Rhumel, semblent encore en phase de constitution puisqu'une telle largeur n'est pas suffisante pour une stabilité et une régulation dynamique de l'énergie du relief notamment en berges.

Ces bassins se composent essentiellement des marnes et des conglomérats du Miocène et du Mio-pliocène, donc des dépôts récents qui sont souvent sous l'action des oueds Rhumel et Bumerzoug.

2.2.4 L'ensemble des hautes plaines :

L'ensemble des hautes plaines est situé au Sud de la région, entre les chaînes intérieures de l'Atlas Tellien et de l'Atlas Saharien. Ces hautes plaines qui constituent

d'immenses étendues plates à peine ondulées, correspondent à une aire de structure beaucoup plus calme. Ce sont des plaines Plio-quaternaires encadrées par les massifs calcaires crétacés, dont l'altitude moyenne varie entre 600 et 800 m.

3. Une géologie complexe :

Un réseau de failles Nord Sud, Nord Est , Sud Ouest et Est - Ouest donne à la région un aspect de véritable quadrillage structural. Cette organisation se complique de discontinuité oblique d'Est en Ouest qui est le résultat de la tectonique post - nappes, d'où la disparition du socle kabyle vers l'est. La chaîne numidique n'est plus présente que dans la région de l'est (Djebel Sidi Driss).

3.1 Les grands ensembles morpho structuraux :

les grands ensembles structuraux organisés de haut en bas et du Nord au Sud de l'édifice comme suit :

3.1.1 Le Socle kabyle et les séries de la chaîne calcaire

➤ **Le Socle Kabyle développé surtout en petite Kabylie** (Roubault , 1934 ; Durant Delgua , 1955), comporte à sa base des formations gneissiques présentant le faciès des granulites .Ces dernières sont associées à des péridotites de type « Alpin » du Cap Bougaroun , sur lesquelles s'est développée une série de Gneiss , de marbres et de micaschistes ,elle-même recouverte par des phyllades (discordance) antérieures au cambrien supérieur .

➤ **La chaîne calcaire :**

Elle s'étend de Djebel Sidi Driss au sud de Collo jusqu'à Zitemba au sud du cap de fer sur une profondeur de 90 km d'Ouest en Est , au dessus des phyllades analogues à celles du socle kabyle, la série comporte des terrains d'âge Silurien à carbonifère puis une succession très variable de formations allant du permo- trias au lutétien supérieur .

3.1.2 Les séries de type Flysch et leur substratum .

Deux grands types de séries ont été distingués avec au Nord le Flysch de type Mauritanien (Gélard , 1969) et au sud le Flysch de type Massylien (Raoult , 1969 , 1972).

Le substratum du Flysch est formé du Trias rouge gréseux et radiolaritique (Boullin , 1977) , Lias calcaire à Silex , Dogger calcaire à « Filaments ; Malm calcaire à Aptychus et épaisses Radiolarites rouges.

3.1.3 Les séries telliennes .

Ce sont des séries épaisses à dominante marneuse issues du sillon tellien .Elles comprennent :

- a) Les séries ultra – telliennes (Durant Degua , 1969) dont le type est la série de Djbel bou Sba (Vila et al., 1968) comportent un crétacé inférieur marneux et micritique clair à Ammonites , un crétacé moyen de même nature à Rotalipores , un Sénonien épais analogue, très clair , un Eocène à trois termes .

Les séries Ultra – telliennes Septentrionales (Villa , 1971) possèdent des caractères proches de ceux du Flysch massylien .

- b) Les séries telliennes sensu stricto correspondant à deux restrictions simples :

C). les séries Péni – telliennes et les unités méridionales à Nummulites.

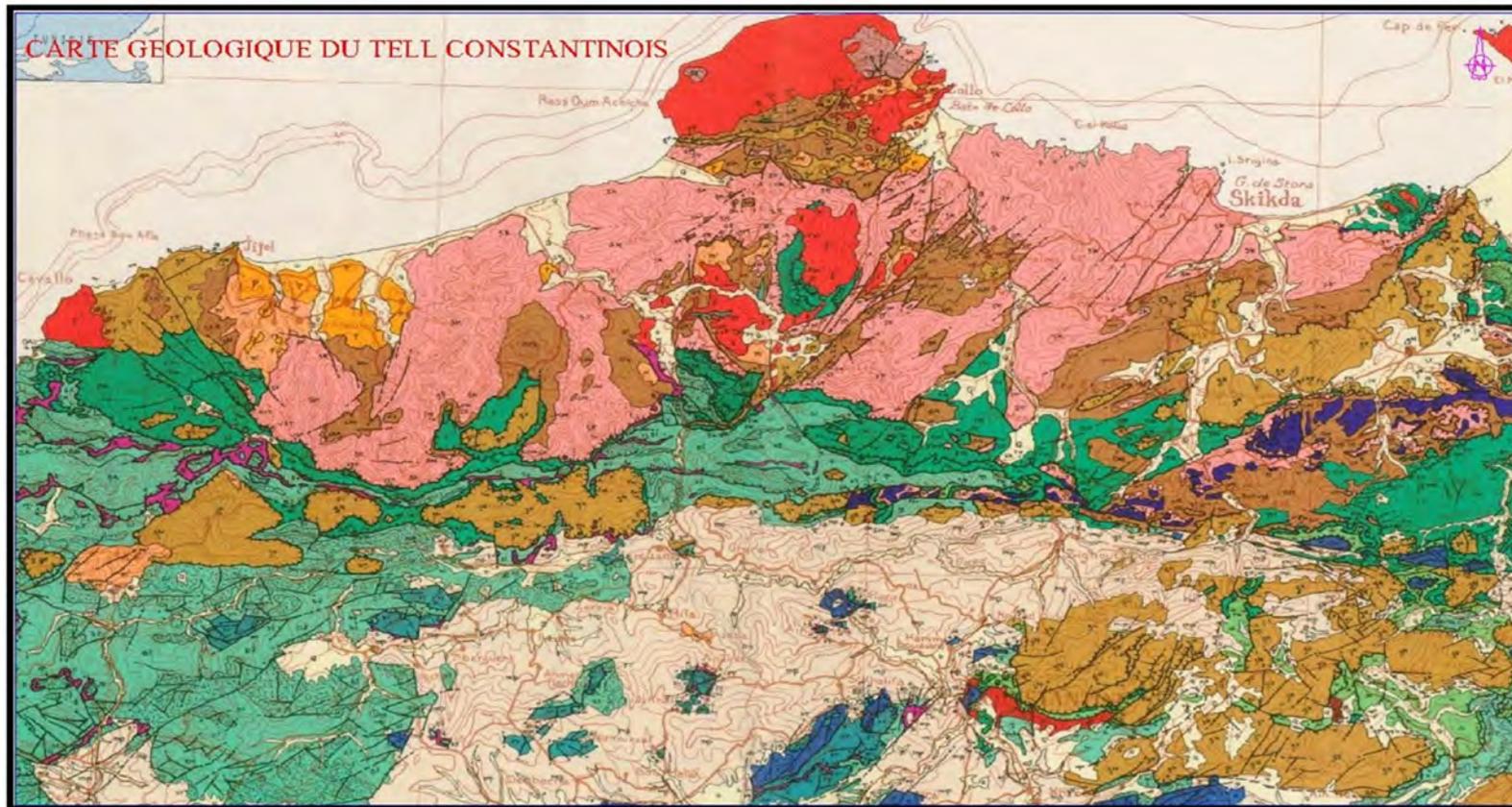
Ce sont des formations qui constituent d'Ouest en Est , les monts suivants : les Djebels Hellal , el Halfa, bou herf , Ouakissene , le massif d'Ahmed Rachedi, le Djebel Akhal , le nord du Djebel Kheneg , l'Est du Djebel Grouz et le versant nord du Djebel Zouaoui et l'ensemble du Djebel Karkara – forret de Chettaba , ces séries ainsi localisées datent du Lias au Sénonien supérieur .

3.1.4 Les séries néritiques Constantinoises :

Les séries néritiques Constantinoises constituent l'essentiel des faciès calcaires des monts de Tadjenanet , d'Oued Athménia , de Constantine.

Les séries Post – Nappes : elles sont illustrées par les affleurements de pliocène marin connu à proximité de la cote près de Béjaia , de Jijel et du Cap de Fer et d'Annaba .

Ces affleurements sont répandus au niveau de Constantine, de Ferdjioua et Mila c'est ce qu'on appelle le Mio – Pliocène Continental.



Carte n° 02 : Carte géologique du Tell Constantinois

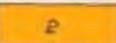
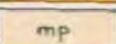
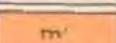
Source : carte au 1/500 000 de Jean Marie Vila 1978

LEGENDE

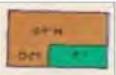
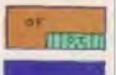
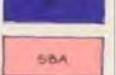
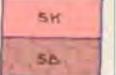
| ROCHES ERUPTIVES RECENTES | NAPPES NUMIDIENNES |
|---|---|
|  GRANITES, GRANO-DIORITES, MICROGRANITES, DOLERITES ET RIPOYLITES. |  FORMATION DE BABOUCHE (AQUITANO-BURDIGALIEN) |
|  COMPLEXE STRATIGIE DE YADENE ET ROCHES ERUPTIVES DE LA REGION D'HANANJEL, MANSOURTINE (B) |  GRES NUMIDIEN ET SERIE MIXTE |
|  ROCHES RECENTES ET CYCLES POSTERIEURS AU BURDIGALIEN INFERIEUR |  PRINCIPAUX APPLEUREMENTS D'ARGILES DE BASE A TUBIFERMICULUM |

ECHELLE

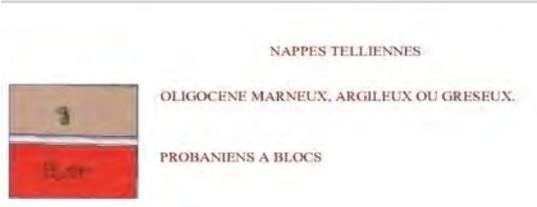


| |
|--|
|  QUATERNAIRE INDIFFERENCIE (VILLAFRANCHIEN ACTUEL). |
|  PLIOCENE MARIN DES ZONES COTIERES |
|  MIO PLIOCENE CONTINENTAL. |
|  BURDIGALIEN SUPERIEUR-LANGHIEN DE LA MARGE LITTORALE |
|  MIOCENE MARIN TRANSGRESSIF INDIFFERENCIE DES NAPPES TELLIENNES ET DE LEUR AVANT-PAYS ALLOCHTONE, PARAUTOCHTONE OU AUTOCHTONE |

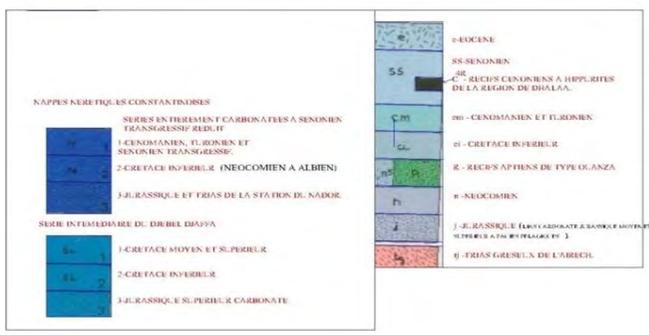
SOCLE KABYLE. CHAINE CALCAIRE

| |
|---|
|  OLIGO-MIOCENE KABYLE: OLISTOSTROMES A FLYSCHS RESEDIMENTES (Y COMPRIS LE NUMIDIENS) ET FLYSCHS EN POSITION NORD-KABYLE (F). |
|  OLISTOSTROMES SUPERPOSES A L'OLIGO-MIOCENE KABYLE. 07-OLISTOLITES TELLIENS DE LA REGION DEL MILIA. |
|  CHAINE CALCAIRE - PALEOZOIQUE A LUTETIEN SUPERIEUR DES ZONES INTERNE MEDIANE ET EXTERNE. |
|  SOCLE KABYLE: SBA-PALEOZOIQUE DES BENI-AFFEUR. |
|  SK-SOCLE METAMORPHIQUE DE MICASCHISTES, PORPHYROIDES, GNEISS ET MARBRES |
|  SB- SOCLE BASIQUE DU CAP BOUGAROUN (PERIDOTITES ET KINZIGITES RETROMORPHOSES). |

| NAPPES DE FLYSCHS KABYLES |
|--|
| <p>FLYSCHS MAURETANIENS</p>  <p>SERIES INTERNES DE AIN NACEUR, DE SIDI RHAT, DE SIDI AHMED, DE SETTITER, DE OU TAHER, DE LA ROBERSAU (SOUK ES SEBT) ET DE LA MARSA. SERIES MEDIANES DE GUERROUCH, D'EL KARN, DE KHORCHEF, DE GHEZALA ET DU SUD D'AIN EL BERDA (PENTHIEVRE).</p> <p>SERIES EXTERNES (EX-6 MEDIANES) ET SERIE ATYPIQUE DE TAMALOUS, DU KEF MEZZOUCH ET DE ZIANE.</p> <p>CAS DE LA SERIE DES ACHAICHES (SERIE MEDIANE)</p> <p>1-CRETACE 2-JURASSIQUE 3-PERMO-TRIAS ET CARBONIFERE.</p> <p>UNITE SENDOUACH-TABELLOUT A SUBSTRATUM BASIQUE.</p> |
| <p>FLYSCHS MASSILIENS</p>  <p>SERIES TYPIQUES A PHLANITES OU A BRECHES VERTES ET ROUGES.</p> <p>CAS DE LA SERIE DE DJEBEL FILFILA</p> <p>1-CRETACE 2-JURASSIQUE</p> <p>UNITE DE TYPE ADESSA ET SENONIEN MARNEUX A MICROBRECHES OU A BLOCS.</p> <p>A- EOCENE F- SENONIEN MARNEUX A MICROBRECHES OU A BLOCS</p> |



FORMATIONS PARAUTOCHTONES DU HODNA, DU NORD DE L' AURES, DE LA HAUTE MEDJERDA DES MONTS DU MELLEGUE ET DE LA ZONE DES DIAPIRS



4. La lithologie :

4.1 la chaine Calcaire et le Socle Kabyle :

la chaine Calcaire et le Socle Kabyle constituent le corps allochtone le plus septentrional , son contact de base est particulièrement spectaculaire à deux extrémités , à l'Ouest au Djbel Sidi Driss , à l'Est dans le secteur Safia – Filfila.

Le Socle kabyle : qui est constitué de deux ensembles superposés :

- un ensemble supérieur comportant des schistes satinés ou phyllades , un peu de Grés et des porphyrides ocellés (anciens granites étirés) .
- un ensemble inférieur gneissique à intercalations parfois épaisses de marbres et d'amphibolites
- le Socle du Cap Bougaroun , isolé au nord de la petite Kabylie est composé de gneiss et de lherzolites serpentinisées et présente plus localement des marbres et des roches calciques à Grenats .

4.2 L'Oligo – Miocène Kabyle :

c'est une série localement puissante composée de grés micacés avec des intercalations Conglomératiques fréquentes à sa partie inférieure.

L'alimentation par le socle kabyle est évidente (abondance des gallets de phyllades, de gneiss et de quartz laiteux identiques à ceux qui affleurent depuis la kabylie de Collo à l'ouest jusqu'à l'Est de Skikda , au sommet , cette série est formée de sédiments pélitiques ou siliceux à radiolaires et diatomées.

Du Col de Bissy au Nord Oust d'Azaba jusqu'en petite Kabylie , on remarque la présence de Flyschs massyliens et mauritaniens dont l'âge paraît s'étaler de l'Oligocène supérieur à l'Aquitaniens inférieur .

4.3 Les séries priaboniennes et postpriaboniennes liées à la chaine calcaire et aux Flyschs :

A partir du préabonien , la sédimentation s'uniformise sur la chaine calcaire et les Flysch déjà tectonisés , deux faciès se succèdent :

- Le Flysch à micro brèches rousses (Neuman et Villa , 1967)
- Le Flysch grés-micacé (Buillin ,1977) en Petite Kabylie , J.-P.Bouillin envisage une discordance entre ces deux formations, cette discordance y correspond à l'envahissement du socle kabyle par la sédimentation détritique , localement la limite entre Oligo –Moi-cène kabyle et Flysch grés-micacé est bien difficile à définir .

4.4 Le Numidien est constitué par :

- Argiles « sous numidiennes vertes, rouges ou violacées, à rares bancs gréseux et à Tubotomaculum .
- Grés numidien (jusqu'à 2000 m à l'est) en bancs épais à cassure jaunâtre ou blanchâtre , à quatre roulés très hétérogènes quand à leur granulométrie (dragées jusqu'à 3 cm) à caractère de fluxo – turbidites .
- Argiles, marnes claires et silexites « supra- numidiennes c'est le faciès « Babouche d'H.Rouvier .

4.5 Les séries Miocènes marines postérieures au burdigalien basal :

Elles correspondent à un groupe d'affleurement septentrionaux , situées dans les Babors , en petite Kabylie et quelques minuscules pointements au sud et au sud est d'Annaba .

la discordance sur toutes les formations précédemment décrites dans les zones littorales est très claire , les faciès variés dans le détail , s'organisent en deux séquences au dessus de Conglomérats par fois développés :

- Une séquence marneuse à la base
- Une séquence gréseuses au sommet

4.6 Les Séries Péni – Telliennes :

Elles sont dispersées sur 150 km d'Ouest en Est et sur une profondeur maximum de 40 km du Nord au sud , à l'Ouest de Constantine , elles ont été longtemps confondues avec les formations carbonatées réputées autochtones des séries néritiques Constantinoises.

- Au Nord en fenêtre sous les nappes telliennes aux djebel Hellel et Halfa , Bou cherf Oukissene dans la massif d'Ahmed Rachedi et djebel Akhral .
- Au sud et à l'Est en lambeaux charriés sur les massifs néritiques Constantinoises au djebel Grouz, au djebel Kheneg et au djebel Chettaba .

Les séries Peni – telliennes sont caractérisées par des alternances qui sont soit franchement telliennes , soit envahies par des faciès de type plate – forme .

4.7 Les séries Telliennes méridionales à Nummulites :

- Au Crétacé supérieur les séries sont très incomplètes et ne sont pas connues partout .
- L'Eocène Calcaire : elles sont riches en Nummulites ou en fossiles et elles sont les plus méridionales .
- L'Eocène marneux : est caractérisé par le développement du Lutétien supérieur à Huitres .

4.8 Les séries telliennes sensu stricto :

Un approfondissement des faciès se réalise dès le Lias supérieur et aboutit à des faciès Siliceux à la fin du Jurassique , les faciès marneux réapparaissent au Néocomien et sont rapidement envahis par des séquences à détritiques ou quartziteux fins.

La dominance des faciès marneux revient de nouveau à partir de l'Albien supérieur , au Vraconien et au Cénomaniens inférieur , avec quelques intercalations carbonatées permettant d'utiles corrélations dans les séries relativement méridionales .

Les faciès marneux et marno – calcaire , en proportions variables dominant jusqu'à la fin de l'Eocène .

4.9 Les Séries Ultra Telliennes :

Ce sont les séries superposées anormalement au crétacé Néritique Constantinois (Durant delga).

Les Faciès Ultra – Telliens forment un ensemble particulièrement homogène

les Flyschs Kabyles : ils sont constitués des :

- a) séries atypiques à micro brèches et à ph tanites , a fortes affinités telliennes
- b) séries massyliennes qui comprennent un Flysch schisto – quartzitique du Crétacé inférieur , des phtanites Cénomano – turoniens et un Flysch à micro brèches Sénonien .
- c) séries de Flysch à Faciès mixte « massylo – maurétaniennes constituant une zone unique de dépôt des flyschs .
- d) séries mauritaniennes : où se succèdent dans le temps un Flysch de type Guerrouch au Crétacé inférieur et un Flysch de type penhiève au Crétacé moyen et à l'Eocène .
- e) Substratum des Flysch

5. Les sols

Du fait de la structure plissée de la nature de la roche mère existante dans la région , les sols sont caractérisés par une grande variété dont le seul caractère commun est un lessivage plus ou moins poussé et que J.H.Durant (1953), classe en trois grands groupes .

- a) **Les sols calcaires** : comporte tous les sols formés à partir des roches calcaires , deux types de sols : sols calcaires et sols décalcifiés .

-**Les sols calcaires** se caractérisent par l'accumulation de calcaires au sommet du profil , cette accumulation est résultante d'une attaque du complexe absorbant par le gaz carbonique de l'eau de pluie, fixant le calcaire dissous qui précipite ensuite par suite d'une sécheresse trop grande du milieu et d'une forte température .

-**Les sols décalcifiés** sont également formés sur roches calcaires , le calcaire s'accumulant au sommet de la roche mère sous forme de nodules et à l'état diffus , ces sols couvrent des grandes surfaces dans les régions telliennes .

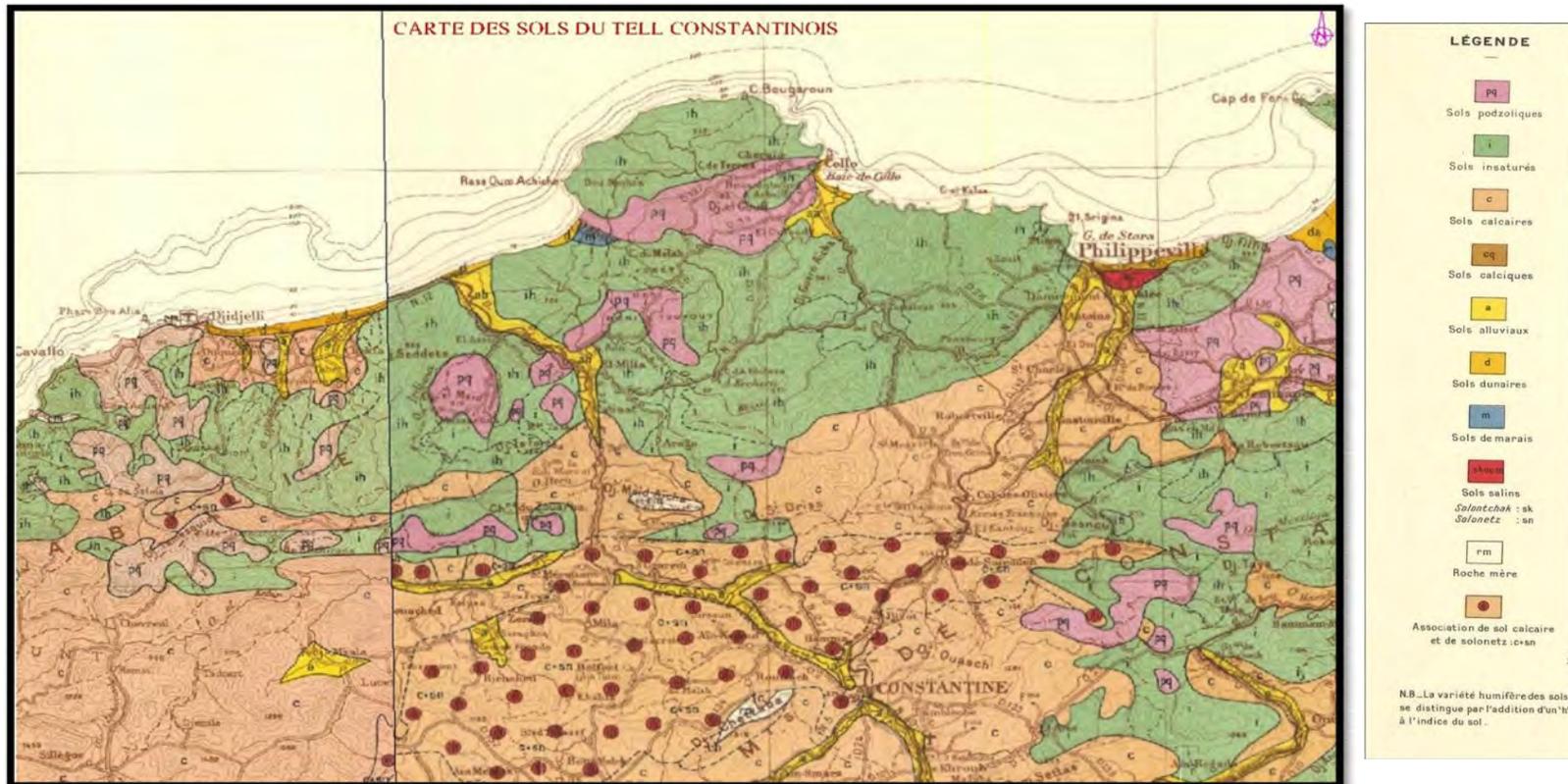
Les sols calcaires viennent des roches mères calcifères , qui par altération donnent des produits de décomposition perméables .

Les sols décalcifiés donnent des produits argileux imperméables

- b) **Groupe non calcaire** : ceux sont les sols formés sur roche mère non calcaire , deux types principaux : sols insaturés et sols podzoliques .

-**Les sols insaturés** : venant de la décomposition superficielle de roche non calcaire donnent des éléments grossiers riches en bases comme les schistes , les micaschistes , les gneiss , comme ils peuvent donner par altération des produits fins , des sols insaturés acides , ceux sont en général des sols de montagne plus ou moins argileux .

-**Les sols podzoliques** : sont des sols très acides se formant à partir de la roche mère non calcaire où la pluviométrie annuelle est supérieure à 500 mm ; ils se rencontrent sur les grès de Numidie , les gneiss et certaines dunes et supportent les plus belles forêts d'arbres acidophiles (chênes) avec sous bois dense de bruyère , de dyss .



Carte n° 03 : Carte des sols du Tell Constantinois

Source : carte au 1/500 000 de J.H.Durant (1953)

5.1 Description de quelques sols forestiers

Sols forestiers numidiens : c'est les terrains forestiers par excellence , où sont sises les plus belles forêts , les grés numidiens sont en alternance avec de minces couches d'argiles partageant la masse en une série de couches aquifères assurant aussi la fraîcheur dans le substratum .

Sous l'action des agents atmosphériques , la décomposition des grés en un complexe argilo siliceux très friable et très perméable a lieu, et donne naissance à d'excellents sols forestiers. en mélange avec de gros bancs de grés non altérés , surmontés d'une couche d'humus de 20 à 25 cm sous le chêne zeen , 10 à 12 cm sous le chêne liège .

Les sols numidiens ont un caractère podzolique très marqué et sont surtout dualistique (dominante siliceuse et plus rarement oxyhumique à dominante humus acide, la teneur en chaux est très faible , ce qui explique la présence du chêne liège .

La déficience des terrains numidiens en éléments minéraux que les racines des arbres vont chercher en profondeur rend ces terrains impropres à l'agriculture et accentue leur vocation forestière.

6. Un Climat variable

L'est Algérien est la région la plus variée du pays sur le plan climatique .Irrégularité temporelle et spatiale caractérisent cet espace .

6.1 Les précipitations :

Le caractère d'irrégularité temporelle et spatiale des précipitations est une donnée fondamentale du climat Algérien .

Un fort gradient latitudinal et l'effet orographique de l'Atlas font que les précipitations décroissent du littoral vers l'intérieur.

Les zones de fortes précipitations sont les zones montagneuses Nord allant de Bejaia à Collo , avec une moyenne annuelle des pluies pouvant atteindre plus de 1400 mm comme sur les hauteurs d'Erraguene ou sur le massif de Collo, (1689 mm à la station de Zitouna). Les isohyètes de 600 à 800 mm balayent tout le reste de l'Atlas Tellien.

Le régime pluviométrique en majorité de type **HPAE** est caractérisé par la concentration des pluies sur un nombre réduit de jours., la saison froide et humide s'oppose à la saison sèche et chaude , et cette combinaison des précipitations et des températures caractérisent le rythme climatique à dominance méditerranéenne régnant dans le Tell Constantinois .

Le Tell Constantinois est l'une des régions les plus arrosées de l'Afrique du Nord et des plus humides du bassin méditerranéen ; les précipitations y sont abondantes et peuvent parfois dépasser les 2000 mm/an sur les sommets .Leur répartition est liée au relief et à l'exposition , on remarque un versant septentrional humide et un versant méridional plus sec .

Le versant nord du Tell Constantinois est bien arrosé , les stations littorales reçoivent des précipitations frôlant et dépassant les 1000 mm par an comme au cap Bougaroun 1038 mm , à Collo 1002 mm , Skikda ne reçoit plus que 830 mm ,et dans les petits bassins internes présentant des encroutements calcaires , les précipitations descendent en dessous de 700 mm, comme à El Harrouch 674 mm ,à Salah Bouchaour 665 mm

Les précipitations se font souvent sous forme d'orages violents notamment durant les mois de Septembre Octobre .

| Classes pluviométriques | Skikda Surface en ha | % | Jijel Surface en ha | % | Constantine Surface en ha | % | Mila Surface en ha | Total Surface en ha | % |
|-------------------------|-------------------------|------------|------------------------|-------|------------------------------|------------|-----------------------|------------------------|------------|
| Sup à 2000 mm | 34 580 | 8.36 | 20 103 | 0 | 0 | 0.4 | 1 401 | 56 084 | 5 |
| 1500 – 2000 | 100 515 | 24.3 | 58 433 | 0.05 | 112 | 1.1 | 3 854 | 162 914 | 13 |
| 1200 – 1500 | 102 459 | 24.77 | 59 563 | 2.48 | 5 564 | 2.58 | 9 038 | 176 624 | 14 |
| 1000 – 1200 | 90 587 | 21.90 | 52 662 | 10.19 | 22 862 | 3.91 | 13 698 | 179 809 | 15 |
| 900 – 1000 | 56 627 | 13.69 | 32 920 | 15.33 | 34 394 | 3.53 | 12 366 | 136 307 | 11 |
| 800 – 900 | 21 178 | 5.12 | 12 312 | 14.77 | 33 138 | 8.27 | 28 972 | 95 600 | 8 |
| 700 – 800 | 6 991 | 1.69 | 4 064 | 17.83 | 40 003 | 17.4 | 60 956 | 112 014 | 9 |
| 600 – 700 | 703 | 0.17 | 409 | 15.65 | 35 112 | 26.96 | 94 447 | 130 671 | 11 |
| 500 – 600 | 0 | 0 | 0 | 22.38 | 50 211 | 28.31 | 99 176 | 149 387 | 12 |
| 400 – 500 | 0 | 0 | 0 | 1.32 | 2 962 | 7.54 | 26 414 | 29 376 | 2 |
| | 413 640 | 100 | 240 466 | | 224 358 | 100 | 350 323 | 1 228 787 | 100 |

Tab n° 03 : Classes pluviométriques

Source BNEDER

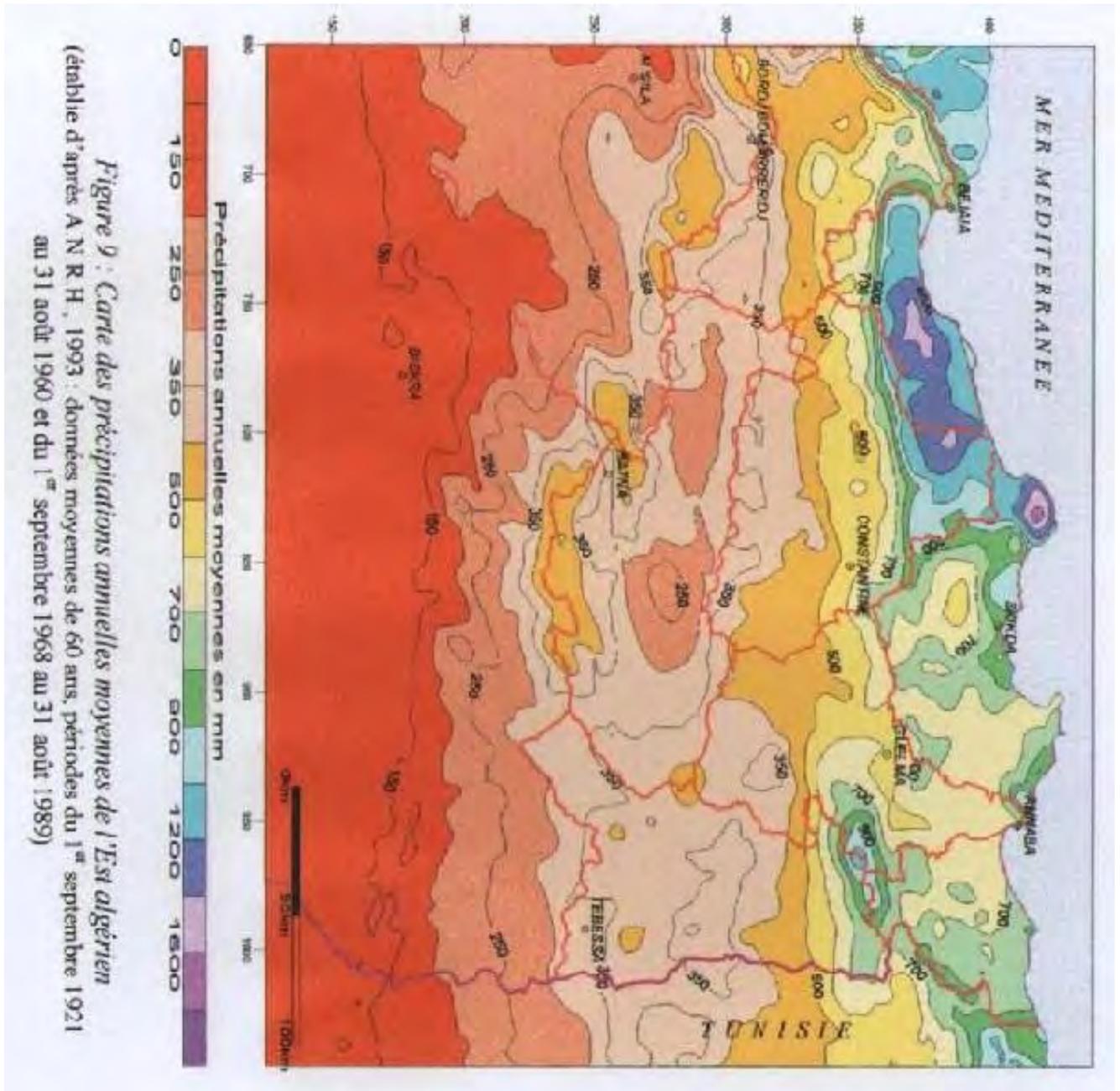


Figure 9 : Carte des précipitations annuelles moyennes de l'Est algérien (établie d'après A N R H , 1993 : données moyennes de 60 ans, périodes du 1^{er} septembre 1921 au 31 août 1960 et du 1^{er} septembre 1968 au 31 août 1989)

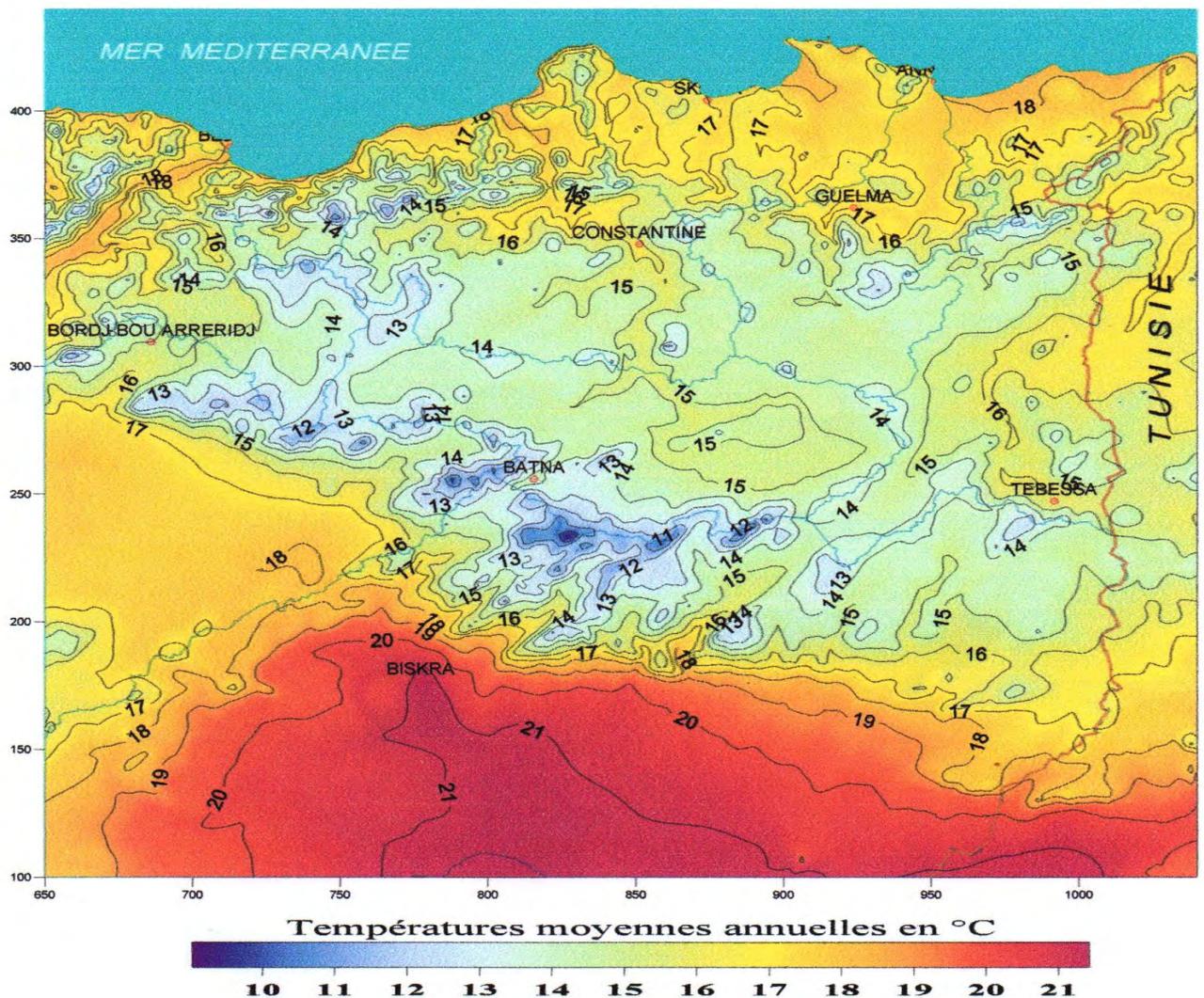
Carte n° 04 : Les précipitations annuelles moyennes de l'est Algérien

6.2 les températures :

Une opposition thermique entre le versant nord et le versant sud caractérise l'ensemble montagneux

Un versant septentrional aux températures douces et qui ne connaît pas le gel, les températures y sont moyennes : elles sont supérieures à 17°, les étés sont en général chauds (26 à 27 °) , les hivers restent doux (10 à 12 °) , l'amplitude thermique y est faible (14 à 15 °) .

Un versant méridional aux caractères plus rudes : le versant sud du Tell Constantinois présente en effet des caractères continentaux qui se manifestent par une amplitude thermique plus forte ,des pluies moins copieuses



Carte n° 05 : Températures moyennes annuelles de l'Est Algérien

7. les conséquences du climat sur

le couvert végétal et

l'écoulement :

7.1 Un réseau hydrographique important

La proximité de la mer , l'exposition et l'altitude ,commandent la répartition spatiale de la végétation .Elle est variée, comporte de nombreuses espèces , plus ou moins couvrantes. Le taux de boisement est variable ce qui a une forte incidence sur la protection du sol et les écoulements .

La région d'étude est sillonnée par un réseau hydrographique très important qui est lié aux conditions climatiques, précisément les précipitations qui ont un rôle déterminant dans le tracé et la densité des oueds.

Le réseau hydrographique organise les écoulements au sein des bassins, contrôle le drainage des eaux pluviales. Sur la région d'étude, il est bien hiérarchisé :

-Un réseau hydrographique dense parcourt les plaines littorales ;des oueds à débit important en raison des précipitations importantes durant la période humide qui s'étend de septembre à Mai et en raison du facteur de la pente qui est très raide , 75% des précipitations recueillies par le versant nord se jettent dans la mer par le biais des oueds , les 25% restantes s'infiltrent dans le sol et constituent la réserve d'eau souterraine .Le bassin le plus important de la région est le bassin de oued el Kebir qui est alimenté par un réseau important

-Un Réseau hydrographique moyen parcourt la région tellienne , il est lié au volume des précipitations moyen qui varie entre 500 et 800 mm /an .

Le réseau hydrographique est le résultat de l'histoire géologique et de l'évolution paléo climatique de la région , cette organisation hydrographique traduit la conjonction de deux principaux facteurs, topographiques et climatiques.

Si le réseau hydrographique des côtiers Constantinois trouve son origine sur les versants très arrosés du bourrelet Tellien, celui du Kebir Rhumel coule sur des dizaines de kilomètres dans les hautes plaines semi arides avant de franchir les massifs Telliens sub – humides et humides .

7.2 Occupation du sol :

la région est caractérisée par la dominance de zones à vocation agricole .Elles représentent 54 % des superficies de la région.

Les zones à typologie forestière sont celles qui présentent le plus d'intérêt pour ,elles se localisent essentiellement dans le versant Nord de l'Atlas tellien.

le versant sud Tellien est caractérisée par la dominance des zones à typologie agricole et agropastorale.(cf fig n°03 et 04) Elles représentent successivement 75 % de la wilaya de Constantine et 77 % de la surface totale de la Wilaya de Mila .

| | Jijel Surface en ha | % | Skikda Surface en ha | % | Constantine Surface en ha | % | Mila Surface en ha | % | Total Surface en ha | % |
|--------------------|------------------------|----|-------------------------|----|------------------------------|----|-----------------------|----|------------------------|------------|
| terres forestières | 137 457,00 | 57 | 222 837,00 | 54 | 29 166 | 13 | 31 492,00 | 9 | 420 952,41 | 34 |
| terres agricoles | 59 627,00 | 25 | 169 117,00 | 41 | 168 268 | 75 | 270 715,00 | 77 | 667 726,75 | 54 |
| terres de parcours | 39 806,00 | 17 | 5 461,00 | 1 | 20 192 | 9 | 39 127,00 | 11 | 104 586,13 | 9 |
| terres incultes | 3 576,00 | 1 | 16 226,00 | 4 | 6 731 | 3 | 8 989,00 | 3 | 35 521,71 | 3 |
| | 240 466 | | 413 641 | | 224 357,00 | | 350 323 | | 1 228 787,00 | 100 |

Tab n° 04 : Répartition des terres

Source BNEDER

- Terres forestières (forêts, et maquis) qui couvrent une superficie de 420 952,41 Ha soit 34,00 % de la superficie totale de la de la région.
- Terres à cultures (Cultures et cultures associées aux parcours) localisée surtout au niveau des plaines et vallées qui occupent une superficie de 667 726,75 Ha soit environ 54 % de la superficie de la région.
- Les terres improductives soit 35 521,71 Ha (3 %) sont considérés comme incultes et correspondent aux dunes de sables, aux zones urbanisées .
- Les parcours (hors terres à cultures) qui occupent une superficie de 104 586,13 Ha soit 9 % de la superficie totale de la wilaya.

Jijel

■ Terres forestières ■ Terres agricoles
■ Terres de Parcours ■ Terres incultes



Figure n° 01 : Répartition des terres
A Jijel

Skikda

■ Terres forestières ■ Terres agricoles
■ Terres de Parcours ■ Terres incultes



Figure n° 02 : Répartition des terres
A Skikda

Costantine

■ Terres forestières ■ Terres agricoles
■ Terres de Parcours ■ Terres incultes



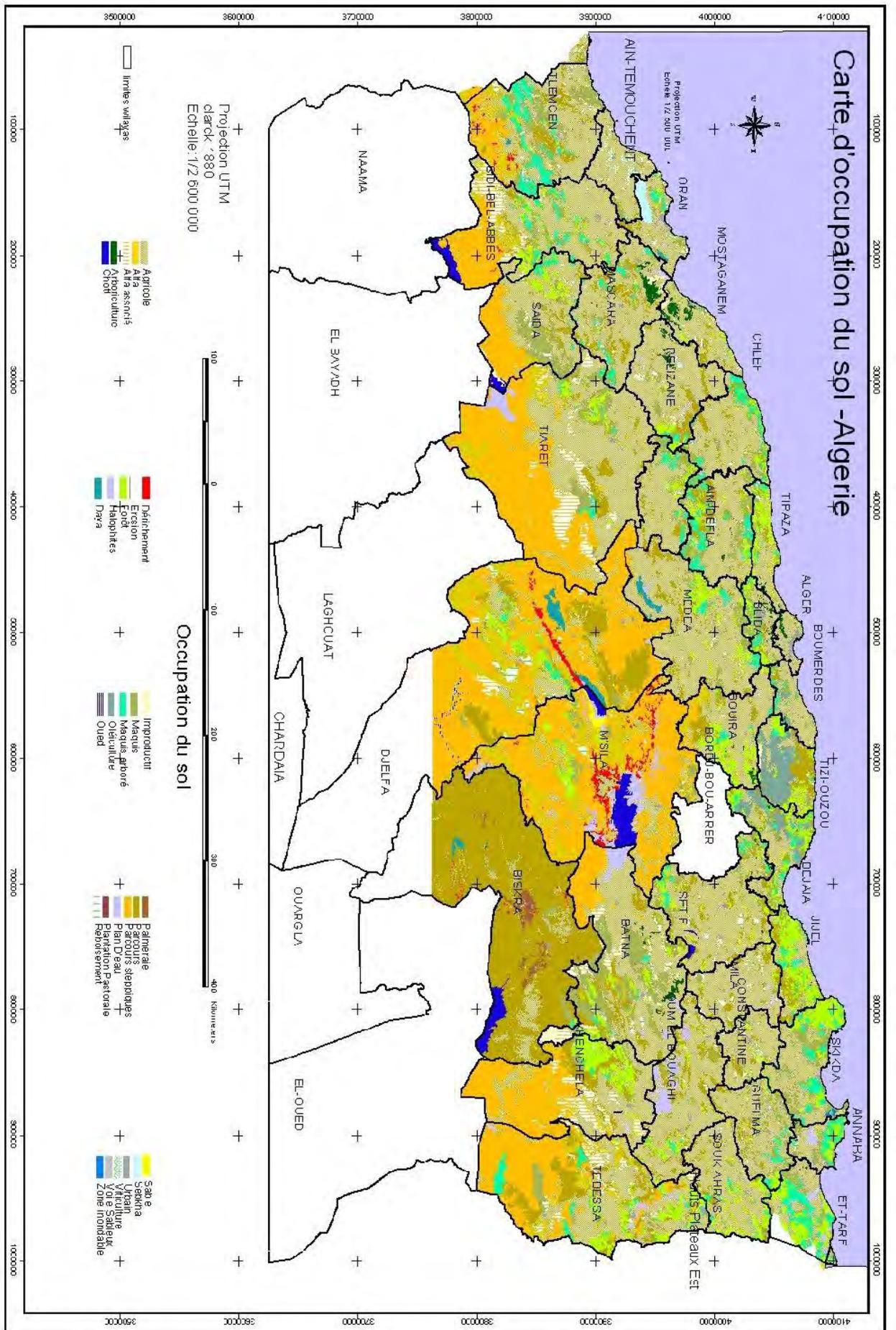
Figure n° 03 : Répartition des terres
A Constantine

Mila

■ Terres forestières ■ Terres agricoles
■ Terres de Parcours ■ Terres incultes



Figure n° 04 : Répartition des terres
A Mila



Carte n° 06 : Occupation du sol

Source ANRH

| Occupation du sol | Skikda Surface en ha | Jijel Surface en ha | Constantine Surface en ha | Mila Surface en ha | Total Surface en ha | % |
|--------------------|-------------------------|------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|------------|
| Culture | 67 341 | 39 148 | 90 595 | 126 362 | 323 446 | 26 |
| culture + parcours | 49 761 | 28 928 | 39 487 | 138 343 | 256 518 | 21 |
| Parcours | 11 292 | 6 565 | 12 923 | 30 233 | 61 013 | 5 |
| Arboriculture | 3 144 | 1 828 | 7 785 | - | 12 756 | 1 |
| maquis clair | 33 009 | 19 189 | 13 461 | 27 956 | 93 615 | 8 |
| maquis dense | 49 802 | 28 952 | 12 945 | 4 344 | 96 044 | 8 |
| forêt clair | 98 364 | 57 183 | 14 471 | 6 376 | 176 394 | 14 |
| forêt dense | 88 891 | 51 676 | 26 115 | 8 092 | 174 775 | 14 |
| brulis de foret | 6 122 | 3 559 | 628 | - | 10 309 | 1 |
| Reboisement | 993 | 577 | 2 042 | 2 697 | 6 309 | 1 |
| sols nus | 207 | 120 | 1 212 | - | 1 539 | - |
| Dunes | 538 | 313 | - | - | 850 | - |
| plan d'eau | 827 | 481 | 426 | 315 | 2 050 | - |
| Agglomération | 3 350 | 1 948 | 2 266 | 5 605 | 13 169 | 1 |
| | 413 641 | 240 466 | 224 357 | 350 323 | 1 228 787 | 100 |

Tab n°05 : Occupation du sol

Source BNEDER

7.3 un couvert végétal très diversifié :

La végétation représente le troisième élément constitutif du milieu physique après le climat et le sol , elle est le reflet des deux premiers .

La végétation de la région est fortement diversifiée, plusieurs formations végétales se côtoient ,des formations forestières ,des formations basses de maquis et garrigue et des formations broussailleuses .Le relief , la pluviométrie et la nature des sols déterminent leur distribution spatiale.

Dans le Nord constantinois ,les formations forestières sont dominantes .Il s'agit de forêt essentiellement de lumière, avec des peuplements feuillus ou résineux le plus souvent ouverts formés d'arbres de toutes tailles et de tous âges en mélange parfois désordonné.

La présence d'un épais sous-bois composé d'un grand nombre d'espèces secondaires accompagne ces formations arborées et les sensibilisent face à l'incendie.

Chapitre II : la forêt

1. Présentation de la forêt Algérienne

La forêt Algérienne apparait comme une formation ligneuse dont les arbres sont en état de lutte continuelle contre la dégradation et la sécheresse , compte tenu des facteurs historiques et des pressions anthropiques qui la marquèrent et qui pèsent encore sur elle , cette forêt semble sur la voie d'une rapide évolution régressive et de son remplacement par les maquis et les broussailles .

Les zones forestières nationales sont actuellement dégradées au rythme de 45.000 à 50.000 ha annuellement , toutes formes de dégradation confondues . Cette régression de la surface forestière est à 90 % la conséquence des incendies de forêts (DGF 1997).

2. Situation du secteur forestier en Algérie

La surface forestière était initialement de 7 millions d'hectares répartis sur la frange Nord à partir des piémonts Sud de l'Atlas saharien, cette surface n'est actuellement que de 4,1 millions d'hectares dominée par les formations de dégradation (DGF,2000), le taux de boisement en équilibre avec le climat pour l'Algérie du Nord, serait donc passé de 27,1 % à 11 % seulement.

La surface forestière productive est faible, elle ne représente que 17 % de la surface totale des forêts .

| Essences forestières Surfaces en ha | 1955 (Boudy) | 1985 (Seigue) | 1997 (Ghazi et Lahouati) | 2000 (RNE) | 2005 (DGF) | BNEDER 2009 |
|--|-------------------|--------------------|-------------------------------|-----------------|-----------------|----------------|
| Pin d'Alep | 852 000 | 855 000 | 800 000 | 881 000 | 881 000 | 1 158 533 |
| Chêne liège | 426 000 | 440 000 | 463 000 | 229 000 | 230 000 | 349 218 |
| Chêne Vert | 679 000 | 680 000 | 354 000 | 219 000 | 108 000 | / |
| Chêne zeen et afares | / | 67 000 | 65 000 | 48 000 | 48 000 | 43 922 |
| Genévriers | 279 000 | / | 217 000 | / | / | / |
| Thuya de Berbérie | 157 000 | 160 000 | 143 000 | / | / | / |
| Cèdre de l'Atlas | 45 000 | 30 000 | 12 000 | 16 000 | 16 000 | 32 909 |
| Pin maritime | / | 12 000 | 38 000 | 32 000 | 31 000 | 28490 |
| Sapin de Numidie | / | 300 | / | / | / | |
| Eucalyptus | / | / | / | / | / | 29 355 |
| Divers | / | / | / | / | / | 68 391 |
| Maquis | 780 000 | / | / | / | 1 902 000 | 2 413 090 |

Tab n°06 : Superficie des principales essences forestières en Algérie

Le pourcentage des maquis qui a augmenté de 24,24 % en 1955 à 59,14 % en 2005 cf tab n° 06 n'est le résultat que de la dégradation continuelle du patrimoine forestier signalée depuis l'époque coloniale et qui s'est poursuivie après l'indépendance et jusqu'à nos jours sous l'effet conjugué d'une surexploitation anthropique et d'une fréquence élevée des incendies.

La situation actuelle se présente comme l'une des plus critiques dans la région méditerranéenne (Ikermoud, 2000), des solutions urgentes, efficaces et radicales doivent être trouvées dans l'immédiat si on ne veut pas assister impuissant à une disparition totale de la couverture végétale ligneuse naturelle .

3. Etat actuel de la forêt Algérienne

3.1 Les formations forestières :

La répartition du total des 4 115 908 Ha de terres forestières par types de formations forestières fait apparaître :

- La prédominance des maquis et des maquis arborés qui couvrent 2 413 090 Ha (soit 58,7% du total des formations forestières) et qui se répartissent en :
 - Maquis clairs = 1 262 118 Ha (74% des maquis) ;
 - Maquis denses = 444 609 Ha (26% des maquis) ;
 - Maquis arboré clairs 435 940 Ha (62% des maquis) ;
 - Maquis arborés denses 270 423 Ha (38% des maquis).

Ces chiffres témoignent de l'état de dégradation des forêts réduites sur 58,7% de leur superficie en maquis et maquis arborés qui sont en grande partie à faible densité. D'où des besoins importants en reconstitution des forêts par reboisement des maquis et des maquis arborés dans des buts de renforcement de leur rôle de protection et de production.

- Les forêts proprement dites (forêts et reboisements) couvrent 1 702 818 Ha (soit 42% du total des formations forestières).

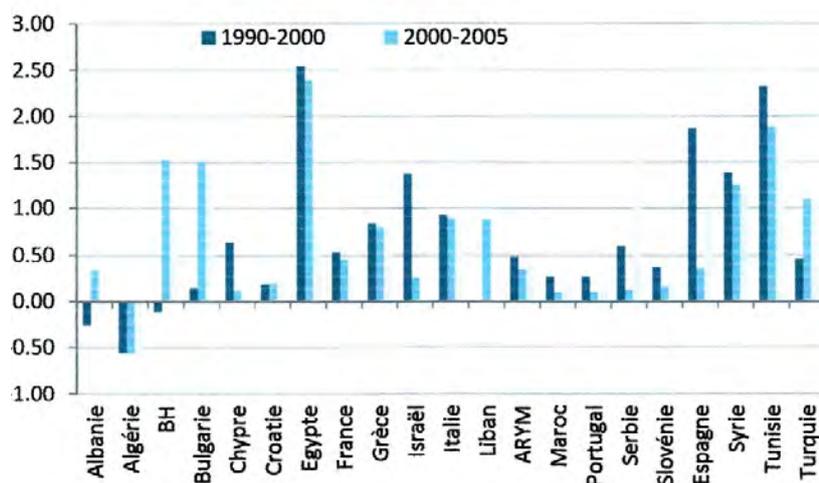


Figure n°05 : Tendence de l'évolution des surfaces forestières dans les pays méditerranéens entre 1990 et 2010

4. présentation de la forêt dans le Tell Constantinois

Les formations forestières tous faciès confondus totalisent **420 952,41** Ha ,ce qui représente un taux de boisement de la région du Tell constantinois de 34 % du territoire de la région.

Ce taux de boisement est très insuffisant si on prend toute la région, qui est constituée d'une partie empiétant le versant nord de la chaîne tellienne (Skikda et Jijel) et une partie empiétant le versant sud de la même chaîne chacune des parties représente une entité écologique qui a ses propres caractéristiques climatiques et édaphiques lui favorisant une végétation spécifique .

Les zones à « typologie forestière » se situent dans leur quasi-totalité sur le versant nord de la chaîne Tellienne , soit 85 % des terres forestières de la région qui se localisent dans les deux wilayas Skikda et Jijel .

Ce sont des zones qui recèlent des ensembles forestiers évoluant dans des conditions écologiques (sol, climat, végétation spontanée) très favorables à un développement forestier optimal – écosystème adaptés aux conditions – mais qui sont en train de subir de sensibles dégradations (feux sauvages, surpâturage, défrichements). mais il est d'autant moins significatif que les formations sub-forestières (maquis arborés, maquis purs) sont en train de se dégrader davantage en s'éclaircissant (incendies fréquents, érosion hydrique) sur des pentes généralement fortes (>25 %).

Les zones humides et subhumides des montagnes et des piémonts , qui sont à dominance forestière représentent les massifs littoraux et sublittoraux de la région Nord – est ou se localisent le chêne liège , ceux sont les zones homogènes de la corniche de Ziama , massif de la petite Kabylie, la presque île de Collo, les monts de Stora

4.1 La distribution des principales essences forestières de la région

La partie littorale de la région est constituée en majorité de résineux comme le pin d'Alep ,le pin maritime , cèdre et secondairement de feuillus comme le chêne liège , chêne zeen , chêne Afarés chêne kermes, chêne vert . Ces domaines humide et sub humide (la zone la plus arrosée de toute l'Algérie) renferment les subéraies des massifs de la petite Kabylie .

– Position du chêne liège dans la répartition spatiale des terres forestières :

La plupart du potentiel forestier de la région est groupé en un certain nombre de gros blocs ou ensembles naturels répartis essentiellement en zones montagneuses en fonction des conditions régionales de bioclimat et de sol.

Dans ce qui suit nous faisons surtout ressortir la position du chêne liège au sein de ces régions forestières

Aire de répartition du Chêne liège en Algérie



Carte n°07 : Répartition du chêne liège en Algérie

Source INRF

➤ **Forêts de la région du chêne liège du littoral Est :**

C'est la région montagneuse la plus boisée (taux de boisement 43%) constituée par les massifs montagneux littoraux et sublittoraux très arrosés (bioclimat humide et subhumide très favorable).

Le potentiel de production est important. Il est constitué par des forêts de chêne liège (2/3) sur sols gréseux répartis sur tout le littoral depuis l'Oued Isser jusqu'à la frontière Algéro -Tunisienne (Wilayas de Jijel, Skikda,).

Les forêts de chêne liège sont dans un état de dégradation et de vieillissement avancé. Les autres espèces de cette région sont de moindre importance : le Chêne Zéen et le Chêne Afarès à l'état pur ou mélangé au Chêne liège, et accessoirement le Pin maritime et le Cèdre. Les massifs forestiers peuvent être individualisés en un certain nombre de blocs relativement homogènes :

➤ **Massifs forestiers de Collo - El Milia :** Qui comportent plusieurs Ensembles de forêts de Chêne liège :

- Un ensemble de forêts pour la plupart de grande dimension dans la presqu'île de Collo, un ensemble à l'état de maquis et maquis arborés en Chêne liège situés dans les collines côtières de Skikda, un ensemble de forêts dégradées à l'état de maquis et maquis arborés en Chêne liège, un ensemble de forêts constituées de maquis et de vieilles futaies de Chêne liège et un ensemble de maquis et maquis arborés en Chêne liège, dans les monts de Constantine (W. Skikda).

➤ **Massifs forestiers de petite Kabylie** qui comprennent trois (03) ensembles forestiers :

- Un ensemble de forêts à dominance de maquis et de vieilles futaies de Chêne liège dans les montagnes de l'arrière pays de Jijel - partie Ouest.
- Un ensemble à dominance de vieilles futaies de Chêne liège dans les montagnes de l'arrière pays de Jijel - partie Est .

Répartition des terres forestières par Wilaya :

85 % des terres forestières de la région du Tell Constantinois sont localisées dans les deux Wilayas de Skikda et Jijel.

La quasi-totalité de la masse forestière de la wilaya de Skikda, soit 81 % se concentre dans le Nord-Ouest, au Centre et au Sud de la wilaya. Pour le restant des forêts, 17% sont réparties entre les zones « montagnes de Ain Kechra » et « plaine de Guerbes » et 2% sont disséminées à travers les autres zones par de petites forêts.

➤ Localisation :

Les formations forestières se concentrent au niveau des cinq (05) sous zones à typologie forestière :

- Hautes collines côtières de Skikda
- Montagnes de Ain Kechra
- Collines de Zardezas
- Massif côtier de Ain Zouit
- Presqu'île de Collo

la Wilaya de Jijel est caractérisée par la dominance de zones à typologie forestière de montagnes humides qui représentent 73% des superficies de la Wilaya, et par la faible étendue des zones à typologie agricole.

Ces zones à typologie forestière sont celles qui présentent les conditions naturelles et forestières particulièrement favorables au développement forestier (amélioration et renforcement du potentiel important existant en forêts de Chêne liège productives qui alimentent des industries de transformation existant dans la région) .

La répartition générale des terres confirme le caractère dominant forestier de la Wilaya de Jijel et la faiblesse des superficies agricoles.

- Zone des massifs forestiers de l'arrière pays de Jijel - partie Ouest
- Zone des massifs forestiers de l'arrière pays de Jijel – partie Est
- Zone : Collines d'El Milia :
- Zone : Massif côtier de Ferdjouène :

Le reste des superficies forestières est localisé dans les zones suivantes à typologie agropastorale.

Les formations forestières (Forêts, maquis et reboisements) pour la Wilaya de Mila sont concentrées au niveau des six zones suivantes :

1. Hauts piémonts de Grarem.
2. Massif forestier de Zouagha

3. Bas versant de Tamezguida -Zouagaha
4. Djebel Ouled Abdenmour .
5. Djbel Felténe
6. Djebel Grouz

Les terres forestières (forêts, maquis et reboisement) totalisent une superficie de 30 295 Ha soit un taux de boisement de la Wilaya de 8,6%.

Le reste des superficies forestières est dispersé dans les autres sous zones homogènes (Djebel Grouz, Plaine de Tadjenanet – Teleghma, Bas piémonts de Bou Malek).

Quatre sous zones à typologie forestières ont été inventoriées pour la Wilaya de Constantine , il s'agit de :

1. Massif du Djebel Ouahch
2. Piémont Est d'El Aria
3. Collines de Zardezas
4. Djebel Chettabah et Ouled Salem

C'est ainsi qu'il ressort des typologies définies dans le tableau n° 04 que la région est caractérisée par la dominance des zones à typologie agricole et agropastorale (de plaine, collines, piémonts et montagne) qui représentent 87% des superficies de la Wilaya.

Il existe une seule zone à typologie forestière, c'est celle des piémonts d'El Aria qui représente seulement 3% du territoire de la Wilaya, et 2 zones où la typologie forestière est appréciable mais non dominante, c'est la sous zone du massif de Oum Settas et celle de Djebel Ouahch à typologie mixte agricole et forestière en second lieu qui représente 15% de la superficie de la Wilaya.(cf tableau n° 04)

| | Forêts Surface en ha | Reboisement Surface en ha | Maquis arborés Surface en ha | Maquis Surface en ha | Total Surface en ha |
|-------------|-------------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------|
| Skikda | 81 879 | - | 45 684 | 95 274 | 222 837 |
| % | 37 | - | 21 | 43 | 100 |
| Mila | 8 860 | 14 169 | 428 | 8 035 | 31 492 |
| % | 28,1 | 45 | 1 | 26 | 100 |
| Constantine | 9 437 | 8 412 | 1 905 | 7 812 | 27 566 |
| % | 34 | 31 | 7 | 28 | 100 |
| Jijel | 98 784 | 339 | 17 232 | 21 102 | 137 457 |
| % | 198 960 | 22 920 | 65 249 | 132 223 | 419 352 |
| | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |

Tab n° 07 : Répartition des terres forestières par essences dans le Tell Constantinois

➤ **Répartition par essences :**

Le Chêne liège constitue l'essence prédominante, il occupe près de **77 %** des superficies du territoire de la région (cf fig n°06)

Le **Pin maritime** occupe **7 %** de la superficie forestière totale.

Les formations mixtes **Chêne liège , pin maritime** occupent **7%**

Le reste, soit **9 %** est constitué de peuplements purs ou mélangés de **Chêne Zéen, d'Eucalyptus et d'Aulnes.**

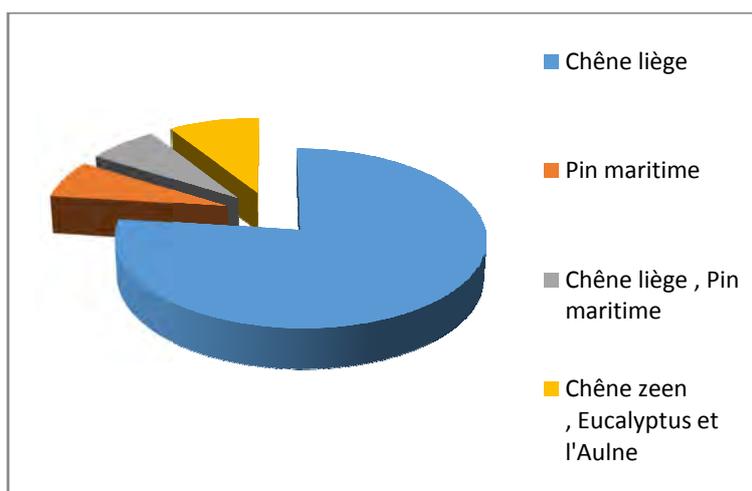


Fig n° 06 Répartition des terres forestières par essences

- Caractéristiques du chêne liège

Le chêne liège est une essence méditerranéo – atlantique , sa répartition géographique est définie par des exigences écologiques qui sont de quatre ordres , exigence en lumière , humidité et refus des sols calcaires .

Le chêne liège est thermophile , il pousse donc sous des climats tempérés (températures moyennes annuelles comprises entre 13 et 16 °C) à hiver doux , car il craint les fortes gelées persistantes et a besoin d'une période de sécheresse en été pour prospérer .

Le chêne liège ne supporte pas les températures faibles , en effet une température minimale du mois le plus froid inférieur à zéro lui est fatale .

L'humidité est également un facteur limitant , car bien qu'étant xérophYTE , le chêne liège nécessite une humidité atmosphérique d'eau moins de 60 % même en saison sèche et d'une pluviométrie allant de 500 à 1200 mm par an , ces conditions ne se rencontrent que près de la mer en région méditerranéenne .

Le dernier facteur déterminant dans la distribution de la subéraie est le sol , le chêne liège est une espèce calcifuge stricte se plaisant sur tous les substrats siliceux et acides (schistes , grés , gneiss , granite) et craignant l'hydromorphie , il s'accorde de sols peu fertiles superficiels ou lourds (riches en argiles) , mais recherche plutôt des textures légères (sables) , bien aérées et riches en matières organiques (Aime ,1976) , il écrit à cet effet que les granites , les gneiss , les micaschistes ou les grés à ciment siliceux , argileux ou même calcaire constituent les roches favorables au chêne liège , car elle présentent des caractéristiques sableuses , les calcaires et les marnes l'excluent au profit d'autres espèces mais quelques intercalations argileuses ou même marneuses n'éliminent pas le chêne liège quand il rencontre de bonnes conditions climatiques .

4.2 Caractéristiques et tempérament des essences forestières :

La forêt méditerranéenne et surtout la forêt nord Africaine constitue un type de boisement très particulier , c'est une forêt de lumière avec un sous bois puissant et envahissant d'essences secondaires . Elle est caractérisée par sa résistance extraordinaire à tous les facteurs de destruction, homme , troupeaux, incendies ; ces derniers peuvent l'altérer et modifier sa composition mais ne la détruisent pas car le feu ne tue pas la vie souterraine des essences résineuses , ce sont les incendies répétés a court intervalle qui détruisent la forêt .

Le comportement des essences dans leur milieu écologique est fonction des exigences du tempérament propre à chacune d'elles .

Le chêne liège, espèce dominante du Nord constantinois, est une essence à tempérament délicat et peu plastique ayant des exigences très strictes, au point de

vue climatique (13 °C en moyenne, tranche pluviale 500 mm au minimum) et édaphique (exclusif des sols non calcaires).Il occupe les étages climatiques subhumides et surtout humides (au dessus de 800 mm) où il trouve son optimum végétatif , il résiste bien à l'incendie .

Les peuplements de chêne liège ont un tempérament sensible, et contrairement à d'autres essences, ils ne peuvent résister à l'invasion du chêne zeen sauf si le feu auquel ce dernier est très sensible ne vient l'arrêter dans les stations sèches.

Tout autre est le comportement du chêne vert, autre espèce répandu dans le Tell constantinois. Il est plastique vis-à-vis du climat et du sol , il peut croître dans les stations les plus variées, depuis le littoral jusqu'aux confins du Sahara.

Le chêne vert est le seul arbre dont le tempérament s'accommode avec la même plasticité aux divers étages de végétation, depuis le semi aride , où il affecte le facies clair avec la forme en pommier jusqu'aux étages subhumides ou humides , où il constitue de denses et vigoureuses futaies. Il résiste très longtemps au couvert dans les cédraies ou les pineraies et se régénère abondamment par rejets et par drageons après incendie . Son seul point faible est la lenteur de sa croissance qui limite forcément son expansion.

Le chêne zeen, beaucoup plus rare, a un tempérament plus complexe , il est moins plastique et ne sort pas de l'étage de végétation subhumide ou humide, il est très exigeant du point de vue de l'humidité et ne prospère qu'aux expositions fraîches d'où il expulse d'ailleurs invariablement , les autres essences, notamment le chêne liège , il est considéré comme la seule essence d'ombre dans l'Afrique du nord , il n'a pas un pouvoir d'expansion très marqué en raison de sa moindre résistance aux incendies .

Le chêne Afares qui est souvent en mélange avec le chêne zeen a une aire plus réduite et reste confiné dans les montagnes et régions fraîches de l'Algérie orientale .

Chez les résineux, le pin d'Alep est une essence qui a un très grand pouvoir d'expansion , il envahit les différentes stations pluviométriques et se contente de 350 à 400 mm , il progresse rapidement dans des peuplements d'autres essences grâce à son indifférence au point de vue du sol , sa faible exigence en eau , l'abondance de ses graines et la facilité de leur germination , il peut coloniser avec intensité de vastes boisements de chêne vert en nature de broussailles.

Le pin maritime a de grandes exigences climatiques et est limité aux régions littorales, il peut supporter des froids très rigoureux .

Le thuya(*callitris articulata*) plus exigeant au point de vue température que le pin , possède une grande résistance aux facteurs de destruction grâce à sa faculté de

rejeter de souche s'accommodant des plus mauvais sols (les triasiques) .Il est peu exigeant du point de vue humidité , il est l'arbre de l'étage semi aride , il est loin de posséder la puissance de colonisation du pin d'Alep, sa croissance est beaucoup plus lente, c'est une essence très vigoureuse .

4.3 Distribution de la végétation suivant les étages Bioclimatiques :

Etage de végétation humide

il se distingue des autres étages par une pluviosité élevée , la période sèche est moins longue, l'été y est toujours sec, c'est donc l'étage le moins sec , il s'étend sur une profondeur de 30 à 50 km , il couvre la petite Kabylie , dans le secteur Est , sur la région littorale , sur la zone montagneuse relativement peu élevée des chaines de Numidie , la flore est plus pauvre dans cet étage , mais la végétation y est beaucoup plus vigoureuse, ou on rencontre les vieilles forêts , les cédraies et chênaies de zeen analogues aux forêts à feuilles caduques , il représente la terre d'élection des plus vigoureux et des plus denses peuplements de chêne liège, et de chêne Zeen et Afares .

le chêne liège y domine et forme des forêts fermées.

Dans le sous étage froid croissent surtout les plus belles futaies de chêne Zeen et Afares , cette essence est éliminée où les conditions locales augmentent l'humidité froide , les fonds des ravins sont occupés par le chêne vert ou le chêne zeen .

Dans l'étage humide , on rencontre les forêts domaniales du Babor et Tababor , en petite Kabylie , qui entre 1600 et 2000 m constituent de véritables forêts témoins des époques passées , à coté du Cèdre et du chêne zeen , le Sapin l'érable à feuilles d'Olier

Région du chêne liege kabyle : elle englobe les régions naturelles de toute la Kabylie , elle est homogène au point de vue climatique (humide et sub humide) édaphique (Grés de Numidie) et formations végétales (chêne liège et chêne zeen) .

L'étage sub humide : (ou tempéré) : tient les basses montagnes et descend jusqu'à la cote , il est moins développé que l'étage humide proprement dit , il comprend le sous étage océanique et doux .

L'étage sub humide est par excellence celui de l'olivier , de la brousse à lentisque , de l'ericamultiflora , des cistaies ,il représente l'étage méditerranéen moyen classique, il est l'étage du chêne vert et subsidiairement du chêne liège , on retrouve aussi le Quercus faginea (zeen) qui est à sa limite inférieure d'humidité et se montre envahissant vis-à-vis du chêne liège mais non du chêne vert .

Dans la zone d'étude , le chêne liège sub humide est encore assez abondant

Le sous étage doux ou maritime est caractérisé par la forêt de callitris , articulata (Thuya) , elle se développe sur les sols durs rocheux , elle est remplacée par une brousse à olivier sauvage , lentisque, calycotome et jujubier ; le chêne liège a tendance à s’implanter mais en formant des forêts très différentes de celles des autres étages .

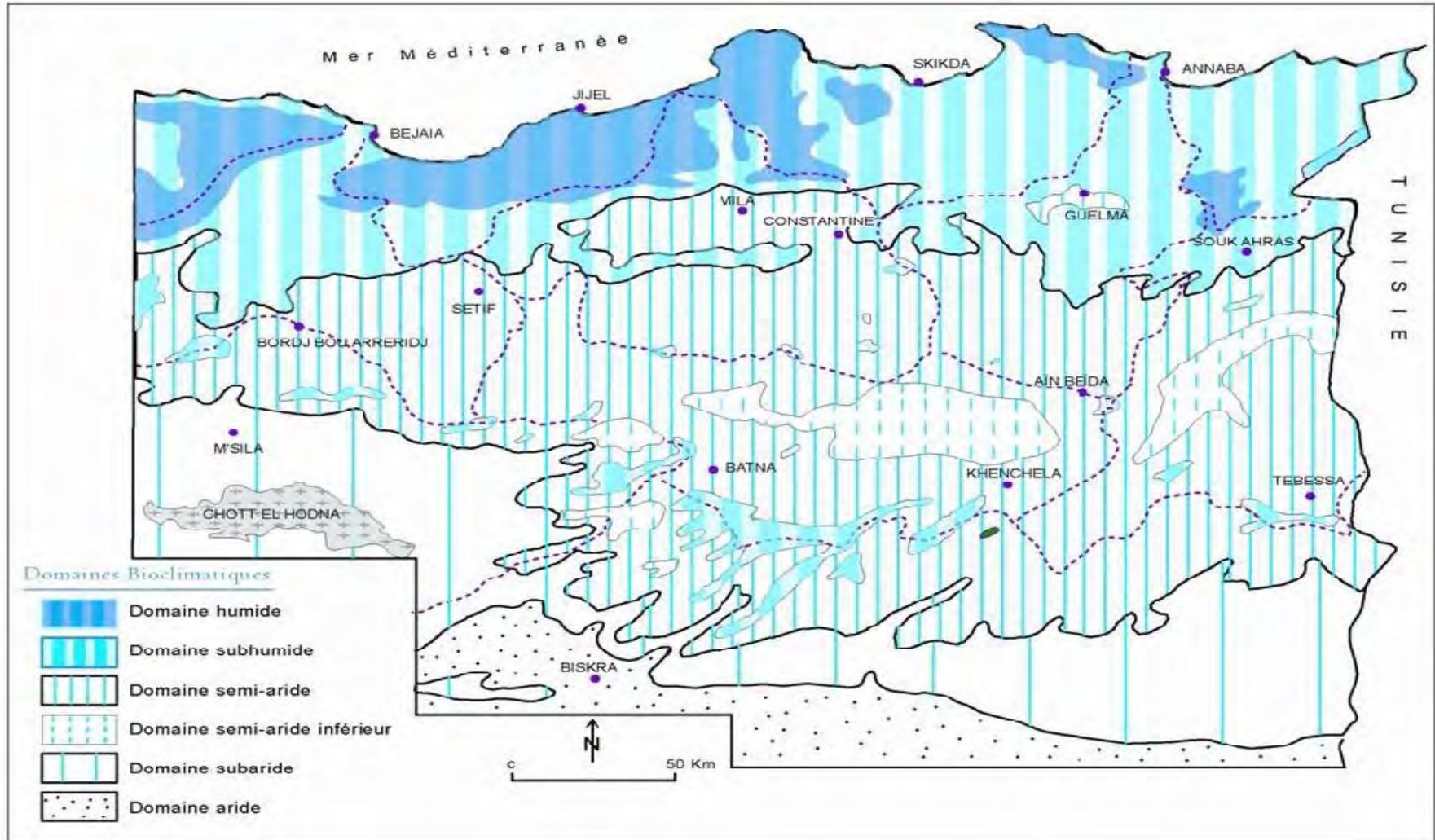
| Etages bioclimatiques | % | Constantine | % | Jijel | Skikda | % | Mila | Total |
|-------------------------|------------|-------------------|------------|---------|----------------|------------|----------------|------------------|
| Humide Froid : HF | | | 0,02 | 48 | 83 | 10,2 | 35 733 | 35 864 |
| Humide frais : Hf | 17,13 | 38 432 | 59,34 | 142 693 | 245 455 | 5,67 | 19 863 | 446 443 |
| Humide doux : Hd | 24,62 | 55 237 | 31,96 | 76 853 | 132 200 | 4,27 | 14 959 | 279 248 |
| Humide chaud : Hc | 1,04 | 2 333 | 7,9 | 18 997 | 32 678 | | - | 54 008 |
| Sub Humide Froid: SHF | 8,4 | 18 846 | 0 | - | - | 0,5 | 1 752 | 20 598 |
| Sub Humide frais: SHfr | 14,1 | 31 634 | 0,78 | 1 876 | 3 226 | 29,74 | 104 186 | 140 922 |
| Sub Humide doux : SHd | 17,45 | 39 150 | 0 | - | - | 18,39 | 64 424 | 103 575 |
| Sub Humide chaud : SHc | 0,83 | 1 862 | 0 | - | - | | - | 1 862 |
| Semi Aride Froid : SAF | 0 | - | 0 | - | - | 0,74 | 2 592 | 2 592 |
| Semi Aride FRAIS : Safr | 16,43 | 36 862 | 0 | - | - | 29,3 | 102 645 | 139 506 |
| Semi Aride chaud : Sac | 0 | - | 0 | - | - | | - | |
| Aride fr | | | 0 | - | - | 1,19 | 4 169 | 4 169 |
| Total | 100 | 224 357,00 | 100 | | 413 641 | 100 | 350 323 | 1 228 787 |

Tab n° 08 : Etages bioclimatiques dans le Tell Constantinois

Source BNEDER

L’étage semi aride : il occupe une grande partie du Tell Constantinois , il est caractérisé par une aridité plus ou moins atténuée, variable en intensité, dans l’espace et dans le temps . Sa végétation est très variée, les principaux groupements forestiers sont le Pineraie(Pin d’Alep) , la callitraie, la forêt de Genévrier de Phénicie et de Genévrier thurifère et enfin celle du chêne liège et olivier .

La chênaie de chêne vert (Quercetumillicis) est un groupement très souple que l’on rencontre sous les climats semi aride , sub humide et humide ; il en est de même pour le chêne liège que l’on retrouve dans les trois mêmes étages , par contre le thuya et le Genévrier de Phénicie sont exclusivement liés à l’étage semi – aride .



Carte n° 09 :Zones bioclimatiques de l'Est Algérien

Source : Cote M(1998 a)

Conclusion :

La région d'étude qui s'étale sur quatre Wilayas (Jijel , Skikda , Mila et Constantine) , se situe dans l'Est Algérien et s'étend sur une superficie de **1 228 787 ha**. Elle fait partie de l'Atlas Tellien avec un versant Nord situé dans l'étage bioclimatique humide abondamment arrosé et recouvert de végétation, et un versant sud caractérisé par un climat sec et peu pourvu de végétation.

Le versant Nord où les précipitations sont supérieures à 900 mm , porte les plus belles forêts à sous bois développé , le versant méridional situé dans l'étage semi – aride ne porte que des formations claires, souvent des formations basses à caractère xérophile .

Les plus belles forêts se forment sur les terrains siliceux , par contre les forêts de résineux se forment sur les terrains calcaires plus secs .

Le chêne liège (*Quercus suber*)est la formation forestière la plus répandue dans la région .Elle est présente sur les grès numidiens qui dominent dans la région.

La répartition des différentes espèces forestières est déterminée également par le climat, la quantité de pluie annuelle, en particulier, et les températures. Ces deux facteurs sont étroitement liés au relief.

De ce qui précède, nous concluons que le climat est le facteur déterminant de la distribution , a ce propos, nous allons analyser ce facteur naturel à travers les données que nous avons pu collecter auprès de l'ANRH et a travers les différents organismes ainsi que les travaux déjà réalisés dans ce contexte.

DEUXIEME PARTIE
ANALYSE DES DONNEES CLIMATIQUES

Chapitre I : analyse des différents paramètres

1. Introduction

Le Tell Constantinois qui est soumis à l'influence conjuguée de la mer , du relief et de l'altitude présente un climat de type méditerranéen , il est caractérisé par une longue période de sécheresse variant de 3 à 4 mois sur le littoral et allant jusqu'à 5 mois à l'intérieur .

La partie de l'Atlas Tellien qui concerne notre étude est plus exposée aux flux humides venant du nord et constitue un écran aux plaines et bassins de l'intérieur, en empêchant les vents humides d'y parvenir, les pluies sont irrégulières , souvent brutales avec de fortes intensités .

L'analyse diachronique des séries de données climatiques va permettre d'estimer le climat, de suivre son évolution et d'en évaluer l'impact sur la végétation du Tell Constantinois.

Les données mensuelles des précipitations ont été collectées auprès de l'ANRH de Constantine et d'Alger. En ce qui concerne les températures, les données ont été collectées a travers des travaux élaborés antérieurement. L'analyse statistique de ces données a permis de caractériser les variations temporelles et spatiales des facteurs déterminants du climat : températures et précipitations.

2. Évolution des paramètres.

Pour l'analyse des différents paramètres climatiques et le suivi de leur évolution, nous avons choisi la série SELTZER (1913 – 1938) comme période ancienne pour les quatre stations choisies (Constantine , Skikda , Mila et Jijel) , la période de la série actuelle a été choisie selon la disponibilité des données .

Les données des précipitations sont collectées auprès de l'ANRH d'Alger et de Constantine et ne sont disponibles que pour quatre stations de 1970 à 2009 pour les stations de Constantine , Jijel et Taher , la station de Skikda est dotée uniquement des données allant de 1970 à 2000 .

Par manque de données des températures, ces dernières ont été recueillies de différentes thèses de Magister , de Doctorat et d'ingénieur réalisées par l'Institut des sciences de la Terre et d'autres instituts : (l'institut des sciences et de la vie Université de Constantine) .

Les données des températures sont disponibles à partir de 1970 jusqu'à 2004 pour les stations de Skikda , Jijel et Constantine et de 1970 à 2000 pour les stations de Taher , Zerdezas et Boumalek .

Ce sont principalement les données climatiques centrées sur la période de végétation qui nous intéressent et qui semblent les plus pertinentes, soit la période de Mars à Septembre, et plus particulièrement les mois de Juin, Juillet et Août où les stress hydriques sont les plus marqués.

Nous avons donc tout naturellement choisi d'analyser les tendances évolutives des températures et des précipitations annuelles, puis des mois de la période végétative avec un intérêt plus prononcé pour les mois d'été. Nous nous sommes également intéressés à l'évolution des moyennes des températures maximales et des moyennes de précipitation sur les 2 périodes.

Grâce au quotient d'Emberger, il a été possible de faire ressortir l'évolution des paramètres bioclimatiques comme la sécheresse et l'amplitude thermique.

Cette évolution climatique régionale peut être également saisie grâce à un indicateur pertinent : le déficit hydrique relatif (DHR), qui permet de quantifier les capacités d'un sol à subvenir ou non aux besoins hydriques.

L'objectif de cette étude est de préciser les caractéristiques spatio-temporelles du climat du Tell Constantinois et d'en saisir la relation avec les dépérissements forestiers constatés et l'évolution régressive des formations végétales.

3. Analyse des séries pluviométriques (1970 – 2010) .

Les données pluviométriques qui ont été collectées et analysées proviennent de l'Agence Nationale des Ressources Hydrauliques (A.N.R.H). La période d'observation retenue pour l'étude s'échelonne de 1970 à 2010.....

Le climat du Tell Constantinois se caractérise par un régime pluviométrique de type méditerranéen plus ou moins régulier, avec un maximum en hiver et un minimum en été. Un fort déficit hydrique caractérise la période estivale et impacte énormément le milieu naturel , particulièrement la végétation qu'il sensibilise aux incendies .

La sécheresse estivale est en effet une caractéristique du climat du Tell Algérien . les précipitations enregistrées au niveau des différentes stations dépassent rarement les 5 mm.

L'autre caractéristique des précipitations de la région d'étude est leur faible fréquence et leur forte intensité. Si les cumuls annuels moyens sont compris entre 300 et 1 000 mm (un peu plus dans certaines montagnes), la fréquence est faible : moins de 100 jours par an ; leur violence, par contre, est un fait établi en raison des fortes températures qui favorisent le développement d'orages violents.

Les précipitations interviennent majoritairement sous forme pluvieuse, la douceur des hivers rend la neige très rare sur le littoral, mais l'arrière-pays montagneux, soumis à un climat refroidi par l'altitude et l'effet de la continentalité, peut connaître des chutes de neige quelquefois abondantes comme au (Kabylie).

La tranche pluviométrique diminue graduellement de l'Est à l'Ouest et du Nord au Sud, les maximas se trouvent dans la région forestière du chêne liège kabyle la plus arrosée de l'Afrique du Nord.

3.1 Analyse des Précipitations

Le volume des précipitations varie temporellement et spatialement. Les pluies sont abondantes et dépassent souvent 1500 mm sur les sommets et leur répartition varie d'une année à l'autre comme le montre le tableau n° 09 avec un versant septentrional humide et un versant méridional moins arrosé. On peut observer un total annuel de pluie supérieur à 1000 mm sur les stations littorales comme Zitouna, à l'intérieur dans les petits bassins internes, les précipitations descendent en dessous de 700 mm (Station de Constantine), les plaines littorales et les vallées reçoivent entre 800 et 900 mm.

3.1.1 La variabilité annuelle des précipitations

La connaissance des oscillations pluviométriques d'une année à l'autre permet d'avoir une idée plus claire sur la variabilité interannuelle, la comparaison entre la moyenne relative de chaque année et la moyenne pluviométrique de toutes les années disponibles pour chaque station montre que les années où la moyenne annuelle est supérieure à la moyenne de la série étudiée, sont considérées comme des années pluvieuses, contrairement à celles dont la moyenne annuelle est inférieure à la moyenne de la série, elles sont considérées comme non pluvieuses.

Les variabilités interannuelles peuvent être saisies par deux indices :

-l'indice Em : C'est l'indice qui exprime l'écart par rapport à la moyenne

L'écart à la moyenne indique le degré de dispersion des valeurs par rapport à la moyenne, les valeurs de dispersion varient d'une année à l'autre et d'une station à l'autre.

$$E_m = P_i - P_m$$

(P_i): hauteur de précipitation annuelle, (P_m): hauteur moyenne annuelle de précipitation

Ses résultats sont exprimés dans le tableau qui suit :

| | | Constantine | Em | Jijel | Em | Taher | Em | SKIKDA | Em | Zitouna | Em |
|----|-------------|---------------|---------|---------------|---------|---------------|---------|--------------|---------|---------------|---------|
| 1 | 1970 | 549,2 | -12,15 | 853,7 | -65,48 | 854,72 | -106,01 | 758,1 | 10,28 | 1424,7 | 583,31 |
| 2 | 1971 | 663,6 | 102,25 | 1073,6 | 154,42 | 1040,32 | 79,59 | 707,6 | -40,22 | 1374,9 | 533,51 |
| 3 | 1972 | 619,8 | 58,45 | 1162,6 | 243,42 | 1107,82 | 147,09 | 789,8 | 41,98 | 1444,7 | 603,31 |
| 4 | 1973 | 331,1 | -230,25 | 867,3 | -51,88 | 860,88 | -99,85 | 673,4 | -74,42 | 1003,3 | 161,91 |
| 5 | 1974 | 395,8 | -165,55 | 783,2 | -135,98 | 878,36 | -82,37 | 567,3 | -180,52 | 1141,6 | 300,21 |
| 6 | 1975 | 577,6 | 16,25 | 996,9 | 77,72 | 1196,23 | 235,5 | 496 | -251,82 | 922,9 | 81,51 |
| 7 | 1976 | 481,17 | -80,18 | 671,1 | -248,08 | 798,4 | -162,33 | 719,1 | -28,72 | 701,2 | -140,19 |
| 8 | 1977 | 436,9 | -124,45 | 398,5 | -520,68 | 544,4 | -416,33 | 415,2 | -332,62 | 1123,7 | 282,3 |
| 9 | 1978 | 542,1 | -19,25 | 890 | -29,18 | 1069,7 | 108,97 | 704,3 | -43,52 | 1191,2 | 349,81 |
| 10 | 1979 | 537,4 | -23,95 | 810,5 | -108,68 | 955,1 | -5,63 | 906,9 | 159,08 | 1097,7 | 256,31 |
| 11 | 1980 | 607,2 | 45,85 | 993,1 | 73,92 | 1146 | 185,27 | 582,2 | -165,62 | 615,7 | -225,69 |
| 12 | 1981 | 567,8 | 6,45 | 877,3 | -41,88 | 733,7 | -227,03 | 669,2 | -78,62 | 716,7 | -124,69 |
| 13 | 1982 | 397,2 | -164,15 | 614 | -305,18 | 861,9 | -98,83 | 1008,3 | 260,48 | 265,3 | -576,09 |
| 14 | 1983 | 508,2 | -53,15 | 858,3 | -60,88 | 815,03 | -145,7 | 498,8 | -249,02 | 537,4 | -303,99 |
| 15 | 1984 | 874,6 | 313,25 | 1005,9 | 86,72 | 1262,28 | 301,55 | 1163,3 | 415,48 | 653,4 | -187,99 |
| 16 | 1985 | 476,8 | -84,55 | 859,5 | -59,68 | 691,03 | -269,7 | 562,3 | -185,22 | 1564,6 | 723,21 |
| 17 | 1986 | 669,2 | 107,85 | 941,2 | 22,02 | 1198,47 | 237,74 | 878,4 | 130,58 | 1222,6 | 381,21 |
| 18 | 1987 | 423,9 | -137,45 | 590,9 | -328,28 | 655,75 | -304,98 | 819,2 | 71,38 | 666,3 | -175,09 |
| 19 | 1988 | 527,5 | -33,85 | 941,8 | 22,62 | 885,4 | -75,33 | 699,2 | -48,62 | 810,6 | -30,79 |
| 20 | 1989 | 389,6 | -171,75 | 631,9 | -287,28 | 582,3 | -378,43 | 563,5 | -184,32 | 541,5 | -299,89 |
| 21 | 1990 | 531,6 | -29,75 | 940,8 | 21,62 | 1031,5 | 70,77 | 950,5 | 202,68 | 274,8 | -566,59 |
| 22 | 1991 | 705,2 | 143,85 | 1038,9 | 119,72 | 1066,3 | 105,57 | 629,7 | -118,12 | 620,7 | -220,69 |
| 23 | 1992 | 565 | 3,65 | 841,1 | -78,08 | 832,2 | -128,53 | 872,1 | 124,28 | 774,7 | -66,69 |
| 24 | 1993 | 427,3 | -134,05 | 673,7 | -245,48 | 732,96 | -227,77 | 607,6 | -140,22 | 646,4 | -194,99 |
| 25 | 1994 | 646,9 | 85,55 | 928,2 | 9,02 | 918,5 | -42,23 | 734,3 | -13,52 | 634,3 | -207,09 |
| 26 | 1995 | 637 | 75,65 | 1083,6 | 164,42 | 1022,4 | 61,67 | 645,7 | -102,12 | 583 | -258,39 |
| 27 | 1996 | 350,4 | -210,95 | 657 | -262,18 | 589,6 | -371,13 | 728,8 | -19,02 | 832,6 | -8,79 |
| 28 | 1997 | 603,6 | 42,25 | 964,8 | 45,62 | 1090,2 | 129,47 | 750,7 | 2,88 | 499,9 | -341,49 |
| 29 | 1998 | 588,1 | 26,75 | 1035,7 | 116,52 | 1045,3 | 84,57 | 852,6 | 104,78 | 599,5 | -241,89 |
| 30 | 1999 | 538,3 | -23,05 | 767,1 | -152,08 | 857,2 | -103,53 | 753,1 | 5,28 | 491,3 | -350,09 |
| 31 | 2000 | 419,2 | -142,15 | 772,7 | -146,48 | 829 | -313,73 | 727,53 | -20,29 | 264,6 | -576,79 |
| 32 | 2001 | 327,8 | -233,55 | 512,3 | -406,88 | 656,8 | -303,93 | 723,7 | | 841,39 | |
| 33 | 2002 | 757,9 | 196,55 | 1347,3 | 428,12 | 1410,9 | 450,17 | | | | |
| 34 | 2003 | 628,9 | 67,55 | 976,5 | 57,32 | 1096,4 | 135,67 | | | | |
| 35 | 2004 | 717,6 | 156,25 | 1253,5 | 334,32 | 1270,5 | 309,77 | | | | |
| 36 | 2005 | 472,5 | -88,85 | 917,5 | -1,68 | 906,1 | -54,63 | | | | |
| 37 | 2006 | 576 | 14,65 | 975,8 | 56,62 | 817,1 | -143,63 | | | | |
| 38 | 2007 | 514,2 | -47,15 | 1122,7 | 203,52 | 1127,2 | 166,47 | | | | |
| 39 | 2008 | 639 | 77,65 | 1077,3 | 158,12 | 1077,4 | 116,67 | | | | |
| 40 | 2009 | 676,7 | 115,35 | 1140,1 | 220,92 | 953,3 | -7,43 | | | | |
| | Moye | 561,35 | | 919,18 | | 960,73 | | | | | |

Tableau n° 09 : Ecart par rapport a la moyenne Em



Em > à la moyenne



Em < à la moyenne

| | Constantine | Jijel | Taher | Skikda | Zitouna |
|----|-------------|---------|---------|---------|---------|
| 1 | -12,15 | -65,48 | -106,01 | -40,22 | -576,79 |
| 2 | -230,25 | -51,88 | -99,85 | -74,42 | -576,09 |
| 3 | -165,55 | -135,98 | -82,37 | -180,52 | -566,59 |
| 4 | -80,18 | -248,08 | -162,33 | -251,82 | -350,09 |
| 5 | -124,45 | -520,68 | -416,33 | -28,72 | -341,49 |
| 6 | -19,25 | -29,18 | -5,63 | -332,62 | -303,99 |
| 7 | -23,95 | -108,68 | -227,03 | -43,52 | -299,89 |
| 8 | -164,15 | -41,88 | -98,83 | -165,62 | -258,39 |
| 9 | -53,15 | -305,18 | -145,7 | -78,62 | -241,89 |
| 10 | -84,55 | -60,88 | -269,7 | -249,02 | -225,69 |
| 11 | -137,45 | -59,68 | -304,98 | -185,22 | -220,69 |
| 12 | -33,85 | -328,28 | -75,33 | -48,62 | -207,09 |
| 13 | -171,75 | -287,28 | -378,43 | -184,32 | -194,99 |
| 14 | -29,75 | -78,08 | -128,53 | -118,12 | -187,99 |
| 15 | -134,05 | -245,48 | -227,77 | -140,22 | -175,09 |
| 16 | -210,95 | -262,18 | -42,23 | -102,12 | -140,19 |
| 17 | -23,05 | -152,08 | -371,13 | -13,52 | -124,69 |
| 18 | -142,15 | -146,48 | -103,53 | -19,02 | -66,69 |
| 19 | -233,55 | -406,88 | -313,73 | -20,29 | -30,79 |
| 20 | -88,85 | -1,68 | -303,93 | 10,28 | -8,79 |
| 21 | -47,15 | 158,12 | -54,63 | 41,98 | 81,51 |
| 22 | 77,65 | 220,92 | -143,63 | 159,08 | 161,91 |
| 23 | 115,35 | 154,42 | -7,43 | 260,48 | 256,31 |
| 24 | 102,25 | 243,42 | 79,59 | 415,48 | 282,3 |
| 25 | 58,45 | 77,72 | 147,09 | 71,38 | 300,21 |
| 26 | 16,25 | 73,92 | 235,5 | 202,68 | 349,81 |
| 27 | 45,85 | 86,72 | 108,97 | 124,28 | 381,21 |
| 28 | 6,45 | 22,62 | 185,27 | 130,58 | 533,51 |
| 29 | 313,25 | 22,02 | 301,55 | 2,88 | 583,31 |
| 30 | 107,85 | 21,62 | 237,74 | 104,78 | 603,31 |
| 31 | 143,85 | 119,72 | 70,77 | 5,28 | 723,21 |
| 32 | 3,65 | 9,02 | 105,57 | | |
| 33 | 85,55 | 164,42 | 61,67 | | |
| 34 | 75,65 | 45,62 | 129,47 | | |
| 35 | 42,25 | 116,52 | 84,57 | | |
| 36 | 26,75 | 428,12 | 450,17 | | |
| 37 | 196,55 | 57,32 | 135,67 | | |
| 38 | 67,55 | 334,32 | 309,77 | | |
| 39 | 156,25 | 56,62 | 166,47 | | |
| 40 | 14,65 | 203,52 | 116,67 | | |



Valeur au dessus de la moyenne



Valeur en dessous de la moyenne

Tableau n° 10 : Classement croissant des écarts à la moyenne

En se référant aux résultats du tableau n°09 qui indique l'écart de la moyenne annuelle de précipitations par rapport à la moyenne de la série on remarque :

- Une alternance des cycles pluvieux très courts composés d'une ou deux années suivis des cycles non pluvieux allant de deux jusqu'à plus de quatre années .
- Le nombre d'années avec un écart négatif par rapport à la moyenne inter annuelle , c'est-à-dire le nombre d'années sèches est supérieur au nombre d'années avec un écart positif, donc pluvieuses .(cf fig n° 06)
- Sur une période de 40 ans (1970 – 2009) , la station de Constantine a enregistré 21 années sèches(moyenne inférieure à 561,35 mm).
- La station de Jijel a enregistré 20 années sèches et 20 années humides soit une année sur 2 ayant dépassée le volume de 919, 18 mm .Certaines années ont connu un écart par rapport à la moyenne bien prononcé , dépassant 30% (1976, 1982 ,1987 , 1989 ,1993 , 1996 et 2001) , et frôlant parfois les 60% (l'année 1977) .
- La station de Skikda quand à elle a enregistré 12 années humides sur 31. Son caractère de sécheresse s'est confirmé durant ces dernières décennies où le volume des pluies n'a pas dépassé les 300 mm dans la plupart du temps (cf fig n° 08)

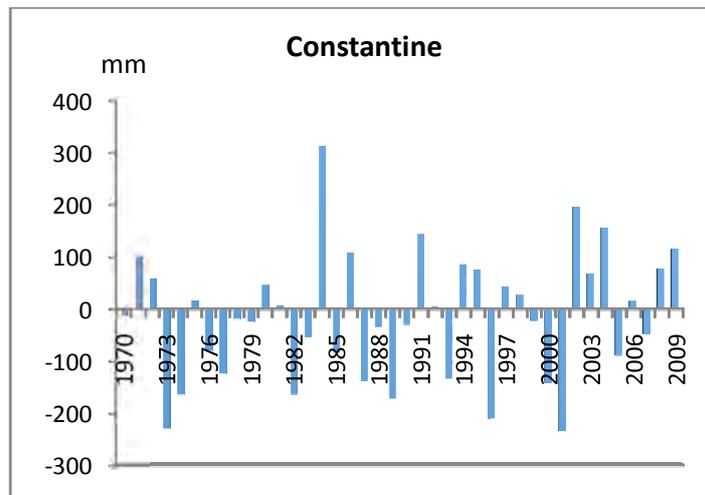


Fig n°07 :Variabilité des précipitations de 1970 – 2009

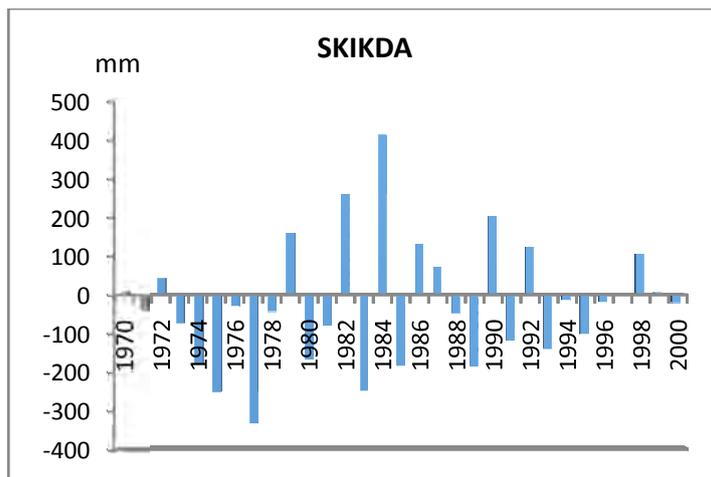


Fig n°08 : Variabilité des précipitations de 1970 – 2000

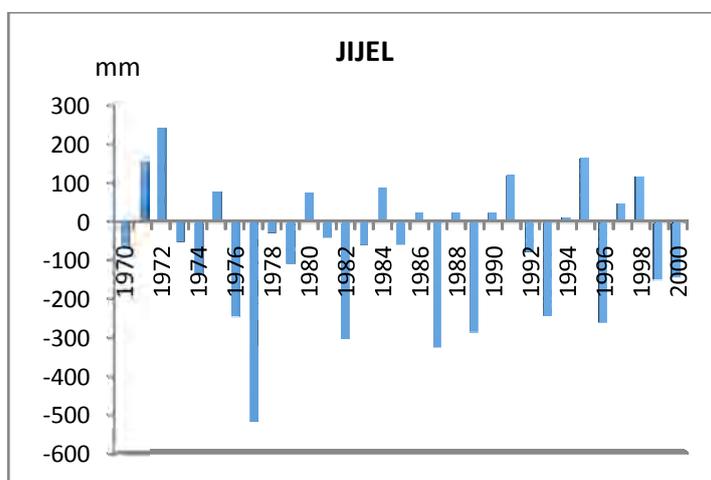


Fig n°09 : Variabilité des précipitations de 1970 – 2009

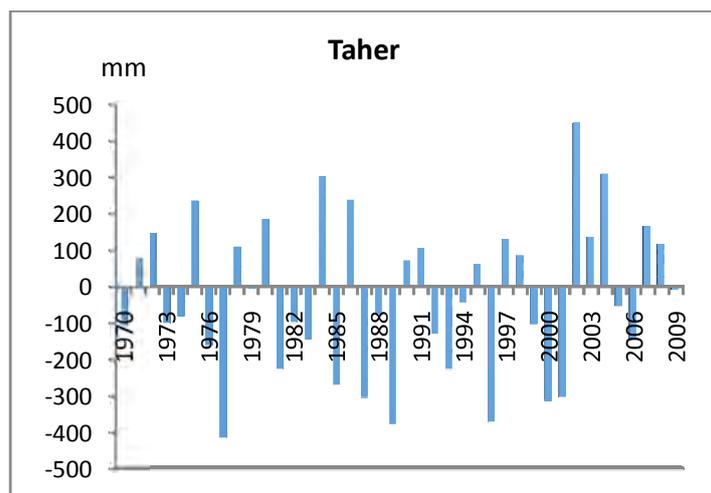


Fig n°10 : Variabilité des précipitations de 1970 – 2009

Pour l'ensemble des stations, la période de la sécheresse a duré de 1973 à 2001 interrompue par trois années pluvieuses , 1984 , 1986 , et 1991.

A partir de l'année 2002 , les données disponibles montrent que les trois stations , Constantine , Jijel et Taher ont connu une période pluvieuse en enregistrant consécutivement en 2002 (757.9 mm, 1347.3 mm , et 1410.9 mm) , en 2003 , elles sont de l'ordre de 628.9 pour Constantine , Jijel 976,5 mm et Taher 1096,4 mm , et en 2004 , Constantine 717.6 mm, Jijel 1253,6 mm et Taher 1270,5 mm .

Pour la station de Constantine , et sur une période de (40) an , Vingt et une (21) années ont une moyenne annuelle inférieure à la moyenne de la période (561.35 mm), elles présentent un écart négatif dépassant les 200 mm .

Les années considérées pluvieuses sont au nombre de 19 dont Sept années(1971 , 1984 , 1986 , 1991 , 2002 , 2004 , et 2009) ont un écart positif par rapport a la moyenne ne dépassant même pas les 100 mm , donc le caractère de sécheresse est prédominant .

La station de Skikda a enregistré sur une période de 30 ans une moyenne annuelle de 747,82 mm .

Les années qui ont un volume inférieur à la moyenne sont au nombre de 19 dont cinq années (1974 , 1980, 1983 , 1985 , 1989) ont un écart négatif de plus de 150 mm par rapport à la moyenne alors que les années 1975 et 1977 ont un écart négatif dépassant les 250 mm .

La station de Jijel dont la moyenne est de 919.18 mm sur une période de 40 ans ,n'a pas été autant affectée par des cycles de sécheresse que les autres stations ,puisque elle a enregistré 20 années humides et 7 années proches de la moyenne, avec une moyenne annuelle dépassant 800 mm .

Sur la période de 40 ans , la station de Taher enregistre 17 d'années humides ,et 23 années sèches avec un écart négatif variant de 100 à 400 mm par rapport à la moyenne .

Les 17 années humides enregistrent un surplus plus ou moins conséquent , variant de 100 mm à 450 mm par rapport à la moyenne qui est de 950 mm .

Le maximum pluviométrique moyen annuel est enregistré en 2002 à la station de Skikda avec 1410,9 mm , alors que le minimum pluviométrique moyen annuel est observé en 2001 à la station de Constantine avec 327,8 mm , le rapport entre les deux extrêmes est de 4,30 , ce qui donne un aperçu global sur la variabilité temporelle interannuelle et spatiale , que l'on retrouve sur tout le Tell constantinois ,et dont les effets sur la végétation sont souvent néfastes.

Lorsque les précipitations dépassent la normale , leur influence sur la végétation forestière tout en étant heureuse , est cependant momentanée et limitée.

Et lorsque la situation est inversée, en cas de diminution très forte de pluviosité ,provoquant pendant une ou plusieurs années consécutives une sécheresse anormale , la végétation forestière subit un choc physiologique, qui indépendamment d'une recrudescence des incendies se traduit durant de longues années par une dépression très marquée et souvent fatale du comportement des massifs boisés sauf dans les zones très humides .

-Indice de pluviosité (Ip)

C'est le rapport de la hauteur de précipitation d'une année à la hauteur moyenne annuelle de précipitation de la série.

$$I_p = P_i/P_m$$

P_i :

P_m :

Une année est dite humide si ce rapport est supérieur à 1 et sèche s'il est inférieur à 1.

Le cumul des indices d'années successives permet de dégager les grandes tendances en faisant abstraction des faibles fluctuations d'une année à l'autre. Quand la somme des indices croît, il s'agit d'une tendance « humide »,et dans le cas contraire ,lorsque la somme des indices décroît, la tendance est de type « sèche ».

Le calcul de cet indice a permis d'établir la matrice suivante :

| | Constantine | IP | SKIKDA | IP | jjjel | IP | Taher | IP | Zitouna | IP | |
|----|-------------|---------------|--------|---------------|-------|---------------|-------|---------------|---------|---------------|------|
| 1 | 1970 | 549,2 | 0,98 | 758,1 | 1,01 | 853,7 | 0,93 | 854,72 | 0,89 | 1424,7 | 1,69 |
| 2 | 1971 | 663,6 | 1,18 | 707,6 | 0,95 | 1073,6 | 1,17 | 1040,3 | 1,08 | 1374,9 | 1,63 |
| 3 | 1972 | 619,8 | 1,10 | 789,8 | 1,06 | 1162,6 | 1,26 | 1107,8 | 1,15 | 1444,7 | 1,72 |
| 4 | 1973 | 331,1 | 0,59 | 673,4 | 0,90 | 867,3 | 0,94 | 860,88 | 0,90 | 1003,3 | 1,19 |
| 5 | 1974 | 395,8 | 0,70 | 567,3 | 0,76 | 783,2 | 0,85 | 878,36 | 0,91 | 141,61 | 1,36 |
| 6 | 1975 | 577,6 | 1,03 | 496 | 0,66 | 996,9 | 1,08 | 1196,2 | 1,25 | 922,9 | 1,10 |
| 7 | 1976 | 481,17 | 0,86 | 719,1 | 0,96 | 671,1 | 0,73 | 798,4 | 0,83 | 701,2 | 0,83 |
| 8 | 1977 | 436,9 | 0,78 | 415,2 | 0,56 | 398,5 | 0,43 | 544,4 | 0,57 | 1123,69 | 1,34 |
| 9 | 1978 | 542,1 | 0,97 | 704,3 | 0,94 | 890 | 0,97 | 1069,7 | 1,11 | 1191,2 | 1,42 |
| 10 | 1979 | 537,4 | 0,96 | 906,9 | 1,21 | 810,5 | 0,88 | 955,1 | 0,99 | 1097,7 | 1,30 |
| 11 | 1980 | 607,2 | 1,08 | 582,2 | 0,78 | 993,1 | 1,08 | 1146 | 1,19 | 615,7 | 0,73 |
| 12 | 1981 | 567,8 | 1,01 | 669,2 | 0,89 | 877,3 | 0,95 | 733,7 | 0,76 | 716,7 | 0,85 |
| 13 | 1982 | 397,2 | 0,71 | 1008,3 | 1,35 | 614 | 0,67 | 861,9 | 0,90 | 265,3 | 0,32 |
| 14 | 1983 | 508,2 | 0,91 | 498,8 | 0,67 | 858,3 | 0,93 | 815,03 | 0,85 | 537,4 | 0,64 |
| 15 | 1984 | 874,6 | 1,56 | 1163,3 | 1,56 | 1005,9 | 1,09 | 1262,3 | 1,31 | 653,4 | 0,78 |
| 16 | 1985 | 476,8 | 0,85 | 562,3 | 0,75 | 859,5 | 0,94 | 691,03 | 0,72 | 1564,6 | 1,86 |
| 17 | 1986 | 669,2 | 1,19 | 878,4 | 1,17 | 941,2 | 1,02 | 1198,5 | 1,25 | 1222,6 | 1,45 |
| 18 | 1987 | 423,9 | 0,75 | 819,2 | 1,1 | 590,9 | 0,64 | 655,75 | 0,68 | 666,3 | 0,79 |
| 19 | 1988 | 527,5 | 0,94 | 699,2 | 0,93 | 941,8 | 1,02 | 885,4 | 0,92 | 810,6 | 0,96 |
| 20 | 1989 | 389,6 | 0,69 | 563,5 | 0,75 | 631,9 | 0,69 | 582,3 | 0,61 | 541,5 | 0,64 |
| 21 | 1990 | 531,6 | 0,95 | 950,5 | 1,27 | 940,8 | 1,02 | 1031,5 | 1,07 | 274,8 | 0,33 |
| 22 | 1991 | 705,2 | 1,26 | 629,7 | 0,84 | 1038,9 | 1,13 | 1066,3 | 1,11 | 620,7 | 0,74 |
| 23 | 1992 | 565 | 1,01 | 872,1 | 1,17 | 841,1 | 0,92 | 832,2 | 0,87 | 774,7 | 0,92 |
| 24 | 1993 | 427,3 | 0,76 | 607,6 | 0,81 | 673,7 | 0,73 | 732,96 | 0,76 | 646,4 | 0,77 |
| 25 | 1994 | 646,9 | 1,15 | 734,3 | 0,98 | 928,2 | 1,01 | 918,5 | 0,96 | 634,3 | 0,75 |
| 26 | 1995 | 637 | 1,13 | 645,7 | 0,86 | 1083,6 | 1,18 | 1022,4 | 1,06 | 583 | 0,69 |
| 27 | 1996 | 350,4 | 0,62 | 728,8 | 0,97 | 657 | 0,71 | 589,6 | 0,61 | 832,6 | 0,99 |
| 28 | 1997 | 603,6 | 0,07 | 750,7 | 1 | 964,8 | 1,05 | 1090,2 | 1,13 | 499,9 | 0,59 |
| 29 | 1998 | 588,1 | 1,05 | 852,6 | 1,14 | 1035,7 | 1,13 | 1045,3 | 1,09 | 599,5 | 0,71 |
| 30 | 1999 | 538,3 | 0,96 | 753,1 | 1,01 | 767,1 | 0,83 | 857,2 | 0,89 | 491,3 | 0,58 |
| 31 | 2000 | 419,2 | 0,75 | 727,53 | 0,97 | 772,7 | 0,84 | 829 | 0,86 | 264,6 | 0,31 |
| 32 | 2001 | 327,8 | 0,58 | 747,82 | | 512,3 | 0,56 | 656,8 | 0,68 | 841,39 | |
| 33 | 2002 | 757,9 | 1,35 | | | 1347,3 | 1,47 | 1410,9 | 1,47 | | |
| 34 | 2003 | 628,9 | 1,12 | | | 976,5 | 1,06 | 1096,4 | 1,14 | | |
| 35 | 2004 | 717,6 | 1,28 | | | 1253,5 | 1,36 | 1270,5 | 1,32 | | |
| 36 | 2005 | 472,5 | 0,84 | | | 917,5 | 1,00 | 906,1 | 0,94 | | |
| 37 | 2006 | 576 | 1,03 | | | 975,8 | 1,06 | 817,1 | 0,85 | | |
| 38 | 2007 | 514,2 | 0,92 | | | 1122,7 | 1,22 | 1127,2 | 1,17 | | |
| 39 | 2008 | 639 | 1,14 | | | 1077,3 | 1,17 | 1077,4 | 1,12 | | |
| 40 | 2009 | 676,7 | 1,21 | | | 1140,1 | 1,24 | 953,3 | 0,99 | | |
| | | 561,54 | | | | 919,18 | | 960,73 | | | |



Année humide
Année sèche

Tableau n° 11 : Indice de pluviosité IP

Ainsi, selon le calcul de cet indice ,Constantine a connu 22 années sèches et 18 années humides. Skikda , 20 années sèches et 11 années humides;(cf fig° 11 et 12)

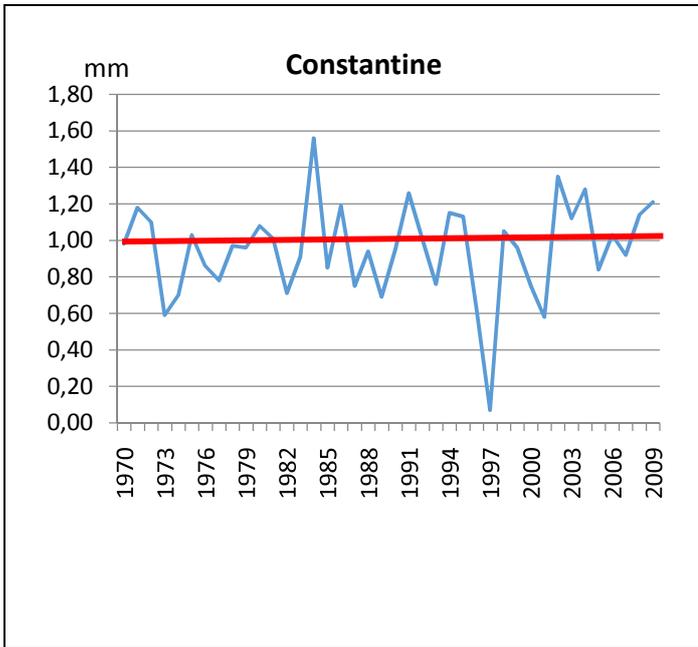


Figure n° 11 : Indice de pluviosité à Constantine

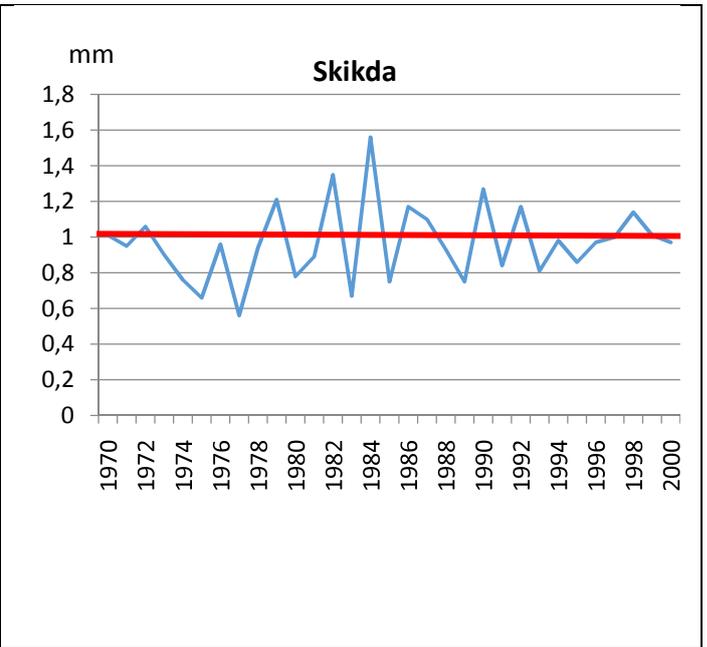


Figure n° 12 : Indice de pluviosité à Skikda

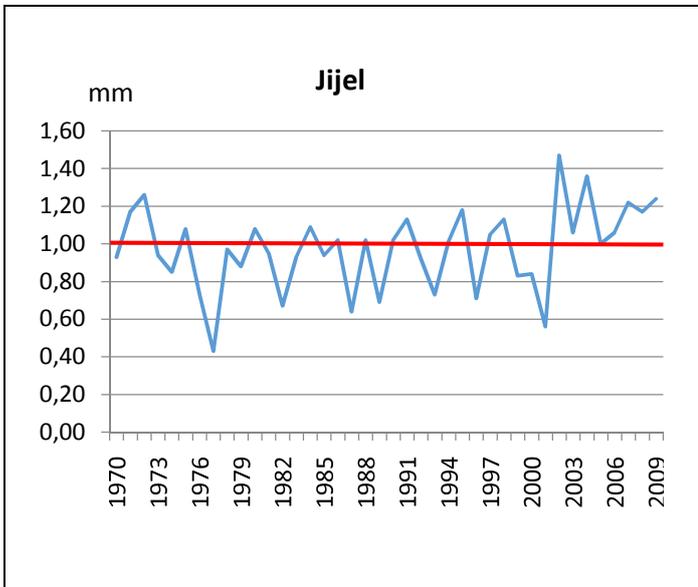


Figure n° 13 : Indice de pluviosité à Jijel

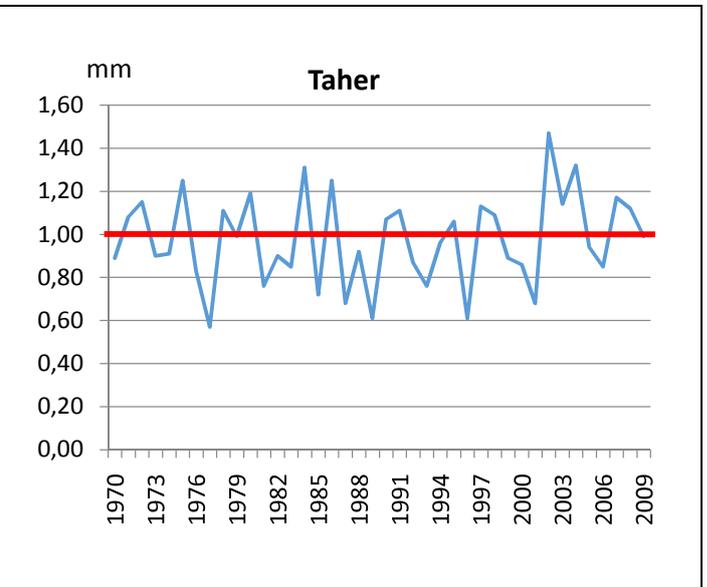


Figure n° 14 : Indice de pluviosité à Taher

3.1.2 Variabilité saisonnière des précipitations

La variabilité des précipitations se retrouve également au niveau des saisons. Le régime pluviométrique en est l'expression. Ce dernier que l'on peut établir par un classement croissant ou décroissant du total des précipitations saisonnières, permet de montrer la dominance saisonnière des pluies par station (cf tableau n°12, fig n°14). Ainsi pour le littoral (Skikda et Jijel), le régime saisonnier est de type HAPE, ce sont les pluies d'hiver qui dominent, suivies par les pluies d'automne. Pour les zones qui se situent sur le versant méridional de l'Atlas tellien, c'est plutôt un régime de type HPAE. Dans cet espace où les pluies d'hiver occupent le premier rang, les moyennes automnales viennent en seconde position au Nord, tandis que celles du printemps, viennent au sud de l'Atlas Tellien. La proximité de la mer méditerranée favorise les pluies d'automne aux dépens de celles de printemps, l'automne coïncide avec le début de la prédominance des courants du Nord sur la méditerranée, quand au printemps il marque la fin de l'influence de ceux-ci.

| Stations | Hiver | Printemps | Eté | automne | Régime |
|-------------|--------|-----------|-------|---------|--------|
| Constantine | 228,84 | 155,48 | 33,25 | 141,26 | HPAE |
| Skikda | 334,88 | 163,13 | 3,06 | 208,31 | HAPE |
| Jijel | 376,69 | 166,19 | 22,42 | 236,8 | HAPE |

Tabl n°12 : Régime saisonnier des pluies

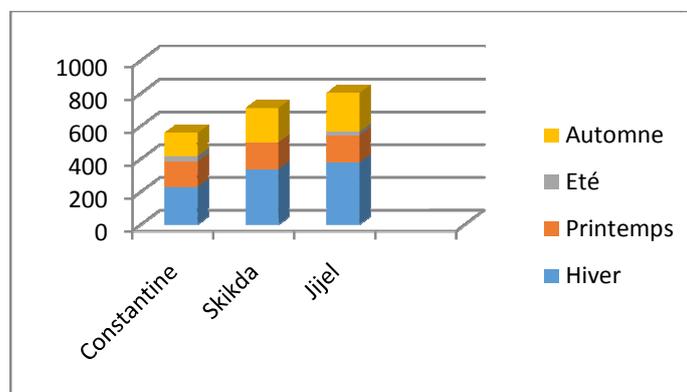


Figure n° 15 : Régime saisonnier des précipitations

3.1.3 la variabilité mensuelle des précipitations :

L'étude de la distribution mensuelle des pluies permet de mettre en évidence l'instabilité des précipitations d'un mois sur l'autre au sein d'une même année.

Les mois pluvieux pour les zones littorales varient de trois à cinq mois : Jijel, quatre mois pluvieux (Novembre, Décembre, Janvier, Février), Taher (Novembre, Décembre, Janvier).

Pour la zone interne ,on ne dénombre que deux mois pluvieux, Décembre, Janvier dont la moyenne dépasse rarement les 100 mm.

La répartition des précipitations mensuelles sur une période de 40 ans (1970 – 2010) montre que la période sèche est identique pour toutes les stations aussi bien littorales que internes , elle débute de la mi Mai jusqu'à la mi Septembre mais la période humide varie d'une station à l'autre par la quantité de pluie enregistrée (cf tableau n°13 et Fig n° 16)

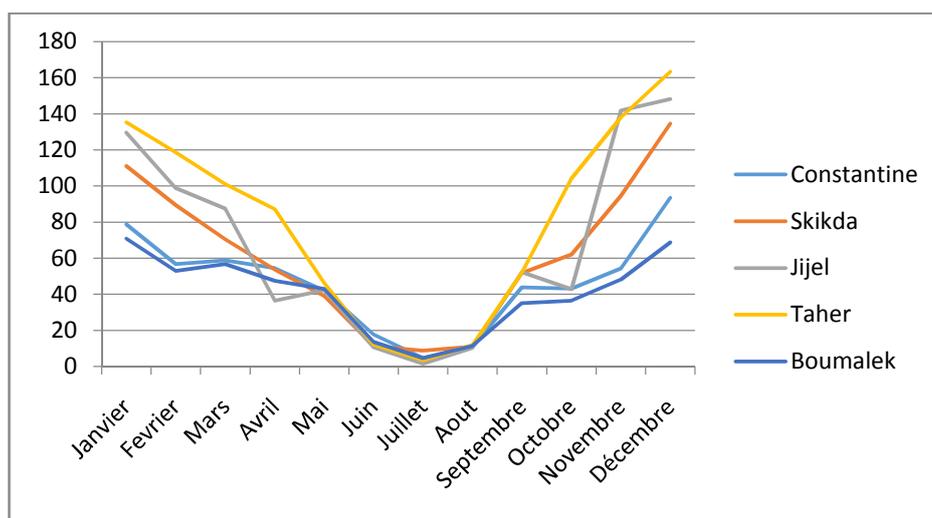


Figure n° 16 : variabilité mensuelle des précipitations (1970 – 2010) dans le Tell Constantinois

Le mois le plus humide est le mois de Décembre pour toutes les stations , suivi du mois de Janvier pour les stations internes, ou des mois de Janvier et Février dans les stations littorales .

Le maximum est enregistré à la station de Taher avec une hauteur moyenne mensuelle de 163.26 mm .

Le mois le plus sec est le mois de Juillet avec une hauteur minimale de 1.53 mm enregistré à la station de Jijel , la saison sèche qui correspond aux mois de Juin , Juillet et Aout, est caractérisée par un déficit pluviométrique très important atteignant 84 % sur l'ensemble de la région.

Les précipitations sont concentrées pour les stations littorales comme Taher , sur cinq mois , Novembre , Décembre , Janvier Février ET Mars et débutent par fois en Octobre .

Pour, les stations internes les pluies se concentrent sur trois mois , Novembre, Décembre et Janvier ou Décembre , Janvier et Février .

Les hauteurs mensuelles peuvent tout comme les annuelles, s'écarter énormément de leur moyenne , et la répartition de la pluie des douze mois de l'année est

généralement très différente d'une année à l'autre .Souvent ces pluies interviennent hors période végétative ,et, cette mauvaise répartition des pluies a une très fâcheuse influence sur la végétation .

Une autre donnée importante est l'intensité de chaque pluie :trop faible, la pluie s'évapore sans profit , trop forte elle ruisselle sans pénétrer dans le sol .

La variabilité mensuelle

| | | Janvie | Fevrier | Mars | avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septebre | Octobre | Novembre | Decem |
|----------|-------------|--------|---------|-------|--------|-------|-------|---------|-------|----------|---------|----------|--------|
| Skikda | 1980-2010 | 110,98 | 89,35 | 70,44 | 53,65 | 39,04 | 11,29 | 8,8 | 10,97 | 51,68 | 62,05 | 94,58 | 134,55 |
| Const | 1980-2011 | 78,73 | 56,65 | 58,84 | 54,47 | 42,17 | 17,68 | 4,71 | 10,86 | 43,78 | 43,21 | 54,27 | 93,46 |
| Taher | 1970-2011 | 135,21 | 118,6 | 101 | 87,18 | 46,21 | 12,14 | 3,42 | 11,84 | 51,97 | 104,11 | 137,97 | 163,26 |
| Jijel | 1980 – 2009 | 129,64 | 98,87 | 87,45 | 36,49 | 42,25 | 10,56 | 1,53 | 10,33 | 52,2 | 42,71 | 141,89 | 148,18 |
| Boumalek | 1970-2000 | 70,71 | 52,78 | 56,62 | 47,33 | 42,96 | 13,57 | 4,64 | 11,32 | 34,93 | 36,43 | 48,12 | 68,64 |
| | | 525,27 | 416,21 | 374,3 | 279,12 | 212,6 | 65,24 | 23,1 | 55,32 | 234,56 | 288,51 | 476,83 | 608,09 |

Tab n° 13 : Variabilité mensuelle des précipitations

Si on se réfère au nombre de jours de pluies on voit dans la région du chêne liège kabyle ,qu' il varie entre 60 et 100 jours et atteint même 106 jours à Constantine .(cf tableau n°14)

| | Septembre | octobre | novembre | decembre | Janvier | Fevrier | mars | Avril | mai | juin | juillet | aout | annee |
|-------------|-----------|---------|----------|----------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-------|
| Jijel | 7 | 8 | 12 | 13 | 12 | 10 | 9 | 9 | 6 | 2 | 1 | 2 | 91 |
| El milia | 4 | 6 | 9 | 10 | 9 | 9 | 7 | 7 | 4 | 1 | 1 | 1 | 68 |
| Constantine | 8 | 8 | 11 | 13 | 13 | 11 | 11 | 11 | 8 | 5 | 3 | 4 | 106 |
| el harrouch | 5 | 6 | 9 | 11 | 11 | 9 | 8 | 8 | 5 | 3 | 1 | 1 | 77 |

Tab n° 14 : Nombre de jours de pluies (1980 – 2010) Source ANRH (Alger)

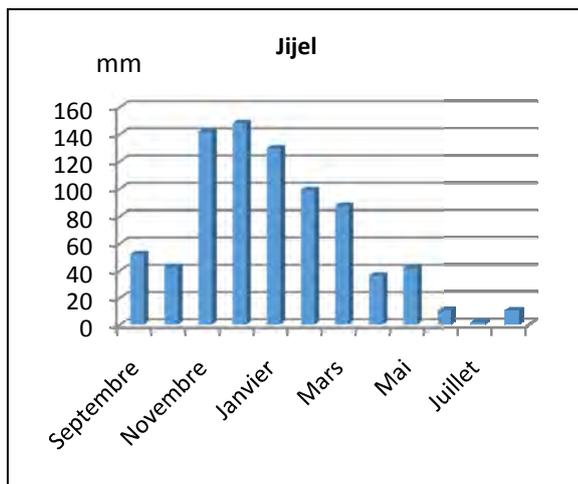


Figure n° 17 : Variabilité mensuelle des précipitations à Jijel

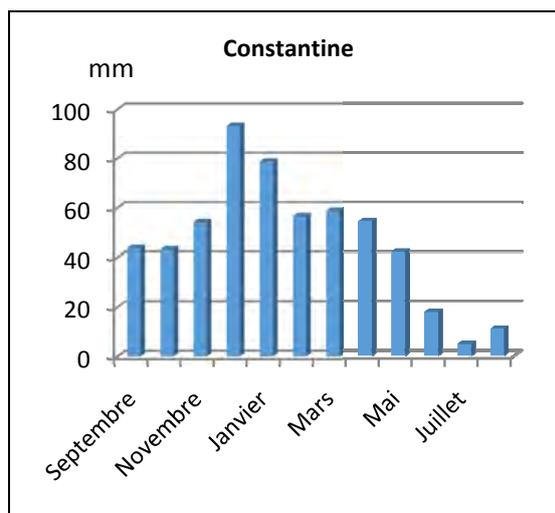


Figure n° 18 : Variabilité mensuelle des précipitations à Constantine

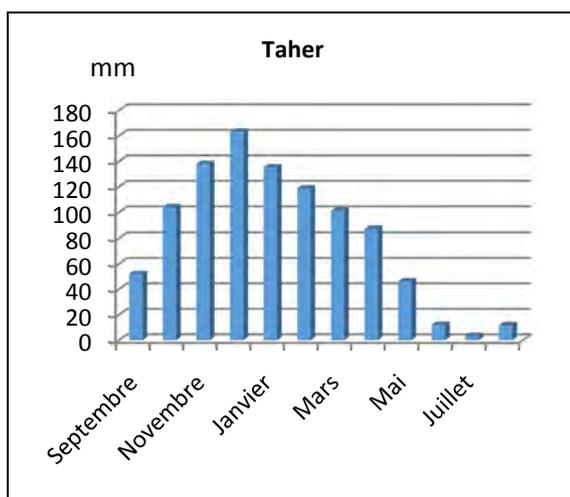


Figure n° 19 : Variabilité mensuelle des Précipitations à Taher

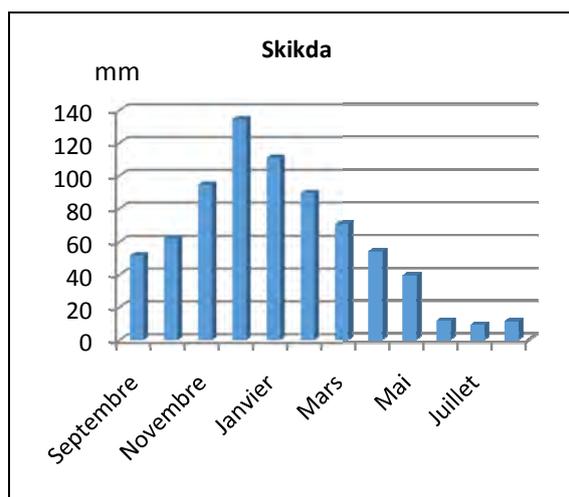


Figure n° 20 : Variabilité mensuelle des précipitations à Skikda

3.2 Analyse des températures

La température est le second facteur constitutif d'un climat, les températures sont fonction de la situation géographique. Elles sont caractérisées par une certaine variabilité à différents pas de temps.

En montagne, la température joue pour l'évolution de la végétation un rôle beaucoup plus important qu'en plaine,

Dans l'étude de la température du climat au regard de la végétation, plusieurs éléments statistiques sont à considérer, la température moyenne, la minimale, la Maximale et la température de la période végétative.

La vie végétale se développe surtout pendant la période de pluies du premier octobre au premier Juin , soit durant huit mois .

En montagne ,pour le Tell constantinois , la période de végétation s'étend du premier Avril au premier novembre pendant sept mois .

L'analyse du facteur température va concerner six stations dont les données sont disponibles :

Les stations de Skikda , Jijel et Constantine , sur une période de 34ans(1970-2004) et les stations de Taher Zerdezas et Boumalek sur une période de 30ans allant de 1970 à 2000 .

3.2.1 Les températures moyennes annuelles

Les températures moyennes annuelles sont spatialement variables, elles sont dans leur quasi-totalité comprises, dans les zones littorales entre 15 et 22 ° C ,et en zone interne entre 11 et 20 °C .

Trois facteurs commandent la distribution des températures : la latitude, l'altitude, et l'éloignement par rapport à la mer . La latitude détermine une décroissance de la température du sud vers le Nord ; sur les cotes l'effet de la latitude cède la place au troisième facteur qui est la proximité de la mer .

| | Skikda | Jijel | Constant | Taher | Zerdezas | Boumalek |
|--|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Températures Moyennes annuelles | 18,06 | 17,64 | 15,38 | 17,83 | 18,79 | 13,49 |

Tab n° 15 : Températures moyennes annuelles depuis 1970 à 2004

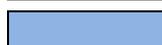
3.2.1.1 Evolution des températures moyennes annuelles

Les températures moyennes annuelles de la région se situent dans une fourchette de 13 °C à 19 C° .

Sur la série de 34 ans, et sur celle de 30 ans ,une certaine stabilité des températures se dégage ;toutefois à partir des années 1980 une légère hausse se manifeste et perdure jusqu'en 2004.(cf tableau n°15).

| | Skikda | Jijel | Constant | Taher | Zerdezas | Boumalek |
|------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 1970 | 17,36 | 17,41 | 15,08 | 17,69 | 17,87 | 12,58 |
| 1971 | 17,01 | 16,98 | 13,99 | 17,28 | 18,13 | 12,95 |
| 1972 | 16,9 | 16,49 | 14,76 | 16,79 | 17,65 | 12,4 |
| 1973 | 17,32 | 17,38 | 15,11 | 17,68 | 18,08 | 13,16 |
| 1974 | 17 | 17,14 | 14,52 | 17,44 | 18,04 | 14,1 |
| 1975 | 17,05 | 16,85 | 14,15 | 17,15 | 18,52 | 12,74 |
| 1976 | 16,69 | 16,46 | 15,16 | 16,76 | 17,75 | 12,45 |
| 1977 | 17,64 | 17,77 | 15,03 | 18,1 | 19,15 | 13,56 |
| 1978 | 17,23 | 17,26 | 22,96 | 17,55 | 18,39 | 13,48 |
| 1979 | 17,23 | 17,54 | 14,62 | 17,84 | 18,83 | 13,27 |
| 1980 | 16,67 | 17,13 | 14,23 | 17,45 | 18,32 | 12,92 |
| 1981 | 17,51 | 17,47 | 15,32 | 17,77 | 18,96 | 13,57 |
| 1982 | 18,21 | 21,91 | 14,7 | 22,21 | 19,4 | 16,98 |
| 1983 | 18,55 | 17,74 | 15,44 | 18,04 | 20,66 | 16,36 |
| 1984 | 17,81 | 15,86 | 13,41 | 16,16 | 19,49 | 11,76 |
| 1985 | 18,44 | 17,57 | 14,55 | 17,87 | 18,96 | 13,39 |
| 1986 | 18,12 | 17,23 | 14,96 | 17,53 | 18,96 | 13,13 |
| 1987 | 19,18 | 17,85 | 15,67 | 18,06 | 19,08 | 13,76 |
| 1988 | 18,7 | 17,75 | 15,52 | 18,05 | 20,22 | 13,73 |
| 1989 | 18,57 | 17,77 | 15,67 | 18,07 | 19,48 | 13,68 |
| 1990 | 18,59 | 17,95 | 15,67 | 18,25 | 18,42 | 13,85 |
| 1991 | 17,65 | 16,73 | 14,22 | 17,03 | 17,81 | 12,1 |
| 1992 | 17,62 | 15,95 | 14,45 | 16,61 | 18,21 | 12,47 |
| 1993 | 17,93 | 17,31 | 15,32 | 17,61 | 18,82 | 13,21 |
| 1994 | 19,06 | 18,48 | 16,14 | 18,77 | 19,88 | 14,37 |
| 1995 | 18,37 | 17,63 | 15,73 | 17,93 | 19,35 | 13,7 |
| 1996 | 18,99 | 17,16 | 14,65 | 17,46 | 18,81 | 13,06 |
| 1997 | 18,99 | 17,81 | 16,01 | 18,17 | 19,74 | 14,11 |
| 1998 | 18,62 | 17,51 | 15,23 | 17,8 | 19,32 | 13,32 |
| 1999 | 19,17 | 18,58 | 16,09 | 18,88 | 19,64 | 13,9 |
| 2000 | 18,12 | 17,66 | 15,77 | 18,8 | 16,66 | 14,23 |
| 2001 | 19,3 | 19,25 | 16,32 | 17,83 | 18,79 | 13,49 |
| 2002 | 18,83 | 19,63 | 16,24 | | | |
| 2003 | 19,5 | 17,98 | 16,24 | | | |
| 2004 | 18,25 | 18,5 | 15,48 | | | |
| | 18,06 | 17,64 | 15,38 | | | |

 température au dessous de la moyenne

 température au dessus de la moyenne

Tab n° 16 : Variabilité des températures moyennes annuelles depuis 1970 à 2004

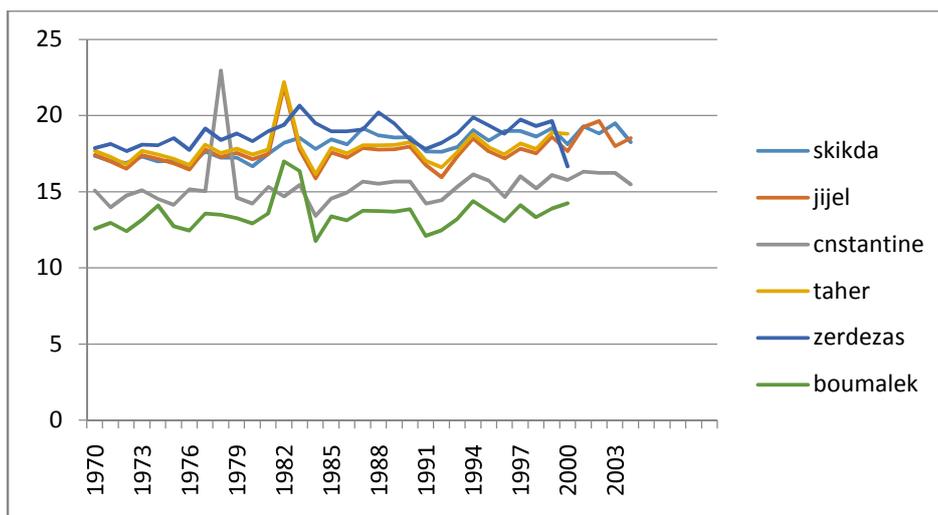


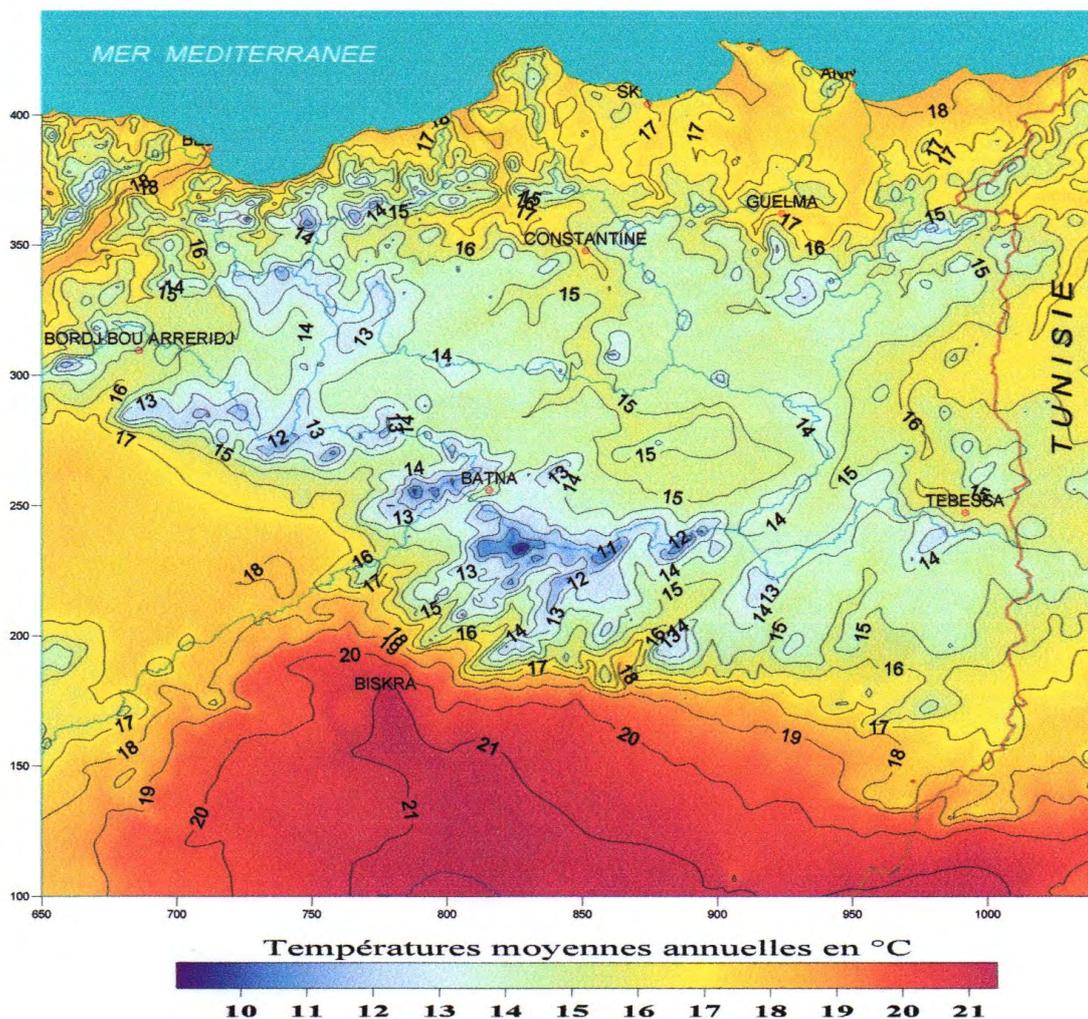
Figure n ° 21 : Variation des températures dans différentes stations du Tell Constantinois

Le tableau (n° 16) des moyennes annuelles des températures d'une série de 34 ans montre que le réchauffement est généralisé pour toute la région où on remarque une évolution de la température durant surtout les deux décennies constituant la période allant de 1980 à 2000 .

De 1970 à 1979 , toutes les stations enregistrent une moyenne annuelle inférieure à la moyenne de la série pour chaque station

Dés l'année 1982 jusqu'à 1990 , le réchauffement est devenu apparent ou la température décennale a augmenté de 17,14°C à 18,18 °C pour Skikda , de 17,13°C à 17,83 °C pour Jijel , de 17,43 °C à 18,12 °C pour la station de Taher , de 18,24 à 19,35 pour zerdez , de 13,07 °C à 13,93 °C, exception faite pour la station de Constantine qui a connu une diminution en passant de 15,54 °C à 14,95 °C .

La température a connu une diminution pendant trois années consécutives 1991, 1992 et 1993 et ensuite elle a augmenté à partir de 1994 pour ne plus diminuer .



Carte n° 10 : températures moyennes annuelles du Tell Constantinois.

| | Skikda | Jijel | Constantine | Taher | Zerdezas | Boumalek |
|-------------------|--------|-------|-------------|-------|----------|----------|
| 1970 -1979 | 17,14 | 17,3 | 15,54 | 17,43 | 18,24 | 13,07 |
| 1980 -1989 | 18,18 | 17,83 | 14,85 | 18,12 | 19,35 | 13,96 |
| 1994 -2004 | 18,84 | 18,20 | 15,81 | / | / | / |

Tab n° 17 : Evolution des températures par décennie (1970 – 2004)

Les données disponibles de 1970 à 2004 pour les trois stations (Skikda , Jijel , et Constantine) et de 1970 à 2000 pour Zezdezas et Boumalek montrent l'évolution de la température par décennie comme le montre le tableau ci dessus :

La température des trois Wilayas (Skikda , Jijel et Constantine) évolue de 0,38 °C entre la décennie (1970 – 1979) et la décennie (1980 – 1989) et une évolution de l'ordre de 0,63 entre la décennie (1980 – 1989) et (1994 – 2004).

3.2.2 Les températures moyennes mensuelles

Températures

| | | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier | février | Mars | avril | Mai | Juin | Juillet | Aout |
|-------------|-------------|-----------|---------|----------|----------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|
| Constantine | 1980-2010 | 22,28 | 18,21 | 12,04 | 7,75 | 6,77 | 7,25 | 10,29 | 13,46 | 17,99 | 23,52 | 26,64 | 26,44 |
| Jijel | 1980 – 2010 | 24,16 | 21,78 | 15,64 | 11,69 | 10,41 | 11,59 | 13,95 | 16,04 | 20,04 | 24,51 | 27,26 | 27,99 |
| Skikda | 1980 – 2010 | 23,84 | 22,14 | 17,35 | 14,46 | 13,35 | 13,05 | 14,73 | 16,64 | 19,85 | 23,6 | 25,62 | 26,56 |
| Zitouna | 1970-2000 | 22 | 17,22 | 11,63 | 8,71 | 6,77 | 7,96 | 9,51 | 12,85 | 17,4 | 22,61 | 25,82 | 26,42 |
| el milia | 1970-2000 | 24,71 | 19,7 | 14,51 | 14,59 | 9,66 | 10,69 | 12,34 | 15,31 | 19,49 | 25,17 | 28,26 | 29 |

Tab n° 18 : Températures moyennes mensuelles

Le tableau N°18 montre que les valeurs les plus faibles sont enregistrées au mois de Janvier pour la quasi-totalité des stations , par contre les maximas ont lieu au mois d’Août .

Dans le Tell Constantinois, les moyennes mensuelles des températures pour la période 1980 – 2010 montrent une distribution qui se caractérise par un gradient latitudinal de l'ordre de 3°C, allant de 16.05°C sur les zones littorales , à 19, 26°C dans les régions interne (station de Constantine).

L’étude des données régionales récoltées ces 30 dernières années(depuis 1980) fait apparaître une augmentation des moyennes des températures mensuelles ,notamment des mois de JUIN,JUILLET et AOÛT .Elle est de l’ordre de sur l’ensemble de la série .En fait l’observation des données nous a permis de détecter une augmentation décennale régulière de l’ordre de 0,6°C pour Jijel et Skikda et 0,33°C à Constantine. La pluviométrie, quant à elle, a enregistré une diminution relative de plus de 17% pendant cette même période et pour tous les mois, quand à la période estivale elle a connu une baisse de plus de 11 %.

3.2.3 Analyse des températures maximales et minimales

Les moyennes mensuelles minimales sont enregistrées durant le mois de Janvier pour toutes les stations ou elles varient entre 6,77°C et 8,71°C pour les stations continentales.

Elles oscillent entre 10,41°C et 14,46°C pour la frange littorale

Les maximas mensuelles moyennes les plus élevées sont observés au mois de Juillet pour les stations internes elles varient entre 26 ,64 ° C et 28,26 ° C et Aout pour les stations côtières , elles varient entre 26,56°C et 27,99°C

Ainsi, la tendance actuelle selon les données disponibles semble tendre vers une hausse des températures et une baisse des précipitations. L’analyse chronologique des deux séries climatiques va nous permettre de définir et de confirmer la tendance de l’évolution climatique actuelle.

4. Etude comparative de deux séries climatiques (1913 – 1938) et (1980 – 2010)

La comparaison entre la série de l'ONM et l'ANRH (1970 – 2010) et la série SELTZER (1913 – 1938) nous renseigne sur la tendance évolutive du climat à moyen terme .

Le régime pluviométrique ,l'indice d'aridité de DEMARTONE, l'indice xéothermique d'Emberger , le diagramme ombro thermique de BAGNOULS et GAUSSEN et le quotient pluviométrique d'EMBERGER établis pour les deux séries d'observation nous ont permis de mettre en évidence, la tendance climatique actuelle dans la zone d'étude .

La comparaison se fait d'une part dans l'espace à travers le choix de la localisation des stations , et d'autre part dans le temps pour apprécier les variations et les évolutions actuelles du climat .

4.1.Evolution des températures

L'étude comparative des températures entre la période Seltzer et la période actuelle(cf tableau n°18) indique une hausse plus ou moins conséquente, pour l'ensemble des stations étudiées ,avec une hausse particulièrement significative pour les mois de Juillet et Aout .

A Constantine , la température moyenne annuelle actuelle a augmenté de 0,39°C par rapport à la moyenne de la période étudiée par Seltzer(1913-1938.), la température de la période estivale a évolué de 0,94°C.

A Jijel et à Skikda qui sont dans l'étage bioclimatique humide, la température moyenne annuelle, entre la période Seltzer et la période actuelle est passée de 18,22 °C à 18,75 °C pour Jijel ,et de 15,66 °C à 16,05 °C pour Skikda ,soit une augmentation de 0,53 et 1,39°C, alors que la température estivale a évolué pour la même période de 1,87 pour la station de Skikda et de 1,59°C pour la station de Jijel .

| | Période | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre | Janvier | Fevrier | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout |
|-------------|--------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| constantine | 1913 -1938 | 22,8 | 17 | 11,95 | 7,75 | 7,1 | 8,55 | 10,6 | 13,1 | 16,8 | 21,55 | 25,35 | 25,45 |
| | 1980-2010 | 22,28 | 18,21 | 12,04 | 7,75 | 6,77 | 7,25 | 10,29 | 13,46 | 17,99 | 23,52 | 26,64 | 26,44 |
| jijel | 1913 -1938 | 24,25 | 20,35 | 15,95 | 12,6 | 11,6 | 12,35 | 13,85 | 15,85 | 18,6 | 22,2 | 25,05 | 26,05 |
| | 1980 - 2010 | 24,16 | 21,78 | 15,64 | 11,69 | 10,41 | 11,59 | 13,95 | 16,04 | 20,04 | 24,51 | 27,26 | 27,99 |
| skikda | 1913 -1938 | 22,7 | 19,1 | 15,05 | 11,85 | 10,55 | 11,05 | 13,05 | 14,55 | 17,65 | 20,8 | 23,9 | 24,75 |
| | 1980 - 2010 | 23,84 | 22,14 | 17,35 | 14,46 | 13,35 | 13,05 | 14,73 | 16,64 | 19,85 | 23,6 | 25,62 | 26,56 |
| zitouna | 1913 -1938 | 24 | 19,55 | 15,7 | 12,65 | 11,15 | 11,45 | 13,35 | 15,65 | 18,55 | 22,25 | 25,15 | 26,05 |
| | 1970-2000 | 22 | 17,22 | 11,63 | 8,71 | 6,77 | 7,96 | 9,51 | 12,85 | 17,4 | 22,61 | 25,82 | 26,42 |
| el milia | 1913 -1938 | 24,75 | 19,7 | 15,35 | 11,6 | 10,65 | 11,7 | 13,85 | 16,2 | 19,3 | 23,4 | 28,55 | 27,05 |
| | 1970-2000 | 24,71 | 19,7 | 14,51 | 14,59 | 9,66 | 10,69 | 12,34 | 15,31 | 19,49 | 25,17 | 28,26 | 29 |

Tab n° 19 : Evolution des températures entre (1913 – 1938) et (1980 – 2010)

Cette progression affecte toute la région et de manière assez complexe; les zones les plus chaudes pour la période 1913-1938 restent les plus chaudes pour la période actuelle. Elles se situent notamment sur les versants Nord du Tell,

D'un point de vue général, nous observons une « poussée » des températures beaucoup plus prononcée au nord qu'au sud du Tell.

L'élévation de la température des dernières décennies est plus prononcée, notamment pour la période estivale .La moyenne pour les mois de Juin , Juillet et Aout , est passée de 24,11°C(1913-1938) à 25,53°C (1980 – 2010) à Constantine, à Skikda elle est passée de 23,15°C à 25,26°C (1980-2010),et à Jijel, de 24,43° à 26°58 C.(**fig n° 22 , 23 , 24 , 25**)

Pour les mois froids qui débutent de Janvier et s'étendent jusqu'à Mars les températures dans l'ensemble ,ont peu évolué , elles ont parfois enregistré une légère baisse comme pour la station de Constantine et Jijel. Skikda anormalement enregistre une augmentation de 3,21°C .

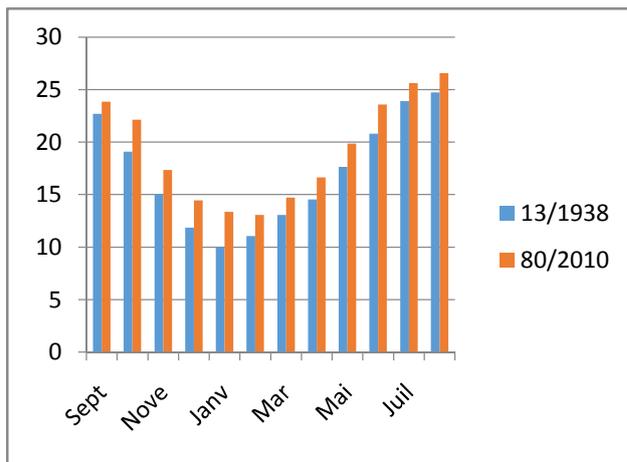


Figure n° 22 : Evolution des températures à Skikda

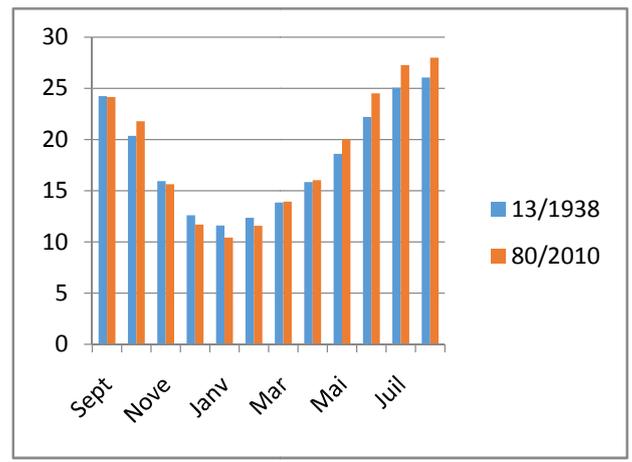


Figure n° 23 : Evolution des températures à Jijel

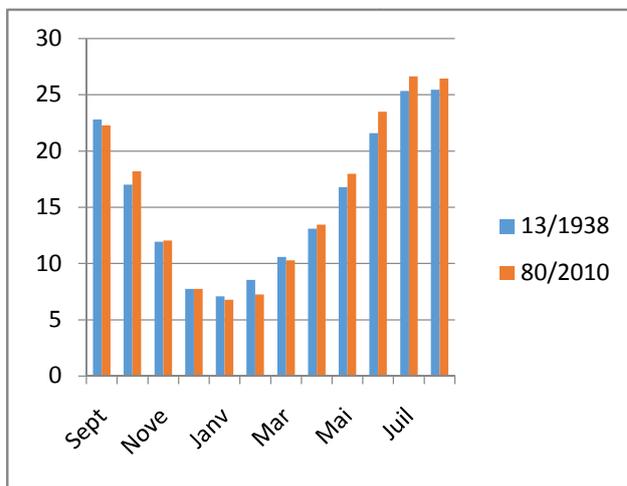


Figure n° 24 : Evolution des températures à Constantine

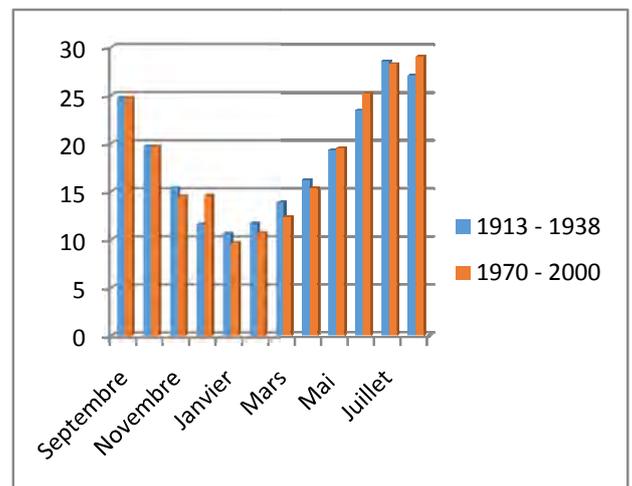


Figure n° 25 Evolution des températures à El Milia

Ce constat est préoccupant pour la végétation, car celle ci est concentrée essentiellement sur cette partie nord sujette à des hausses conséquentes. L'augmentation généralisée des températures annuelles et estivales en particulier, porte préjudice au bon développement de la végétation ; les fortes chaleurs entraînant une augmentation des besoins en eau des plantes et une moindre disponibilité de l'eau dans le sol.

Tab n° 20 : variation mensuelle des températures moyennes
Minimales

| | | janvier | février | mars | avril | mai | Juin | juillet | Aout | septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|-------------|-------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|
| Jijeli | 1913 - 1938 | 8,3 | 8,8 | 9,9 | 11,8 | 14,6 | 18,1 | 20,8 | 21,9 | 20,1 | 16,4 | 12,2 | 9,2 |
| | 1978 - 2004 | 8,92 | 8,92 | 10,07 | 11,47 | 14,75 | 18,42 | 20,92 | 22,21 | 20,06 | 16,91 | 13,07 | 10,23 |
| Skikda | 1913 - 1938 | 7,4 | 7,4 | 9 | 10,1 | 13,4 | 16,8 | 19,4 | 20,4 | 18,7 | 15,2 | 11,5 | 8,7 |
| | 1978 - 2004 | 8,72 | 8,85 | 10,17 | 11,7 | 14,88 | 18,41 | 21,11 | 22,16 | 20,05 | 16,85 | 12,82 | 10,02 |
| CONSTANTINE | 1913 - 1938 | 2,9 | 3,8 | 5,4 | 7,3 | 10,5 | 15,1 | 17,9 | 18,1 | 16,4 | 11,3 | 6,9 | 3,4 |
| | 1978 - 2004 | 2,48 | 3,03 | 4,75 | 6,72 | 10,66 | 15,23 | 17,94 | 18,56 | 15,36 | 11,33 | 6,92 | 3,86 |

Tab n° 21 : variation mensuelle des températures
moyennes maximales

| | | janvier | Février | mars | avril | mai | Juin | juillet | Aout | septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|-------------|-------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|-------|-----------|---------|----------|----------|
| Jijeli | 1913 - 1938 | 14,9 | 15,9 | 17,8 | 19,9 | 22,6 | 26,3 | 29,3 | 30,2 | 28,4 | 24,3 | 19,7 | 16 |
| | 1978 - 2004 | 15,89 | 16,09 | 17,63 | 19,3 | 21,96 | 25,65 | 28,76 | 29,66 | 27,49 | 24,46 | 20,05 | 17,11 |
| Skikda | 1913 - 1938 | 13,7 | 14,7 | 17,1 | 19 | 21,9 | 24,8 | 28,4 | 29,1 | 26,7 | 23 | 18,6 | 15 |
| | 1978 - 2004 | 16,32 | 16,52 | 17,83 | 19,53 | 21,95 | 25,33 | 28,25 | 28,98 | 27,24 | 24,62 | 20,44 | 17,63 |
| CONSTANTINE | 1913 - 1938 | 11,3 | 13,3 | 15,8 | 18,9 | 23,1 | 28,9 | 32,8 | 32,8 | 29,2 | 22,7 | 17 | 12,1 |
| | 1978 - 2004 | 11,71 | 13,29 | 15,69 | 18,55 | 23,96 | 30 | 33,84 | 33,81 | 28,7 | 23,34 | 16,73 | 12,86 |

Les températures minimales moyennes

D'une façon générale la comparaison des températures minimales moyennes de la série Seltzer (1913 – 1938) et de la série actuelle disponible (1978 – 2004) fait ressortir que celles des stations littorales (Skikda et Jijel) ont connu une évolution durant tous les mois de l'ordre de 0,90 °C , contrairement à la station de Constantine qui connaît une baisse de ses températures moyennes minimales par rapport à la période de Seltzer, pendant les mois de Janvier , Février , Mars et Avril .

Les températures moyennes maximales les plus faibles sont enregistrées pendant le mois de Janvier pour l'ensemble des stations ; elles varient entre 15,9 °C et 16,32 °C pour les stations littorales , pour la station de Constantine elle est de l'ordre de 11,71 °C .

Les moyennes maximales les plus élevées sont observées au mois d'Aout elles oscillent pour les stations côtières entre 28,98 et 29,66 °C , et pour l'intérieur, elles dépassent les 30°C : la station de Constantine atteint 33,84 au mois de juillet .

En conclusion les amplitudes thermiques déjà importantes en zones intérieures s'amplifient, et sur le littoral, elles tendent à se réduire.

| | | septembre | octobre | Novembre | Décembre | Janvier | février | mars | avril | mai | juin | juillet | aout | Année |
|-------------|-------------|-----------|---------|----------|----------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-------|
| Dijdjeli | 1913 - 1938 | 6 | 11 | 14 | 15 | 15 | 12 | 12 | 10 | 8 | 5 | 1 | 2 | 111 |
| | 1980 - 2011 | 7 | 8 | 12 | 13 | 12 | 10 | 9 | 9 | 6 | 2 | 1 | 2 | 91 |
| Elmilia | 1913 - 1938 | 6 | 10 | 13 | 16 | 16 | 13 | 13 | 10 | 9 | 5 | 2 | 2 | 115 |
| | 1980 - 2011 | 4 | 6 | 9 | 10 | 9 | 9 | 7 | 7 | 4 | 1 | 1 | 1 | 68 |
| Constantine | 1913 - 1938 | 6 | 10 | 11 | 13 | 14 | 12 | 11 | 9 | 8 | 5 | 2 | 4 | 105 |
| | 1980 - 2011 | 8 | 8 | 11 | 13 | 13 | 11 | 11 | 11 | 8 | 5 | 3 | 4 | 106 |
| el harrouch | 1913 - 1938 | 6 | 3 | 10 | 12 | 18 | 11 | 10 | 9 | 7 | 3 | 1 | 2 | 92 |
| | 1980 - 2011 | 5 | 6 | 9 | 11 | 11 | 9 | 8 | 8 | 5 | 3 | 1 | 1 | 77 |

Tab n°22 : Evolution des nombres de jours de pluie

Comparaison des températures estivales

| | | periode | Juin | Juillet | Aout | Septe | Octobre | Total | Moyenne |
|--------------------|---------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|---------------|--------------|---------|
| | | 13/38 | 21,55 | 25,35 | 25,45 | 22,8 | 17 | 112,15 | 22,43 |
| Constantine | 80/2010 | 23,52 | 26,64 | 26,44 | 22,28 | 18,21 | 117,09 | 23,42 | |
| | 13/38 | 20,8 | 23,9 | 24,75 | 22,7 | 19,1 | 111,25 | 22,25 | |
| Skikda | 80/2010 | 23,6 | 25,62 | 26,56 | 23,84 | 22,14 | 121,76 | 24,35 | |
| | 13/38 | 22,2 | 25,05 | 26,05 | 24,25 | 20,35 | 117,9 | 23,58 | |
| Jijel | 80/2010 | 24,51 | 27,26 | 27,99 | 24,16 | 21,78 | 125,7 | 25,14 | |

Tab n° 23 : Evolution des températures estivales

Ainsi, nous assistons actuellement à une élévation des températures , souvent accompagnée par une baisse des précipitations, et une sécheresse prolongée.

4.2 Baisse des précipitations

Contrairement aux températures, les précipitations moyennes sur ces 30 dernières années ont diminué au niveau de toutes les stations. Pour l'ensemble de la région , on enregistre une baisse de plus de 17% . elles sont passées de 848 mm pour la période 1913-1938 à 699 mm pour la période actuelle. "(cf fig n° 26 , 27 , 28 , 29 , 30) "

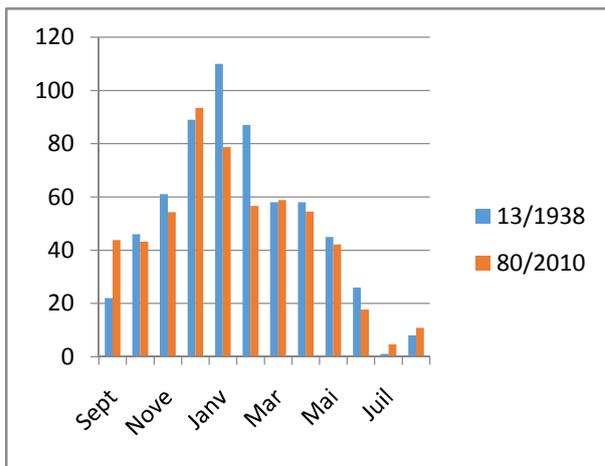


Fig n° 26 : Evolution des précipitations Constantine

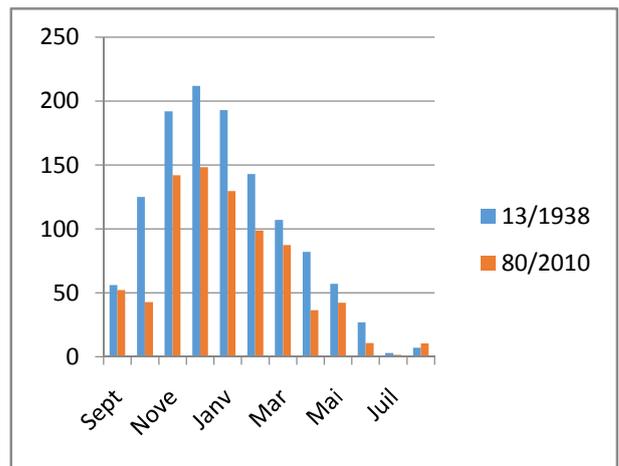


Figure n° 27 : Evolution des précipitations Jijel

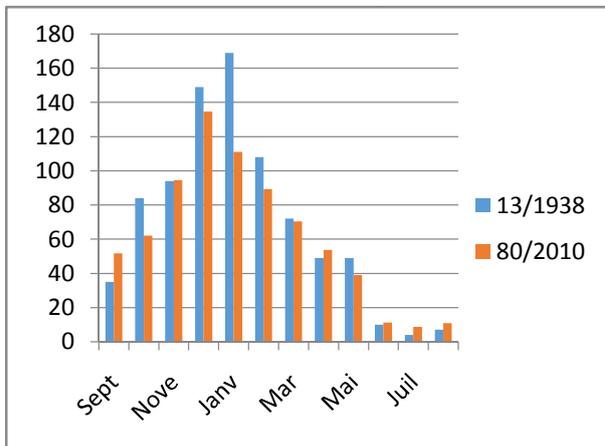


Figure n° 28 : Evolution des précipitations Skikda

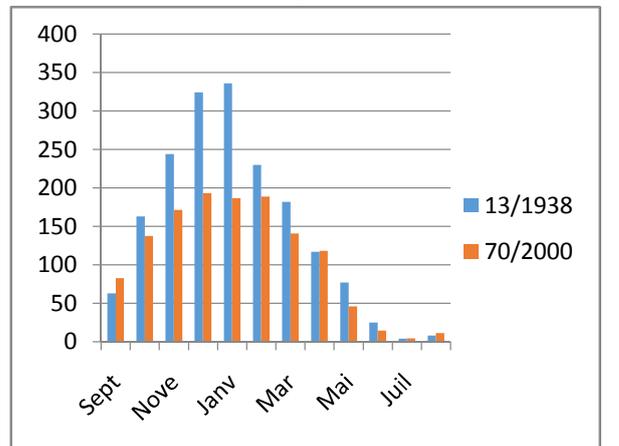


Figure n° 29 : Evolution des précipitations Zitouna

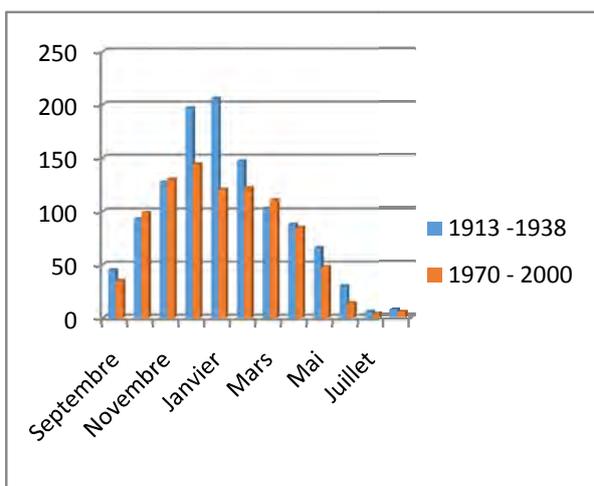


Figure n° 30 : Evolution des précipitations El Milia

| Localité | Période | Septembre | Octobre | Novembre | décembre | Janvier | février | mars | avril | Mai | Juin | Juillet | Aout |
|-----------------|--------------------|--------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|--------------|--------------|-------------|--------------|
| | 1913 -1938 | 22 | 46 | 61 | 89 | 110 | 87 | 58 | 58 | 45 | 26 | 1 | 8 |
| const | 1980-2010 | 43,78 | 43,21 | 54,27 | 93,46 | 78,73 | 56,65 | 58,84 | 54,47 | 42,17 | 17,68 | 4,71 | 10,86 |
| | 1913 -1938 | 56 | 125 | 192 | 212 | 193 | 143 | 107 | 82 | 57 | 27 | 3 | 7 |
| jijel | 1980 – 2010 | 52,2 | 42,71 | 141,89 | 148,18 | 129,64 | 98,87 | 87,45 | 36,49 | 42,25 | 10,56 | 1,53 | 10,33 |
| | 1913 -1938 | 35 | 84 | 94 | 149 | 169 | 108 | 72 | 48 | 48 | 10 | 4 | 7 |
| skikda | 1980-2010 | 51,68 | 62,05 | 94,58 | 134,55 | 110,98 | 89,35 | 70,44 | 53,65 | 39,04 | 11,29 | 8,8 | 10,97 |
| | 1913 -1938 | 61 | 97 | 135 | 176 | 190 | 128 | 85 | 63 | 44 | 15 | 2 | 6 |
| zitouna | 1970-2000 | 82,72 | 137,6 | 171,25 | 193,28 | 186,56 | 188,57 | 140,74 | 118 | 46,16 | 14,47 | 4,62 | 11,1 |
| | 1913 -1938 | 45 | 93 | 127 | 197 | 206 | 147 | 103 | 88 | 66 | 30 | 6 | 7 |
| el milia | 1970-2000 | 35,19 | 99,17 | 130,34 | 143,82 | 120,87 | 121,94 | 111,37 | 84,89 | 47,7 | 14,19 | 3,9 | 5,25 |

Tab n° 24 Evolution des précipitations (1913 – 1938) , (1970 – 2000) et (1980 – 2010)

Source Seltzer. ANRH

Nous remarquons toutefois, pour la période estivale,(cf tableau n°24) une certaine augmentation des précipitations suite à la multiplication des pluies orageuses ,mais les quantités restent faibles et ne représentent que 11% de la totalité des pluies annuelles contre 8% pour la période Seltzer .

| | Skikda | Constantine | Jijel |
|------------------|---------------|--------------------|--------------|
| 1913-1938 | 56 mm | 62 mm | 93 mm |
| 1976-2007 | 82,74 mm | 77,03 mm | 74,62 mm |

Tab 25 : Evolution des précipitations estivales (1913 -1938) et (1976 – 2007)

L'étude comparative des moyennes pluviométriques saisonnières révèle que la distribution temporelle des pluies n'a cependant pas changé .Les 2 séries maintiennent les mêmes régimes pluviométriques. La zone littorale et sublittoral se caractérisent par un régime monomodal (le mois le plus pluvieux est soit décembre ou janvier ;et la zone intérieure se singularise par un régime bimodal : un premier maximum en automne-hiver et un second maximum au printemps.

Le coefficient relatif saisonnier de Musset

Le caractère d'irrégularité temporelle des précipitations est par ailleurs une donnée fondamentale du climat .

Musset a défini cette notion , elle consiste à calculer la somme des précipitations par saison et à effectuer le classement des stations par ordre de pluviosité décroissant en désignant chaque saison par l'initiale P.H.E. ou A , désignant respectivement le printemps , l'hiver , l'été et l'automne .

$$\text{Crs} = \frac{\text{Ps} \times 4}{\text{Pa}}$$

Ps : Précipitations saisonnières

Pa : Précipitations annuelles

Crs : Coefficient relatif saisonnier de Musset

| Localités | Périodes | Hiver | | Automne | | Printemps | | Eté | | pluviosité annuelle | Régime Pluvial |
|-------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|---------------|-------------|--------------|-------------|---------------------|----------------|
| | | P (mm) | Crs | P (mm) | Crs | P (mm) | Crs | P (mm) | Crs | | |
| Jijel | 1913 - 1938 | 548 | 1,82 | 373 | 1,24 | 246 | 0,82 | 37 | 0,12 | 1204 | HAPE |
| | 1980 -2010 | 376,69 | 1,88 | 236,8 | 1,18 | 166,19 | 0,83 | 22,42 | 0,11 | 802,1 | HAPE |
| Skikda | 1913 - 1938 | 426 | 2,06 | 213 | 1,03 | 168 | 0,81 | 21 | 0,1 | 828 | HAPE |
| | | 334,88 | 1,82 | 208,31 | 1,13 | 163,13 | 0,88 | 31,06 | 0,17 | 737,38 | HAPE |
| Constantine | 1913 - 1938 | 286 | 1,87 | 129 | 0,84 | 161 | 1,05 | 35 | 0,23 | 611 | HPAE |
| | 1980 -2010 | 228,84 | 1,64 | 141,26 | 1,01 | 155,48 | 1,11 | 33,25 | 0,24 | 558,83 | HPAE |
| Taher | 1913 - 1938 | 535 | 1,82 | 345 | 1,17 | 263 | 0,89 | 36 | 0,12 | 1179 | HAPE |
| | 1980 -2010 | 444,02 | 1,80 | 294,04 | 1,19 | 219,93 | 0,89 | 27,86 | 0,11 | 985,85 | HAPE |
| Zitouna | 1913 - 1938 | 890 | 2,01 | 470 | 1,06 | 376 | 0,85 | 37 | 0,08 | 1773 | HAPE |
| | 1970 -2000 | 568,41 | 1,76 | 391 | 1,21 | 304,88 | 0,94 | 30,19 | 0,09 | 1294,48 | HAPE |
| Elmilia | 1913 - 1938 | 550 | 1,97 | 265 | 0,95 | 257 | 0,92 | 43 | 0,15 | 1115 | HAPE |
| | 1970 -2000 | 386,63 | 1,68 | 264,7 | 1,15 | 243,96 | 1,06 | 23,34 | 0,1 | 918,63 | HAPE |
| Mila | 1913 - 1938 | 261 | 1,73 | 142 | 0,94 | 159 | 1,06 | 40 | 0,27 | 602 | HPAE |
| | 1970 - 2000 | 192,13 | 1,57 | 119,48 | 0,98 | 146,91 | 1,2 | 29,53 | 0,24 | 488,05 | HPAE |

Tab n° 26 : Coefficient relatif saisonnier de MUSSET :

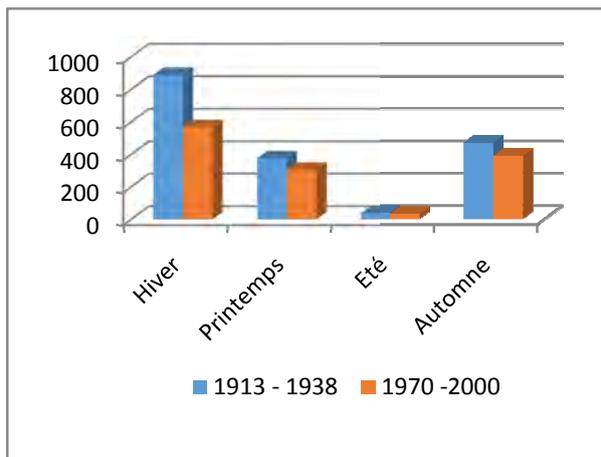


Figure n°31 : Régime saisonnier Zitouna

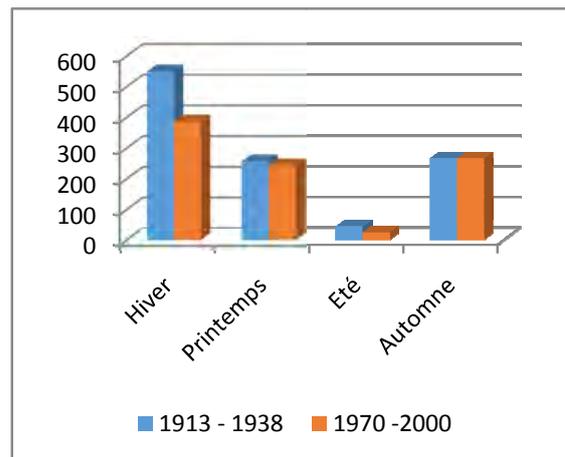


Figure n° 32 : Régime saisonnier El milia

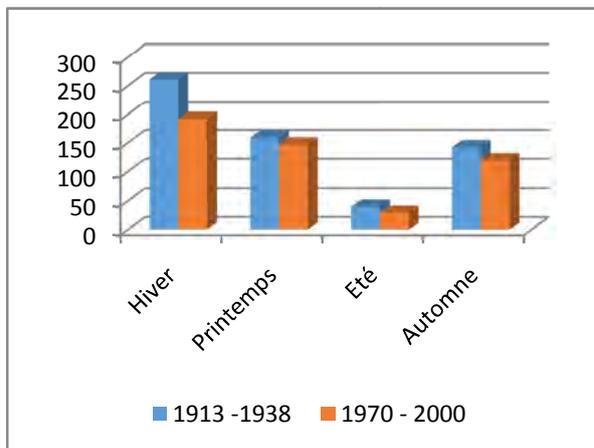


Figure n°33 : Régime saisonnier Mila

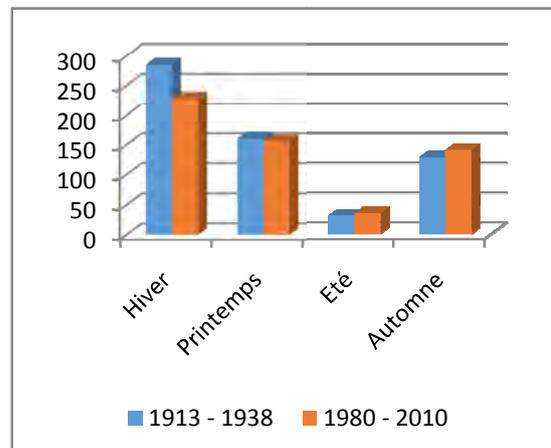


Figure n° 34 : Régime saisonnier Constantine

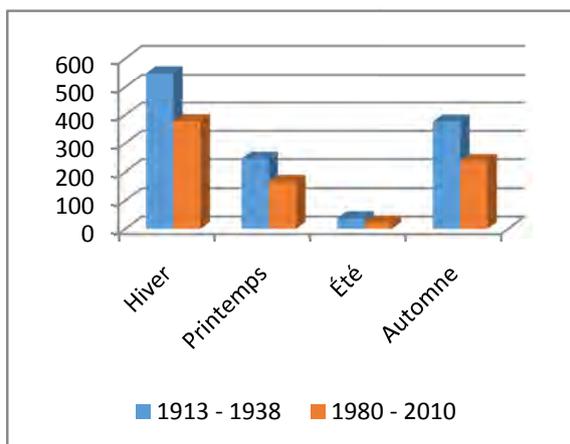


Figure n° 35 : Régime saisonnier Jijel

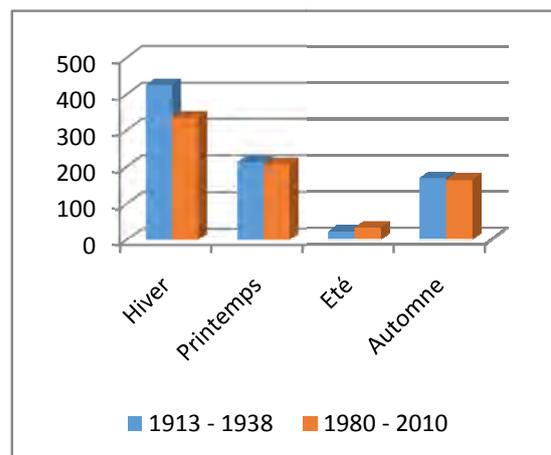


Figure n° 36 : Régime saisonnier Skikda

Régime saisonnier des précipitations

Le régime saisonnier de type HPAE caractérise la zone littorale avec une abondance pluviale en hiver et une sécheresse estivale associée à un second maximum de précipitations en Automne et un second minimum au printemps pour les deux périodes avec une nette diminution de la pluviosité en hiver pour la période récente. La région intérieure se singularise par un régime du type HPAE pour les 2 séries ,avec une régression des volumes de pluies en hiver et en Automne .(cf fig n°33,34)

De façon générale, il semble y avoir une corrélation entre l'augmentation des températures et la baisse de la pluviométrie.

« La superposition des données des températures et des précipitations fait ressortir nettement les secteurs qui semblent les plus affectés par cette évolution et les plus contraignants pour la couverture végétale. Il s'agit de quelques pôles de chaleur et de sécheresse localisés plus à l'ouest qu'à l'est du Tell » (TATAR,2012) ; L'exemple des stations de Jijel et El Milia . illustrent parfaitement cette situation. C'est un secteur chaud et sec en période végétative qui met en difficulté la plus part des plantes, et le phénomène tend à s'accroître.

Chapitre II : La synthèse climatique

1. Introduction

Les milieux chauds et humides offrent les meilleures conditions de développement de la végétation ; à condition que l'eau soit disponible , la température favorise l'accroissement des échanges chlorophylliens , l'absorption de CO₂ et la production de composés organiques

« Le froid hivernal ne représente pas une contrainte pour la plus part des essences feuillues ou des essences résineuses , contrairement à la sécheresse , qui avec sa durée et son intensité représente un facteur limitant plus sélectif. »(TATAR.H,2004)

Pour estimer cette sécheresse, et pour déterminer d'une façon quantitative les divers degrés de la sécheresse physiologique , les naturalistes et les géographes depuis plus d'un siècle ont proposé des méthodes de synthèses numériques à partir des moyennes thermiques et pluviométriques.

Les synthèses climatiques sont exprimées par des indices tels que l'indice de Gausse , de Moral , de De Martonne

Les bilans hydriques permettent également d'estimer la sécheresse et plus exactement de déterminer le stress hydrique auquel fait face la végétation(Bilan selon CW Thornthwaite 1931 .H.L Penman (1948) et par L. Turc (1953).

2. Indice de DE MARTONNE

DE MARTONNE(1926), a défini un indice d'aridité , pour évaluer l'intensité de la sècheresse. Il s'exprime par la relation suivante :

$$I = P / T + 10$$

P : pluviométrie moyenne annuelle

T : Température moyenne annuelle en ° C

Cet indice associe les précipitations moyennes annuelles aux températures moyennes annuelles, il est d'autant plus faible que le climat est plus aride .

| | Periodes | Pluie (mm) | Température °C | I = P/T+10 | Type de climat |
|--------------------|--------------------|---------------|----------------|--------------|---------------------|
| | 1913 – 1938 | 828 | 17,08 | 30,58 | humide |
| Skikda | 1980-2010 | 737,37 | 19,27 | 25,19 | Sub - humide |
| | 1913 – 1938 | 611 | 15,67 | 23,8 | Sub – humide |
| Constantine | 1980-2011 | 558,83 | 16,05 | 21,45 | Sub - humide |
| | 1913 – 1938 | 1204 | 18,23 | 42,65 | Humide |
| Jijel | 1980 – 2009 | 802,1 | 18,75 | 27,9 | Sub - humide |
| | 1913 – 1938 | 1115 | 18,51 | 39,11 | Humide |
| El milia | 1970-2000 | 918,63 | 18,62 | 32,10 | Humide |

Tab n° 27 : Evolution de l'indice d'aridité annuelle de DEMARTONE

Etabli pour les deux séries (Seltzer et la période actuelle), l'indice de DE MARTONNE indique une tendance vers l'aridité .

En comparant les valeurs de cet indice pour les deux périodes , on remarque qu'il baisse chronologiquement d'où une aridité croissante . La plus importante est celle de Jijel qui se déplace de l'étage humide à l'étage Sub - humide, de Skikda qui se déplace également de l'étage humide vers l'étage sub humide ,son indice d'aridité passe de 30.58 à 25,19 .Quant à Constantine, elle demeure dans un même étage mais subit un glissement vers le bas, ce qui signifie un glissement vers une sécheresse accrue.

L'indice annuel de De Martonne est peu représentatif pour notre zone d'étude, car basé sur l'aridité il permet tout juste de délimiter les trois grands domaines bioclimatiques , le premier humide qui représente la frange littorale , le second qui couvre tout le Tell , et une partie des hautes plaines, c'est le sub humide ; le troisième s'étend jusqu'au piémont saharien ,il représente l'étage semi-aride., ce qui ne reflète pas tout a fait la réalité .

A ce moment , il est nécessaire de calculer l'indice mensuel pour aboutir à des résultats plus probants. L'indice mensuel qui se formule ainsi : $(i = 12P/[T+10])$ permet de définir mois par mois le degré d'humidité ou de sécheresse .

| | | Janvier | Février | mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | décembre |
|-------------|-------------|---------|---------|-------|-------|-------|-------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| constantine | 1913 – 1938 | 77,19 | 56,28 | 33,79 | 30,13 | 20,15 | 9,89 | 0,34 | 2,71 | 8,05 | 20,44 | 33,35 | 60,17 |
| | 1980 – 2010 | 56,34 | 39,41 | 34,8 | 27,86 | 18,08 | 6,33 | 1,54 | 3,58 | 16,28 | 18,38 | 29,55 | 63,18 |
| jijel | 1913 – 1938 | 107,22 | 76,78 | 53,84 | 38,07 | 23,92 | 10,06 | 1,03 | 2,33 | 19,62 | 49,42 | 88,79 | 112,57 |
| | 1980 – 2010 | 76,22 | 54,95 | 43,82 | 16,82 | 16,88 | 3,67 | 0,49 | 3,26 | 18,34 | 16,13 | 66,41 | 81,98 |
| skikda | 1913 – 1938 | 98,69 | 61,57 | 37,48 | 23,46 | 20,83 | 3,9 | 1,42 | 2,42 | 12,84 | 34,64 | 45,03 | 81,83 |
| | 1980 – 2010 | 57,03 | 46,52 | 34,18 | 24,17 | 15,69 | 4,03 | 2,96 | 3,6 | 18,33 | 23,17 | 41,5 | 66,01 |
| el milia | 1913 – 1938 | 119,71 | 81,29 | 51,82 | 40,31 | 27,03 | 10,78 | 1,87 | 2,27 | 15,54 | 37,58 | 60,12 | 109,44 |
| | 1970 – 2000 | 73,78 | 70,72 | 59,82 | 40,25 | 19,41 | 4,84 | 1,22 | 1,62 | 12,17 | 40,07 | 63,81 | 70,18 |

Tab n° 28 : Evolution de l'indice d'aridité mensuel de De Martonne

L'indice d'aridité mensuel montre que les besoins en eau augmentent inversement à la température et ne traduit pas une relation constante .Il permet de définir si le mois est sec ou humide.

3. INDICE XEROTHERMIQUE D'EMBERGER

EMBERGER (1942) a caractérisé l'importance et l'intensité de la sécheresse estivale par l'indice S

$$S = \frac{PE}{M}$$

PE : somme des précipitations moyennes estivales

Plus la valeur de S est élevée , plus le climat tend vers l'humidité et plus la valeur s'atténue , plus le climat tend vers la sécheresse.

M : moyenne des températures du mois le plus chaud

| | | PE | M | S = PE/M |
|--------------------|--------------------|--------------|--------------|-------------|
| | 1913 -1938 | 33,25 | 25,45 | 1,38 |
| Constantine | 1980-2011 | 37 | 26,64 | 1,25 |
| | 1913 -1938 | 22,42 | 26,05 | 1,42 |
| Jijel | 1980 – 2009 | 21 | 27,99 | 0,80 |
| | 1913 -1938 | 31,06 | 24,75 | 0,85 |
| Skikda | 1980-2010 | 23 | 26,56 | 1,17 |
| | 1913 -1938 | 43 | 28,55 | 1,51 |
| el milia | 1970-2000 | 23,34 | 29 | 0,80 |

Tab n° 29 : Evolution de l'indice xérothermique d'Emberger

L'indice xérothermique permet de déterminer l'intensité de la sécheresse estivale ;Son calcul a permis d'apprécier le degré de sécheresse estivale de notre région, notion très importante dans le déclenchement des incendies.

4. Diagrammes Ombro - thermiques de Bagnouls et Gausсен

Le diagramme ombrothermique de BAGNOLS et GAUSSEN (1953) permet de définir pour chaque station la durée de la période sèche en mettant en regard précipitations et température , en admettant que le mois est sec lorsque P est inférieur ou égal à 2T (cf fig° de 37 à 44)

Diagrammes ombro - thermiques

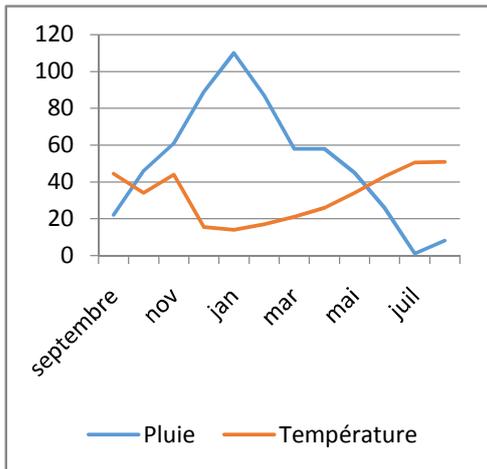


Figure 37 : Constantine 1913 – 1938

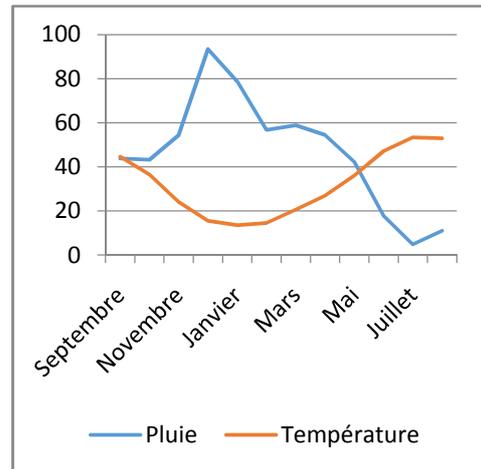


Figure 38 : Constantine 1980 – 2010

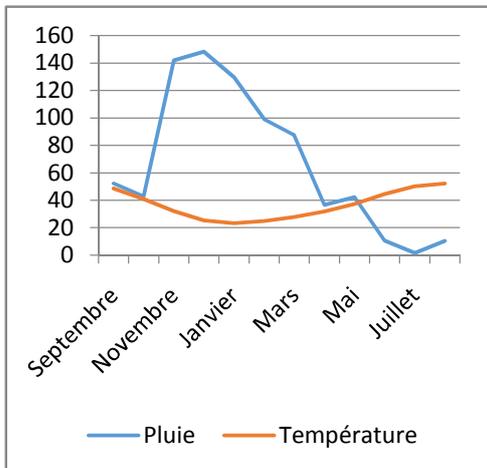


Figure n° 39 : Jijel 1913 – 1938

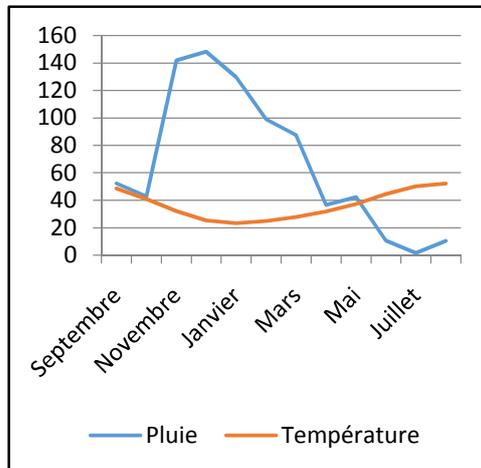


Figure n° 40 Jijel 1980 – 2010

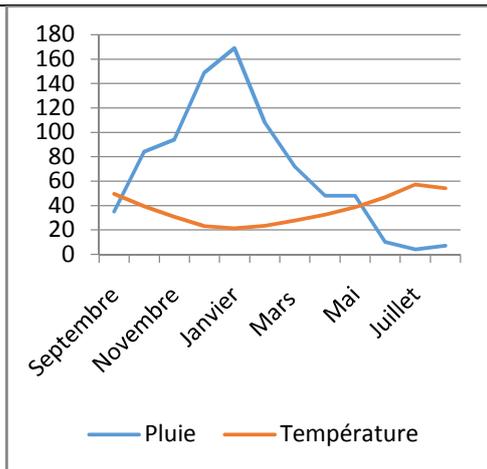


Figure n° 41 Skikda 1913 – 1938

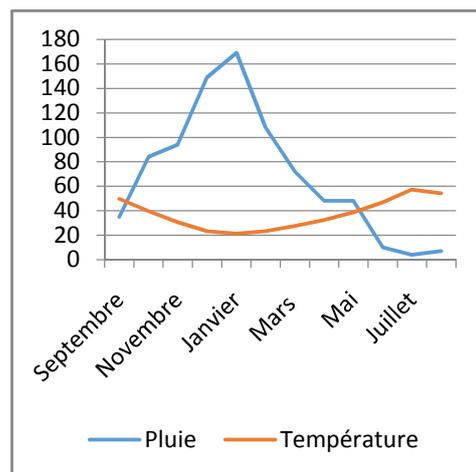


Figure n° 42 : Skikda 1980 – 2010

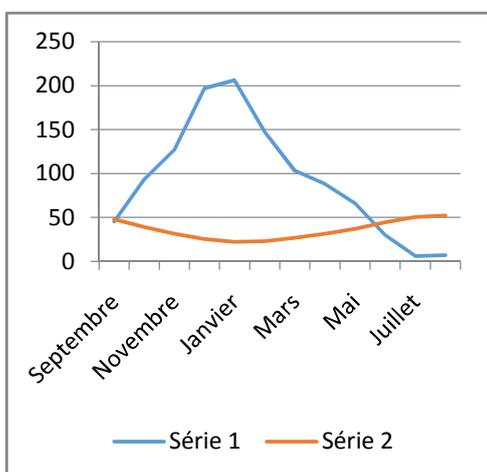


Figure n° 43 : El Milia 1913 – 1938

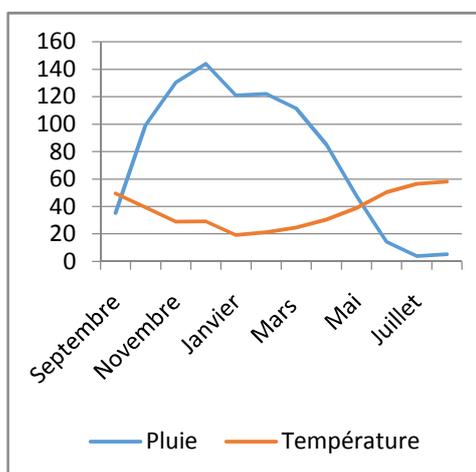


Figure n° 44 El Milia 1970 – 2000

L'observation des graphiques montre que La période sèche varie de 04 à 06 mois et elle est accentuée durant les mois de Juin , Juillet et Août pour l'ensemble des stations et pour les deux séries étudiées.

Dans la zone littorale , la saison sèche varie entre 5 mois (Jijel) et six mois (du mois d'Avril à Septembre) , pour la station de Skikda , la période s'étend du mi Mars à Septembre) .

La variation de la saison sèche entre les deux séries est plus remarquable dans le littoral , en effet pour la période récente l'amplitude de cette période s'étale de 15 jours (Skikda) à un mois (Jijel) par rapport à l'ancienne période .

5. Le quotient pluviométrique d'Emberger (1955) :

permet de saisir et de visualiser à travers un diagramme, cette situation. Calculé pour les deux périodes, il montre des décrochements significatifs. Il est établi en fonction de « m » (°C) et du Q₂. (Tatar..H,2014)

Où m : moyenne des minima du mois le plus froid,

Q₂ : quotient pluviométrique. Il est calculé comme suit $Q_2 = 2000 P / M^2 - m^2$

Où P : pluviosité moyenne annuelle exprimée en mm,

M : moyenne des maxima du mois le plus chaud exprimé en °K ($t^{\circ}K = t^{\circ}C + 273$),

m : moyenne des minima du mois le plus froid exprimé en ° K ($t^{\circ}K = t^{\circ}C + 273$).

Calculé pour les différentes stations et pour les deux périodes, l'analyse comparative permet de cerner d'une part l'état bioclimatique actuel de la région, et d'autre part, elle permet d'apprécier les modifications intervenues.

| | Période | précipitations | M ² | m ² | M ² - m ² | Q ² = 2000P/ M ² - m ² |
|-------------|-------------|----------------|----------------|----------------|---------------------------------|---|
| Constantine | 1913 – 1938 | 594 | 93513,64 | 76120,81 | 17392,83 | 68,3 |
| | 1978 -2004 | 537,8 | 94150,78 | 75889,23 | 18261,55 | 58,9 |
| JIJEL | 1913 – 1938 | 1204 | 91930,24 | 79129,69 | 12800,55 | 188,11 |
| | 1978 -2004 | 878 | 91603,07 | 79478,88 | 12124,19 | 144,83 |
| SKIKDA | 1913 – 1938 | 830 | 91264,41 | 78624,16 | 12640,25 | 131,32 |
| | 1978 -2004 | 758,7 | 91191,92 | 79366,16 | 11825,76 | 128,31 |

Tab n° 30 : Quotient pluviométrique d'Emberger

L'analyse comparative du Q₂ de l'ancienne et de la nouvelle période permet de cerner l'état bioclimatique actuel et d'apprécier les modifications intervenues .

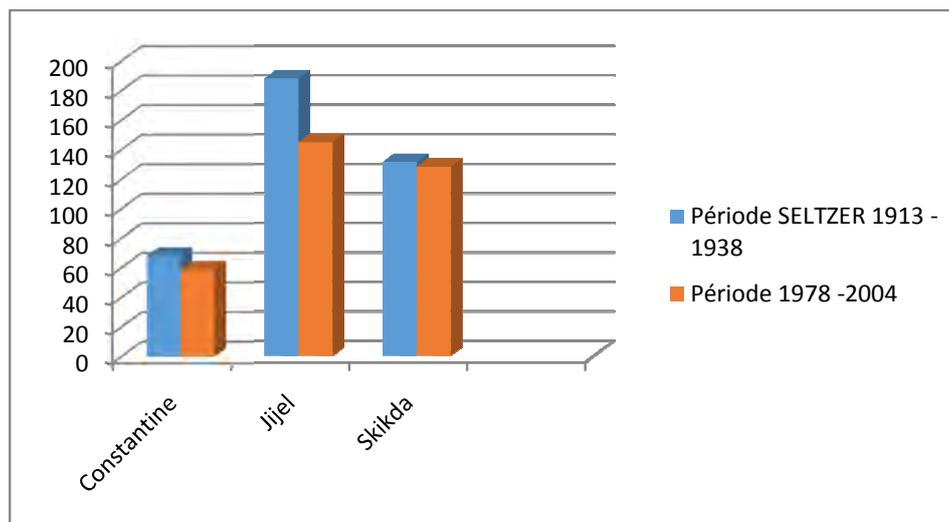


Figure 45 : Evolution du quotient pluviométrique d'Emberger

| | Q₂ Période Seltzer | Q₂ Période récente |
|--------------------|--------------------------------------|--------------------------------------|
| Constantine | 68,3 | 58,89 |
| Jijel | 188.11 | 144.83 |
| Skikda | 131.32 | 128.31 |

Tab n ° 31 : Récapitulatif du quotient pluviométrique d'Emberger

L'observation du climagramme d'Emberger montre des décrochements significatifs , ils se manifestent par un déplacement vertical ou latéral des stations.

Les glissements verticaux s'observent soit dans le même étage bioclimatique en passant d'une subdivision vers une autre c'est le cas de la station de Jijel qui passe de l'étage humide supérieur au l' humide inférieur , ou d'un étage vers un autre c'est le cas de la station de Constantine qui a subit une nette transition, en passant du subhumide frais au semi-aride frais témoignant d'une sécheresse accrue de la région.

Les déplacements des stations convergent vers le même sens ,elles subissent toutes un déplacement vertical, ce qui signifie que l'ensemble des stations tendent . vers un état de sécheresse accrue .

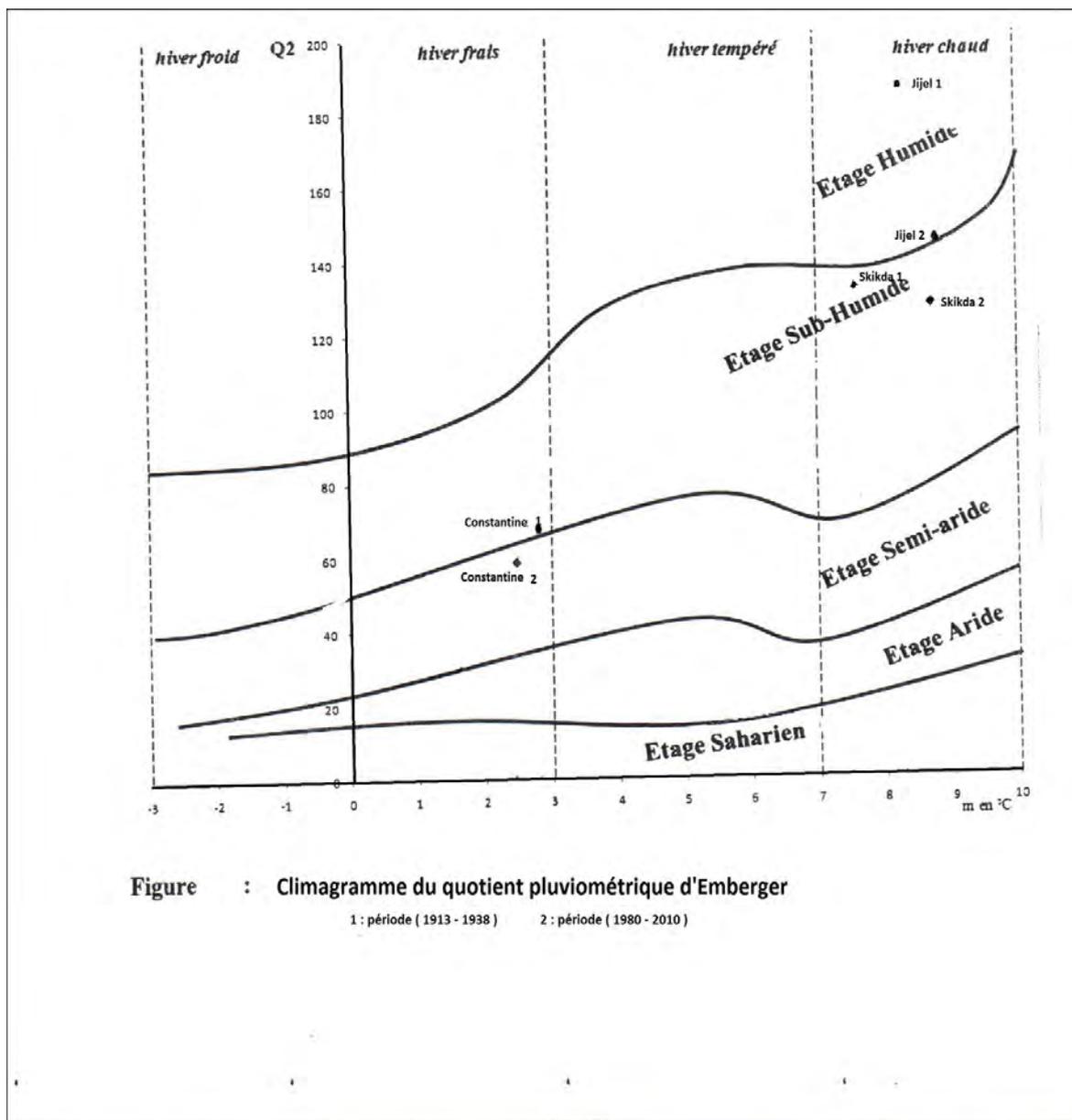


Figure 46 : Climagramme du quotient pluviométrique d'Emberger

Tous ces déplacements sur le climagramme traduisent la tendance vers une sécheresse accrue.

Les contraintes hydriques se font sentir partout dans le Tell Constantinois . La déshydratation qui intervient de plus en plus tôt et de plus en plus longtemps endurecissent les plantes contre les effets de la chaleur et dans certains cas peut entraîner un changement dans le métabolisme même des plantes.

« Le stress hydrique qui se produit généralement simultanément avec le stress thermique, limite la croissance et la production végétale. On peut l'apprécier grâce au calcul du déficit hydrique. »(Tatar.H,2012.)

6. Le déficit hydrique relatif, indicateur climatique pour la végétation forestière.

Comme nous avons pu le constater le climat du Tell Constantinois a évolué et montre un réchauffement (augmentation moyenne de 1,05°C des températures moyennes et pour la dernière décennie une augmentation de 1,1°C.

« Dans le contexte de réchauffement du climat mondial , l'étude des conséquences de cette évolution climatique régionale sur la végétation forestière passe par le choix d'indicateurs pertinents. Le déficit hydrique dont dépend la survie des arbres en est un bon, il est déterminant pour la pérennité des formations arborées. Il renseigne sur le degré de stress hydrique auquel sont soumis les végétaux. »(Tatar Hafiza,2010.)

Ce stress hydrique, n'est autre que le résultat d'un déséquilibre entre deux termes qui sont :

- les besoins en eau qui augmentent avec la température, l'ensoleillement et la vitesse du vent,
- et l'eau disponible qui dépend des précipitations durant la période végétative, et du stock d'eau accumulé dans les horizons supérieurs du sol durant l'hiver.

Ce stress hydrique semble avoir augmenté de façon plus ou moins significative ces dernières décennies avec l'évolution des conditions climatiques régionales comme l'indique les études réalisées par la FAO (voir fig n° 47) .

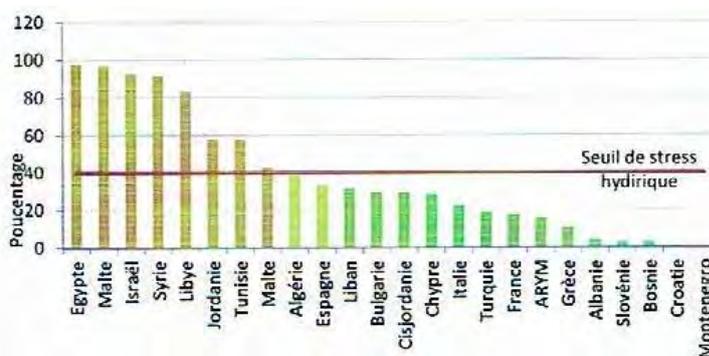


Fig n° 47 : Indice d'exploitation des ressources en eau renouvelables

Source : Plan bleu d'après Ewing et Al . 2010

Le calcul du déficit hydrique relatif annuel et saisonnier (période végétative) en montre l'évolution. En moyenne, le DHR annuel (déficit hydrique relatif : $DHR = (ETP - ETR) / ETP$). a connu une hausse passant de 53 % (1913-1938) à 57 % (1970-2010) et les conséquences immédiates sont la réduction de l'accroissement en volume des essences forestières ,et aussi et surtout l'augmentation de leur sensibilité face aux incendies.

Il est donc important d'évaluer le déficit hydrique actuel, afin de pouvoir appréhender son évolution future ,et en conséquence d'estimer la sensibilité des formations forestières face aux incendies. Un bilan hydrique est donc nécessaire.

6.1 Méthode de calcul du déficit hydrique relatif

Le bilan hydrique est un calcul qui chiffre sur un intervalle de temps donné, en fonction de certaines caractéristiques de fonctionnement, les entrées et pertes d'eau d'un système, en l'occurrence le système Sol-Plante.

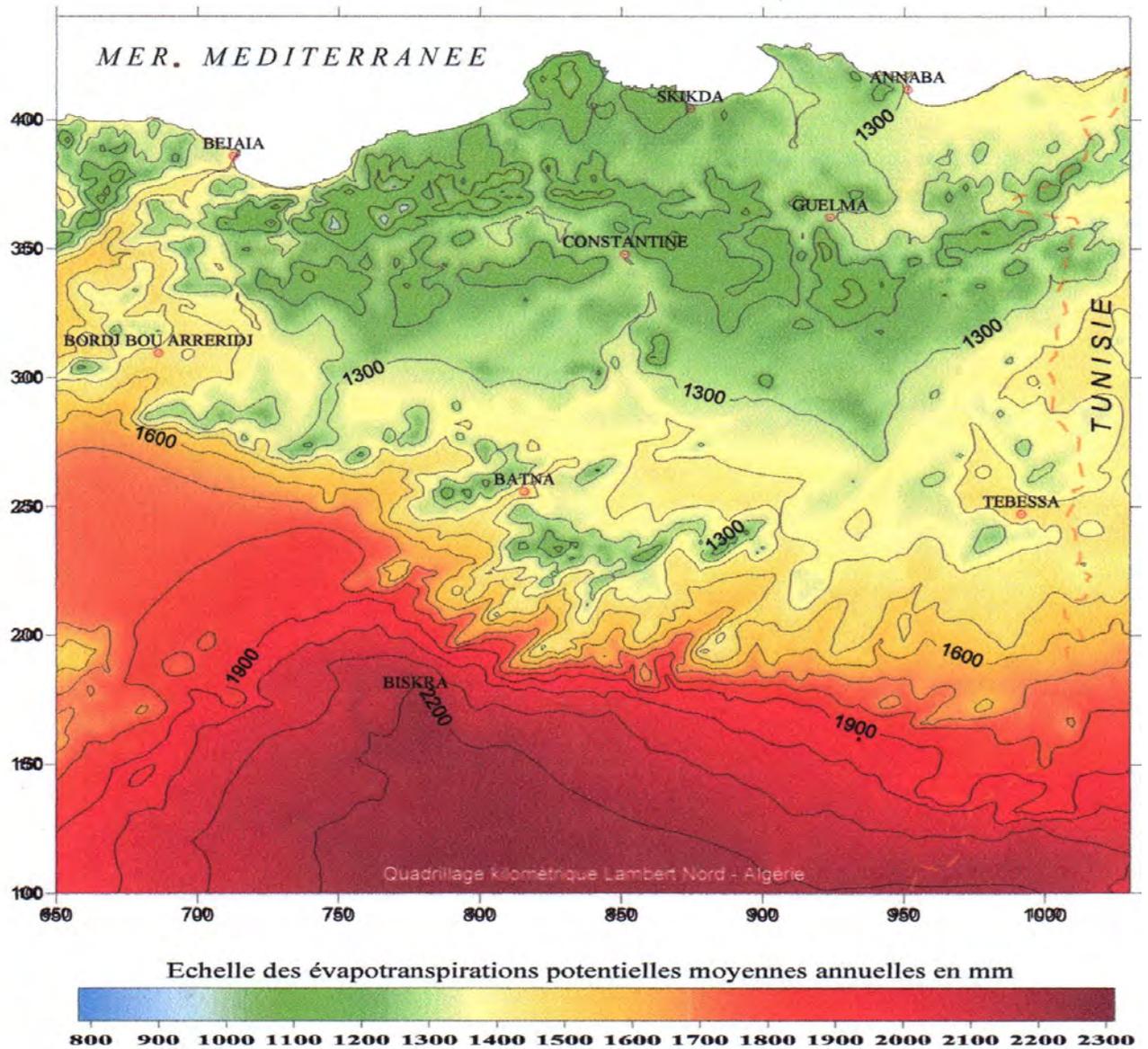
Pour ce type de calcul, nous avons retenu parmi les nombreux modèles celui de **Thornthwaite** (Thornthwaite, 1948) car c'est un modèle simple pour lequel nous disposons des données nécessaires : précipitations et températures au pas de temps mensuel.

Ce calcul initialisé en janvier (avec une RU max) et réalisé sur l'année, fournit des valeurs d'ETP et d'ETR mensuelles indispensables pour déterminer le déficit hydrique relatif subi par la plante

Les calculs du déficit hydrique relatif annuel ont donc pu être réalisés pour la région selon les valeurs de la RU max à l'aide des données météorologiques sur les 2 périodes (1913-38 et , selon la disponibilité des données sur les dernières décennies 1980-2010).

6.2 Le déficit hydrique relatif annuel

Le déficit hydrique relatif annuel(DHR) actuel (avec une RU max initiale de 100mm) est partout élevé. Il varie de 51 à 62 % sur l'ensemble de la région et il présente une distribution hétérogène . Quoique toujours élevé sur le territoire national, comme le confirme la carte du déficit en eau (Cf n°11), ,il apparaît relativement plus faible sur le Tell Constantinois (< 63%), il est de 61 % à Constantine , 57 % à Jijel, de 54% à Boumalek (Mila). A Skikda, il est de 51 %, il passe de 60 % à El Milia et atteint 62 % à Taher.



Carte n° 11 : Zone d'évapotranspiration potentielle annuelle moyenne de l'Est Algérien

Sur la période Seltzer, les déficits relatifs annuels étaient nettement moins marqués. Ils sont estimés à 49% à Jijel, 48% à Skikda, et 54% à El Milia, en relation avec la variation du volume des précipitations.

| | DHR (%) annuel | | DHR (%) saisonnier | | DHR (%) estival | |
|--------------------|----------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------------|-----------------|
| | 1913-38 | Période récente | 1913-38 | Période récente | 1913-38 | Période récente |
| Constantine | 61 | 61 | 69 | 68 | 91 | 93 |
| Jijel | 49 | 57 | 62 | 66 | 91 | 95 |
| Skikda | 48 | 51 | 61 | 64 | 91 | 93 |
| El Milia | 54 | 60 | 66 | 72 | 91 | 95 |

Tab n° 32 : le déficit hydrique relatif entre la période Seltzer et la période récente

Le déficit hydrique relatif pour les mois de Mars à Septembre renseigne mieux sur l'intensité du stress hydrique auquel sont soumises les plantes, dans la mesure où il ne prend en compte que les besoins pendant la période de végétation.

Il est de manière générale beaucoup plus accentué que le DHR annuel, Il est partout supérieur à 60% et montre combien l'alimentation en eau est déficiente .Le déficit estival est encore plus accentué, supérieur à 90 % et souvent, il est à l'origine de nombreux dépérissements et à l'origine notamment de l'éclosion et de la propagation des incendies. Or, de façon globale, ces déficits ont augmenté de manière significative et continue, au cours des trente dernières années menaçant certaines espèces de disparition.

En conclusion , Les forêts de la région du Tell Constantinois constituées principalement du chêne liège et d'autres chênes caducifoliés exigeants en eau , connaissent une contrainte hydrique de plus en plus longue ; cette contrainte hydrique s'accroît au mois de Juillet et Août où l'activité végétale s'arrête totalement et plonge la région dans une ambiance quasi aride , ce qui l'expose , de façon incontestable, au risque incendie.

Conclusion

Le climat du Tell Constantinois est de type méditerranéen, soumis à l'influence de la mer, du relief et de l'altitude , il est caractérisé par une période de sécheresse variant de trois à quatre mois sur le littoral et allant jusqu'à cinq mois à l'intérieur .

Le régime pluviométrique est plus ou moins régulier avec un maximum en hiver et un minimum en été où on enregistre un déficit hydrique qui exerce de fortes contraintes sur le milieu naturel et rend le problème des incendies aigue .

Les hauteurs mensuelles des précipitations, tout comme les annuelles, s'écartent énormément de leur moyenne, et la répartition de la pluie des douze mois de l'année est généralement très différente d'une année à l'autre . Souvent les pluies interviennent hors la période végétative , et cette mauvaise répartition des pluies a une très fâcheuse influence sur la végétation .

La sécheresse estivale est une caractéristique du climat de la région , pendant les mois les plus chauds , les précipitations sont rares voir inexistantes .

Lorsque les années de sécheresse se succèdent (les années 80) , la végétation forestière subit un lourd tribut , l'année 1983 reste une année noire dans les annales des incendies de forêts en Algérie .

L'analyse comparative et le suivi des différents paramètres climatiques , confirment une convergence accrue vers l'aridité .

L'étude comparative des températures entre la période Seltzer et la période actuelle indique une hausse plus ou moins conséquente pour l'ensemble des stations , cette progression affecte toute la région mais elle est beaucoup plus prononcée au versant nord qu'au versant sud , ce qui favorise les incendies de forêts .

L'augmentation généralisée des températures annuelles et estivales en particulier porte préjudice au bon développement de la végétation .

Les fortes chaleurs entraînent une augmentation des besoins en eau des plantes et une moindre disponibilité de l'eau dans le sol , contrairement aux températures , les précipitations moyennes sur ces 30 dernières années ont diminué au niveau de toutes les stations pour l'ensemble de la région , on enregistre une baisse de 17 % .

D'après le calcul des différents paramètres d'aridité (Indice de Demartone , de Bagnouls et Gausson et du Quotient pluviométrique d'Emberger) , on assiste a un climat méditerranéen qui tend vers un état de sécheresse accrue .

Le stress hydrique qui se produit simultanément avec le stress thermique limite la croissance et la production végétale .

Le climat du Tell Constantinois a évolué , cette évolution est illustrée par un stress hydrique , qui a augmenté d'une façon significative , le déficit hydrique relatif annuel est passé de 53 % en (1913 – 1938) à 57 % en (1970 – 2010) , les conséquences immédiates sont la réduction des formations arborées. .

Le déficit estival est encore plus accentué , il est souvent à l'origine de nombreux dépérissements et à l'origine de l'éclosion et la propagation des incendies .

Chapitre III. Impact de la sécheresse sur les formations forestières :

1. les effets directs .

Les effets du changement climatique affectent les écosystèmes de multiples façons, depuis la modification de leurs aires de répartition, l'évolution du comportement des espèces et de leurs interactions ,jusqu'à la multiplication de divers facteurs de risque, notamment de feux de forêts, mais aussi de maladies et d'invasion d'espèces.

L'augmentation de la température provoque des déplacements de végétation en latitude et en altitude. Ainsi, on estime qu'un réchauffement d'1°C entraîne une migration de certaines espèces de l'ordre de 180 km vers le Nord ou de 150 m en altitude (Plan Bleu, 2009), ainsi qu'une modification des aires de distribution des agents pathogènes et de leurs vecteurs.

Les capacités et les rythmes d'adaptation et de déplacement sont propres à chaque espèce et sont également limités par les facteurs pédoclimatiques. Le rythme des extinctions d'espèces pourrait donc s'accélérer et les espèces endémiques devraient être tout particulièrement touchées.

Combiné à des périodes de sécheresse plus sévères, ce réchauffement favorise les feux de forêts ,objet de notre étude. Ces feux , dont la fréquence accrue peut compromettre la régénération de la végétation et conduire à une désertification accélérée ,ont retenu notre intérêt.

« Les écosystèmes forestiers, qui sont marqués par une certaine longévité et une certaine permanence, en dehors de toute agression exceptionnelle (incendie, tempête...), ont du mal à développer des capacités à s'adapter aux modifications brutales des conditions du milieu et des facteurs extérieurs. Le stress thermique et le stress hydrique auxquels ils sont souvent soumis ces dernières décennies les mettent en difficulté. Ils subissent des effets multiples tant sur le plan qualitatif(morpho-biochimie....substitution...) que sur le plan quantitatif. »(Tatar.H,2014)

La canicule les expose en plus à des effets indirects comme les incendies.

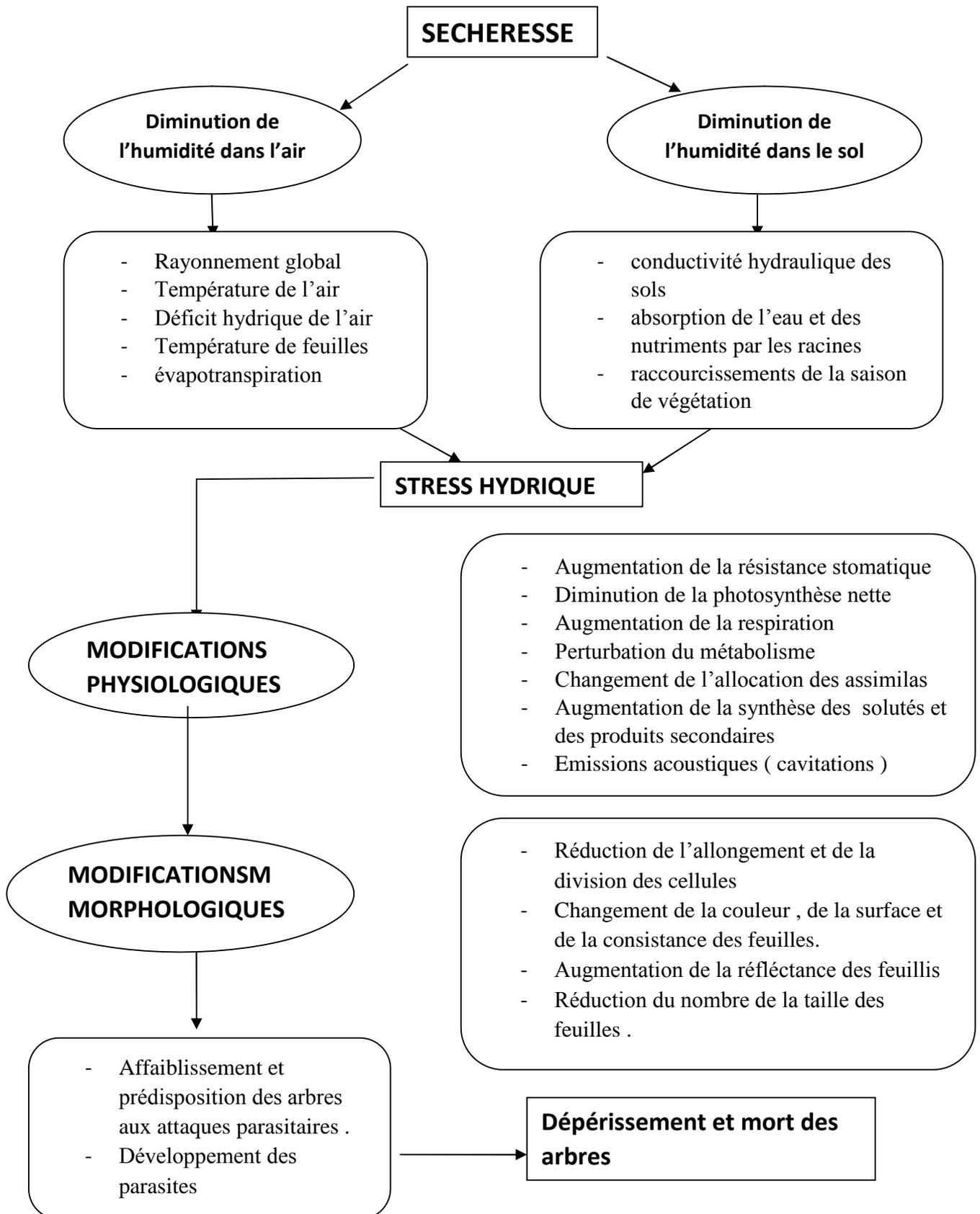


Figure n° 48 : dépérissement des arbres

2. Les effets indirects : Les incendies de forêt

Les incendies ont toujours parcouru les forêts méditerranéennes. En Algérie leur périodicité était marquée par un grand incendie à peu près une fois tous les 20 ans. Depuis une trentaine d'années, on assiste à une périodicité beaucoup plus courte, aux conséquences beaucoup plus graves. Souvent liés à une vague de chaleur exceptionnelle et à un déficit hydrique prononcé (1971, 1983, 1994.....) les incendies se sont multipliés dans l'espace et dans le temps.

Les incendies constituent aujourd'hui un véritable fléau. Il n'est pas nécessaire de rappeler en détail l'importance des dommages causés par les feux de forêts dans le monde.

Ils ont largement débordé les seules forêts, causant des pertes humaines, menaçant des agglomérations et les voies de communication, détruisant les cultures, compromettant le tourisme, dégradant les paysages, et créant des conditions favorables à l'érosion et à la désertification. Cela sans compter le manque à gagner sur le plan économique, par la perte d'importantes quantités de produits ligneux. Les incendies, phénomène naturel de régénération des forêts sont d'autant plus à craindre en région méditerranéenne que les peuplements formant sa forêt présentent une forte inflammabilité.

Ces spécificités favorisées par une sécheresse de plus en plus fréquente et de plus en plus longue, sont les principales causes des bilans catastrophiques des dernières décennies.

L'Algérie dont le patrimoine forestier est concentré le long de la côte, est l'un des pays les plus affectés par ce phénomène destructeur qu'est le feu.

Les bilans d'incendies affichés durant cette dernière décennie, considérée comme la plus chaude du siècle, enregistrent des pertes jamais égalées de surfaces forestières et de terres boisées et agricoles notamment en Espagne, Italie, Portugal et Algérie.

Dans le Tell Constantinois, lorsque nous comparons la courbe de la sécheresse exprimée par ETR et le nombre d'éclosions d'incendies, la relation est évidente. (fig 47).

Avec une sécheresse estivale de plus en plus longue et de plus en plus accrue, le risque incendie s'est amplifié. Il est partout présent.

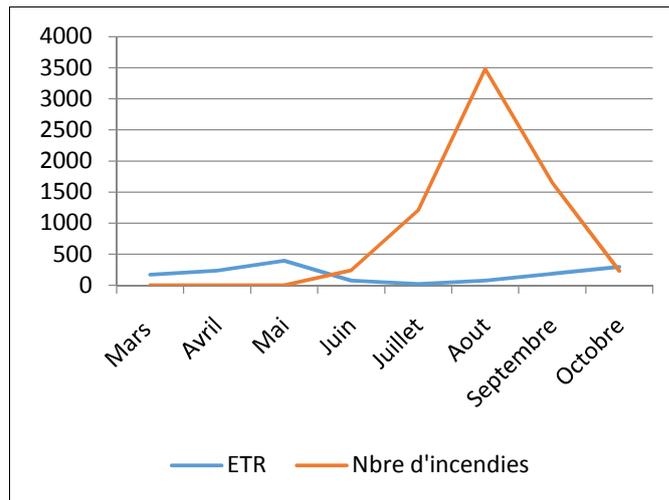


Figure 49 : Tell Constantinois Relation ETR – Nombre d'incendies 1985/2000(tatar.H)

3. Influence du climat sur les incendies de forêts dans le Tell Constantinois :

Le climat joue un rôle fondamental dans tout milieu naturel. Cependant, l'étude des facteurs climatiques à savoir la température, les précipitations, les vents, etc. et de leur influence représente une étape indispensable pour la compréhension des phénomènes écologiques d'un écosystème.

En effet, il existe une relation très étroite entre le comportement du feu et les conditions climatiques tout au long de l'année. Leurs incidences sur la végétation sont différentes pendant la saison estivale par rapport à l'automne, l'hiver ou le printemps. Dès les premières pluies d'Automne et jusqu'à la fin du Printemps, les feux en forêt sont moins vifs, peu animés, ralentis par la présence de combustibles trop humides pour faciliter l'inflammabilité. Donc, c'est pratiquement la sécheresse estivale qui prépare le matériel combustible et c'est la longue période de chaleur qui rend les forêts sensibles à l'incendie.

En raison des rapports étroits qui existent entre les incendies de forêts et le climat, la superficie totale des forêts brûlées chaque année varie beaucoup d'une année à l'autre en fonction des conditions météorologiques.

Dans ce contexte, nous essayerons de suivre la relation entre la fréquence des feux de forêts et quelques éléments climatiques durant la période sèche de l'année (Juin à Octobre) ainsi que la variation de ces fréquences au cours des années de la période d'étude (1980-2012).

Cette étude concerne seulement les wilayas de Constantine, Skikda et Jijel. La wilaya de Mila a été exclue de cette étude en raison du manque de données climatiques.

En nous fondant sur les données du tableau n° 33, nous remarquons qu'il y a une relation étroite entre les précipitations, la température et les surfaces incendiées. Ainsi, on constate qu'une augmentation des précipitations s'accompagne

souvent d'une diminution de la température et par conséquent une diminution des surfaces brûlées de forêts et vis versa.

| | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre |
|---|----------|-----------|------------|-----------|----------|
| Surfaces incendiées en ha (1980 – 2012) | 1 665,86 | 43 303,24 | 150 627,98 | 61 269,58 | 5 781,00 |
| Moyenne des précipitations mm (1980 – 2010) | 39,53 | 15,04 | 32,16 | 147,97 | 147,97 |
| Moyenne des températures °C (1980 – 2010) | 23,88 | 26,1 | 27,00 | 23,43 | 20,71 |

Tabl n° : 33 Relation Surfaces incendiées , températures , et précipitations.

La comparaison entre les tableaux des écarts à la moyenne des précipitations et des températures par rapport au tableau de nombre d'incendies des wilayas, objet de notre étude , montre que les années considérées comme non pluvieuses et qui ont connu une température au dessus de la moyenne de la période disponible , sont les années qui ont connu le maximum de surfaces brûlées.

En effet, les années 1983 et 1994 sont les plus critiques du point de vue feux de forêt où on a enregistré un minimum de pluviométrie par rapport aux autres années.

La campagne 1983, s'est soldée par une importante augmentation du nombre de foyers d'incendie et de la superficie parcourue par le feu .

Selon les sources de la Direction générale des forêts , et à l'échelle nationale L'été 1983 enregistre 990 foyers d'incendies qui se sont traduit par :

-102.592 hectares de forêts calcinées par le feu

-30.449 hectares de forêts léchées par le feu

-13.683 ha de maquis brûlés et 14.643 ha de broussailles , soit une superficie totale de 221.367 ha .

Il est à noter que pendant la période allant du 15 au 31 juillet 1983 , 85.667 ha de forêts ont été calcinés et 30.449 ha forêts ont été léchées.

En ce qui concerne notre région , les wilayas de Jijel et Skikda à elles seules ont enregistré 63.787 ,00 ha parcourus par le feu , soit près de 29 % de la superficie totale brûlée dans tous le pays

Durant cette même période une vague de chaleur inhabituelle a affecté l'ensemble du territoire national . Cette chaleur a été le plus souvent accompagnée par des vents chauds ,secs et forts ,extrêmement favorables à la propagation des incendies.

L'Algérie à l'instar de plusieurs pays méditerranéens tels que l'Espagne , l'Italie , la France , la Grèce et la Yougoslavie , s'est donc trouvée du 15 au 31 juillet dans le lot des pays qui ont subi une vague d'incendies imprévisibles et incontrôlables .

La simultanéité de ces incendies et leur répartition géographique , ainsi que les conditions météorologiques marquées par un vent du sud très violent ont fait que la lutte pour leur maîtrise a été particulièrement éprouvante malgré les importants moyens engagés .

La campagne **1994** a connu le maximum de surfaces brûlées depuis l'histoire des incendies de forêts en Algérie , d'ailleurs , elle est classée en première position dans tout le bassin méditerranéen .

Les années 1990 et 1993 sont des années sèches où la quantité de pluie recueillie est en dessous de la moyenne, avec une température au dessus de la moyenne .Ces années enregistrent également d'importantes surfaces forestières brûlées, ce qui, quelque part justifie la relation incendie/climat : 1888,29 ha de surfaces brûlées dans les deux wilayas de Skikda et Jijel en 1990 sur 28046,00 ha à l'échelle nationale .

Il en est de même pour les années 1999 et 2000 , deux années consécutives sèches et chaudes , où les éclosions d'incendies se sont multipliés .En 1999 , la surface brûlée dans la région est évaluée à 5623,78 ha contre 38462,12 ha à l'échelle nationale , par contre l'année 2000 a perdu 11474 ha réparties sur les deux wilayas Skikda et Jijel représentant ainsi plus d'un quart de la surface totale brûlée dans tous le pays qui est de 55781 ha , il en est de même pour l'année 2007 où le feu a ravagé 10041,05 ha dans la région de Skikda , Jijel et Constantine .

Ceci confirme l'influence directe des précipitations sur le phénomène des feux de forêts et qui se comprend au niveau du processus de combustion. Ainsi, plus les précipitations sont abondantes, plus le taux d'humidité des combustibles augmente et donc moindre est la fréquence des feux. Au contraire, si les précipitations sont moins abondantes, les combustibles sont moins humides ce qui favorise donc l'éclosion des feux.

3.1 Relation entre les incendies de forêts et les températures maximales absolues :

Contrairement à l'effet des précipitations, l'augmentation des températures est favorable aux incendies de forêts, et une diminution de celle-ci entraîne également une diminution du nombre de départs de feux . Donc, il y a une relation universellement positive entre l'incidence des feux et l'augmentation des températures. Ce ci peut s'expliquer par le fait que la température est la source de chaleur essentielle pour l'air et la végétation.

Toute fois, la température a un rôle très important dans le sens où elle indique la condition du passage de la chaleur d'une substance à une autre, c'est également un facteur qui affecte la disponibilité de l'énergie (Halimi, 1980).

Par ailleurs, elle favorise l'évaporation et le dessèchement des combustibles et donc les rend plus vulnérables au risque d'incendie.

3.2. Relation des incendies de forêts avec l'humidité relative de l'air :

L'état de l'humidité de l'air influence également les incendies de forêts. Cette influence est indirecte et peut s'expliquer au niveau des combustibles dont l'humidité est dépendante de l'humidité de l'air.

Ainsi, Layec (1989) a montré que la teneur en eau du combustible forestier mort suit celle de l'air avec d'autant moins d'inertie que les débris végétaux sont fins et divisés. Par contre, les végétaux vivants herbacés ou ligneux mettent en œuvre des régulations physiologiques différenciées pour éviter la sécheresse. Ce processus s'amorce lorsque la matière végétale est exposée à la chaleur (Valette, 1990), et donc lorsque l'humidité de l'air est moins élevée.

En effet, durant la période d'étude, nous remarquons qu'une diminution de l'humidité de l'air entraîne une augmentation du nombre de feux. Ainsi pour l'année 1994, selon la DGF, le taux de l'humidité enregistré est l'un des plus faibles durant toute la période et le nombre de foyers d'incendies a été des plus élevés.

3.3. Relation entre les incendies de forêts et la vitesse des vents :

Le vent est considéré comme un facteur aggravant la sévérité des incendies et ceci en agissant sur le processus de la combustibilité. Ainsi plus le vent est violent, plus les combustibles sont secs et donc la combustion est plus rapide.

Toutefois selon (Dupuy, 2000) la propagation du feu est certes, un facteur aggravant du phénomène, mais il peut se produire dans certaines conditions que son accroissement ne produise plus d'effet perceptible sur la vitesse de propagation au delà d'un certain seuil de vent.

Il faut tenir compte non seulement de la vitesse du vent mais également de sa direction. Ainsi, si le vent pousse le front du feu dans le sens par rapport au front des flammes, les deux phénomènes agissent dans le même sens et la progression du feu sera plus rapide.

Par contre si le vent freine le front du feu, les deux phénomènes agissent dans des sens opposés et la vitesse de propagation va diminuer.

Par ailleurs, l'action du vent doit être dans certaines conditions corrélée avec celle de la pente.

Le vent est un élément moteur principal de l'incendie. Quand il est violent, l'incendie peut devenir incontrôlable.

Le vent est en fait à l'origine des incendies les plus meurtriers. Lorsqu'il dépasse une certaine intensité, il est capable de transformer quelques braises en apparence éteintes, en une flamme équivalente à une mise à feu volontaire. Les sinistres les plus importants sont souvent dus à des reprises d'incendies mal éteints (Cerutti, 1990).

TROISIEME PARTIE : FEUX DE FORETS CAUSES , CONSEQUENCES ET EVALUATION

Chapitre I : Analyse des Bilans des incendies de forêts dans le Tell Constantinois

1 Introduction

Le Tell Constantinois enregistre annuellement des incendies de forêts qui causent d'énormes dégâts au patrimoine forestier de la région .

Ces sinistres coïncident invariablement avec l'été, saison caniculaire , qui se distingue sous nos latitudes par une chaleur étouffante et une sécheresse prononcée qui peut se prolonger au delà du mois de septembre.

Ainsi, chaque année de grandes superficies forestières évaluées à des milliers d'hectares sont la proie des flammes.

L'Algérie paye un lourd tribut à ce fléau. En moyenne 30.000 hectares sont saccagés annuellement et il est impossible de rester indifférent à cette éradication de la couverture végétale qui risque de menacer l'équilibre écologique du pays .

Le risque incendie est partout présent avec une sécheresse estivale qui dure de trois à cinq mois et des coups de siroco fréquents qui peuvent durer plusieurs jours, transformant le sous bois en un matériau très combustible. . Les forêts de la région, dont le sous bois sont très denses favorisant les incendies .

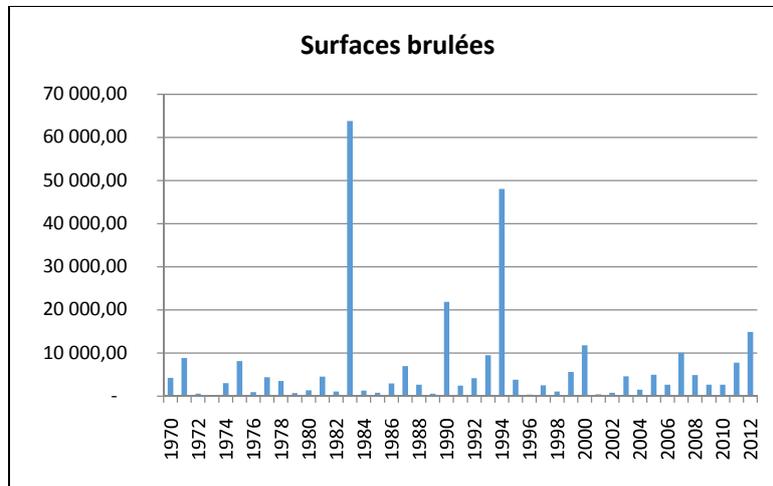


Figure n° 50 : surfaces incendiées en Tell Constantinois (1970 – 2012)

2. Bilan et analyse des incendies de forêts durant la décennie (1970 – 1979)

Au cours de la décennie écoulée , les risques d'incendies se sont considérablement accrus ; l'essor démographique , une plus grande fréquentation de la forêt , les pratiques pastorales encore non contrôlées et une économie rurale déficiente, ont amplifié le phénomène .

Les mesures de sensibilisation et les premiers travaux de réalisation des infrastructures de protection ne pouvaient en aucun cas constituer des limites à la solution du problème .

Durant la décennie , 1970 – 1979 , 296 341,88 hectares de forêts ont été la proie des flammes ,la région du Tell Constantinois a perdu 34 259,90 ha de son patrimoine forestier soit une moyenne de 3806,66 ha par an , les plus grands incendies ont eu lieu en 1970 (4 220,80 hectares) , 1971 (8 813,38 hectares) , 1975 (8 103,50 hectares) , 1977 (4 381,82 hectares) .

Les températures enregistrées en moyenne frôlaient les 40 degrés les taux d'humidité ne dépassaient guère les 10% et la vitesse du vent égalait et dépassait 32 km /heure ; ces conditions réunies ont favorisé naturellement une propagation très rapide de l'incendie.

Les conditions météorologiques très favorables aux incendies , et la précarité des moyens d'intervention mis en œuvre ont contribué à la propagation de certains foyers .

Selon la DGF L'ampleur des dégâts enregistrés est due a une mésestimation du degré de gravité au début de l'incendie, aggravée par une insuffisance caractérisée des infrastructures de protection .

La répartition des surfaces incendiées par étage bioclimatique fait ressortir que les plus grands dégâts sont situés dans le sub humide, là où les formations forestières sont les plus étendues, notamment les subéraies ,aussi les efforts doivent tendre à protéger et à aménager les zones de chênes liège en particulier en neutralisant la pression qu'exercent encore certains gros éleveurs sur les forets .

Les causes des incendies sont diverses 79.96 des surfaces brulées sont d'origine inconnue ce qui démontre que les investigations pour la détermination des causes ne sont pas menées d'une manière rigoureuse .

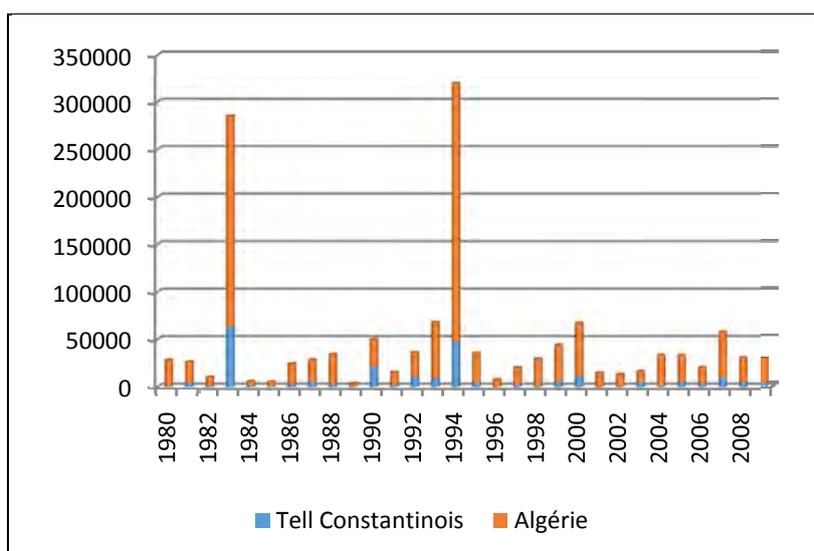


Figure n° 51 : Surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois

| | Algérie | Région | |
|------|-------------------|------------------|-------|
| 1970 | 30 438,67 | 4 220,80 | 13,87 |
| 1971 | 57 835,18 | 8 813,38 | 15,24 |
| 1972 | 4 097,76 | 593,25 | 14,48 |
| 1973 | 34 530,25 | / | / |
| 1974 | 11 002,50 | 3034,60 | 27,58 |
| 1975 | 37 331,00 | 8 103,50 | 21,71 |
| 1976 | 19 945,29 | 909,85 | 4,56 |
| 1977 | 43 947,00 | 4 381,82 | 9,97 |
| 1978 | 41 551,67 | 3 507,50 | 8,44 |
| 1979 | 15 662,56 | 695,20 | 4,44 |
| | 296 341,88 | 31 225,30 | |

| | Algérie | Région | |
|------|-------------------|------------------|-------|
| 1980 | 26 944,51 | 1 387,63 | 5,15 |
| 1981 | 21 820,47 | 4 526,53 | 20,74 |
| 1982 | 9 381,76 | 1 072,10 | 11,43 |
| 1983 | 221 367,00 | 63 787,00 | 28,82 |
| 1984 | 4 731,84 | 1 303,33 | 27,54 |
| 1985 | 4 668,30 | 799,52 | 17,13 |
| 1986 | 21 537,75 | 2 936,86 | 13,64 |
| 1987 | 23 300,35 | 6 994,53 | 30,02 |
| 1988 | 31733,8 | 2 654,30 | 8,36 |
| 1989 | 3 236,66 | 578,66 | 17,88 |
| | 368 722,44 | 86 040,46 | |

| | Algérie | Région | |
|------|-------------------|------------------|-------|
| 1990 | 28 046,53 | 21 888,29 | 78,04 |
| 1991 | 13 176,15 | 2 417,03 | 18,34 |
| 1992 | 25 621,02 | 4 200,25 | 16,39 |
| 1993 | 58 680,64 | 9 474,73 | 16,15 |
| 1994 | 271 597,79 | 48 049,63 | 17,69 |
| 1995 | 32 157,44 | 3 807,63 | 11,84 |
| 1996 | 7 301,75 | 343,58 | 4,71 |
| 1997 | 17 830,71 | 2 521,03 | 14,14 |
| 1998 | 28 629,65 | 1 081,56 | 3,78 |
| 1999 | 38 462,12 | 5 623,78 | 14,62 |
| | 521 503,80 | 99 407,51 | |

| | Algérie | Région | |
|------|------------------|-----------------|-------|
| 2000 | 55 781,00 | 11 781,05 | 21,12 |
| 2001 | 14 377,69 | 409,15 | 2,85 |
| 2002 | 12 217,47 | 809,34 | 6,62 |
| 2003 | 11 997,97 | 4 582,20 | 38,19 |
| 2004 | 31 998,77 | 1 483,42 | 4,64 |
| 2005 | 28 380,06 | 4 944,75 | 17,42 |
| 2006 | 16 916,00 | 2 665,50 | 15,76 |
| 2007 | 47 939,00 | 10 041,05 | 20,95 |
| 2008 | 26 015,00 | 4 885,00 | 18,78 |
| 2009 | 26 183,00 | 2 663,00 | 10,17 |
| | 271 05,96 | 44 64,46 | |

| | Algerie | Région | |
|------|-----------|-----------|-------|
| 2010 | 30 632,00 | 2 627,12 | 8,58 |
| 2011 | 19 926,00 | 7 786,94 | 39,08 |
| 2012 | 99 061,00 | 14 897,00 | 15,04 |
| | 149 19,00 | 25 311,06 | |

| | Algérie | Tell Constantinois |
|-------------|-------------|--------------------|
| 1970 – 1979 | 296 341,88 | 31 225,30 |
| 1980 – 1989 | 368 22,44 | 86 040,46 |
| 1990 – 1999 | 52103,80 | 99 407,51 |
| 2000 – 2009 | 271 05,96 | 44 264,46 |
| 2010 – 2012 | 149 19,00 | 25 311,06 |
| | 1 607 93,08 | 286 248,79 |

Tableau n° 34 : Surfaces brûlées par décennie en Algérie et dans Tell Constantinois de 1970 à 2012 .

3. Bilan des incendies de forêts dans le Tell Constantinois (Période 1980-2012) :

De 1980 à 2012 , 262 447,66 ha ont été consumés par les incendies soit un taux de 20% de la surface nationale parcourue par ce fléau. La moyenne nationale des superficies incendiées pendant cette période par année est évaluée à 40 989,10 ha ,elle est évaluée à 8 208 ha pour le Tell constantinois. 'A l'échelle régionale , l'année 1983a été la plus désastreuse avec plus 60 000 ha ravagés par les flammes rien qu' au niveau des wilayas de Skikda et Jijel .

L'année 1994,vient en seconde position dans le Tell Constantinois ,avec une perte de 48 049,63 ha contre une superficie enflammée à l'échelle nationale de 271 597,79 ha.

En ce qui concerne le nombre de départs de feux, au niveau du Tell Constantinois ,durant cette période , il dépasse les 6000 éclosions .On a enregistré exactement 6 6805 foyers d'incendies de forêts, soit une moyenne durant cette période de 213 foyers par an. Le nombre d' incendies varie suivant les années, il oscille entre un minimum de 37 feux en 1984 et un maximum de 1074 feux en 2007.

Treize années dépassant largement la moyenne annuelle (213 feux)

La tendance générale de la fréquence annuelle des éclosions de feux pour cette période est à la hausse , à l'inverse pour la surface incendiée , une légère tendance à la baisse est amorcée depuis 2001.

La surface brûlée par feu varie entre 3,93 ha en 2001 et plus de 275 ha en 2012 , (année qui a connu de grands feux) , alors que la moyenne se situe à 19.87 ha / feu a titre indicatif ,pour la France , ce qui traduit une réactivité dans l'alerte et surtout dans l'intervention sur les départs de feux 3 fois plus rapide .

L'année 1994 est considérée comme une année noire à l'échelle nationale et même à l'échelle du bassin méditerranéen .

L'importance des incendies de forêts en Algérie trouve donc ses explications dans

La nature de la végétation qui compose nos forêts, Le climat caractérisé par un été chaud et sec, un relief accidenté et des populations rurales et montagnardes denses.

4. Répartition annuelle des incendies de forêts dans le Tell Constantinois

Le bilan de la période 1980-2012 (cf tableau n° 34) fait ressortir une superficie totale parcourue par le feu de 262 647,66 ha pour 6 805 foyers dans le Tell Constantinois.

En comparant les trois décennies de la période sus citée , on constate qu'à l'échelle nationale le plus grand nombre de foyers d'incendies a été enregistré durant la décennie 1990 – 1999 avec une superficie brulée de 521 503,80 ha ,contre une superficie de 368 722,44 ha pour la décennie précédente , soit un taux d'augmentation de 41,43 % .

La moyenne annuelle de la surface brulée est passée respectivement de 1980 - 1989 à 1990 -1999 de 36 872,24 ha à 52 150,38 ha ,elle évolue ensuite à la baisse pour la décennie suivante (2000-2009),et passe à 27 180,60 ha .

Il en est de même pour la région du Tell Constantinois ou la surface brulée est passé de 86 096,19 ha à 99 407,30 ha entre les décennies 1980 – 1989 et 1990 – 1999 , soit un taux d'augmentation de 15,46 % , ensuite elle descend à 51 833,11 ha pendant la période 2000 – 2009 , le taux de régression est de 47,86 % . (cf tableau n°34 et Fig n°50)

| | Algérie | Surface moyenne brulée | Tell Constantinois | Surface moyenne brulée |
|-------------|------------|------------------------|--------------------|------------------------|
| 1970 – 1979 | 296 341,88 | 29 634,18 | 34 259,30 | 3 806,59 |
| 1980 – 1989 | 368 722,44 | 36 872,24 | 86 040,96 | 8 604,04 |
| 1990 – 1999 | 521 503,80 | 52 150,38 | 99 409,51 | 9 940,75 |
| 2000 – 2009 | 271 805,96 | 27 180,59 | 51 833,11 | 5 183,31 |
| 2010 - 2012 | 149 619,00 | 14 961,19 | 25 311,06 | 2 531,10 |

Tab n° 35 : Surfaces moyennes brulées par décennie en Algérie et en Tell Constantinois

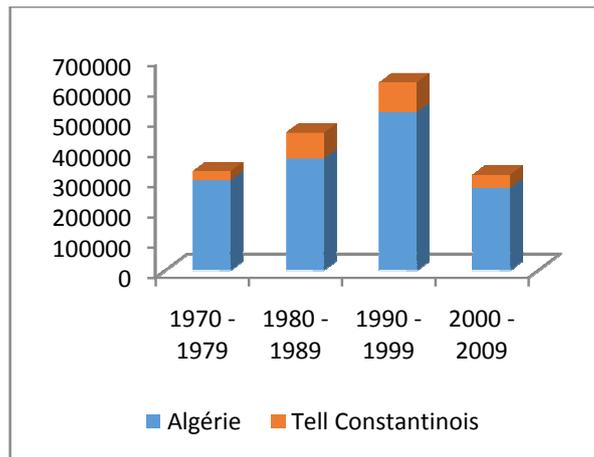


Figure n° 52 : Surfaces incendiées par décennie en Algérie et en Tell Constantinois
par Décennie (1970 – 2009)

Les années 1983 et 1994 qualifiées d'années noires pour la forêt Algérienne ont enregistré des records en terme de superficies brûlées (221 367 ha et 271 597,79 ha respectivement) , ces deux années à elles seules totalisent 492 964,79 ha) soit un taux de 28,14 % sur le total de la période allant de 1980 à 2012 . Les conditions climatiques sont en grande partie responsables de cet état de fait ; l'Algérie en effet a connu une période de sécheresse sévère durant la décennie 80 où le déficit hydrique a atteint un niveau critique .Ajouté à cela les évènements politiques qui ont ébranlé le pays au début des années 90 et qui ont été à l'origine de nombreux incendies .

Le nombre d'incendies a pratiquement augmenté depuis 1991 pour ne plus chuter après.

Les superficies incendiées ont gardé la même importance depuis 1979 , exception faite des années 1983 et 1994 , par contre , la fréquence des incendies n'a pas cessé d'augmenter .

La pression des feux empêche alors toute reconstitution forestière et oriente la dynamique des communautés incendiées vers des successions régressives. Néanmoins l'impact des incendies sur les paysages méditerranéens diffère , certaines formations comme les résineux accusent le coup sévèrement et peuvent emprunter la voie des séries régressives , d'autres comme la subéraie s'adaptent remarquablement au passage récurrent de l'incendie et arrivent à se cicatriser en un laps de temps assez court ; au contraire , les incendies ont un effet positif sur cette communauté en stimulant particulièrement son rajeunissement .

En analysant les données, Le phénomène d'incendie de forêts semble cyclique , il revient une fois tous les dix à douze ans , la région a connu pas moins de trois grands

incendies depuis 1970 à 2000 , celui de 1983 ayant détruit 63 787 ha , de 1990 ravageant 21 888 ha et celui de 1994 détruisant 48 049 ha .

L'incendie de 1983 qui a duré une semaine (du 21/07/83 au 01/08/83) a complètement détruit les forêts de la zone la plus accidentée et la moins accessible , ainsi , 8617 ha de forêts de chêne liège ont disparu totalement .

Les incendies catastrophiques de 1990 ont ravagé en une seule journée (25.09.90), 1365 ha de forêt dans la région de Taher , celui de 1994 a ravagé durant la seule nuit du 11.08.94 près de 2000 ha dans la forêt de ouled Attia à Collo .

La forêt de Zitouna a été atteinte le 12.08.94 par les feux qui ont détruit 1570 ha de chêne liège et pins maritime .

Toutes les forêts ont été périodiquement parcouru par le feu et ont perdu une bonne partie de leur patrimoine ; certaines ont pu se cicatriser , d'autres espèces ont disparu complètement , cédant la place à d'autres espèces secondaires ou laissant la place à un maquis arboré.

| | Juin | Juillet | Aout | Septembre | octobre | Total |
|------|-----------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|-------------------|
| 1980 | 18,02 | 218,45 | 647,66 | 503,50 | - | 1 387,63 |
| 1981 | 22,04 | 912,17 | 3 085,74 | 506,58 | - | 4 526,53 |
| 1982 | 60,00 | 678,66 | 247,30 | 86,15 | - | 1 072,11 |
| 1983 | - | 25 514,80 | 38 272,20 | - | - | 63 787,00 |
| 1984 | 19,50 | 254,64 | 948,25 | 80,94 | - | 1 303,33 |
| 1985 | 1,00 | 368,55 | 358,95 | 71,02 | - | 799,52 |
| 1986 | 7,00 | 661,56 | 1 882,50 | 386,80 | 55,00 | 2 992,86 |
| 1987 | 11,50 | 863,00 | 2 819,75 | 3 300,00 | - | 6 994,25 |
| 1988 | - | 154,80 | 2 212,00 | 283,50 | 4,00 | 2 654,30 |
| 1989 | 37,66 | 147,00 | 348,50 | 45,50 | - | 578,66 |
| 1990 | 3,00 | 128,50 | 462,54 | 21 294,25 | - | 21 888,29 |
| 1991 | 6,50 | 446,61 | 1 163,07 | 399,35 | 401,50 | 2 417,03 |
| 1992 | 5,00 | 134,77 | 1 253,29 | 1 990,99 | 816,00 | 4 200,05 |
| 1993 | 4,54 | 499,82 | 5 305,00 | 820,70 | 2 844,67 | 9 474,73 |
| 1994 | 89,16 | 2 584,22 | 45 034,75 | 341,50 | - | 48 049,63 |
| 1995 | 101,50 | 831,63 | 2 537,00 | 337,50 | - | 3 807,63 |
| 1996 | - | 159,30 | 158,03 | 1,25 | 25,00 | 343,58 |
| 1997 | 258,28 | 734,75 | 1 147,50 | 380,50 | - | 2 521,03 |
| 1998 | 18,00 | 166,50 | 161,45 | 735,60 | - | 1 081,55 |
| 1999 | 87,58 | 646,00 | 3 599,70 | 201,50 | 1 089,00 | 5 623,78 |
| 2000 | - | 251,50 | 11 382,50 | 6 262,00 | - | 17 896,00 |
| 2001 | 23,70 | 77,95 | 207,00 | 11,50 | 89,00 | 409,15 |
| 2002 | 237,06 | 63,50 | 364,28 | 131,50 | 13,00 | 809,34 |
| 2003 | 102,99 | 328,97 | 4 073,96 | 56,72 | 19,56 | 4 582,20 |
| 2004 | - | 35,52 | 1 038,40 | 334,50 | 75,00 | 1 483,42 |
| 2005 | 294,12 | 1 191,94 | 2 483,32 | 975,37 | - | 4 944,75 |
| 2006 | 22,12 | 1 928,22 | 480,59 | 102,09 | 132,48 | 2 665,50 |
| 2007 | 32,00 | 326,25 | 11 092,08 | 42,42 | - | 11 492,75 |
| 2008 | 9,00 | 498,00 | 2 832,00 | 1 545,00 | 1,00 | 4 885,00 |
| 2009 | 154,00 | 1 915,00 | 447,00 | 149,00 | - | 2 665,00 |
| 2010 | 6,20 | 292,67 | 1 114,56 | 1 035,35 | 178,34 | 2 627,12 |
| 2011 | 12,04 | 98,86 | 1 190,19 | 6 473,23 | 12,62 | 7 786,94 |
| 2012 | 22,35 | 189,13 | 2 276,92 | 12 383,77 | 24,83 | 14 897,00 |
| | 1 665,86 | 43 303,24 | 150 627,98 | 61 269,58 | 5 781,00 | 262 647,66 |

Tab n°36 : Surfaces incendiées mensuelles en période estivale (1980 -2012)

en effet les semis du fait de la sécheresse estivale et de la compétition qui leur est impliquée par le sous bois dense ne survivent pas et meurent après la période estivale .

L'incendie stimule le drageonnement a partir des racines et donne de jeunes sujets assurant le remplacement des individus âgés et physiologiquement affaiblis .

Mis a part les années 83 et 94 qui ont été exceptionnelles à l'échelle nationale , le Tell Constantinois a connu d'autres années noires où presque la majorité ou la quasi totalité des surfaces brûlées se sont concentrées dans les deux Wilayas de Jijel et Skikda . Par exemple l'année 1990 est classée parmi les années particulières , du fait de l'importance de la superficie incendiée et la concentration des incendies dans l'espace et dans le temps , à l'échelle nationale on a enregistré 28 046,53 ha de surfaces enflammées , dont 78,04 % sont localisées dans les Wilayas de Jijel et Skikda soit 21 888,29 ha .

5. Années exceptionnelles dans le Tell Constantinois

Nous considérons comme année exceptionnelle , toute année ou la moyenne de la surface brûlée dans le Tell Constantinois est très représentative par rapport à la moyenne du pays , Le tableau suivant en montre la fréquence.....

| | Tell Constantinois | Algérie | % |
|-------|--------------------|------------|-------|
| 1975 | 8 103,50 | 37 331 | 21,71 |
| 1981 | 4 526,53 | 21 820,47 | 20,74 |
| 1983 | 63 787 | 221 367 | 28,82 |
| 1987 | 6 994,53 | 23 300,35 | 30,02 |
| 1990 | 21 888,29 | 28 046,53 | 78,04 |
| 1993 | 9 474,73 | 58 680,64 | 16,15 |
| 1994 | 48 049,63 | 271 597,79 | 17,69 |
| 2000 | 11 781,05 | 55 781,00 | 21,12 |
| 2007 | 10041,05 | 47 939,00 | 20,95 |
| 2011 | 7 786,94 | 19 926,00 | 39,08 |
| 2012 | 14 897,00 | 99 061,00 | 15,04 |
| Total | | | |

Tab n°37 : années exceptionnelles en surfaces incendiées (1980 -2012)

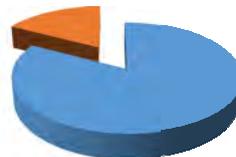
Année 1975



■ Algérie ■ Tell Constantinois

Fig 53 : Surfaces incendiées en 1975

Année 1981



■ Algérie ■ Tell Constantinois

Fig 54 : Surfaces incendiées en 1981

Année 1983



■ Algérie ■ Tell Constantinois

Fig 55 : Surfaces incendiées en 1983

Année 1987



■ Algérie ■ Tell Constantinois

Fig 56 : Surfaces incendiées en 1987

Année 1990



■ Algérie ■ Tell Constantinois

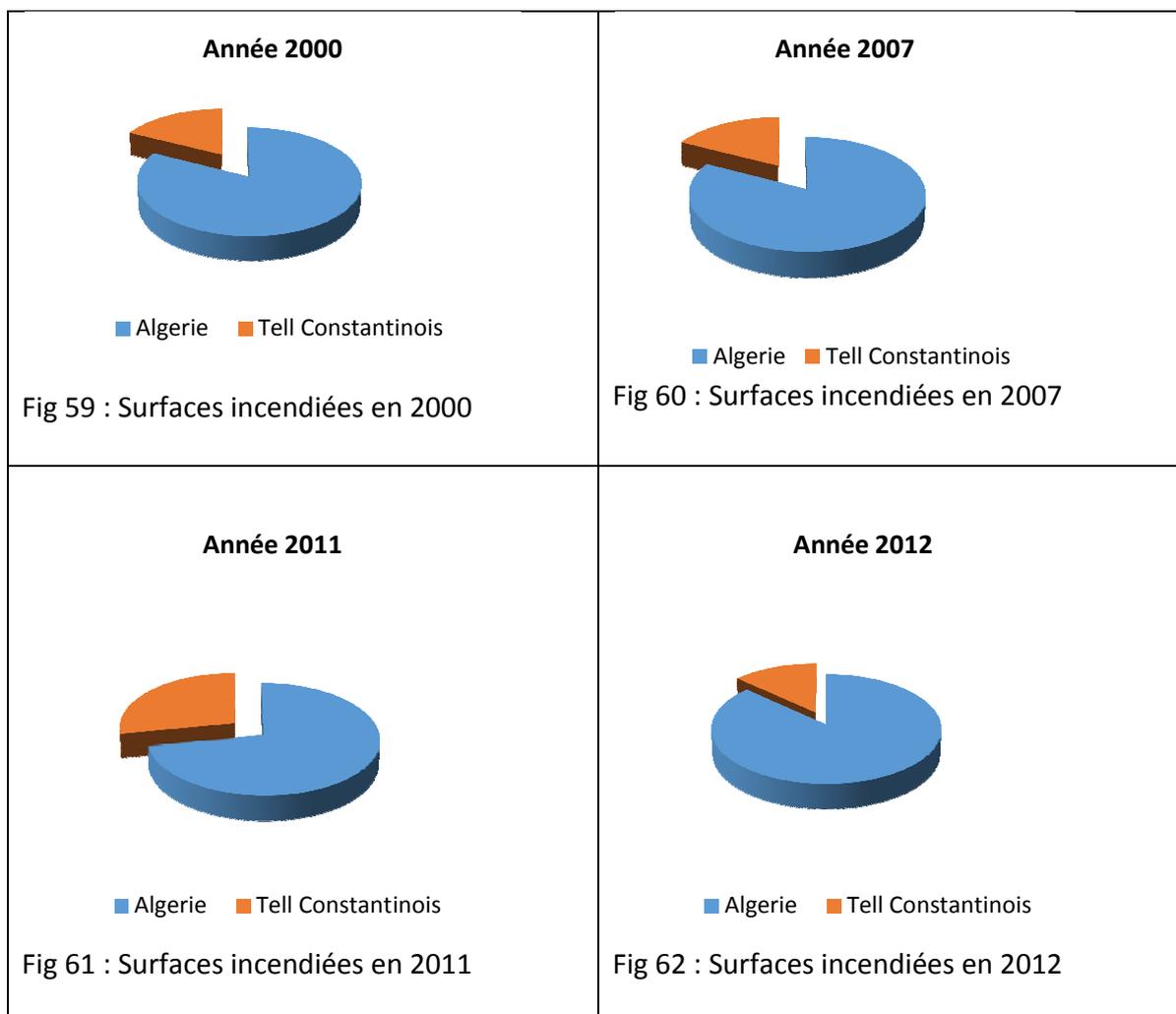
Fig 57 : Surfaces incendiées en 1990

Année 1994



■ Algérie ■ Tell Constantinois

Fig 58 : Surfaces incendiées en 1994



L'année **1983** qui s'individualise par son caractère spatial(elle a affecté presque la totalité du territoire national) s'est soldée par une importante augmentation du nombre de foyers d'incendies et de la superficie parcourue par le feu , la concentration et la simultanéité des foyers d'incendies , survenus dans une dizaine de Wilayas sous des conditions météorologiques favorables à la propagation du feu , ont crée une atmosphère de dépassement chez l'ensemble des intervenants et étaient à l'origine d'importantes superficies parcourues par le feu .

Durant cette année , la plupart des wilayate du nord du pays ont enregistré un nombre exceptionnellement élevé d'incendies d'intensité diverse .

Elles ont toutes connu , une vague de chaleur inhabituelle , accompagnée par des vents chauds secs et forts extrêmement favorables à la propagation des incendies

Dans le même temps , une situation analogue prévalait dans la quasi-totalité des pays du bassin méditerranéen .

L'Algérie s'est donc trouvée du 15 au 31 juillet dans le lot des pays qui ont eu à subir cette vague subite d'incendies imprévisibles et incontrôlables .

La simultanéité de ces incendies et leur répartition géographique ,ainsi que les conditions météorologiques , marquées par un vent du sud très violent ont fait que la lutte pour leur maîtrise a été particulièrement éprouvante , malgré les importants moyens engagés .

Les efforts déployés sur le terrain sous l'autorité des walis par l'ensemble des intervenants .A.N.P services de sécurité , protection civile , administration forestière , collectivités locales et enfin une grande partie des populations locales a permis de réduire les dégâts qui autrement auraient pu entraîner des pertes considérables en vies humaines et en biens de tout ordre .

6. Répartition mensuelle des incendies dans le Tell Constantinois

La moyenne mensuelle de la superficie incendiée durant la période (1980 – 2012) , étalée sur les cinq mois de la période estivale allant de Juin jusqu'à Septembre est de **1 642** hectares , elle fluctue d'un mois à un autre suivant les conditions climatiques , notamment de températures . Durant toute la période , il a été remarqué que la superficie maximale incendiée est enregistrée durant le mois d'Août avec 51,11% du nombre d'incendies et 57,35% des surfaces brûlées ,sans doute en relation directe avec la canicule qui sévit fréquemment durant ce mois, avec le souffle du siroco très asséchant, sans oublier, l'afflux massif des vacanciers , les déplacements fréquents sur les routes et le grand nombre de négligence durant ce mois.

Vient ensuite le mois de Septembre avec un pourcentage de 23,33 % de la surface brûlée totale, soit 1649 foyers et 61 269,58 ha de surface incendiée .Le mois de Septembre est en effet très souvent sujet à de fortes chaleurs qui peuvent se prolonger jusqu'au mois d'Octobre ,voire Novembre.

les mois de Septembre et Août à eux seuls cumulent entre 1980 et 2012 une surface globale incendiée de **211 897,56** hectares soit 80,68 % du total annuel, ce qui paraît tout à fait logique puisque c'est durant cette période que l'on enregistre les plus fortes températures de l'année .

Durant les mois de Juin et Octobre , les superficies incendiées peu importantes .Le mois de Juin n' a enregistré que 1665 ha et le mois d'Octobre 5781 ha . A eux deux ils représentent 2,84% de la superficie totale brûlée entre 1980 et 2012, soit une superficie de 7 446,86 hectares .

Concernant la répartition mensuelle du nombre de foyers d'incendies, nous constatons après analyse du tableau n°38. , ce qui suit :

La moyenne incendiée par foyer est de 38,61 ha /foyer ce qui est nettement supérieur à la moyenne nationale. Si le mois de Septembre est particulièrement

marqué par les surfaces incendiées , ceci s'explique par la sécheresse intense qui a sévi longuement avec des pointes inégalées durant les mois de Juin , Juillet et Aout
Ceci peut être expliqué essentiellement par la conjonction des facteurs météorologiques saisonniers qui sont favorables aux incendies (vents violents et chauds, sècheresse excessive, etc.) durant la période la plus chaude de l'année et aussi à certains comportements de l'homme en relation avec l'accroissement parallèle de la pression touristique durant cette période de vacances.

| | constantine | Mila | Jijel | Skikda | Total |
|------|------------------|-----------------|-------------------|-------------------|-------------------|
| 1980 | 31,68 | | 473,00 | 882,95 | 1 387,63 |
| 1981 | 730,79 | | 785,84 | 3 009,90 | 4 526,53 |
| 1982 | 1,00 | - | 596,51 | 474,60 | 1 072,11 |
| 1983 | | | 26 122,00 | 37 665,00 | 63 787,00 |
| 1984 | 750,00 | 268,70 | 284,63 | - | 1 303,33 |
| 1985 | 124,50 | 391,52 | 93,95 | 189,55 | 799,52 |
| 1986 | 529,00 | 470,50 | 1 405,86 | 587,50 | 2 992,86 |
| 1987 | 1 878,00 | 371,00 | 1 671,25 | 3 074,00 | 6 994,25 |
| 1988 | 60,00 | 66,00 | 2 087,50 | 440,80 | 2 654,30 |
| 1989 | 80,00 | 155,66 | 89,00 | 254,00 | 578,66 |
| 1990 | 760,00 | | 11 102,50 | 10 025,79 | 21 888,29 |
| 1991 | 683,50 | 176,50 | 816,53 | 740,50 | 2 417,03 |
| 1992 | 1 496,03 | 472,30 | 1 524,07 | 707,65 | 4 200,05 |
| 1993 | 3 235,62 | 128,00 | 1 563,82 | 4 547,29 | 9 474,73 |
| 1994 | 360,00 | 292,00 | 8 335,70 | 39 061,93 | 48 049,63 |
| 1995 | 242,00 | 642,50 | 1 614,50 | 1 308,63 | 3 807,63 |
| 1996 | 29,00 | 38,00 | 132,05 | 144,53 | 343,58 |
| 1997 | 183,00 | 324,50 | 985,78 | 1 027,75 | 2 521,03 |
| 1998 | 500,50 | 56,95 | 244,00 | 280,10 | 1 081,55 |
| 1999 | 1 293,50 | 260,03 | 2 557,05 | 1 513,20 | 5 623,78 |
| 2000 | 17,47 | 50,13 | 7 965,97 | 9 862,43 | 17 896,00 |
| 2001 | 9,00 | 22,95 | 204,50 | 172,70 | 409,15 |
| 2002 | 8,84 | 2,00 | 542,50 | 256,00 | 809,34 |
| 2003 | 244,00 | 4,50 | 3 223,00 | 1 110,70 | 4 582,20 |
| 2004 | 245,00 | 255,25 | 456,17 | 527,00 | 1 483,42 |
| 2005 | 555,50 | 330,50 | 3 069,50 | 989,25 | 4 944,75 |
| 2006 | 171,50 | 99,00 | 1 577,00 | 818,00 | 2 665,50 |
| 2007 | 11,26 | 32,42 | 5 115,42 | 6 333,65 | 11 492,75 |
| 2008 | 775,00 | 126,00 | 1 557,00 | 2 427,00 | 4 885,00 |
| 2009 | 488,00 | 147,00 | 1 524,00 | 506,00 | 2 665,00 |
| 2010 | 719,00 | 102,50 | 776,00 | 1 029,62 | 2 627,12 |
| 2011 | 998,00 | 122,00 | 3 842,00 | 2 824,94 | 7 786,94 |
| 2012 | 809,00 | 151,00 | 12 488,00 | 1 449,00 | 14 897,00 |
| | 18 019,69 | 5 559,41 | 104 826,60 | 134 241,96 | 262 647,66 |

Tab n° 38 : Surfaces incendiées par Wilayas (1980 – 2012)

7. Répartition des incendies de forêts suivant les wilayas :

En examinant la situation des incendies par wilaya,(cf tableau n°37) on constate que les quatre wilayas de Mila, Constantine, Skikda et Jijel totalisent une superficie de 622 647,66 ha pour 6 805 foyers d'incendies durant la période de 1980-2012.

Les wilayas de Mila et Constantine sont les moins touchées avec respectivement 5 559,41 ha et 18 019,69 ha représentant des pourcentages de 2,12 % et 6,86 % de la superficie totale brûlée .

Cependant, le phénomène atteint toute son ampleur dans les wilayas de Jijel et Skikda où on enregistre respectivement 134 241,96 ha soit 51.11 % du total de la superficie brûlée et 104 826,60 ha soit 39,91 % .

Cette situation trouve son explication par la formation d'une végétation très abondante suite à une importante pluviométrie en hiver et qui devient très inflammable en été.

| | FORETS | maquis | Broussailles | Alfa | Autre | hor forêts | nbre foyers | Total |
|-----------|-------------------|------------------|------------------|-------------|-----------------|-------------------|-------------|-------------------|
| juin | 857,55 | 499,47 | 270,40 | | 38,44 | 808,31 | 240,00 | 1 665,86 |
| juillet | 22 068,27 | 10 847,46 | 9 918,40 | | 469,11 | 21 234,97 | 1 206,00 | 43 303,24 |
| Aout | 81 810,99 | 47 487,17 | 20 599,51 | 7,30 | 723,01 | 68 816,99 | 3 478,00 | 150 677,98 |
| septembre | 35 507,24 | 18 721,45 | 6 753,00 | | 287,89 | 25 762,34 | 1 650,00 | 61 269,58 |
| octobre | 2 532,17 | 2 452,83 | 778,38 | | 17,62 | 3 248,83 | 231, | 5 781,00 |
| | 142 776,22 | 80 008,38 | 38 319,69 | 7,30 | 1 536,07 | 119 871,44 | 6 805,00 | 262 697,66 |

Tab n°39 : Répartition des incendies suivant les formations végétales (1980 – 2012)

8. Répartition des incendies suivant les formations végétales

La forêt demeure la formation la plus touchée par les incendies(cf fig 61) durant tous les mois de la période étudiée , à part le cas exceptionnel constaté du mois de Juillet , où les broussailles représentent les formations les plus brûlées car elles sont très denses après les dernières pluies. Les autres formations végétales ont été touchées suivant la logique démontrée , qui fait que le degré d'inflammabilité dépend de la quantité de combustible que recèle la formation végétale considérée . L'examen du bilan chiffré de la période 1980-2012 fait ressortir que sur un total de 262 697,66 ha incendiés, la forêt totalise à elle seule 142 776,22 hectares endommagés par les feux soit un pourcentage de 54,35 % .

Les maquis , viennent en deuxième position ,avec une superficie de 80 008,38 hectares, soit 30,46 % du total incendié.

Pour le reste des superficies incendiées, elles sont représentées par l'Alfa et autres essences fruitières ,en plus de quelques terrains de cultures. Leur part est négligeable et n'atteint même pas les 1% :elles sont de l'ordre de. 0,60 % du total, soit une superficie de 1 543,37 hectares .

Cette situation nous renseigne mieux sur la sensibilité de nos forêts composées d'espèces très inflammables (pin d'Alep, chêne liège, chêne vert, etc.) accompagnées d'un sous-bois souvent très dense et auquel s'ajoute une pelouse d'herbes sèche mélangée à des feuilles mortes (aiguilles de pin, etc.).

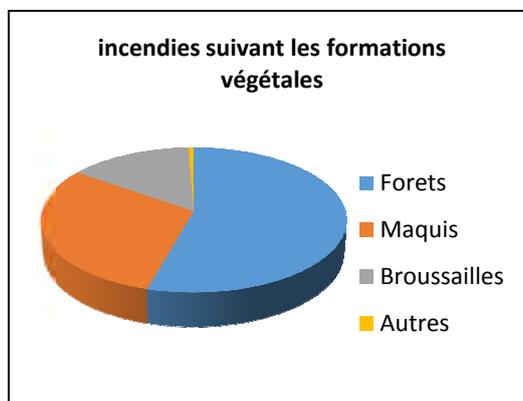


Fig n° 63 : Répartition des surfaces incendiées suivant les formations végétales

9. Répartition des incendies suivant les essences

Sur les 262 647,66 ha de formations végétales forestières touchées par le feu durant la période de 1980-2012, il y a lieu de signaler particulièrement que le chêne liège demeure l'essence la plus affectée par le feu avec une superficie de 170 867,83 ha soit un pourcentage de 65,05% du total brûlé, puis vient l'Eucalyptus en deuxième position avec 35 551,99 ha soit un taux de 13,54 %, le pin d'Alep et le pin maritime en troisième position avec une superficie cumulée de 46 440,75 ha soit un taux de 17,68 % , Sinon pour le reste des essences, elles sont peu touchées car les essences dominantes dans les forêts de la région d'étude sont le chêne liège , l'eucalyptus et le pin d'Alep.(cf tableau 39)

| | olivier d'Europe | Pin d'Alep | Chêne liège | pin maritime | pin pignon | Chêne Afars | chêne zeen |
|--------------------|---------------------|------------------|-------------------|------------------|-----------------|----------------|-----------------|
| Constantine | | 2 165,97 | 2 670,52 | 518,97 | 1 259,58 | - | 9,00 |
| % | - | 12,02 | 14,82 | 2,88 | 6,99 | - | 0,05 |
| Mila | | 332,45 | 1 886,86 | - | 84,50 | 106,74 | 151,22 |
| % | | 5,98 | 33,94 | - | 1,52 | 1,92 | 2,72 |
| Jijel | 230,62 | 1 121,64 | 85 926,36 | 5 398,57 | - | 146,76 | 2 442,46 |
| % | 0,22 | 1,07 | 81,97 | 5,15 | - | 0,14 | 2,33 |
| Skikda | | 21 304,20 | 80 384,09 | 15 598,92 | 644,36 | - | 792,03 |
| % | | 15,87 | 59,88 | 11,62 | 0,48 | | 0,59 |
| Total | 230,62 | 24 924,29 | 170 867,83 | 21 516,46 | 1 988,44 | 253,50 | 3 394,71 |
| % | 0,09 | 9,49 | 65,05 | 8,19 | 0,76 | 0,09 | 1,29 |

| chêne vert | Eucalyptus | peuplier Blanc | cèdre de l'Atlas | cyprès | frene sp | |
|-----------------|------------------|-------------------|---------------------|---------------|--------------|-------------------|
| 2 138,94 | 8 867,49 | | 129,74 | 255,88 | 3,60 | 18 019,69 |
| 11,87 | 49,21 | - | 0,72 | 1,42 | 0,02 | 100,00 |
| 83,39 | 2 766,36 | - | 41,14 | 105,63 | 1,12 | 5 559,41 |
| 1,50 | 49,76 | - | 0,74 | 1,9 | 0,02 | 100,00 |
| 136,27 | 8 815,92 | - | 324,96 | 272,55 | 10,48 | 104 826,59 |
| 0,13 | 8,41 | - | 0,31 | 0,26 | 0,01 | 100,00 |
| 322,18 | 15 102,22 | 13,42 | 13,42 | 67,12 | - | 134 241,96 |
| 0,24 | 11,25 | 0,01 | 0,01 | 0,05 | - | 100,00 |
| 2 680,78 | 35 551,99 | 13,42 | 509,26 | 701,18 | 15,20 | 262 647,68 |
| 1,02 | 13,54 | 0,01 | 0,19 | 0,27 | 0,01 | 100,00 |

Tab n°40 : Répartition des incendies suivant les essences forestières

10. Répartition des foyers d'incendies par classe de superficie :

| | Nbre de foyers | Répartition des foyers d'incendies suivant l'importance de leurs superficie (HA) | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-------------------|--|-------|-------|-------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|---------|
| | | 0 | 1 | 5 | 10 | 50 | 100 | 200 | 300 | 400 | 500 | 600 | 700 | 800 | plus de |
| | | A | A | A | à | à | A | A | à | à | A | à | à | A | 1000 ha |
| Mila | 320 | 57 | 135 | 46 | 52 | 16 | 7 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 |
| | | 17,81 | 42,19 | 14,38 | 16,25 | 5 | 2,19 | 0,63 | 0 | 0 | 0,31 | 0 | 0 | 0 | 1,25 |
| Jijel | 1579 | 288 | 654 | 238 | 273 | 65 | 27 | 17 | 4 | 5 | 1 | 4 | 0 | 1 | 2 |
| | | 18,24 | 41,42 | 15,07 | 17,29 | 4,12 | 1,71 | 1,08 | 0,25 | 0,32 | 0,06 | 0,25 | 0 | 0,06 | 0,13 |
| Skikda | 1902 | 382 | 863 | 272 | 254 | 53 | 29 | 9 | 6 | 9 | 1 | 3 | 2 | 3 | 16 |
| | | 20,08 | 45,37 | 14,31 | 13,35 | 2,79 | 1,52 | 0,47 | 0,32 | 0,47 | 0,05 | 0,16 | 0,11 | 0,16 | 0,84 |
| Constantine | 252 | 68 | 60 | 28 | 48 | 16 | 18 | 7 | 4 | 1 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| | | 26,98 | 23,81 | 11,11 | 19,05 | 6,35 | 7,14 | 2,78 | 1,59 | 0,4 | 0 | 0 | 0,79 | 0 | 0 |
| Region | 4053 | 795 | 1712 | 584 | 627 | 150 | 81 | 35 | 14 | 15 | 3 | 7 | 4 | 4 | 22 |
| | | 19,62 | 42,24 | 14,41 | 15,47 | 3,7 | 2 | 0,86 | 0,35 | 0,37 | 0,07 | 0,17 | 0,1 | 0,1 | 0,54 |

Tab n° 41 : Répartition des foyers d'incendies par classe de superficie

Le Tableau n°40 portant classement des foyers d'incendies par ordre de superficies brûlées durant la période d'étude 1980-2012, nous renseigne sur la taille des incendies par rapport à la surface consumée .Il apparait que les incendies inférieurs à 10 ha sont les plus fréquents ,ils représentent 67,66 % des incendies observés. Pour les autres classes, on enregistre un nombre peu élevé de 482 foyers entre 10ha et 50ha soit 21,44% du total . Puis le nombre diminue progressivement avec l'augmentation de la superficie. Ceci renseigne à peu près sur l'efficacité de l'intervention.

Ainsi ce sont des feux de faible envergure qui caractérisent et affectent nos forêts. Les superficies incendiées ont été le plus souvent le fait de nombreux feux de faible et de moyenne importance, plutôt que d'un ou plusieurs incendies de grande importance ,ceci en étroite liaison avec la nature des essences, la structure de la végétation et le relief. Par ailleurs l'ampleur d'un incendie dépend aussi essentiellement de la rapidité de son extinction et cela explique pourquoi une forte proportion des incendies déclarés ne dépasse pas les 10 hectares. En effet des progrès sensibles ont été réalisés partout dans la prévention des incendies et dans la stratégie et la tactique de lutte : les délais d'intervention ont été réduits, les incendies sont éteints plutôt.

Conclusion

Selon la DGF , le Tell Constantinois est l'une des régions les plus affectées par les incendies de forêts avec 33 % du total des incendies nationaux , la surface parcourue par le feu de 1980 jusqu'à 2012 est de 286 248.79 ha . La décennie qui a enregistré le plus de surfaces incendiées est celle de 1990 – 1999 ,elle totalise plus du tiers de la surface totale ravagée par les incendies en 32 ans.. Les années exceptionnelles à l'échelle nationale et à l'échelle de la région restent l'année 1983 en raison de la conjoncture climatique, et l'année 1994 en raison de la combinaison d'une situation climatique extrême et d'une situation socio politique instable.

A partir des années 2000 une nette régression a été enregistrée en matière de surfaces forestières incendiées. Est-ce la conjoncture climatique qui a changé ? Est-elle liée à une meilleure gestion ? Quelles sont donc les causes qui ont participé à l'ampleur du phénomène incendie de forêt durant les décennies 1980 – 1989 et 1990 – 1999 et quelles sont les précautions et les initiatives prises pour alléger la pression des incendies durant les années 2000 ?

Chapitre II : Causes des incendies

1. Les causes des incendies à travers les données historiques

Dans la région méditerranéenne, le feu se déclare rarement de façon naturelle, en outre, la foudre qui est l'unique cause naturelle des incendies, est peu fréquente 1 à 5 % des cas, selon LE HOUEROU (1987), par contre, les causes d'incendies révèlent un fort impact des actions anthropiques, tant par négligence qu'intentionnellement.

D'après MARC (1916), les incendies constatés de 1866 à 1915 (période de 40 ans), sont attribuables à des causes les plus diverses, Quant aux causes réelles des mises à feu, malgré les investigations les plus minutieuses, elles restent, dans la majorité des cas, inconnues. En tout cas, ces enquêtes montrent que les causes se répartissent de la façon suivante :

| | | |
|----------------|---|-----|
| Inconnues | : | 37% |
| · Imprudences | : | 32% |
| · Malveillance | : | 23% |
| · Accidents : | | 8 % |

Parmi les imprudences, on cite : fumeurs, chasseurs, ouvriers, insouciance des bergers et des charbonniers, chercheurs de miel, etc.

La majorité des incendies, hormis ceux qui sont dus aux malveillances, a pour origine

- Les incinérations des chaumes en vue d'amender les terres,
- La mise à feu des broussailles ou des sous-bois, afin d'améliorer et d'augmenter le pâturage des troupeaux des riverains.

Il est à noter que, 60 % des feux inventoriés ont pris naissance à l'intérieur même des forêts, les autres ayant été allumés dans la zone voisine des périmètres des boisements.

Selon une étude historique faite par BOUDY (1952), et MARC (1916) pour une période plus récente (1886-1945, 60 ans), le facteur humain joue un rôle prépondérant dans les causes originelles des incendies et de leur fréquence, et il est apparu que :

- 40 à 50 % des incendies sont attribués à l'imprudence (fumeurs, chasseurs, ouvriers, bergers, charbonniers, chercheurs de miel) ou aux accidents.
- 20 à 25 % à des faits intentionnels provenant de l'intérêt ou de la malveillance.
- 30 à 35 % à des causes indéterminées.

D'autre part, BOUDY (1952) a constaté, contrairement à MARC (1916), que plus de la moitié des incendies avait pris naissance à l'extérieur de la forêt, dans la zone voisine du périmètre des boisements. Les statistiques sur les incendies de forêts en Algérie montrent que le problème a été et est essentiellement d'ordre socio-économique.

Dès 1900, LEFEBVRE souligne que les riverains ont toujours incendié les forêts pour se procurer des terres de culture et des pâturages, L'imprudence a aussi sa part dans la propagation de l'incendie (feu allumé pour cuire des aliments, charbonnier négligeant, passant jetant une allumette, etc.). Mais, les incendies dus à des causes accidentelles prennent rarement une grande extension ; ils sont le plus souvent promptement éteints. Les incendies par malveillance sont les plus catastrophiques, par un jour de grand vent, l'incendiaire attend la nuit ou l'heure la plus chaude du jour (après-midi), pour allumer le feu en vue d'une propagation rapide.

Malgré les enquêtes de terrain menées par les services des Conservations des forêts auprès des populations riveraines, Il est très difficile de déterminer l'origine (auteur) des incendies de forêts pour deux raisons essentielles : le caractère pénal de l'acte d'incendie (poursuite judiciaire, fortes amendes et même emprisonnement), qui rend les enquêtes peu concluantes et la multiplicité des acteurs en forêts (apiculteurs, bergers, entreprises de travaux forestiers, etc.).

Toutes nos forêts ne sont pas exposées au même degré de risque d'incendie. Dans le Tell Constantinois, les incendies de forêts sont particulièrement graves, car fréquents, du fait même de la réunion des conditions favorables au déclenchement des feux et de leur propagation, telle que :

- Sècheresse prolongée
- Présence de température élevée
- Fréquence de vents violents secs et chauds
- Présence d'essences inflammables (pin, abondance de végétation, secondaire desséchée en été).
- Relief accidenté et peu équipé en infrastructures (pistes, tranchées, pare feu, points d'eau)
- Taux de fréquentation élevé

Les causes et auteurs des incendies de forêts ont de tout temps été très difficiles à identifier bien que certains indices permettent de penser qu'ils sont dus à des actes volontaires dans la plus part des cas. On voit s'accroître chaque année le nombre d'incendies allumés volontairement, non dans le but utilitaire mais dans la simple intention de détruire.

2. Les causes et auteurs des incendies :

Dans ce domaine, malheureusement, la lacune persiste toujours, en effet les investigations restent encore insuffisantes pour déterminer les véritables causes ainsi

que les auteurs des incendies , ainsi seules les causes de 20,04 % des surfaces incendiées ont été déterminés, quand aux auteurs d'incendies connus et arrêtés , cette proportion représente a peine 1,59 % des surfaces totales incendiées.(cf tableau n°41)

| | Bergers | Chercheurs de miels | Rebrousaillem ent de parcours | imprudence fumeurs divers | échappement de vehic et engin | Volontaires | Causes Inconnues | |
|--------------|---------------|---------------------|-------------------------------|---------------------------|-------------------------------|------------------|-------------------|-------------------|
| Constantine | - | - | - | 504,55 | 493,74 | 2 191,19 | 14 830,21 | 18 019,69 |
| % | - | - | - | 2,80 | 2,74 | 12,16 | 82,30 | |
| Mila | 522,58 | - | 30,02 | 21,68 | 26,13 | 533,15 | 4 425,85 | 5 559,41 |
| % | 9,40 | - | 0,54 | 0,39 | 0,47 | 9,59 | 79,61 | |
| Jijel | - | - | 335,45 | 314,48 | 115,31 | 44 215,86 | 59 845,50 | 104 826,60 |
| % | - | - | 0,32 | 0,30 | 0,11 | 42,18 | 57,09 | |
| Skikda | - | 510,12 | 1194,75 | 93,97 | - | 1 530,36 | 130 912,76 | 134 241,96 |
| % | - | 0,38 | 0,89 | 0,07 | - | 1,14 | 97,52 | |
| Total | 522,58 | 510,12 | 1560,22 | 934,68 | 635,18 | 48 470,56 | 210 014,32 | 262 647,66 |
| % | 0,20 | 0,19 | 0,59 | 0,36 | 0,24 | 18,45 | 79,96 | 100% |

Tab n° 42 : Répartition des incendies suivant les causes et auteurs

L'insuffisance de la connaissance de causes de déclenchement de foyers d'incendies , influe négativement sur tous les efforts entrepris en matière de sensibilisation , de prévention et d'intervention pour diminuer substantiellement les effets de dégradation des feux sur le patrimoine forestier national . au demeurant des efforts en matière de recherche des causes doivent être fournies par l'ensemble des organismes engagés dans le cadre de la prévention et de lutte contre les incendies de forêts , car la détermination des origines des incendies aura un effet certain sur la régression des feux de forets .

Les incendies de forêts sont dus essentiellement depuis les décharges publiques sauvages et celles contrôlées non réglementées ainsi que la forte présence humaine .

Le tableau N°41 indique la répartition des incendies en fonction de quatre catégories de causes. Cette répartition laisse apparaître une nette prédominance des incendies de causes inconnues avec un pourcentage de 79,96 %.

Les causes connues ne représentent que 20,04 % du total enregistré pendant cette période.

Dans cette dernière fraction, on constate que 18,45 % sont attribués à des causes volontaires, et 1,59 % se répartissent entre imprudence des promeneurs et des fumeurs , chercheurs de miel , bergers et échappements de véhicules et engins .

Cependant, dans le cas de notre région, ce sont en général, les conditions climatiques favorables (simultanéité de sécheresse, de vents forts, de hautes températures) et la nature des espèces, qui sont à l'origine des éclosions d'incendies. Additivement aux conditions naturelles, les actions humaines, tant par négligence qu'intentionnellement accentuent la destruction du couvert végétal.

Ainsi, les populations rurales (particulièrement celles riveraines des massifs forestiers) sont le plus souvent occultées ou sous estimées et semblent être à l'origine de nombreux sinistres.

2.1 - Les facteurs naturels

Le climat et le type de végétation sont des facteurs de prédisposition au feu ; la sensibilité au feu diffère d'une formation végétale à une autre , les maquis et broussailles qui constituent près de 53 % des massifs forestiers de la région sont plus vulnérables que les formations forestières proprement dites . Cette sensibilité s'explique par la composition de ces formations et par les conditions climatiques auxquelles elles sont soumises, en particulier leur teneur en eau qui dépend en grande partie de la température.

Les changements cycliques des facteurs climatiques agissent sur le feu d'une double façon , d'une part ils contribuent à l'accumulation de la biomasse qui est conséquente à la productivité de la végétation , d'autre part à court terme en contribuant à déterminer les conditions d'humidité , surtout des combustibles de taille réduite , donc à une susceptibilité majeure à la combustion et à la rapide propagation des feux , sur laquelle une influence remarquable est exercée par le vent et par la température qui facilite le préchauffage et entraîne une nette saisonnalité du phénomène . Des pics en correspondance avec les conditions les plus sévères de sécheresse influencent la durée de la saison des feux .

En général les conditions d'humidité qui favorisent la production de biomasse ont tendance à réduire l'inflammabilité du combustible , tandis que les conditions de sécheresse qui réduisent la production de biomasse impliquent une inflammabilité élevée pour la plupart des années .

2.1.1 Facteurs climatiques

Les incendies de forêt dans le Tell Constantinois dépendent pour une bonne part des conditions climatiques dominantes :des étés prolongés (s'étendant de juin à octobre et parfois plus longtemps), avec une absence virtuelle de pluie et des températures diurnes moyennes bien supérieures à 30°C .Ce qui a pour conséquence de réduire la teneur en eau de la litière forestière à moins de 5 pour cent et l'expose à la moindre augmentation de chaleur , (éclair, étincelle, allumette, mégot de cigarette) au déclenchement d' incendies violents.

Avec la chaleur et le manque d'eau, le vent est un autre facteur climatique important. Les vents estivaux de terre, caractérisés par une grande violence et un fort pouvoir desséchant - par exemple , le sirocco dans le Maghreb, fait tomber l'humidité

atmosphérique à moins de 30%,selon l'ONM et contribue à propager les incendies en transportant des étincelles sur de grandes distances.

Les conditions climatiques ont été particulièrement défavorables au cours des 20 dernières années. Par rapport aux années 60, durant lesquelles le climat méditerranéen s'est radouci et les pluies étaient relativement régulières, les années 80 ont été caractérisées par des sécheresses extrêmement graves.

➤ **La température :**

La température de l'air, en générale élevée pendant la période estivale, varie tout au long de la journée en fonction de l'intensité de l'insolation ,elle exerce un effet soit indirect en dominant l'humidité relative de l'atmosphère et par conséquent en dominant celle des combustibles, soit direct par le réchauffement ou le refroidissement des matériaux.

Autrement, plus la température ambiante est élevée, plus la température du combustible végétal mort ou vivant l'est, et moins la chaleur nécessaire à son inflammation est importante(TRABAUD, 1989).

La principale source de chaleur est le soleil , il peut y avoir jusqu'à 10 ° C de différence durant la journée ,avec des pics imprévisibles. Pour cette raison les pics de température sont fortement redoutés du fait de la facilité de combustion et la propagation en augmentant l'apport en oxygène en asséchant le combustible en favorisant le réchauffement du combustible à l'avant du feu , en influençant la direction de propagation du feu et en transportant les étincelles ou autres matières enflammées sur des grandes distances .

➤ **Le Vent**

Les épisodes de vents forts, sont favorables à l'éclosion des incendies , ainsi le vent accélère le dessèchement des sols et des végétaux et augmente les risques de mises à feu ,parla dispersion d'éléments incandescents et d'arcs électriques.

La direction du vent est une autre variable importante du climat, puisqu'elle détermine largement l'orientation de la propagation du feu.

Le vent accélère le dessèchement des végétaux par évaporation et provoque, lors des périodes les plus chaudes, la libération d'essences volatiles, à l'origine de la propagation des flammes.

Le vent est sûrement le facteur atmosphérique le plus affectant d'un incendie de forêt , Ses effets sont très variés selon trois facteurs : la vitesse, la circulation et l'orientation.

De plus, le vent alimente le feu en oxygène puisque ce dernier est un élément indispensable à la combustion.

L'air se renouvelle en même temps que se produit la combustion mais de façon plus ou moins rapide. Le vent transporte même à distance des étincelles et des corps enflammés, accélérant ainsi la propagation de l'incendie (sautes de feu).

Si la vitesse du vent est accélérée, la vitesse de propagation du feu est accélérée à son tour. Si le vent souffle fort, la colonne de convection peut être déviée et agit sur les combustibles placés en avant du feu en les desséchant et les chauffant.

Par son orientation, le vent peut être à l'origine de la direction générale du feu. Il fait incliner la flamme, ce qui va modifier les caractéristiques du front : si le vent pousse le front de feu, les flammes vont être penchées vers l'avant. Par conséquent, elles vont chauffer plus efficacement le combustible en avant du front et la progression du feu sera plus rapide.

Si le vent freine le front du feu, les flammes vont être penchées en arrière et par conséquent elles vont chauffer le combustible déjà brûlé situé à l'arrière du front, la combustion à l'avant du front sera alors beaucoup moins active et la vitesse de propagation s'en trouvera diminuée (FREDERIC, 1992).

Par ailleurs, il est important de connaître les caractéristiques des vents dominants d'une région forestière car le vent peut dans certaines circonstances être un auxiliaire précieux en dirigeant le feu vers une barrière naturelle ou artificielle qui peut arrêter la propagation du feu.

➤ **L'humidité relative :**

Les modifications que connaît la teneur en humidité relative, exercent des effets importants sur les matériaux combustibles. Si le contenu de l'air en humidité est élevé, les combustibles s'humidifient et deviennent difficilement inflammables. Par contre, si l'air est sec, le taux d'évaporation de l'humidité des combustibles sera plus élevé ce qui augmentera l'inflammabilité de la forêt.

L'état hydrique des formations végétales qui constituent le couvert végétal, en relation avec le niveau des réserves en eau des sols, est évidemment le premier facteur de risque pour les incendies de forêts sous l'angle de l'influence des facteurs climatiques (SEGUIN, 1990).

➤ **La teneur en humidité :**

La quantité d'humidité contenue dans les combustibles joue un rôle important dans le comportement d'un incendie parce que ceux-ci ne peuvent s'enflammer tant qu'ils ne sont pas secs.

Plus un matériau est humide, plus grande est la quantité de chaleur requise pour évaporer l'eau qu'il renferme et le chauffer jusqu'à son point d'inflammation, et là, il faut donc rappeler qu'il faut tenir compte de la siccité du combustible. En effet, une diminution de celle-ci engendre toujours une activité moins sévère du feu.

On comprend donc mieux pourquoi les matériaux humides sont difficiles à allumer, brûlent lentement et dégagent relativement peu de chaleur.

Un feu de forêt est un phénomène physico-chimique discontinu. Il faut dans un premier temps que la végétation perde son eau par évaporation, laquelle est accélérée par le rayonnement et le vent ; puis des phénomènes de pyrolyse favorisent l'émission de gaz inflammables ; enfin, l'inflammation se produit, laquelle par le rayonnement qu'elle provoque, favorise la dessiccation de la végétation à proximité.

La teneur en eau des végétaux dépend pour une grande partie des conditions climatiques des jours et des semaines précédents. Le vent et le temps sec favorisent l'évapotranspiration, laquelle sera d'autant plus forte que les végétaux seront plus découpés ou fins.

➤ **La siccité du combustible :**

Dans nos régions méditerranéennes, l'accroissement de la température s'accompagne souvent d'une baisse notable de l'humidité de l'air ambiant en période estivale , Le combustible végétal mort que constitue la litière est directement concerné par ce phénomène , Le risque de feu de végétation est donc grandissant au cours de la période estivale.

En effet, la température étant élevée et l'humidité de l'air étant faible, la siccité de la litière va alors être à son maximum, ce qui favorisera l'éclosion puis la propagation au cours de juillet et août , Ces facteurs favorables à l'éclosion et à la propagation du feu(température élevée, faible humidité de l'air, vent souvent violent) s'allient en été aux caractéristiques de la topographie accidentée de la zone méditerranéenne pour accélérer la propagation du feu et rendre encore plus difficiles les interventions des équipes de lutte (FREDERIC, 1992).

2.1.2 - Les conditions orographiques

En zone de relief irrégulier, la progression du feu est accélérée dans les montées et ralentie dans les descentes, la pente conditionne l'inclinaison des flammes par rapport au sol et ainsi leur vitesse de propagation.

L'exposition a également un rôle indirect sur la progression du feu, car elle conditionne le type de végétation, l'influence des vents et l'ensoleillement. Généralement, les versants sud et sud-ouest présentent les conditions les plus favorables pour une inflammation rapide et pour la propagation des flammes.

2.1.3 Type de végétation

Reflétant le climat dominé par de longues sécheresses estivales, les forêts du Tell Constantinois sont souvent caractérisées par des essences pyro-climaciques, c'est-à-dire par des essences qui dépendent de la présence du feu durant leur cycle reproductif.

Le pin d'Alep (*Pinushalepensis*), Le pin pinier (*P. pinea*) et le pin maritime (*P. pinaster*) sont des essences qui sont peu répandues dans la région mais qui sont caractérisées par des mécanismes physiologiques qui associent au feu l'ensemencement naturel, c'est-à-dire l'ouverture des cônes de pin exposés à une chaleur intense. Ces essences tendent aussi à avoir une très forte teneur en résine ou en huiles essentielles, ce qui les rend extrêmement inflammables.

D'autres essences, en particulier les chênes sclérophylles vivaces, le chêne vert (*Quercus ilex*), le chêne liège (*Q. suber*) et *Q. coccifera*, ont acquis une résistance morphologique au feu. Par exemple, *Q. suber* a une écorce épaisse caractéristique qui isole le cambium, ce qui lui permet de résister à des incendies sporadiques. De même, la présence d'un grand nombre de bourgeons dormants chez les chênes assure la production de pousses et de rejets si la partie aérienne de la plante est endommagée par le feu.

Toutefois, ces réactions adaptatives n'assurent pas une protection permanente. Après des incendies répétés, les arbres sont remplacés par un couvert arbustif ligneux qui n'est pas simplement résistant au feu mais qui est typiquement pyrophyte, comme dans le cas de la déhiscence des cistes ou d'autres espèces qui produisent des graines isolées par un tégument épais, des rizhomes ou des racines traçantes.

A cette évolution naturelle de la flore s'ajoutent les changements apportés par l'homme quand il essaie de reconstituer le couvert arboré dans les zones où de graves incendies, ou d'autres utilisations telles que le surpâturage et l'extraction du bois de feu, ont causé une forte dégradation. Le reboisement en Algérie, est généralement effectué avec des espèces pionnières, le plus souvent avec des pins plantés en peuplements mono spécifiques. Cela accroît en soit le risque d'incendie, étant donné la continuité des matières combustibles dans les plantations denses, ainsi que la concentration de menues matières combustibles hautement inflammables.

➤ Le degré d'inflammabilité des végétaux

L'inflammabilité des végétaux dépend, en premier lieu, de leur teneur en eau. Lorsqu'elle est faible, les végétaux s'enflamment à des températures relativement basses (30° C), une allumette enflammée, un mégot incandescent ou un impact de

foudre fournissent alors suffisamment de chaleur pour déclencher un incendie. L'inflammabilité des végétaux dépend en second lieu de leur composition chimique. En région méditerranéenne, certaines espèces sont riches en essences volatiles qui augmentent leur inflammabilité, mais d'autres sont riches en résines ou possèdent des cires qui recouvrent la cuticule des feuilles, limitant l'évapotranspiration et diminuant donc leur inflammabilité .

➤ **L'âge des arbres**

Les feux de forêts touchent les zones forestières qui contiennent des jeunes semis et des arbustes et les arbres qui contiennent des branches à ras du sol. Mais pour les arbres plus âgés, la résistance est plus importante vue la formation de couche de liège et l'élagage naturel.

2.2 Les facteurs humains

2.2.1 malveillance de la population

Les incendies volontaires sont généralement les plus importants parce que l'homme qui en est à l'origine choisit le site le plus inflammable à l'intérieur d'un peuplement et à un moment de forte température.

Des pyromanes exceptionnellement et parfois des personnes qui veulent se venger de la société, mettent à profit les conditions météorologiques propices pour déclencher ces vastes incendies.

Les populations vivant au sein d'une forêt ou à proximité montrent une faible connaissance du danger des incendies et de leurs conséquences négatives. Les agriculteurs par exemple, semblent ne pas se rendre compte qu'un brûlage mené sans les précautions voulues peut donner lieu à un incendie.

Ce relâchement de la morale publique paraît être plus important en été au moment des vacances avec les promeneurs, les touristes, les campeurs, les chasseurs, sans oublier les braconniers et les chercheurs de miel.

Dans certaines régions, les brûlis agricoles et pastoraux dont le but initial est d'éliminer les résidus, peuvent se propager jusqu'à la forêt. Ce ci est suivi dans la plus part des cas d'une volonté de faire reculer la forêt pour finalement occuper le terrain. C'est ce qui s'est passé à plusieurs reprises dans la region d'ElMilia, notamment dans la forêt de Ouled Debeb pour grignoter des terres au dépend de la forêt.

Les statistiques sur les causes des incendies de forêt dans la région d'étude sont loin d'être complètes, mais il est évident que la plupart des incendies sont déclenchés par l'homme.

Facteurs d'éclosion des feux

Le premier facteur favorisant l'inflammabilité d'un peuplement dépend de la proportion d'éléments fins et découpés dans la végétation. Ces éléments sont plus sensibles à la dessiccation et au rayonnement et seront donc mieux disposés à brûler si leur teneur en eau est faible, particulièrement en période de sécheresse et/ou en période venteuse.

La grande majorité des feux de forêt sont déclenchés à la suite d'une action humaine, criminelle, très souvent, ou accidentelle.

Le second facteur de prédisposition dépend du rapport qu'entretient l'homme, dans son occupation des sols, avec le massif forestier. Par exemple, en maints endroits, la déprise agricole a fait disparaître les discontinuités que constituaient les espaces cultivés, dans le même temps, l'extension des zones urbanisées atteint les abords des zones boisées.

Les facteurs de propagation

La propagation d'un feu en forêt est saltatoire et se décompose en plusieurs étapes : combustion avec émission de chaleur et d'énergie rayonnante, dessiccation et pyrolyse de la végétation de proximité et inflammation.

Le rayonnement infrarouge est l'élément essentiel de la propagation d'un feu de forêt. La convection intervient en second, surtout s'il y a du vent ou dans le cas de feux remontant une pente. La convection est importante dans le déclenchement des feux secondaires (transports de brandons) et de sautes de feu.

La propagation d'un feu de forêt est largement influencée par la capacité qu'un peuplement a de dégager de l'énergie en se consumant. Cette capacité s'appelle la combustibilité. Celle-ci est une fonction complexe de la biomasse du combustible, de sa composition chimique et en eau, de son pouvoir calorifique, de sa distribution verticale et horizontale dans l'espace (strates, discontinuités), etc.

Le vent est un facteur majeur dans la propagation. Il agit d'abord en favorisant le renouvellement de l'oxygène, qui, sinon, est assez fortement consommé pour diminuer la vitesse de propagation. Le vent agit aussi en rabattant les flammes et en favorisant le transport des matières incandescentes.

La pente, en modifiant l'inclinaison relative des flammes par rapport au sol, favorise la propagation ascendante, alors que la propagation descendante est ralentie, voire stoppée.

Par ailleurs, la composition de la végétation varie selon l'exposition des pentes. Celles exposées au soleil et au vent ont des peuplements plus sensibles aux incendies que celles fraîches ou abritées.

L'homme, enfin, joue un rôle prépondérant sur la propagation, soit en la favorisant, soit en la ralentissant.

La déprise agricole a entraîné une augmentation formidable des surfaces boisées dans notre pays. Ces surfaces sont aussi moins bien entretenues et cela pour la raison qu'il y a de moins en moins de personnes pour les entretenir. Des zones forestières, jadis discontinues, offrent maintenant des interfaces de continuité, favorables à la propagation des feux. En même temps, la biomasse combustible augmente en surface, mais aussi en volume (strates).

À quand une véritable politique des espaces ruraux dont on sait pourtant qu'elle aurait des impacts majeurs sur la prévention d'un certain nombre de risques naturels comme les incendies de forêt, mais aussi les inondations ou les avalanches ?

3. Les causes d'incendies dans le Tell Constantinois

Les causes d'incendies dans le Tell Constantinois pour la période 1980- 2012 sont réparties comme suit : inconnues, 79,96 % ; volontaires, 18,45 % et involontaires, 1,59 %. On remarque, d'une part, l'imprécision des catégories de causes qui sont plus que vagues (volontaires, involontaires), d'autre part, le taux très élevé des causes inconnues .

Les données disponibles qui portent sur un nombre total de 6 805 feux, montrent que la part des incendies d'origine inconnue est en progression exponentielle et regrettable, elle est comme nous l'avons cité plus haut de 79,96 %, sur le total des incendies déclarés. Ces feux représentent 62,40 % de la surface incendiée durant cette période (**tableau n° 41**).

Tout d'abord, on constate que l'on est loin de la précision de la base de données Prométhée,

Les incendies intentionnels (ou volontaires), difficilement identifiables, représentent un taux important (**18,45 %**) des incendies déclarés. Bien que ce chiffre soit important, il est loin de la réalité ,car volontairement certaines causes ont été tuées pour raison de sécurité

Quant aux incendies « involontaires », c'est à dire accidentels et par imprudence, ils ont pour origine diverses causes (régénération des parcours, incinérations des chaumes, chercheurs de miel sauvage, bergers, échappement de véhicules, fumeurs, etc.). Ils sont peu nombreux et ne représentent que 1,59 % de l'ensemble des feux identifiés. Il convient de souligner, en particulier, que les chercheurs de miel sauvage peuvent mettre en péril les massifs forestiers, car la méthode traditionnelle et artisanale, qu'ils utilisent, consiste en la fumigation de l'essaim d'abeilles découvert dans un arbre, à l'aide de bouse de vache séchée, mettant ainsi en flammes la base du tronc de l'arbre (DELACRE & TARRIER, 2000). Un tel feu dégénère assez souvent en incendie de forêt plus ou moins incontrôlable.

D'une façon générale, les causes avancées par les services des forêts, et même ailleurs, sont spécialement les conditions climatiques, à savoir une faible hygrométrie et une sécheresse persistante, qui ont marqué ces dernières années.

L'explication de l'origine du feu de forêt par le seul fait climatique ne doit, néanmoins, pas être le seul argument à invoquer. D'autant que, comme le signale FAVRE (1992), il faut répéter avec force que, quel que soit l'intensité de la sécheresse ou la force du vent, la combustibilité des essences ou l'état d'embroussaillement d'un peuplement, il n'y a pas d'incendie s'il n'y a pas de mise à feu par accident, négligence ou volonté criminelle. Il ne faut pas confondre la cause d'ignition (mise à feu), avec les facteurs aggravants, sécheresse, sirocco, embroussaillement, qui sont dits « causes structurelles ». C'est pourquoi l'analyse doit s'atteler à cerner les différentes causes et à les hiérarchiser afin d'orienter efficacement les moyens de prévention, sinon de lutte.

Conclusion

Compte tenu de l'importance de la connaissance des causes pour la définition des politiques adéquates de prévention, les résultats obtenus, sont loin d'être satisfaisants. On voit bien que les efforts consentis pour la détermination des véritables origines restent insignifiants devant l'importance des dégâts occasionnés.

Pour LEONE (1990), la sous-évaluation des causes peut aboutir à un diagnostic incomplet du phénomène, surtout lors du choix des mesures préventives et disciplinaires qui peuvent s'avérer inadéquates, sinon néfastes à la réalité du terrain. Il est de ce fait primordial d'accorder dorénavant une attention toute particulière aux mesures de prévention, car décider du choix de ces mesures sans élucider les causes est un non-sens. VELEZ (2001) souligne, d'ailleurs, que l'orientation de la politique de prévention d'une manière efficace passe inéluctablement par une meilleure connaissance des causes de feu. Cette recherche des causes des incendies doit être systématisée et scientifiquement étayée.

En effet, la résorption de certaines causes d'incendie passe par une identification et une appréciation précise des situations, des personnes et des groupes d'activités générateurs de risque. Il est ainsi plus facile de cibler les personnes et de faire passer un message d'information ou de responsabilisation.

L'analyse des causes d'incendies et de leur importance relative, en Algérie (période 1986-2002), met en évidence l'insuffisance des résultats acquis en matière d'identification des sources de dépôts de feux. Ceci montre les efforts qui doivent être entrepris pour cerner au mieux les causes des incendies de forêts et réduire au minimum leurs effets. Une recherche plus active des causes aurait certainement un effet de prévention marqué.

Par ailleurs, il y a lieu de signaler la marginalisation dont fait l'objet la population riveraine, qui se manifeste et répond souvent à cette exclusion et à l'application d'une législation répressive, par des mises à feu des forêts. Cet état de conflit permanent entre le forestier et le riverain a rendu celui-ci indifférent à la forêt et à sa protection contre les incendies, et, a contribué aussi à l'augmentation du nombre d'incendies volontaires, allumés généralement par ces mêmes riverains en signe de vengeance contre les pouvoirs publics que symbolise cette forêt, dont les droits de jouissance leur sont interdits. Une politique de conciliation serait probablement une autre mesure à prendre plus payante ; il suffit pour s'en convaincre de regarder l'exemple du Maroc, ou même de la Tunisie.

Chapitre III : Conséquences des feux de forêts

1. Introduction

Le coût d'un incendie de forêt n'est jamais véritablement chiffré. La destruction de bâtiments, de lignes électriques ou téléphoniques, d'infrastructures routières ou ferroviaires, de panneaux, de clôtures, de récoltes, n'est jamais détaillée. Les coûts indirects, mobilisation des secours, immobilisation des populations, des secteurs d'activité, ne sont jamais évalués.

Les pertes en bois d'œuvre, de construction ou de chauffage sont difficiles à établir.

Comment encore évaluer, fiduciairement, la perte d'une espèce végétale ou animale rare ou menacée de disparition ?

Sans doute, la végétation se reconstitue-t-elle assez rapidement à la suite d'un incendie, à la condition que ceux-ci n'aient pas une fréquence trop élevée, mais qu'en est-il des communautés végétales ou animales inféodées à des écosystèmes particuliers ? Bien que nous ne soyons pas toujours en mesure d'apporter des réponses systématiques, force est de constater que les incendies de forêt contribuent davantage à un appauvrissement de la biodiversité qu'à son enrichissement.

Les incendies de forêt ont aussi des impacts sur la faune. Si les grands mammifères et les oiseaux adultes échappent généralement aux flammes, il n'en est pas de même des micromammifères (hérissons, musaraignes, campagnols et mulots, loirs ou lérots, chauve-souris, etc.), des reptiles (dont les tortues), des batraciens (grenouilles et salamandres), des insectes et plus encore de la microfaune et de la microflore des sols qui sont anéantis.

Au niveau des sols, les incendies de forêt les rendent, du fait de la découverte végétale, particulièrement sensibles à l'érosion. En outre, le passage du feu modifie la composition en bases et en azote des sols. L'enrichissement en potasse pose, quant à lui, différents problèmes dont il faut tenir compte.

L'impact d'un incendie de forêt sur le paysage est difficile à évaluer. La structure grenue et sombre engendrée par un massif forestier, laquelle suggère à l'observateur une certaine impénétrabilité du site et sa sauvagerie, disparaît.

2. Une transformation continue des paysages :

Les milieux forestiers constituent un écosystème complexe , qu'une de ses composantes se détériore et c'est tout l'écosystème qui réagit , quand le couvert végétal est atteint , l'on assiste alors à une dynamique accélérée pouvant amener à une transformation radicale du milieu : c'est la rupture de l'équilibre .(Tatar.H,2004)

Ainsi le milieu forestier sera soumis à deux principales réactions, une première consiste en une détérioration du patrimoine pédologique alors que la seconde sera d'ordre morphogénétique , ces deux dynamiques bien distinctes peuvent évoluer simultanément ou successivement .

La transformation des paysages partout présente , permet de saisir l'ampleur de la rétraction de l'espace forestier , mais elle permet aussi d'assister à la naissance de nouveaux paysages souvent hétérogènes liés à l'anthropisme , ils sont voués aux cultures vivrières et à l'arboriculture surtout les oliviers .

Depuis l'indépendance , l'état des massifs forestiers n'a cessé de se dégrader , 80 % des massifs du Tell Constantinois ont été parcouru au moins une fois par un incendie dévastateur , la forêt de Ouled Debeb(ElMilia) prise comme exemple a été parcourue en 40 ans pas moins de 15 fois par le feu .

La forêt de Ouled Debeb composée essentiellement de chênes liège, exposée à plusieurs reprises aux incendies , s'est rétractée petit à petit , ses peuplements denses ont chuté de moitié , les maquis et les broussailles ont gagné du terrain , la qualité de ses peuplements s'est dégradée et son taux de couverture s'est considérablement réduit.

Pour la seule période allant de 1980 à 2000 , 1238,50 ha de cette forêt, ont été parcouru par le feu soit 86 % de sa surface totale .Ajouté à cela , le pâturage et la négligence lors du démasclage du chêne liège , il en résulte des paysages forestiers délabrés .

Cette forêt qui offrait en 1960 un paysage plus ou moins riche et régulier de futaies de chêne liège a faciès à calycotome n'offre plus aujourd'hui que des paysages de futaies claires, pauvres du point de vue floristique et des paysages de maquis arborés .

La forêt de Ouled Debeb ne constitue pas la triste exception de la région puisque beaucoup d'autres ont subi le même sort et présentent le même paysage .(Tatar.H,2004)

Les peuplements de bonne qualité ne couvrent plus qu'une petite partie de la superficie globale , partie qu'il est encore difficile d'évaluer exactement en raison de l'absence d'un inventaire rigoureux .

Selon les archives de 1960 , le massif de Collo présentait une hétérogénéité au niveau de ses paysages suite aux incendies fréquents , les peuplements de chêne liège se sont rétrécis alors que ceux du pin maritime ont proliféré .

D'après Tatar.H(2004) , la forêt domaniale de Bougarouni qui se composait de 80 % de chêne liège purs et de 20 % de peuplement mixte (chêne liège et pin maritime) s'est trouvée peu à peu grignotée par ce dernier , en raison de sa vigueur , de sa régénération facile après le passage du feu , de sa croissance rapide , le pin maritime supplanta aisément le chêne liège , ce dernier n'arrive plus à se régénérer puisque ne pouvant supporter aucun couvert , ainsi , il s'étiole et finit par céder la place au pin maritime .

Dans la forêt de Collo , on signale la transformation d'une grande partie des anciens peuplements , notamment les peuplements mélangés avec le pin maritime.

Sous l'influence des incendies , notamment celui de 1983 , les pins maritimes furent brûlés tandis que les chênes lièges survécurent et reformèrent entre temps leur couronne donnant un degré de recouvrement assez important.

Les vieux peuplements de pins sont détruits lors de l'incendie de 1983 , et sont remplacés par des peuplements de pin maritime qui sont jeunes (20 à 25 ans). Grâce à leur extraordinaire vitalité, ils ont pu recoloniser les espaces incendiés mais gagner certaines surfaces autrefois vouées aux maquis.

Actuellement , dans le massif de Bougaroun , le chêne liège ne tient une place importante que dans les formations assez denses où l'hygrométrie est assez élevée et où le déficit hydrique relatif est relativement atténué .

3. Les paysages actuels.

Les paysages actuels sont dominés par les maquis. Ils sont très présents dans la région , ils occupent près de 50 % de l'espace forestier et ne cessent de s'étendre . D'une façon générale , ils expriment la dégradation de la couverture forestière , formation basse et souvent fermée , ils dégagent une impression de densité remarquable , ils comportent souvent quelques témoins de l'essence dominante d'autre fois et de nombreuses autres espèces , de taille variable , qui peuvent atteindre la taille d'arbuste , et une riche strate herbacée . On peut rencontrer cependant des maquis peu touffus , des maquis clairs sur les pentes fortes et sur les sols dégradés .

3.1 La dégradation de la subéraie

La dégradation de chêne liège a donné des maquis denses à Erica Arboréa : c'est le résultat de la dégradation de la Subéraie localisée sur des sols caillouteux , composée de deux strates bien distinctes , l'une arbustive d'une hauteur de 3.5 m au maximum , l'autre herbacée est composée essentiellement par des héliophytes qui sont variables selon l'origine du maquis.

3.2 La dégradation de la zeenaie

La dégradation de chêne zeen a donné des maquis clair à Calycotome et lentisque : ils sont situés non loin des habitations et résultent d'une forte fréquentation des riverains (surpâturage , incendies répétés) , ils tendent à évoluer vers les broussailles , ils sont peu couvrants (45 %) et l'érosion s'y exerce avec une certaine vigueur appauvrissant d'avantage les sols .

Une mosaïque de paysages plus ou moins dégradés composent donc actuellement l'espace forestier de la région.

Une grande hétérogénéité des paysages se dégage : futaies denses et claires , maquis denses et clairs , plus quelques taillis et fourrés se partagent l'espace, beaucoup plus en fonction d'un déterminisme anthropique que d'un déterminisme écologique .

Tous ces paysages connaissent une même dynamique, elle est régressive et renforcée par l'absence d'une gestion forestière rigoureuse .

Bien que des aménagements aient été programmés à , plusieurs reprises , les résultats demeurent aléatoires .

Les futaies denses qui composaient 70 % des peuplements en 1960 , n'en composent plus aujourd'hui que 42 %.

Les futaies claires sont passées de 18 % en 1960 à 32% en 2000.

Les maquis ont connu une extension remarquable , passant d'un taux d'occupation de 28 % en 1960 à plus de 40 % actuellement .

L'évidence dégradation de la qualité des peuplements durant ces années a non seulement provoqué une uniformisation des paysages dans le Tell Constantinois , en dehors de quelques cantons privilégiés , mais aussi elle a contribué à la banalisation des cortèges comme elle a contribué à l'appauvrissement des sols et à l'apparition de certains processus érosifs .(Tatar H,2004)

3.3. Appauvrissement des sols :

Suite à la diminution ou à la disparition de la couverture végétale , les sols deviennent vulnérables .

-Le lessivage sous futaie : sous une couverture de feuillus clairs , le sol se trouve actuellement dans une phase régressive annoncée par le lessivage marqué des sels de fer et par l'accumulation de matière organique dans la partie supérieure de l'horizon humifère .

Comme les paysages , les sols expriment les traitements subis au cours des siècles passés et les sols lessivés , que nous observons aujourd'hui sous les peuplements plus ou moins dégradés parfois même ruinés , n'en sont que le reflet .

-La podzolisation sous futaie : il s'agit de sols profondément marqués par une évolution régressive qui a certainement commencé , il ya plus d'un siècle avec la colonisation du pin maritime .

Le passage d'un sol brun forestier , riche capable de porter de belles futaies de chênes liège , au sol podzolisé sur lequel végètent quelques chênes médiocres , sans avenir , étouffés par un boisement dense de pin maritime .

Des sols podzoliques ont été observés sous couverture feuillue dégradée à Erica arboré à El Milia dans la forêt de Ouled Debeb . La seule affirmation , c'est que toute dégradation de la couverture forestière initiale entraîne systématiquement la dégradation des sols .

A travers les quelques profils étudiés(Tatar.H,2004) sous des peuplement feuillus , toutes les futaies vigoureuses vivent sur des sols en bon état (forêt de Guerrouche par exemple) , lorsque elles cèdent la place à des espèces secondaires , les phénomènes de lessivage et de podzolisation sont fréquents .

Sous maquis les sols présentent indiscutablement une évolution régressive plus marquée , tant du point de vue physique que chimique .

Quelque soit les faciès du maquis , on constate une pauvreté , accompagnée par une dégradation biochimique importante .

Du point de vue morphologique , sol de maquis dense et sol de maquis clair se différencient peu . Sous les maquis clairs , en plus de la dynamique régressive physico chimique des sols , les processus physiques font leur apparition , les profils sont souvent étriqués , lacérés voire même décapés .

On assiste peu à peu à une perte de sol et a une activation des processus morphogénétiques : deux principaux processus contribuent à la dégradation des sols : ruissellement et dessiccation .

4. Dynamique morphogénétique

La dynamique régressive du couvert végétal a donné lieu à des phénomènes d'érosion , notamment le ruissellement sous toutes ses formes , les phénomènes d'arrachement et de décollement peuvent survenir mais restent liés aux épisodes pluvieux extrêmes , pendant les périodes de pluviométrie faible , les sols humidifiés lentement se préparent pour des phénomènes d'érosion spectaculaires , les intensités élevées du printemps déclenchent tous les processus depuis les loupes de solifluxion jusqu'aux coulées boueuses .

Les pluies d'Automne balayent les versants dénudés et charrient des quantités élevées de charge solide vers les exutoires, la stabilité des versants est mise en cause par destruction des sols , ravinements profonds , glissements menaçant ainsi l'équilibre du milieu et aggravant partout la précaire économie de subsistance de montagnards .

- **Le ruissellement :** dans les massifs du Tell Constantinois ou la pente est souvent supérieure à 25 % et où la lithologie est tendre (marne , flyshs numidiens) , la moindre ouverture dans le couvert végétal fragilise le milieu et l'expose aux processus érosifs accélérés.

Les différentes formes de ruissellement se déclenchent par absence de rôle mécanique joué par les racines et la biomasse pour la protection des sols , ainsi le cycle des minéraux est déséquilibré par exportation des éléments fertiles sans apports de compensation , par conséquent les sols appauvris en minéraux acquièrent une faible rétention de l'eau .

Les fertilisants sont vite lessivés , les sols mal structurés , légers sont rapidement engorgés , ce qui favorise l'accélération du ruissellement .

- **Le ravinement :** le ruissellement prend le caractère torrentiel sur des terrains imperméables comme il en existe dans la région de Guerrouch. un décapage de sol est apparu sur les sols moyennement couverts et il a abouti au déchaussement des racines d'arbres . il est souvent associé à un ravinement en contre bas des croupes gréseuses . Ce phénomène est observé dans les boisements mélangés de la forêt de Guerrouch située dans la wilaya de Jijel , forêt moyennement dense (840 pieds /ha) , sur des croupes gréseuses dont la pente dépasse 20 % et l'altitude 600 m , sur les bas versants où habite un clairsemé de chêne liège à faciès de *Cistus salvifolius* , sur des formations argileuses altérées , des ravines profondes de 15 cm à 1m et d'une largeur de 1,10 à 1,20 cm se sont installées assez brutalement entre les pieds de chêne liège , leur longueur moyenne atteint 30 mètres environ et ne cesse de s'étaler menaçant sérieusement l'existence du boisement .

Sur sols faiblement couverts par des essences secondaires telles Cistus monspeliensis , Arbustus unedo , Erica arboréa ... , les rigoles disparaissent laissant place à de nombreuses ravines profondes voire même à des ravins impressionnants notamment sur des formations schisto – marneuses.

Sur des sols dénudés à pente très forte , le ravinement se généralise et se présente sous différentes formes .

Avec un déboisement étendu et des pentes accentuées , cas du Djebel Fortas au sud – ouest d'el Milia , l'érosion par ravine s'accélère et le ruissèlement y est accessit ?, C'est également le cas d'oum Toub où la dénudation très poussée , le tassement par le pâturage et l'épuisement du sol par les cultures ont transformé l'espace forestier en un paysage de ravinement généralisé.

Sur le Djebel Fortas totalement dénudé , les pluies d'hiver et de printemps accélèrent les processus d'érosion sur des formations schisteuses sous forme d'entailles profondes , les schistes sont de plus en plus incisés , le paysage caractéristique d'une montagne dégradée s'est déjà installé .

D'autres formes d'érosion plus graves sont observées dans la région , il s'agit des mouvements de masse , essentiellement les arrachements , décollements et certains glissements , ils sont ponctuels et n'affectent que les formations marneuses comme au sud de Oued Missa à l'ouest de Jijel où la couverture végétale est totalement dégradée suite à de nombreuses agressions telles que les incendies.

5. Des milieux instables, régressifs en progression :

Dans le Tell Constantinois, l'impact de l'érosion est important , suite à une dénudation progressive des massifs. L'accélération de la dégradation est proportionnelle à la fréquence des incendies du couvert végétal.

Chaque année , la superficie des terres exposées à l'érosion ne cesse de s'étendre avec la multiplication des agressions contre le couvert végétal ,en particulier les incendies. Cette situation est observée là où le déboisement est bien avancé au sud ouest de l'embouchure de l'oued Zhor où la forêt a été trop souvent ravagée par les incendies .

6. Régression de l'indice de potentialité végétale

Une des conséquences peu évoquée mais très bien connue et redoutée par les forestiers est la baisse de l'indice de potentialité végétale ,indice qui exprime les capacités de production d'une formation forestière.

| Stations | P(mm) | PV en mois | CVP | Volume m ³ /ha/an |
|-------------|---------|------------|--------|------------------------------|
| Jijel | 680,15 | 9 | 380,21 | 5,63 |
| Skikda | 754,25 | 9 | 557,65 | 7 |
| Zitouna | 1269,94 | 9 | 763,08 | 7,73 |
| Taher | 616,14 | 7 | 382 | 4,93 |
| El Milia | 857,17 | 8 | 381,92 | 6,17 |
| Constantine | 565,97 | 4 | 135,44 | 3,83 |
| Boumalek | 538,98 | 4 | 110,42 | 3,37 |

Tabln°43 : Indice de potentialité végétale

Source : Tatar Hafiza

Les potentialités forestières du littoral sont en régression CVP > 700 , selon les archives nationales, les régions littorales telles que Jijel et Zitouna avaient un indice de potentialité végétale supérieur à 700 (CVP de 904 à Zitouna , 800 à Jijel). Cette région détient les valeurs les plus élevées du pays ; rien que pour le chêne Zeen , la production était de 15 m³/ha/an en 1969 , elle est aujourd’hui à moins de 10 m³/ha/an .

Malgré les grandes potentialités naturelles avantageuses , le littoral a connu une grande baisse de sa productivité , les indices de CVP ne dépassent plus les 400 , soit une productivité de 7 m³/ha/an et ceci est dû à la diminution de la quantité des précipitations.

Au fur et à mesure que la continentalité augmente , la productivité diminue .

Des potentialités moyennes du Tell en régression sur le versant méridional de la chaîne tellienne , les indices de CVP oscillent entre 200 et 600.

La productivité en 1969 était de 6,6 m³/ha/an, en 2000 elle a régressé à 3,2 m³/ha/an, ces chiffres ne reflètent pas la réalité du moment que la plus part des massifs sont déboisés.

| Stations | Altitude | CVP (1913 – 1938) | CVP (1970 – 2000) |
|-------------|----------|---------------------|---------------------|
| El milia | 105 m | 600 | 382 |
| Constantine | 690 | 212 | 135 |
| El Arrouch | 137 | 415 | 394 |
| Zardezas | 189 | 469 | 444 |

Tab n° 44 : Evolution de l’indice de potentialité entre (1913 – 1938) et (1970 – 2000)

L’indice de CVP , calculé pour quelques stations ne fait pas paraître l’effet de l’altitude du moment que les valeurs données pour les régions montagneuses demeurent en effet assez faibles .

Cet indice est appliqué sur des forêts en bon état , soumise à une gestion rationnelle qui a un bon rendement, alors que dans le cas de notre région , il s’écarte beaucoup des valeurs moyennes .

Quatrième partie

Prévention et Lutte contre les incendies de forêts

Chapitre I : prévention des feux de forêts

1. Introduction

Dans la perspective d'une Gestion Durable des écosystèmes forestiers, les feux de forêts sont et resteront l'un des problèmes majeurs pour les forêts méditerranéennes en général et pour la forêt Algérienne en particulier, c'est pourquoi, il faudra mettre les moyens nécessaires pour les circonscrire.

Après les reboisements, la lutte contre les incendies de forêt est le créneau qui mobilise le plus l'effort du forestier, des moyens considérables lui sont consacrés, ceci se justifie en raison des dommages considérables que ces derniers occasionnent à ce patrimoine économique, et écologique.

Durant la période estivale le forestier est quasiment mobilisé pour la lutte contre les incendies.

En matière de lutte contre les incendies, la prévention demeure le meilleur moyen .

La connaissance et l'analyse des causes, tant celles qui font le lit des incendies de forêt que celles directement responsables de leur déclenchement, sont importantes pour l'élaboration et la mise en œuvre de mesures de protection contre le feu.

Les efforts de prévention des feux de forêt appellent plusieurs actions de suppression de leurs causes, à savoir: l'ouverture de lignes coupe-feu autour des compartiments forestiers, la réduction des charges de combustibles par des brûlages dirigés; la mise en place et l'entretien de ceintures vertes, la surveillance météorologique et l'évaluation des dangers d'incendie, la cartographie des zones à risque en vue d'une surveillance spéciale, la classification des feux, la production de données et informations de gestion ,la modélisation des incendies, des campagnes de sensibilisation dans le public, des incitations matérielles à la participation et à la coopération des communautés, etc.

Se maintenir prêt à un incendie éventuel constitue un aspect de leur prévention, qui comprend le contrôle des sources d'ignition, le développement d'infrastructures et de moyens de communication, le développement d'équipements, l'évaluation des formations nécessaires, les formations des équipes, et la démonstration, etc.

De ce fait , la prise en charge du problème des incendies de forêts a subit , ces derniers temps , des changements satisfaisants et la superficie moyenne annuelle brûlée en forêts du Tell Constantinois qui était de l'ordre 9 940 hectares entre 1990 - 1999 est passée à 5 351 hectares entre 2000 - 2012.

2. Une politique de prévention qualitatif

Une politique de prévention vise à mettre en œuvre les actions destinées à réduire les impacts d'un phénomène naturel sur les personnes et les biens. Il s'agit avant tout d'agir avant la survenue d'un phénomène.

Agir préventivement sur les causes de départ accidentel de feux

C'est-à-dire sur les imprudences, les négligences liées aux travaux agricoles ou forestiers, aux loisirs et les infrastructures mal protégées (décharges, lignes électriques, circulation des trains ou des véhicules automobiles, etc.)...

La résorption des causes de départ de feux passe par trois actions essentielles.

-D'abord, l'information et la sensibilisation des propriétaires, des gestionnaires et de tous les utilisateurs de l'espace agricole et forestier, même occasionnels, sur les comportements à risque en milieu forestier.

-Puis par la recherche plus systématique des causes d'un départ de feu. La gendarmerie et les sapeurs-pompiers ont, sur ce point, un rôle déterminant.

-Enfin par des mesures techniques visant à aménager les zones de contact "activités humaines - massif forestier" où se situent la plupart des départs afin de les limiter ou de les dissuader.

Les mesures de prévention doivent s'appuyer sur une législation établissant clairement que les incendiaires sont des criminels et doivent être condamnés à des peines proportionnelles aux dommages causés. Toutefois, les mesures répressives ne doivent jamais être l'élément principal des efforts de prévention.

Les campagnes d'information doivent être complétées par des mesures sylvicoles préventives, c'est-à-dire par des techniques d'aménagement forestier visant à réduire les risques d'incendie et les dommages qui en résultent. Elles comprennent des techniques très diverses telles que l'essouchement et l'élagage, les éclaircies des arbres, l'écrasement des broussailles, le brûlage dirigé, le pâturage contrôlé et le choix des essences.

Les techniques de protection doivent être intégrées dans les pratiques sylvicoles générales, qui sont généralement concentrées sur la régénération et la production. Le choix des techniques doit être déterminé par les conditions physiques, économiques et sociales prévalentes. Par exemple, dans les régions où le pâturage en forêt est une source de conflit, il faut encourager plutôt qu'interdire le pâturage contrôlé. S'il est pratiqué à des époques appropriées et convenablement contrôlé, le pâturage permet de réduire l'accumulation de menues matières combustibles et associe les pasteurs à la gestion des forêts.

➤ Détection et alerte

Il est essentiel de rechercher la plus grande rapidité dans la détection des feux , l'alerte est la première intervention, cette partie du dispositif basée sur les brigades mobile, les postes de vigie et la surveillance aérienne doit faire l'objet d'un équipement adéquat .

Les postes de vigie doivent être équipés de cartes de repérage , des tables de visés , de jumelles et d'un émetteur récepteur .

Pour pouvoir s'en servir de ce matériel , il est indispensable que les gardiens affectés à ces postes soient lettrés et formés .

La surveillance aérienne devrait utiliser des appareils bien adaptés au but recherché , sous risque d'une mobilisation inutile de moyens importants.

➤ La lutte active :

Il ya lieu de noter l'indigence de moyens disponibles pour cette partie du dispositif de protection quoique réglementairement du ressort de la protection civile , cette dernière est insuffisamment en équipés en moyens adaptés à ce type d'action , il est nécessaire, sinon impératif, et ce dans un souci de complémentarité , que l'administration forestière fasse l'acquisition de moyens conséquents et adéquate .

➤ Mieux surveiller les massifs forestiers

La surveillance des massifs forestiers, surtout en période de risque sévère ou très sévère, vise d'une part à détecter le plus rapidement possible un départ de feu, puisque l'on sait qu'un feu naissant aura peu de chances de se développer et qu'il sera facile à combattre et d'autre part, à mieux dissuader d'éventuels comportements à risque, voire criminels.

Il n'est pas nécessaire de surveiller un massif forestier en permanence. Un dispositif léger de surveillance (les patrouilles à cheval sont particulièrement efficaces) peut être mis en place, toute l'année , Ces patrouilles seront surtout dissuasives à l'égard des pyromanes, surtout si leur rythmicité et les parcours choisis sont aléatoires et tenus secrets .

Par contre, ces surveillances sont rendues impératives lorsque l'indice Forêt-Météo est sévère ou très sévère. Les dispositifs de surveillance, outre les patrouilles, combinent les moyens terrestres (vigies installées sur des tours de guet, des châteaux d'eau ou des vigies mobiles) et des dispositifs aériens Lorsque le risque de feux de forêt est imminent, à ces dispositifs de surveillance, on procédera à une mobilisation préventive d'hommes et de matériels, directement stationnés sur le terrain et prêts à intervenir.

➤ Mieux équiper les massifs forestiers.

Il s'agit pour l'essentiel de créer des pistes ou d'améliorer le réseau existant et en second, d'entretenir et d'alimenter des points d'eau judicieusement répartis.

Équiper les massifs forestiers en pistes PFCI (Protection des Forêts Contre l'Incendie) répond à deux impératifs : d'abord faciliter leur accès aux sapeurs-pompiers et, secondairement, leur ajouter des discontinuités horizontales (encore que celles-ci ne sont guère efficaces en cas de grands feux).

l'infrastructure actuelle en pistes reste insuffisante surtout dans les grands massifs inaccessibles ayant une importance économique et écologique (massif de Collo , Ain Kechra , Azzaba) , le réseau existant est de 3978 km , ce qui est très en dessous de la norme admise , ceci est du au fait que certaines forêts sont complètement dépourvues .

Le déficit en pistes s'élèvent à 3227 km , ce qui est énorme comme tâche pour minimiser le désenclavement et augmenter la prévention contre les incendies .

Concernant les tranchées pare feu , les forets de la région comportent un réseau de 4588 km , pour asseoir un dispositif aux normes qui est de 8594 km , il faudrait combler un déficit de 4006 km .

Les postes de vigie sont au nombre de 41 , pour les maisons forestières et l'approvisionnement en points d'eau , nous nous disposons que des chiffres concernant les Wilayas de Jijel et Skikda qui sont dotées de 80 maisons forestières et 117 points d'eau .

➤ Mieux gérer et aménager l'espace

Dans les situations de fortes contraintes écologiques (incendies répétés à fréquence élevée, sécheresse estivale prononcée etc...), corroborées par des perturbations anthropiques (surpâturage, délits, défrichements) les réponses adaptatives de la végétation ont abouti à la modification des écosystèmes forestiers en produisant des formations ligneuses basses adaptées au feu, caractérisées par une faible biodiversité, un potentiel d'évolution réduit, une faible productivité et une forte inflammabilité , tel est le cas de la plupart des subéraies de la région, la forte proportion de formations sub-forestières (maquis arborés, maquis purs) en témoigne de l'ampleur des dégradations.

A titre d'information, il serait bon de rappeler que les normes minimales habituelles en matière de D.F.C.I sont de 2,5 Km/100 Ha, bien que cette norme soit généralement très en dessous des densités de dessertes nécessaires à la gestion rationnelle des forêts, notamment en zone de montagne, et de surcroît dans les subéraies constamment soumises aux incendies.

- Maisons forestières – brigades forestières :

Le nombre de maisons forestières ou brigades forestières est de 80 unités dans les deux wilaya de Jijel et Skikda , en comparaison avec la norme qui est de 1MF/ 10 000 l'objectif est atteint sur le plan théorique. Mais, cette norme n'a pas une grande signification dans la mesure où l'état de dispersion des forêts n'est pas pris en considération et encore moins le caractère utile de cet équipement pour la surveillance forestière (effet de dissuasion). Le plus important serait de connaître le taux d'occupation et l'état de cet équipement pour pouvoir donner un jugement de valeur.

- Postes de vigie :

Le total de postes de vigie existant est de trente neuf (39) dans toute la région, alors que les besoins normatifs calculés sur la base de 1PV/7000 Ha sont de 26 postes de Guet au niveau de la wilaya de Skikda et de 02 postes au niveau de la Wilaya de Constantine .

Dans un relief aussi compartimenté que celui de la petite Kabylie, le nombre de postes de vigie devrait nécessairement être élevé pour pouvoir mettre sous observation directe le plus de territoire possible.

Le nombre de postes de vigie réalisés a été en principe soigneusement étudié, particulièrement, le lieu d'implantation qui permet une couverture optimale du territoire à surveiller.

Pour mieux rentabiliser les postes de vigie, on a intérêt à les faire occuper par un personnel bien entraîné et motivé.

- Approvisionnement en eau : mobilisation des ressources hydriques :

L'eau étant le principal moyen d'extinction des feux de forêts. Il faut se préoccuper de l'approvisionnement en eau des moyens de lutte de manière attentive.

Le nombre de points d'eau existant au niveau des forêts est de 121 dont 39 unités à Jijel et 82 à Skikda avec bassin d'accumulation de 27m³ par unité ce qui correspond à 2 214 m³.

Selon les normes en usage actuellement dans les forêts méditerranéennes des pays de la rive Nord, par exemple en France : la densité est de 60 m³ tous les 16 km², soit 3,75 m³/100 Ha.

En fonction de cette norme il faudrait 7 425 m³ d'eau disponible soit 275 points d'approvisionnement en eau (01 PE avec un bassin d'accumulation de 27m³) si non il serait commode de construire des citernes en béton bien réparties sur le territoire forestier (1 bassin de 30 m³/800 Ha).

Comme toute action collective destinée à intensifier la gestion forestière, l'équipement et l'infrastructure ne se conçoivent pas sans un plan définissant des

moyens, avec toutes les conditions de leur intervention et de leur mise en œuvre. Les plans d'équipement doivent être le plus minutieusement élaborés et toujours dans le cadre de l'étude d'aménagement.

Ils ne constituent qu'une partie des actions de grande envergure et de longue durée qui seront à mener, au prise d'efforts importants et coûteux .

➤ L'Agro-Sylvo-Pastoralisme comme solution durable.

Un des objectifs du développement forestier par la mise en œuvre d'aménagement intégré sera, si possible, de minimiser au mieux les causes potentielles de mise à feu, leur extension et leurs conséquences sur la forêt.

L'application de techniques sylvicoles appropriées, d'aménagement agro-sylvo-pastoraux permettra de limiter les risques de mise à feu et de propagation d'incendie par la multiplication des zones débroussaillées, les zones de Hessa (forêts sylvo- pastorales) sur 10% de la surface forestière auront le même impact en plus accentué.

Lorsqu'ils doivent être réalisés, on ne doit pas hésiter à prévoir des investissements supplémentaires pour réduire l'impact des incendies.

- L'amélioration des peuplements existants de chêne-liège, d'eucalyptus et de pin maritime par une densification « rattrapage » pour homogénéiser les densités actuellement clairsemées.

- le cloisonnement des massifs forestier à risque, par des réseaux de coupures stratégiques utilisées par le pastoralisme et par l'agriculture (schéma Agro – sylvo – pastoral) apparaît actuellement comme une solution d'avenir efficace contre les incendies. La mise en œuvre effective doit alors nécessairement inclure les équipements et les infrastructures de prévention pour augmenter l'efficacité du dispositif.

- La défense des forêts contre les incendies (D.F.C.I) par l'équipement traditionnel (piste - TPF - point d'eau) combiné à des investissements lourds de cloisonnement et de structuration de l'espace forestier par de grandes coupures de combustibles et des coupures vertes utilisées par des activités agricoles et pastorales. Ce dispositif de prévention contre les incendies sera installé sur les secteurs stratégiques dont l'objectif est d'assurer au moyen d'un schéma d'équipements et de travaux forestier, la cohérence de la zone agro – sylvo - pastorale de l'ensemble du massif.

-Ainsi, Sur le plan défense contre les incendies :

- Mieux équiper les forêts et les zones reconstituées par les infrastructures et les équipements nécessaires à la surveillance, la prévention et l'intervention.
- Structurer l'espace par un zonage destiné à faire apparaître les secteurs stratégiques en fonction de plusieurs facteurs : Topographie, état de la végétation, la présence humaine (habitations) en y développant l'agroforesterie, le sylvo – pastoralisme sur les coupures vertes.

- Elaborer un plan de débroussaillage en fonctions des peuplements, des secteurs reconstitués, des zones à risque élevé pour cloisonner les massifs afin d'isoler les secteurs à risque fréquent des autres zones moins sensibles.

Une organisation efficace pour la défense contre les incendies s'impose. Quatre types de mesures préventives apparaissent nécessaires :

1 – Cloisonner les massifs pour permettre un contrôle de la progression du feu ; les cloisonnements doivent être harmonieux et surtout avoir une cohérence globale de la vision des incendies. « Le feu n'a pas de limites administratives », donc les programmes de prévention doivent impérativement avoir des agencements sur de vastes ensembles forestiers ;

2 – Reconstituer la forêt en favorisant les essences autochtones feuillues au détriment des essences résineuses plus combustibles. Il s'agit donc d'une sylviculture qui allie la prévention contre l'incendie et la reconstitution concomitante ;

3 – Elaborer des plans d'aménagement intégrés qui prennent en compte les aspects humains et économiques qui sont des aspects dynamiques et évolutifs.

4 – Eduquer le public ; riverains et notamment les usagers qui fréquentent les zones dangereuses au cours de la saison estivale.

Pour les forêts de Chêne liège on propose dans l'avenir de faire des études avec un générique novateur : plan de débroussaillage, d'aménagement et de développement forestier – P.D.A.D.F- où le débroussaillage dans toutes ses modalités doit être considéré comme un outil de gestion au même titre que la sylviculture et la subericulture.

3. Maîtrise des feux et réhabilitation des forêts

Les opérations d'extinction des petits foyers dans les espaces brûlés doivent être effectuées avant d'entreprendre tout inventaire et état des lieux post-incendie. Un plan d'intervention après le sinistre doit être adopté en conséquence, et comprendre par exemple la récupération des matériels utilisables, la conduite des opérations

sanitaires, la réhabilitation de la zone par régénération naturelle ou par des moyens artificiels, etc.

La réhabilitation faisant suite au sinistre se trouve souvent être une activité nécessitant des investissements majeurs. Par manque de ressources, cet aspect important de la gestion du feu est pourtant souvent négligé, laissant les rémanents devenir source de nouvel incendie dans un futur assez proche.

- Les feux contrôlés

Le feu contrôlé est l'une des techniques centrale d'aménagement dans la réduction de la quantité du combustible et la restauration de la santé de l'écosystème (Pyne, 2003, Turner et al, 1994).

Le brûlage dirigé est une technique de gestion de la terre qui utilise le feu de façon planifiée et contrôlée sur une zone prédéfinie sans mettre en danger les espaces limitrophes. Cette technique ancestrale, souvent employée pour défricher des terres en vue d'une utilisation agricole et pastorale, est devenue un outil moderne dans la prévention des feux de forêt en contrôlant le niveau du matériel combustible sur le sol

Les effets bénéfiques des feux contrôlés sur l'altération de la structure des combustibles

Il y a des risques associés à l'utilisation des feux contrôlés, parce qu'il y a une possibilité d'échappement qui peut représenter une source inattendue de dommage économique, lors de la pratique de cette technique, ces types de problèmes sont extrêmement rares ; relativement au large nombre de feux contrôlés conduits avec succès chaque fois. En outre, les feux contrôlés sont un outil bénéfique qui peut effectivement altérer le potentiel du comportement de feu, en influant sur les caractéristiques multiples des combustibles.

Il y a plusieurs raisons d'utilisation des feux :

Réduction de la quantité du combustible : les feux contrôlés périodiques réduisent la quantité du combustible de fond, mais les managers doivent être prudents pour ne pas créer un feu qui tue les arbres existants.

Préparation pour la replantation : le brûlage aide pour la préparation du sol pour planter les arbustes ou les semences des arbres, en réduisant la litière, les déchets d'abattage et le bois enfances dans le sol, ainsi que les herbes et les arbrisseaux. D'autre part les agents doivent assurer que le feu ne soit pas intense, pour que les arbres semenciers ne soient pas tués et que le sol soit propice pour la plantation.

- Les éclaircies mécaniques

Les éclaircies mécaniques ont l'habilité de faire un travail plus précis que les feux contrôlés. En utilisant les appareils manuels ou les machines, les arbres spécifiques peuvent être sélectionné à la fois pour les abattre ou les garder. En plus les

éclaircies des matériaux combustibles et l'élagage des branches constituent une méthode plus précise que les feux contrôlés pour cibler les strates de combustible.

4. Moyens juridiques et législatifs

Pour ce qui est des dispositions juridiques et législatif, les textes actuels recouvrent parfaitement ,les aspects de lutte contre les incendies, néanmoins certains nécessitent une actualisation. Mais ce qui fait défaut le plus, c'est l'application des textes.

Partage des responsabilités en matière de lutte contre les incendies et mécanisme de financement.

Les parties concernées sont tenues de nettoyer les accotements, immédiat de leurs infrastructures sur une distance de 10 m, elles peuvent demander aux services forestiers des Wilaya concernées de le réaliser moyennement rétribution, au cas où ce n'est pas réalisé, le service forestier peut l'entreprendre à la charge de la partie concernée Un droit de pâture payant est accordée aux riverains, dans les parties des forêts, réservées à cet effet, (tranchées pare-feu, partie de la forêt non incendiées et en dehors des zones mise en régénération.

Droit de récolte des fruits forestier, champignons, mousse de chêne et autres produits forestiers est accordé par appel d'offre ou de gré à gré, 50 % de la recette est versé au fond de lutte contre les incendies en particulier dans la prévention).

En cas de négligence avérée dans la déclaration d'un sinistre, la partie responsable est tenue d'assurer les réparations nécessaires dans les limites du possible.

5. Moyens organisationnels

En plus du service forestier, les partenaires suivants doivent être directement impliqués en cas d'incendie en forêt.

La sécurité civile

La région militaire

La DSA

6. Réalisation des documents

Les documents suivants sont nécessaires et doivent être réalisés pour tous les massifs forestiers afin d'assurer une meilleure protection contre les incendies, et limiter leur extension en cas de sinistre.

1. Cartes de visibilité

2. Carte de sensibilité

Mettre au moins des indices de danger applicable dans le cas des forêts algériennes

Mise en place de SIG, pour toutes les infrastructures, l'historique des incendies, et tenir compte des cartes de sensibilité de visibilité etc.

Aménager les forêts et mettre en application les plans d'aménagement

Les stratégies à développer en matière de renforcement des capacités nécessaires à la réduction des risques d'incendies menaçant la diversité biologique locale et globale intègrent par les points suivants :

1. Occupation de la forêt, en effet c'est la présence humaine qui est le meilleur garant pour assurer la protection des forêts contre les incendies.
2. Associer les riverains dans toutes les phases de la réalisation des plans d'aménagement des forêts et de leur mise en application.
3. Renforcement des infrastructures en matière de DFCI,
4. Certains Wilayate sont bien pourvus en infrastructures (pistes et routes forestières, poste-vigie, points d'eau) alors que d'autres sont loin d'atteindre les normes requises

Lutte contre les incendies de forêt et perspectives d'amélioration

De toute évidence, les incendies de forêt causent un problème grave et permanent dans toute la région méditerranéenne. Les mesures prises actuellement pour les maîtriser ainsi que les domaines dans lesquels des améliorations sont possibles sont brièvement décrits ci-après.

Chapitre II : **Evaluation et Cartographie du risque incendie**

1. Introduction

La prévention constitue le seul moyen de réduire le coût des dégâts causés. Durant les feux de forêts majeurs.

Les indicateurs essentiels qui favorisent ces feux sont principalement le déclenchement (chaleur, absence de précipitation, pyromane, etc), la rapidité de propagation (nature du terrain, de la végétation, humidité), l'orientation des vents et absence d'obstacles naturels(rivières) ainsi que les paramètres géographiques de la région, qui guident la mise en place de plans d'intervention en temps réel à savoir:

- La topographie (terrain accidenté ou non)
- Les accès (réseaux routiers , pistes)
- Les agglomérations (les habitants, les sites stratégiques).

Les incendies de forêts ne peuvent être minimisés qu'à travers la prévention qui repose sur l'évaluation du risque.

L'étude des risques d'incendies au niveau de la forêt du Tell Constantinois à l'aide de l'application de la télédétection et des systèmes d'informations géographiques (S.I.G), permet d'établir une carte de risque de feu de forêt en superposant plusieurs couches d'informations tirées des cartes.

Cette opération de superposition de cartes est rendue assez facile avec les deux outils cités permettant l'obtention de cartes rapidement .

La carte du risque du feu n'est pas un moyen de lutte proprement dit, mais elle permettra au forestier de mettre en place un dispositif de lutte adéquat d'une part, et d'acquérir des équipements adéquats permettant une lutte efficace.

Dans ce contexte, nous allons montrer la méthode adoptée par l'INRF pour le calcul de l'indice de risque , alors que la réalisation de la carte des risques de feux de forêts a été établie en suivant la méthode de superposition des cartes (carte de pente , carte de végétation élaborée par le BNEDER) , qui contient plusieurs paramètres tels que le réseau routier ou l'accessibilité , la densité de la population et l'occupation du sol surtout les formations forestières. .

2. Méthodologie

En effet, la cartographie des zones incendiées peut être obtenue par les techniques de détection de changement et la régression des valeurs des indices de végétation (NDVI) avant et après l'incendie.

La méthodologie adoptée a consisté à :

I) traiter et structurer les données, déterminer et établir les indicateurs et paramètres qui favorisent le déclenchement des feux de forêts:

- La première approche est basée sur l'analyse de l'évolution temporelle de l'indice de végétation (NDVI). Une baisse de celui-ci est supposé être en relation avec une augmentation du danger du feu.

- Le second indicateur de danger de feu est dérivé de la relation entre les différentes composantes déterminant l'indice de risque de feu de forêt.

II) Présenter aux secteurs concernés les:

- Cartes d'états de surface à un instant 't' (carte de superficie végétale, carte des accès ,carte des altitudes, etc..)
- Carte des indicateurs de zones sensibles à de tels événements par l'intégration des données météorologiques.

- Génération d'une base de données numériques descriptives de toutes les informations d'intérêt.- Elaboration des outils d'analyse permettant de mettre en évidence les corrélations entre les différentes données et d'apprécier l'adéquation des dispositifs par rapport aux normes de références de la Protection Civile.
- Etablissement d'une carte de risque de feu de forêt.

Pour calculer le risque, il est nécessaire de modéliser chacun des éléments du risque. Cette étape consiste à sélectionner les paramètres propres à chaque élément (type de combustible ,pente, etc) puis à utiliser un mode de représentation du risque afin de « l'évaluer ». Les paramètres sont les facteurs du milieu naturel et anthropique qui influencent l'éclosion, la propagation et l'intensité du feu, ainsi que son déroulement (aspects liés à la lutte).

Les principaux paramètres , appelées composantes, sont représentés par le diagramme de la figure n° 63

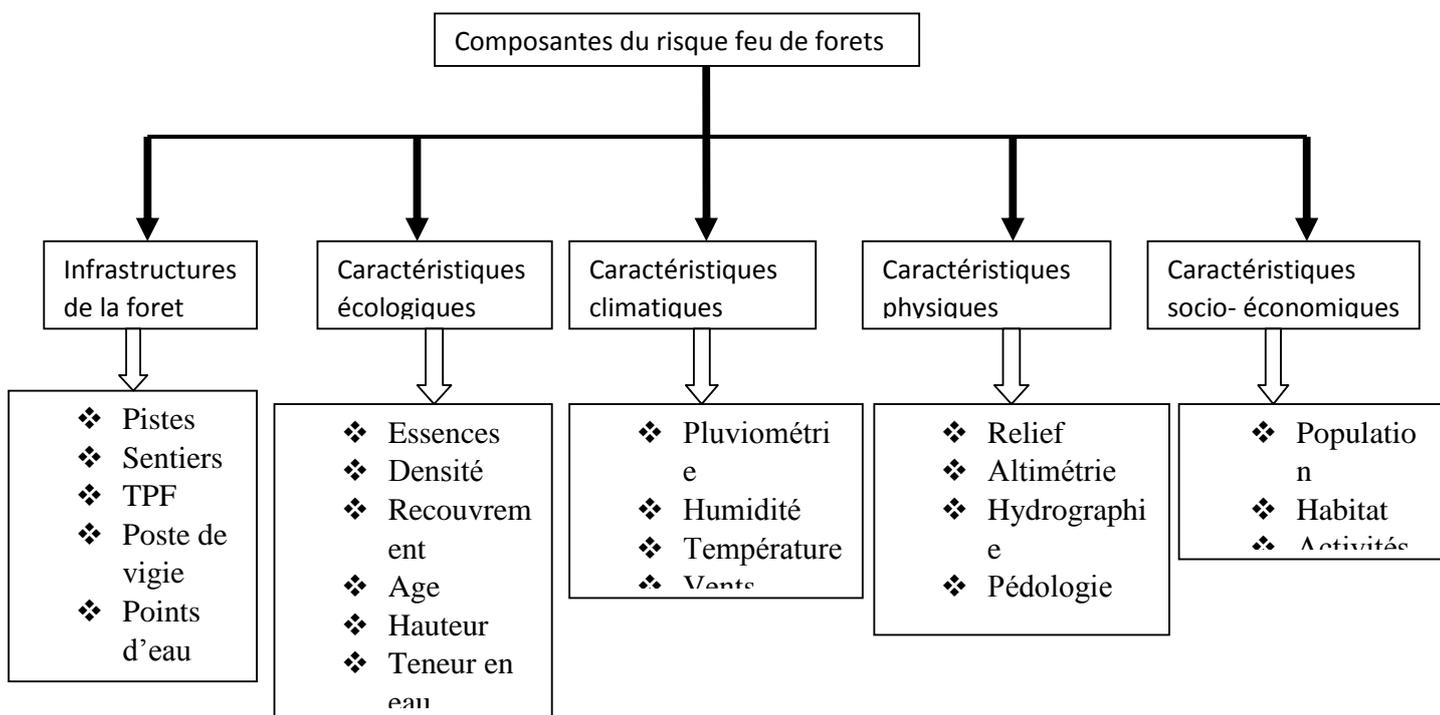


Figure n° 64 : Différentes composantes du risque feu de forêts

La composante activité humaine peut être utilisée dans trois aspects des éléments du risque : source de départ de feu, enjeux (personnes, biens, installations), moyens de lutte.

Ces différents paramètres sont très corrélés et c'est leur combinaison qui influence ou provoque l'éclosion de l'incendie.

2.1 Calcul **de l'indice de risque (IR)**

Pour notre application, nous avons utilisé le modèle d'indice de risque mis au point par A.DAGORNE (DAGORNE, 1993), sur des zones similaires sur le côté nord de la Méditerranée. Nous avons adapté cet indice au type de risque en Algérie.

$$\mathbf{IR = 5 IC + IM + 2 IH}$$

où IC, représente l'indice de combustibilité, IM, l'indice topo morphologique et IH, l'indice d'occupation humaine.

La caractérisation de cet indice est basée sur la variabilité spatiale du risque d'incendie dont la détermination est issue des paramètres physiques intervenant dans le modèle choisi pour notre application.

En effet, une zone dont l'indice de risque, dû aux composantes citées ci-dessus, étant déterminé, l'aspect climatique ne fait que l'accentuer ou l'atténuer (la température, le taux d'humidité et les vents sont des composantes très corrélées).

Ainsi nous avons retenu, pour cette modélisation, les éléments les plus pertinents, le couvert végétal dont les paramètres descriptifs interviennent dans le calcul de l'indice de combustibilité, le relief représenté par les paramètres topographiques qui interviennent dans le calcul de l'indice topo morphologique, les infrastructures routières et le paramètre anthropique qui sont utilisés pour évaluer l'indice d'occupation humaine.

2.2 Calcul de l'indice de combustibilité (IC)

Les principaux critères qui interviennent dans l'apparition d'un feu dans un espace végétal, sont la structure spatiale du combustible (recouvrement horizontal et stratification verticale) et la nature des espèces dominantes. Les espèces dominantes qui caractérisent les formations en raison de leur importance constitutive influent sur l'inflammabilité et la combustibilité des peuplements intrinsèques (TRABAUD 1980).

Pour évaluer l'indice IC nous utilisons une méthode proposée par A. MARIEL (MARIEL, 1995) pour estimer la gravité potentielle d'un feu démarré dans un peuplement forestier déterminé. Cette méthode a consisté en la mise au point d'un modèle, empirique, basé sur l'expérience des sapeurs-pompiers pour pondérer les termes d'une expression mathématique dont les paramètres proviennent d'une description normalisée de la végétation (BELHADJAÏSSA, et al. 2003).

C'est ainsi qu'un indice d'intensité potentielle du feu (ou indice de combustibilité) a été exprimé par la relation suivante:

$$IC = 39 + 0.23 BV (E - 7.18)$$

BV est calculé à partir du biovolume combustible par addition des pourcentages de recouvrement de chacune des strates biologiques à partir des relevés de terrains .

E représente la combustibilité moyenne de chaque type de peuplement. elle est égale à la somme de la note de combustibilité de l'essence prédominante du relevé (E1) et la moyenne des notes de combustibilité des espèces abondantes du relevé (E2) (tableaux.46,47,48).

| LIGNEUX HAUT | | | |
|--|---|---|---|
| Arbousier (<i>Arbutus unedo</i>) | 5 | Châtaignier (<i>Castanea Sativa</i>) | 5 |
| | | Cèdre (<i>Cedrus atlantica</i>) | 6 |
| | | Cyprès (<i>Cupressus macrocarpa</i>) | 6 |
| Chêne vert (<i>Quercus ilex</i>) | 7 | Erable (<i>Acer palmatum</i>) | 5 |
| | | Epicéa (<i>Picea abies</i>) | 6 |
| | | Noisetier (<i>Corylus avellana</i>) | 2 |
| Hêtre (<i>Fagus ylvatica</i>) | 2 | Peuplier (<i>Populus nigra, poplar</i>) | 2 |
| | | Chêne pubescent (<i>Quercus pubescens</i>) | 5 |
| Ome | 2 | Pin noir (<i>Pinus nigra Arn.</i>) | 7 |
| | | Douglas (- <i>Pseudotsuga menziesii</i>) | 6 |
| | | Pin pignon (<i>Pinus pinea</i>) | 7 |
| Pin maritime (<i>Pinus pinaster</i>) | 7 | Pin de salzman (<i>Pinus salzmanni</i>) | 7 |
| | | Frêne (<i>Fraxinus spp.</i>) | 2 |
| Pin sylvestre (<i>Pinus sylvestris</i>) | 7 | Saule (<i>Salix alba, Willow</i>) | |
| | | Olivier (<i>Olea europea</i>) | 5 |
| | | Sapin (épicéa) | 6 |

Tab n° 45 la combustibilité moyenne des ligneux hauts

| LIGNEUX BAS | | | |
|--|---|---|---|
| Ajonc épineux (<i>Ulex europaeus</i>) | 8 | Amélanchier (<i>Amelanchier laevis</i>) | 3 |
| | | Bruyère arborescente (<i>Erica arborea</i>) | 8 |
| | | Bruyère multiflore (<i>Erica multiflora L.</i>) | 6 |
| Bruyère cendrée (<i>Erica cinerea L</i>) | 6 | Bruyère à balais (<i>Erica scoparia</i>) | 7 |
| | | Buis (<i>Buxus sempervirens</i>) | 5 |
| | | Canne de Provence (<i>arundo donax</i>) | 5 |
| Callune (<i>Calluna vulgaris</i>) | 6 | Ciste blanc (<i>CISTUS albidus</i>) | 6 |
| | | Ciste à f. de sauge (<i>cistus salvifolius</i>) | 3 |
| | | Epine du christ (<i>Paliurus spina-christi</i>) | 3 |
| Eglantine (<i>Rosa canina L</i>) | 5 | Genet à balais (<i>Cytisus scoparius L.</i>) | 5 |
| | | Genet d'Espagne (<i>Spartium junceum</i>) | 5 |
| | | Genet purgatif (<i>Cytisus purgans</i>) | 7 |
| Genet scorpion (<i>Genista scorpius</i>) | 8 | Genévrier commun (<i>Juniperus communis</i>) | 7 |
| | | Genévrier oxycèdre (<i>Juniperus oxycedrus</i>) | 7 |
| Lavande à large f. (<i>Lavandula litifolia</i>) | 5 | Chêne kermès (<i>Quercus coccifera</i>) | 8 |
| | | Pistachier lentisque (<i>Pistacia lentiscus</i>) | 4 |
| | | Prunellier (<i>Eriogaster catax</i>) | 4 |
| Romarin (<i>Rosmarinus officinalis</i>) | 5 | Ciste de Montpellier (<i>Cistus monspeliensis</i>) | 3 |
| | | Ronces (<i>Rubus fruticosus</i>) | 6 |
| | | Staeheline (<i>Staehelina dubia</i>) | 3 |
| Térébinthe (<i>Pistacia terebinthus</i>) | 4 | Filaria (<i>Phillyrea latifolia</i>) | 5 |
| | | Thym (<i>Thymus vulgaris</i>) | 4 |

Tab n° 46 la combustibilité moyenne des ligneux bas

| HERBACEES | | | |
|---|---|--|---|
| Agrostis | 1 | Anthyllide (<i>Anthyllis vulneraria</i>) | 1 |
| | | Aphyllanthe (<i>Aphyllanthes</i>) | 1 |
| | | Avoine (<i>Avena sativa,</i>) | 1 |
| Brachypode des bois (<i>Brachypodium sylvaticum</i>) | 1 | Brachypode penné (<i>Brachypodium pinnatum</i>) | 1 |
| | | Brachypode rameux (<i>Brachypodium ramosum</i>) | 1 |
| | | Brome érigé (<i>Bromus erectus</i>) | 1 |
| Canche flexueuse (<i>Deschampsia flexuosa</i>) | 1 | Dactyle (<i>Dactylis glomerata</i>) | 1 |
| | | Fétuques (<i>Festuca</i>) | 1 |
| | | Fougère aigle (<i>Pteridium aquilinum</i>) | 2 |
| Fromental (<i>Arrhenatherum elatius</i>) | 1 | Inule visqueuse (<i>Inula viscosa</i>) | 1 |

Tab n° 47 la combustibilité moyenne des herbacées

Il est important de noter , d'une part, que ce potentiel calorifique n'est qu'un risque « biologique » indépendant de toute action humaine, négative (mise à feu) ou positive (lutte)et, d'autre part, que la combustibilité d'une formation de végétation apparaît ici clairement comme dépendant avant tout des espèces qui la composent. Le biovolume intervient de façon différente suivant la valeur de E. Si cette valeur est inférieure à 7.18 (espèces peu combustibles ou à pouvoir calorifique par unité de biovolume faible), l'indice reste inférieur à 40.

Dans le cas contraire, il sera d'autant plus élevé que le biovolume sera important.

E1 : représente les notes de combustibilité pour les ligneux hauts.

E2 : représente les notes de combustibilité pour les ligneux bas ou les herbacées.

Le biovolume de la formation végétale est obtenu par addition des taux de recouvrement de chacune des 4 strates de végétation (ligneux hauts, ligneux bas, herbacées, litière) auxquels on ajoute le taux de recouvrement des chicots et bois morts, s'il y a lieu. Chacun de ces taux de recouvrement est compris entre 0 (absence de strate) et 10 (strate formant un couvert fermé); le biovolume est donc compris entre 0 et 50.

Les notes d'intensité calorique sont comprises entre 1 et 8 pour les deux espèces dominantes: E1 pour les ligneux hauts et E2 pour les ligneux bas ou herbacées.

2.3 Calcul de l'indice topo morphologique (IM)

Trois paramètres topographiques interviennent dans le modèle ; la pente, l'exposition, et l'altitude qui est exprimée dans le modèle de l'indice par les paramètres topo morphologiques.

Tous ces paramètres sont déduits à partir du modèle numérique de terrain (M.N.T) de la région. Cet indice est exprimé par la relation suivante:

$$IM = 3 p + (m \times e)$$

Où **p** représente la pente, **m** le paramètre de topo morphologie et **e** l'exposition.

La pente modifie l'inclinaison relative du front des flammes par rapport au sol. Cela favorise le transfert thermique par rayonnement entre le front de flamme et la végétation encore intact ,lors d'une propagation ascendante où la pente facilite la montée de l'air chaud. Ainsi elle constitue un facteur déterminant pour la vitesse de propagation des feux de forêt sur les versants. Cependant, une forte pente pourra contribuer soit à accélérer soit à ralentir la propagation d'un feu selon que l'orientation coïncide ou non avec la direction de propagation.

L'exposition au soleil nous renseigne sur la répartition, possible, des végétaux. Elle agit sur l'humidité des végétaux et leurs inflammabilité et combustibilité d'une manière indirecte.

L'Altitude prend de l'importance quand on se trouve dans une zone montagneuse. La connaissance du relief nous renseigne sur le comportement du feu et , de ce fait, permet le choix efficace de la méthode de lutte contre l'incendie. L'extension du feu est fonction de sa position sur la montagne ou le versant et de la configuration topographique susceptible d'augmenter ou de freiner sa propagation.

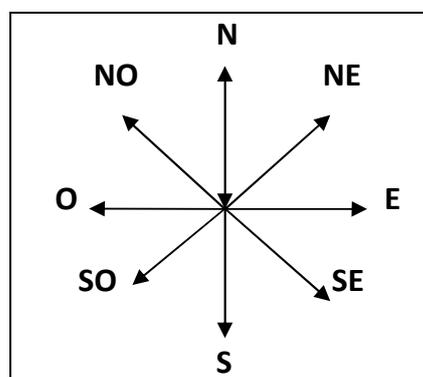
Certaines informations, comme celle de la pente, de l'exposition et de la topo morphologie ,nécessitent un codage pour être exploitables dans notre application. Ainsi, en tenant compte des possibilités d'exécution des travaux forestiers (DAGORNE ,1993), quatre classes de pente sont à envisager pour la couche des pentes.

| Code | Classes de Pentes | Critères |
|------|-------------------|--|
| 1 | Moins de 15 % | Zone ou les machines agricoles peuvent intervenir |
| 2 | Entre 15 et 30 % | Zone ou les engins chenillés de type TP peuvent travailler |
| 3 | Entre 30 et 60 % | Zone qui convient aux engins spécialisés |
| 4 | Plus de 60 % | Zone ou uniquement l'intervention manuelle est possible |

Tab n° 48 : Codification des classes de pente

L'exposition est déterminée par rapport aux quatre points cardinaux. Ces valeurs sont exprimées en degrés avec le nord comme origine. Dans ce cas aussi, nous utilisons un codage pour faciliter l'opération de calcul de l'indice de risque.

| Code | Orientation |
|------|-------------|
| 3 | NE – E – SE |
| 2 | SE – S – SO |
| 1 | SO – O – NO |
| 0 | NO – N- NE |



Dans le modèle que nous utilisons , l'information d'altimétrie est exprimée par les paramètres topo morphologiques. La topo morphologie est en relation direct avec la pente. Suivant le degré d'inclinaison on détermine les différentes classes morphologiques. Nous avons: la plaine , bas piémont , le haut piémont et la montagne (plus de 25%).

| Code | Intervalle de pente | Classe morphologique |
|------|--------------------------|----------------------|
| 1 | Moins de 3 % | Plaine |
| 2 | Entre 3 et 12,5 % | Bas piémont |
| 3 | Pente entre 12,5 et 25 % | Le haut piémont |
| 4 | Plus de 25% | Montagne |

Tab n° 49 : Codification des différentes classes morphologiques

2.4 Modèle de l'indice d'occupation humaine (IH)

La présence de l'être humain et des habitations près des forêts constituent l'enjeu dont l'importance détermine le degré de vulnérabilité du milieu: il s'agit de la protection des vies humaines et des installations. Ainsi le paramètre anthropique est le principal terme dans le modèle de l'indice IH.

Donc, cet indice dépend de l'occupation humaine de l'espace et de son activité. La composante activité humaine peut être utilisée dans trois aspects des éléments du risque: source de départ de feu, enjeux (personnes, biens, installations), moyens de lutte . N'ayant pas trouvé, dans la littérature, une expression qui nous permet de le calculer, nous avons proposé une démarche faisant intervenir deux aspects ; source de départ de feu et enjeux.

Le premier basée sur l'impact anthropique sur le proche voisinage forestier sur une profondeur de 100m. Nous supposons que l'être humain exerce une « pression » sur le proche voisinage forestier .

Cette pression, nous l'exprimons par une densité (exprimé en pourcentage): le rapport du nombre de personnes par unité de surface forestière voisine. La surface forestière que nous considérons est égale à l'intersection entre la zone d'influence de l'espace urbain et la zone forestière. Ainsi nous obtenons le premier paramètre que nous appelons (indice de voisinage).

Par ailleurs, Il est important de tenir compte des infrastructures routières. En effet, la rapidité des interventions contre le feu est directement liée à la pénétration dans la zone. Les réseaux routiers jouent le rôle de « coupe combustible» et permettent l'arrivée des secours .

Cependant les éclosions d'incendie sont beaucoup plus fréquentes près des routes et des chemins de parcours des forêts.

Le deuxième paramètre **ID** (figure .5), nous l'exprimons directement par la densité de

l'intersection de la zone d'influence de la forêt et des zones urbaines voisines. Il exprime le degré de présence humaine à l'intérieur ou à proximité de la forêt.

L'indice d'occupation humaine sera, alors, exprimé par la combinaison linéaire des deux indices (figure .6) soit: **IH = IV + ID**

Où: IV: indice de voisinage et ID: indice de présence humaine.

Le processus de calcul de l'indice de risque de feu de forêt est donnée par le diagramme de la

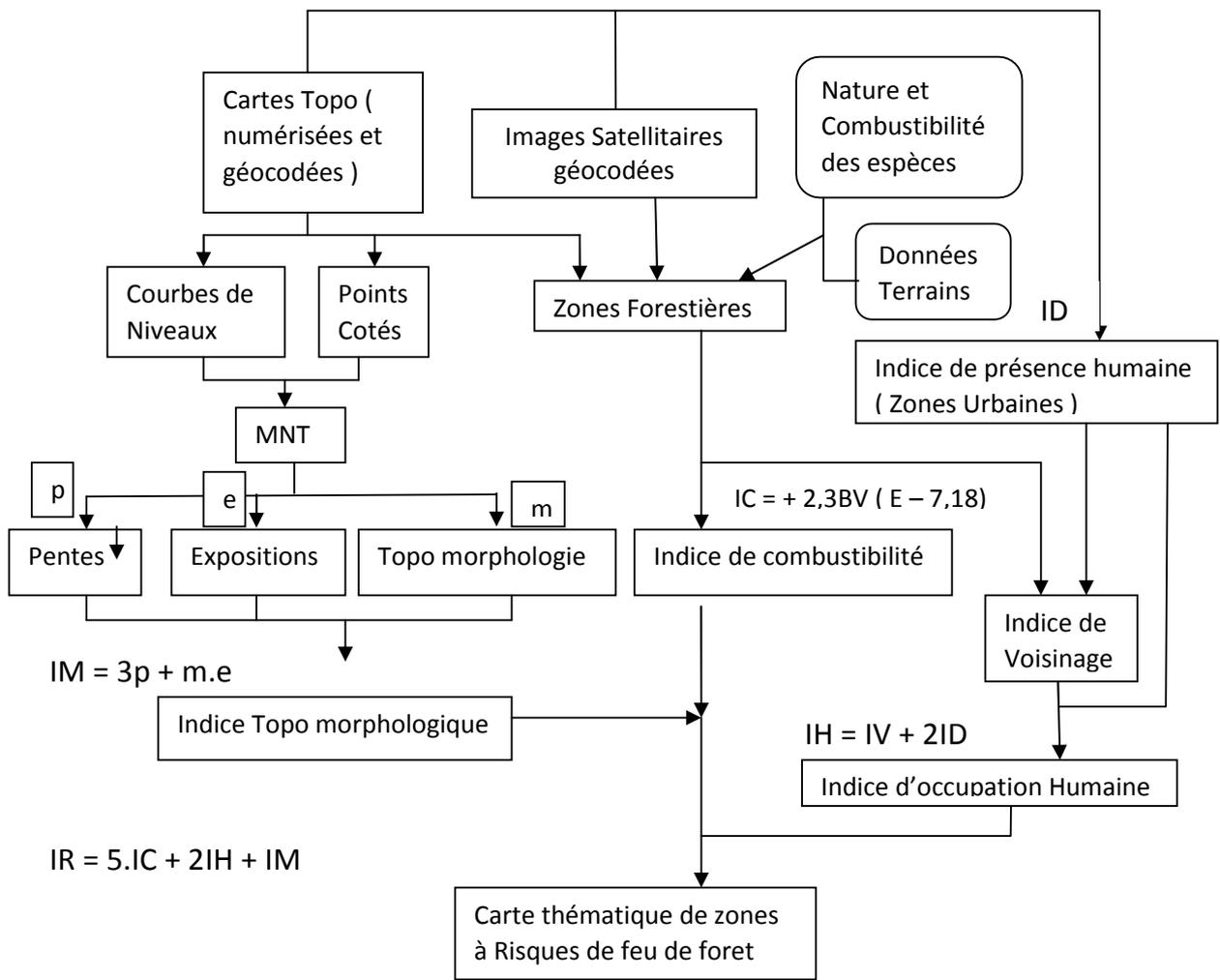
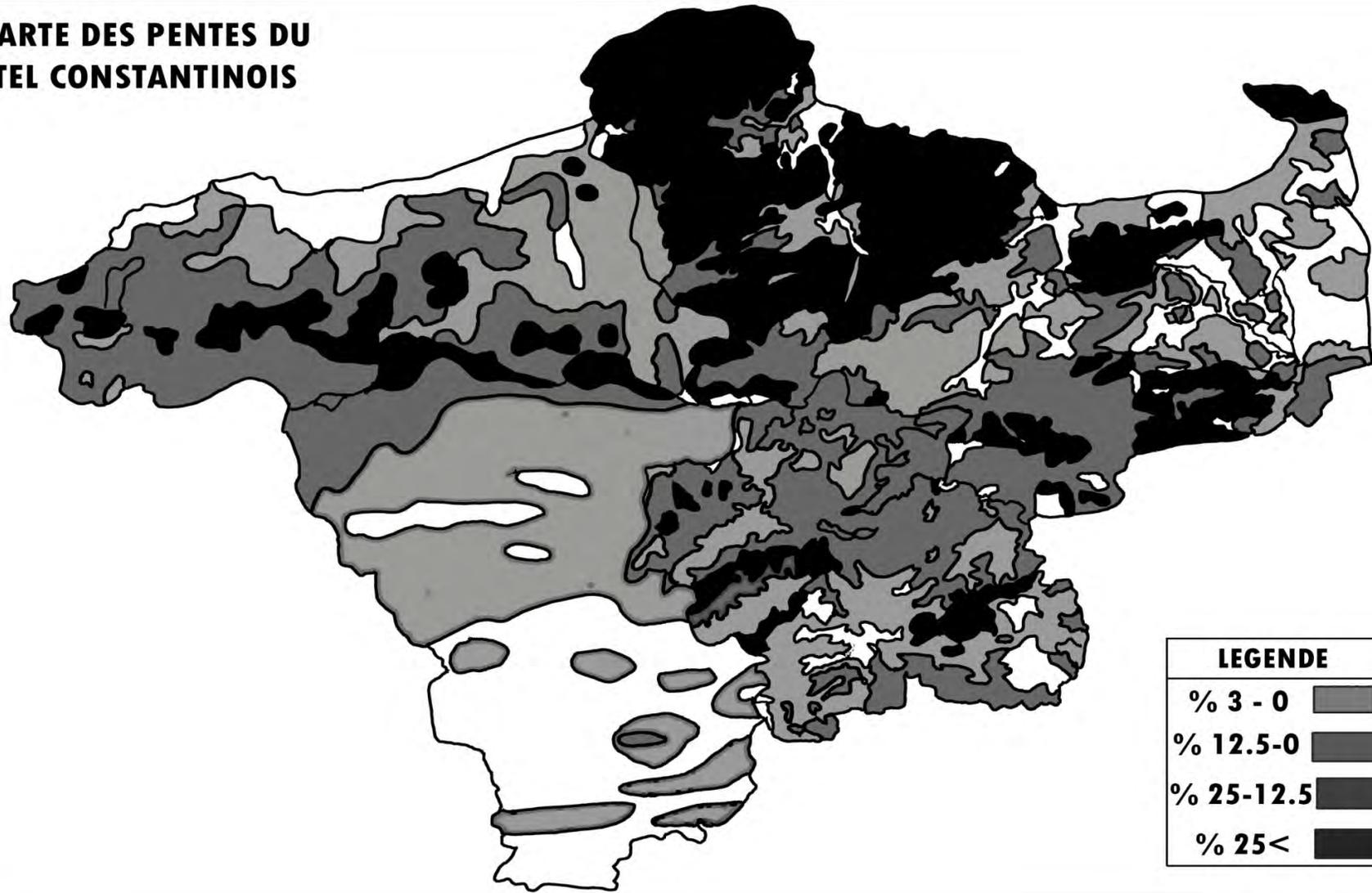
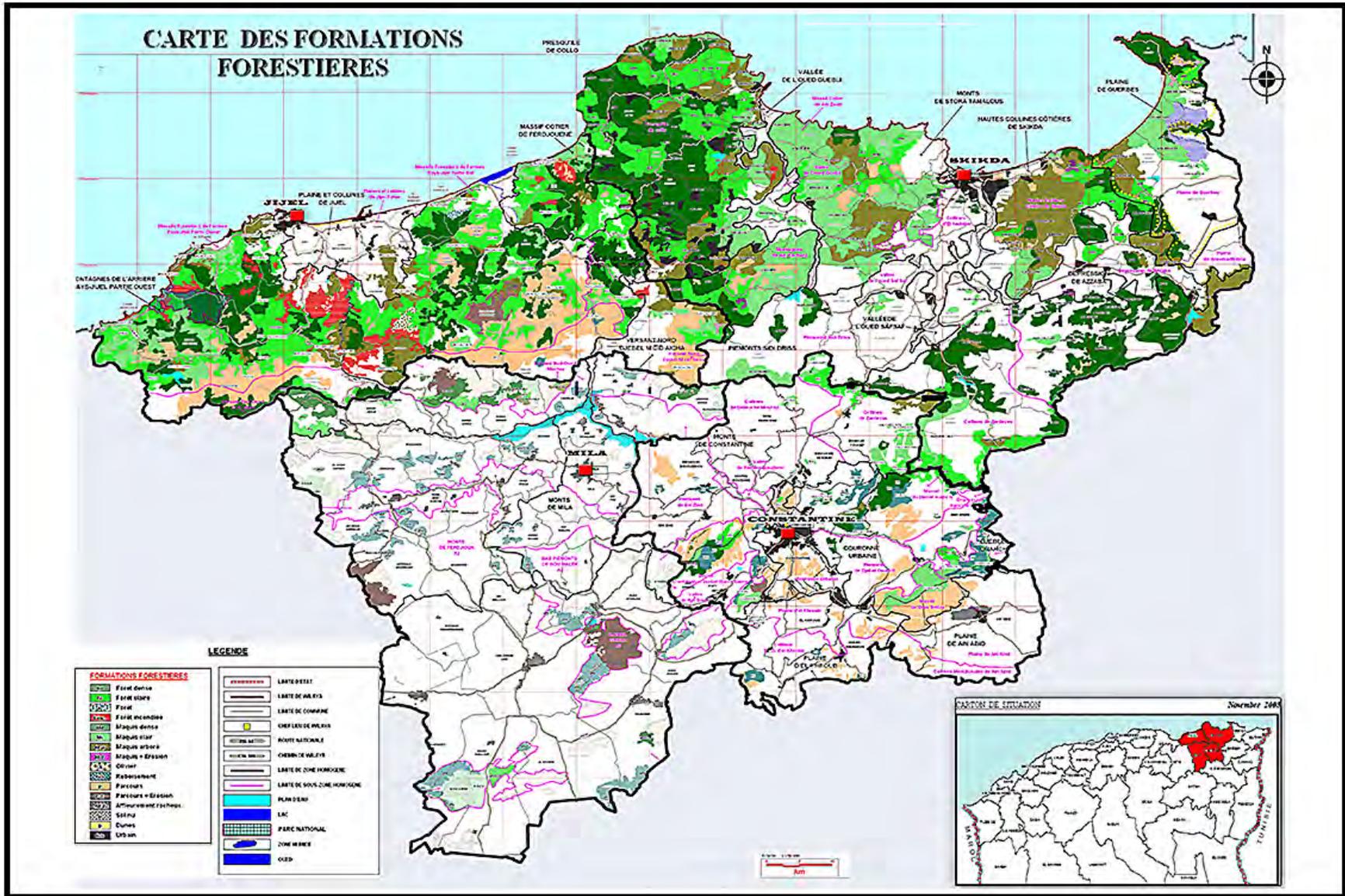


Figure 65 : Diagramme de la procédure de calcul de l'indice de risque de feux de forêts

**CARTE DES PENTES DU
TEL CONSTANTINOIS**



Carte n° 12 : Carte des pentes du Tell Constantinois



CONCLUSION

Nous avons présenté les méthodes utilisées pour établir une cartographie des zones vulnérables et élaborer une stratégie de prévention en se basant sur une étude scientifique utilisant les nouvelles technologies.

La cartographie du risque incendie pose deux problèmes majeurs:

L'expression des besoins en la matière est souvent confuse et les concepts employés peuvent recouvrir des significations très différentes.

Il ressort cependant que deux types de besoins sont actuellement prépondérants: un besoin lié aux problèmes d'urbanisme en zone à risque et un besoin lié à l'aménagement des forêts contre les incendies. Ces besoins existent à une échelle locale et régionale.

L'actualisation des données: plus les méthodes d'évaluation du risque sont complexes, plus la quantité et la qualité des informations requises augmentent.

C'est pour cette raison que de nombreuses méthodes d'actualisation des cartes utilisées sont étudiées. Ces méthodes vont de la simple visite sur le terrain, à l'utilisation de photos aériennes ou satellitaires. Cependant l'utilisation d'un système SIG global qui peut intégrer des modèles de mise à jour quelque soit le type de changement, devient nécessaire.

Conclusion générale :

En Algérie, tout comme dans les autres pays méditerranéens, on observe une évolution climatique marquée par une hausse des températures, une baisse relative des précipitations et une récurrence de situations extrêmes comme les sécheresses prolongées, les inondations catastrophiques et les feux de forêts.

De tous les dangers qui menacent la forêt en Algérie, le plus redoutable par son intensité, et sa brutalité, par l'ampleur des surfaces parcourues, dans un temps court, par l'importance des dommages causés est à coup sûr l'incendie.

Chaque année des milliers d'hectares partent en fumée, favorisés par le stress hydrique qui intervient de plus en plus tôt et dure de plus en plus longtemps, et les températures caniculaires de plus en plus fréquentes.

Depuis quelques années, on assiste en Algérie et particulièrement à l'Est du pays, sur les massifs telliens, à une multiplication de ce fléau qui met à mal l'ensemble des formations végétales.

Le Tell Constantinois qui se caractérise par le taux de boisement le plus élevé du pays est confronté de manière permanente à ce risque qui menace à court terme son patrimoine forestier.

Le caractère montagnard du Tell Constantinois est bien marqué, ceci en raison de sa proximité de la mer qui donne aux pentes une très grande raideur : plus de 53 % de la surface totale de la région se localise sur des pentes supérieures à 25 %. Pour les wilayas de Jijel et Skikda, 71 % de leurs superficies se trouvent sur des pentes supérieures à 25 %.

La proximité de la mer, l'exposition et l'altitude commandent la répartition spatiale de la végétation. Elle est variée, comporte de nombreuses espèces, plus ou moins couvrantes. Le taux de boisement est variable ce qui a une forte incidence sur la protection du sol et les écoulements.

Les forêts de la région du Tell Constantinois constituées principalement du chêne liège et d'autres chênes caducifoliés exigeants en eau, connaissent une contrainte hydrique de plus en plus longue ; cette contrainte hydrique s'accroît au mois de juillet et août où l'activité végétale s'arrête totalement et plonge la région dans une ambiance quasi aride, ce qui l'expose, de façon incontestable, au risque incendie.

Le climat du Tell Constantinois se caractérise par un régime pluviométrique de type méditerranéen plus ou moins régulier, avec un maximum en hiver et un

minimum en été, ou on enregistre un fort déficit hydrique qui exerce de fortes contraintes sur le milieu naturel et rend le problème des incendies aigu .

Le climat du Tell Constantinois a évolué et montre un réchauffement (augmentation moyenne de 1,05°C des températures moyennes et pour la dernière décennie une augmentation de 1,1°C.

Contrairement aux températures, les précipitations moyennes sur ces 30 dernières années ont diminué au niveau de toutes les stations. Pour l'ensemble de la région , on enregistre une baisse de plus de 17% . elles sont passées de 848 mm pour la période 1913-1938 à 699 mm pour la période actuelle.

Les contraintes hydriques sont partout présentes dans le Tell Constantinois . La déshydratation qui intervient de plus en plus tôt et de plus en plus longtemps endure les plantes contre les effets de la chaleur et dans certains cas peut entraîner un changement dans le métabolisme même des plantes.

Le déficit hydrique relatif saisonnier est de manière générale beaucoup plus accentué que le DHR annuel, Il est partout supérieur à 60% et montre combien l'alimentation en eau est déficiente .Le déficit estival est encore plus accentué, supérieur à 90 % et souvent, il est à l'origine de nombreux dépérissements et à l'origine notamment de l'éclosion et de la propagation des incendies. Or, de façon globale, ces déficits ont augmenté de manière significative et continue au cours des trente dernières années menaçant certaines espèces de disparition.

Depuis quelques années ,l'évolution climatique constatée, se concrétise localement par des débuts de régression qualitative et quantitative des formations végétales ,suite aux dépérissements, et particulièrement aux incendies récurrents

Le Tell Constantinois enregistre saisonnièrement des incendies de forêts qui causent d'énormes dégâts au patrimoine forestier de la région .

Toutes les forêts ont été périodiquement parcouru par le feu et ont perdu une bonne partie de leurs patrimoine , certaines ont pu se cicatriser , d'autres espèces ont disparu complètement , cédant ainsi la place à d'autres espèces secondaires ou laissant la place à un maquis arboré.

Le Tell Constantinois est l'une des parties qui sont affétées par les incendies de forêts avec 33 % du total des incendies en Algérie , la surface parcourue par le feu depuis 1980 jusqu'à 2012 est de 286 248.79 ha mais la décennie qui a connu plus de dégâts est celle de 1990 – 1999 ou plus de 1/3 de la surface ravagée par le feu est enregistrée dans cette décennie .

les incendies de forêts dans le Tell Constantinois sont particulièrement graves et fréquents du moment que plusieurs conditions favorisant le déclenchement des feux et leurs propagation sont réunies telles que :

- Sècheresse prolongée
- Présence de température élevée
- Fréquence de vents violents secs et chauds
- Présence d'essences inflammables (pin , abondance de végétation , secondaire desséchée en été).
- Relief accidenté et peu équipé en infrastructures (pistes , tranchées , pare feu , points d'eau)
- Taux de fréquentation élevé

Cependant, dans le cas de notre région, ce sont en général, les conditions climatiques favorables (simultanéité de sécheresse, de vents forts, de hautes températures) et la nature des espèces, qui sont à l'origine des éclosions d'incendies.

- qu'intentionnellement accentuent la destruction du couvert végétal.
- Ainsi, les populations rurales (particulièrement celles riveraines des massifs forestiers) sont le plus souvent occultées ou sous estimées et semblent être à l'origine de nombreux sinistres.

Les milieux forestiers constituent un écosystème complexe , qu'une de ses composantes se détériore et c'est tout l'écosystème qui réagit , quand le couvert végétal est atteint , l'on assiste alors à une dynamique accélérée pouvant amener à une transformation radicale du milieu : c'est la rupture de l'équilibre .

Ainsi le milieu forestier sera soumis à deux principales réactions, une première consiste en une détérioration du patrimoine pédologique alors que la seconde sera d'ordre morphogénétique , ces deux dynamiques bien distinctes peuvent évoluer simultanément ou successivement .

La transformation des paysages donc partout présente , elle permet de saisir l'ampleur de la rétraction de l'espace forestier , mais elle permet aussi d'assister à la naissance de nouveaux paysages souvent hétérogènes liés à l'anthropisme , ils sont soit voués aux cultures vivrières et à l'arboriculture surtout oliviers) .

Une mosaïque de paysages plus ou moins dégradés composent donc actuellement l'espace forestier de la région

La dynamique régressive du couvert végétal a donné lieu à des phénomènes d'érosion , notamment le ruissellement sous toutes ses formes , les phénomènes d'arrachement et de décollement peuvent survenir mais restent liés aux épisodes pluvieux extrêmes , pendant les périodes de pluviométrie faible , les sols humiliés lentement se préparent pour des phénomènes d'érosion spectaculaires , les intensités élevées du printemps déclenchent tous les processus depuis les loupes de solifluxion jusqu'aux coulées boueuses .

La prévention constitue le seul moyen de réduire le coût des dégâts causés. Durant les feux de forêts majeurs.

Les indicateurs essentiels qui favorisent ces feux sont principalement le déclenchement(chaleur, absence de précipitation, pyromane, etc), la rapidité de propagation (nature du terrain, de la végétation, humidité), l'orientation des vents et absence d'obstacles naturels(rivières) ainsi que les paramètres géographiques de la région, qui guident la mise en place de plans d'intervention en temps réel à savoir:

- La topographie (terrain accidenté ou non)
- Les accès (réseaux routiers , pistes)
- Les agglomérations (les habitants, les sites stratégiques).

La carte du risque du feu n'est pas un moyen de lutte proprement dit, mais elle permettra au forestier de mettre en place un dispositif de lutte adéquat d'une part, et d'acquérir des équipements adéquats permettant une lutte efficace.

| | janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------|---------|---------|-------|-------|--------|-------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| P | 83 | 83 | 55 | 46 | 44 | 25 | 6 | 9 | 22 | 42 | 48 | 68 |
| T | 7,1 | 8,55 | 10,6 | 13,1 | 16,8 | 21,55 | 25,35 | 25,45 | 22,8 | 17 | 11,95 | 7,75 |
| ETP | 13,54 | 18,01 | 31,17 | 47,32 | 78,66 | 119,9 | 180,17 | 150,26 | 111,16 | 64,31 | 31,76 | 15,12 |
| P – ETP | 69,46 | 64,99 | 23,83 | -1,32 | -34,66 | -94,9 | -174,17 | -141,26 | -89,16 | -22,31 | 16,24 | 52,88 |
| RU | 100 | 100 | 100 | 98,68 | 64,02 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 16,24 | 69,12 |
| WS | 96,46 | 68,99 | 26,83 | 10,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 13,54 | 18,01 | 31,17 | 47,32 | 78,66 | 25 | 6 | 9 | 22 | 42 | 31,76 | 15,12 |

Tab N° 50 : Evapotranspiration mensuelle (1913 - 1938) à Constantine

| | Janvier | Fevrier | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------|---------|---------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| Pmm | 78,73 | 56,65 | 58,84 | 54,47 | 42,17 | 17,68 | 4,71 | 10,86 | 43,78 | 43,21 | 54,27 | 93,46 |
| T° | 6,77 | 7,25 | 10,29 | 13,46 | 17,99 | 23,52 | 26,64 | 26,44 | 22,28 | 18,21 | 12,04 | 7,75 |
| ETP | 12,51 | 13,69 | 29,68 | 49,49 | 88,12 | 138,64 | 195,64 | 160,09 | 106,99 | 72,08 | 32,16 | 15,12 |
| P – ETP | 66,22 | 42,96 | 29,16 | 4,98 | -45,95 | -120,96 | -190,93 | -149,23 | -63,21 | -28,87 | 22,11 | 78,34 |
| RU | 100 | 100 | 100 | 100 | 54,05 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22,11 | 100 |
| WS | 66,22 | 42,96 | 29,16 | 4,98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 12,51 | 13,69 | 29,68 | 49,49 | 88,12 | 17,68 | 4,71 | 10,86 | 43,78 | 43,21 | 32,16 | 15,12 |

Tab n° 51 : Evapotranspiration mensuelle (1980 - 2010) à Constantine

| | janvier | fevrier | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| P | 193 | 143 | 107 | 82 | 57 | 27 | 3 | 7 | 56 | 125 | 192 | 212 |
| T | 11,6 | 12,35 | 13,85 | 15,85 | 18,6 | 22,2 | 25,05 | 26,05 | 24,25 | 20,35 | 15,95 | 12,6 |
| ETP | 23,76 | 26,14 | 39,39 | 54,35 | 81,03 | 114,34 | 165,06 | 147,32 | 114,17 | 77,06 | 43 | 26,84 |
| P – ETP | 169,24 | 116,86 | 67,61 | 27,65 | -24,03 | -87,34 | -162,06 | -140,32 | -58,17 | 47,94 | 149 | 185,16 |
| RU | 100 | 100 | 100 | 100 | 75,97 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| WS | 169,24 | 116,86 | 67,61 | 27,65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 185,16 |
| ETR | 23,76 | 26,14 | 39,39 | 54,35 | 81,03 | 27 | 3 | 7 | 56 | 77,06 | 43 | 26,84 |

Tab N° 52 : Evapotranspiration mensuelle (1913 - 1938) à Jijel

| | Janvier | fevrier | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------|---------|---------|-------|--------|--------|---------|---------|--------|-----------|---------|----------|----------|
| P | 129,64 | 98,87 | 87,45 | 36,49 | 42,25 | 10,56 | 1,53 | 10,33 | 52,2 | 42,71 | 141,89 | 148,18 |
| T | 10,41 | 11,59 | 13,95 | 16,04 | 20,04 | 24,51 | 27,26 | 27,99 | 24,16 | 21,78 | 15,64 | 11,69 |
| ETP | 17,45 | 20,90 | 36,02 | 50,15 | 84,22 | 124,49 | 174,85 | 152,33 | 102,27 | 79,09 | 37,37 | 21,00 |
| P – ETP | 112,19 | 77,97 | 51,43 | -13,66 | -41,97 | -113,93 | -173,32 | -142 | -50,07 | -36,38 | 104,52 | 127,18 |
| RU | 100 | 100 | 100 | 86,34 | 44,37 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| WS | 112,19 | 77,97 | 51,43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4,52 | 131,7 |
| ETR | 17,45 | 20,90 | 36,02 | 50,15 | 86,62 | 10,56 | 1,53 | 10,33 | 52,2 | 42,71 | 37,37 | 21,00 |

Tab n° 53 : Evapotranspiration mensuelle (1980 - 2010) à Jijel

| Skikda | janvier | Fevrier | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------|---------|---------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| P | 110,98 | 89,35 | 70,44 | 53,65 | 39,04 | 11,29 | 8,80 | 10,97 | 51,68 | 62,05 | 94,58 | 134,55 |
| T | 13,35 | 13,05 | 14,73 | 16,64 | 19,85 | 23,60 | 25,62 | 26,56 | 23,84 | 22,14 | 17,35 | 14,46 |
| ETP | 27,82 | 25,96 | 40,16 | 54,83 | 86,04 | 122,94 | 166,47 | 148,32 | 105,94 | 85,95 | 46,63 | 31,55 |
| P - ETP | 83,16 | 63,39 | 30,28 | -1,18 | -47,00 | -111,65 | -157,67 | -137,35 | -54,26 | -23,90 | 47,95 | 103,00 |
| RU | 100 | 100 | 100 | 98,82 | 51,82 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 |
| WS | 83,16 | 63,39 | 30,28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50,95 |
| ETR | 27,82 | 25,96 | 40,16 | 54,83 | 86,04 | 11,29 | 8,80 | 10,97 | 51,68 | 62,05 | 46,63 | 31,55 |

Tab N° 54 : Evapotranspiration mensuelle (1913 - 1938) à Skikda

| skikda | Janvier | Fevrier | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| P | 193 | 143 | 107 | 82 | 57 | 27 | 3 | 7 | 56 | 125 | 192 | 212 |
| T | 10,55 | 11,05 | 13,05 | 14,55 | 17,65 | 20,8 | 23,9 | 24,75 | 22,7 | 19,1 | 15,05 | 11,85 |
| ETP | 22,95 | 24,35 | 39,62 | 51,32 | 79,51 | 107,46 | 157,46 | 138,81 | 105,74 | 73,31 | 42,6 | 27,23 |
| P - ETP | 170,05 | 118,65 | 67,38 | 30,68 | -22,51 | -80,46 | -154,46 | -131,81 | -49,74 | 51,69 | 149,4 | 184,77 |
| RU | 100 | 100 | 100 | 100 | 77,49 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| WS | 170,05 | 118,65 | 67,38 | 30,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49,4 | 234,17 |
| ETR | 22,95 | 24,35 | 39,62 | 51,32 | 79,51 | 27 | 3 | 7 | 56 | 73,31 | 42,6 | 27,23 |

Tab n° 55 : Evapotranspiration mensuelle (1980 - 2010) à Skikda

| El Milia | janvier | fevrier | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|----------|---------|---------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| P | 206 | 147 | 103 | 88 | 66 | 30 | 6 | 7 | 45 | 93 | 127 | 197 |
| T | 10,65 | 11,7 | 13,85 | 16,2 | 19,3 | 23,4 | 28,55 | 27,05 | 24,75 | 19,7 | 15,35 | 11,6 |
| ETP | 19,08 | 22,4 | 37,71 | 54,66 | 84,58 | 124,15 | 209,94 | 156,58 | 116,92 | 70,57 | 38,47 | 21,77 |
| P - ETP | 186,92 | 124,6 | 65,29 | 33,34 | -18,58 | -94,15 | -203,94 | -149,58 | -71,92 | 22,43 | 88,53 | 175,23 |
| RU | 100 | 100 | 100 | 100 | 81,42 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 100 |
| WS | 186,92 | 124,6 | 65,29 | 33,34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 175,23 |
| ETR | 19,08 | 22,4 | 37,71 | 54,66 | 84,58 | 30 | 6 | 7 | 45 | 70,57 | 38,47 | 21,77 |

Tab N° 56 : Evapotranspiration mensuelle (1913 - 1938) à El Milia

| El Milia | Janvier | fevrier | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|----------|---------|---------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|---------|----------|----------|
| P | 120,87 | 121,94 | 111,37 | 84,89 | 47,7 | 14,19 | 3,9 | 5,25 | 35,19 | 99,17 | 130,34 | 143,82 |
| T | 9,66 | 10,69 | 12,34 | 15,31 | 19,49 | 25,17 | 28,26 | 29 | 24,71 | 19,7 | 14,51 | 14,59 |
| ETP | 15,32 | 18,28 | 29,40 | 48,05 | 85,08 | 142,04 | 204,82 | 178,58 | 115,64 | 69,66 | 33,79 | 33,37 |
| P - ETP | 105,55 | 103,66 | 81,97 | 36,84 | -37,38 | -127,85 | -200,92 | -173,33 | -80,45 | 29,51 | 96,55 | 110,45 |
| RU | 100 | 100 | 100 | 100 | 62,62 | 0 | 0 | 0 | 0 | 29,51 | 100 | 100 |
| WS | 105,55 | 103,66 | 81,97 | 36,84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26,06 | 136,51 |
| ETR | 15,32 | 18,28 | 29,40 | 48,05 | 85,08 | 14,19 | 3,9 | 5,25 | 35,19 | 69,66 | 33,79 | 33,37 |

Tab N° 57 : Evapotranspiration mensuelle (1980 - 2010) à El Milia

| Constantine | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre |
|-------------|-------|-------|--------|-------|---------|---------|-----------|
| P | 55 | 46 | 44 | 25 | 6 | 9 | 22 |
| T | 10,6 | 13,1 | 16,8 | 21,55 | 25,35 | 25,45 | 22,8 |
| ETP | 31,17 | 47,32 | 78,66 | 119,9 | 180,17 | 150,26 | 111,16 |
| P – ETP | 23,83 | -1,32 | -34,66 | -94,9 | -174,17 | -141,26 | -89,16 |
| RU | 100 | 98,68 | 64,02 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WS | 26,83 | 10,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 31,17 | 47,32 | 78,66 | 25 | 6 | 9 | 22 |

Tab N° 58 : Evapotranspiration saisonnière (1913 - 1938) à Constantine

| Constantine | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre |
|-------------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| P | 58,84 | 54,47 | 42,17 | 17,68 | 4,71 | 10,86 | 43,78 |
| T | 10,29 | 13,46 | 17,99 | 23,52 | 26,64 | 26,44 | 22,28 |
| ETP | 29,68 | 49,49 | 88,12 | 138,64 | 195,64 | 160,09 | 106,99 |
| P – ETP | 29,16 | 4,98 | -45,95 | -120,96 | -190,93 | -149,23 | -63,21 |
| RU | 100 | 100 | 54,05 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WS | 29,16 | 4,98 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 29,68 | 49,49 | 88,12 | 17,68 | 4,71 | 10,86 | 43,78 |

Tab n° 59 : Evapotranspiration saisonnier (1980 - 2010) à Constantine

| | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre |
|---------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|-----------|
| P | 107 | 82 | 57 | 27 | 3 | 7 | 56 |
| T | 13,85 | 15,85 | 18,6 | 22,2 | 25,05 | 26,05 | 24,25 |
| ETP | 39,39 | 54,35 | 81,03 | 114,34 | 165,06 | 147,32 | 114,17 |
| P – ETP | 67,61 | 27,65 | -24,03 | -87,34 | -162,06 | -140,32 | -58,17 |
| RU | 100 | 100 | 75,97 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WS | 67,61 | 27,65 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 39,39 | 54,35 | 81,03 | 27 | 3 | 7 | 56 |

Tab N° 60 : Evapotranspiration saisonnier (1913 - 1938) à Jijel

| | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre |
|---------|-------|--------|--------|---------|---------|--------|-----------|
| P | 87,45 | 36,49 | 42,25 | 10,56 | 1,53 | 10,33 | 52,2 |
| T | 13,95 | 16,04 | 20,04 | 24,51 | 27,26 | 27,99 | 24,16 |
| ETP | 36,02 | 50,15 | 84,22 | 124,49 | 174,85 | 152,33 | 102,27 |
| P – ETP | 51,43 | -13,66 | -41,97 | -113,93 | -173,32 | -142 | -50,07 |
| RU | 100 | 86,34 | 44,37 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WS | 51,43 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 36,02 | 50,15 | 86,62 | 10,56 | 1,53 | 10,33 | 52,2 |

Tab n° 61 : Evapotranspiration saisonnier (1980 - 2010) à Jijel

| | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre |
|---------|-------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| P | 70,44 | 53,65 | 39,04 | 11,29 | 8,80 | 10,97 | 51,68 |
| T | 14,73 | 16,64 | 19,85 | 23,60 | 25,62 | 26,56 | 23,84 |
| ETP | 40,16 | 54,83 | 86,04 | 122,94 | 166,47 | 148,32 | 105,94 |
| P – ETP | 30,28 | -1,18 | -47,00 | -111,65 | -157,67 | -137,35 | -54,26 |
| RU | 100 | 98,82 | 51,82 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WS | 30,28 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 40,16 | 54,83 | 86,04 | 11,29 | 8,80 | 10,97 | 51,68 |

Tab N° 63.. : Evapotranspiration saisonnier (1980 - 2010) à Skikda

| | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre |
|---------|-------|-------|--------|--------|---------|---------|-----------|
| P | 107 | 82 | 57 | 27 | 3 | 7 | 56 |
| T | 13,05 | 14,55 | 17,65 | 20,8 | 23,9 | 24,75 | 22,7 |
| ETP | 39,62 | 51,32 | 79,51 | 107,46 | 157,46 | 138,81 | 105,74 |
| P – ETP | 67,38 | 30,68 | -22,51 | -80,46 | -154,46 | -131,81 | -49,74 |
| RU | 100 | 100 | 77,49 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WS | 67,38 | 30,68 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 39,62 | 51,32 | 79,51 | 27 | 3 | 7 | 56 |

Tab n° 62 : Evapotranspiration saisonnier (1913 - 1938) à Skikda

| el milia | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre |
|----------|-------|-------|--------|--------|--------------|---------|-----------|
| P | 103 | 88 | 66 | 30 | 6 | 7 | 45 |
| T | 13,85 | 16,2 | 19,3 | 23,4 | 28,55 | 27,05 | 24,75 |
| ETP | 37,71 | 54,66 | 84,58 | 124,15 | 209,94 | 156,58 | 116,92 |
| P – ETP | 65,29 | 33,34 | -18,58 | -94,15 | -203,94 | -149,58 | -71,92 |
| RU | 100 | 100 | 81,42 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WS | 65,29 | 33,34 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 37,71 | 54,66 | 84,58 | 30 | 6 | 7 | 45 |

Tab N° 64 : Evapotranspiration saisonnier (1913 - 1938) à El milia

| el milia | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Aout | Septembre |
|----------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|-----------|
| P | 111,37 | 84,89 | 47,7 | 14,19 | 3,9 | 5,25 | 35,19 |
| T | 12,34 | 15,31 | 19,49 | 25,17 | 28,26 | 29 | 24,71 |
| ETP | 29,40 | 48,05 | 85,08 | 142,04 | 204,82 | 178,58 | 115,64 |
| P – ETP | 81,97 | 36,84 | -37,38 | -127,85 | -200,92 | -173,33 | -80,45 |
| RU | 100 | 100 | 62,62 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| WS | 81,97 | 36,84 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 29,40 | 48,05 | 85,08 | 14,19 | 3,9 | 5,25 | 35,19 |

Tab n° 65 : Evapotranspiration saisonnier (1980 - 2010) à El Milia

Le déficit hydrique relatif estival

| | Juin | Juillet | Aout |
|---------|-------|---------|---------|
| P | 25 | 6 | 9 |
| T | 21,55 | 25,35 | 25,45 |
| ETP | 119,9 | 180,17 | 150,26 |
| P – ETP | -94,9 | -174,17 | -141,26 |
| RU | 0 | 0 | 0 |
| WS | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 25 | 6 | 9 |

Tab N° 66 : Evapotranspiration estival (1913 - 1938) à Constantine

| | Juin | Juillet | Aout |
|---------|---------|---------|---------|
| P | 17,68 | 4,71 | 10,86 |
| T | 23,52 | 26,64 | 26,44 |
| ETP | 138,64 | 195,64 | 160,09 |
| P – ETP | -120,96 | -190,93 | -149,23 |
| RU | 0 | 0 | 0 |
| WS | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 17,68 | 4,71 | 10,86 |

Tab n° 67 : Evapotranspiration estival (1980 - 2010) à Constantine

| | Juin | Juillet | Aout |
|---------|--------|---------|---------|
| P | 27 | 3 | 7 |
| T | 22,2 | 25,05 | 26,05 |
| ETP | 114,34 | 165,06 | 147,32 |
| P – ETP | -87,34 | -162,06 | -140,32 |
| RU | 0 | 0 | 0 |
| WS | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 27 | 3 | 7 |

Tab N° 68 : Evapotranspiration estival (1913 - 1938) à Jijel

| | Juin | Juillet | Aout |
|---------|---------|---------|--------|
| P | 10,56 | 1,53 | 10,33 |
| T | 24,51 | 27,26 | 27,99 |
| ETP | 124,49 | 174,85 | 152,33 |
| P – ETP | -113,93 | -173,32 | -142 |
| RU | 0 | 0 | 0 |
| WS | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 10,56 | 1,53 | 10,33 |

Tab n° 69 : Evapotranspiration estival (1980 - 2010) à Jijel

| | Juin | Juillet | Aout |
|---------|--------|---------|---------|
| P | 27 | 3 | 7 |
| T | 20,8 | 23,9 | 24,75 |
| ETP | 107,46 | 157,46 | 138,81 |
| P – ETP | -80,46 | -154,46 | -131,81 |
| RU | 0 | 0 | 0 |
| WS | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 27 | 3 | 7 |

Tab N° 70 : Evapotranspiration estival (1913 - 1938) à Skikda

| | Juin | Juillet | Aout |
|---------|---------|---------|---------|
| P | 11,29 | 8,80 | 10,97 |
| T | 23,60 | 25,62 | 26,56 |
| ETP | 122,94 | 166,47 | 148,32 |
| P – ETP | -111,65 | -157,67 | -137,35 |
| RU | 0 | 0 | 0 |
| WS | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 11,29 | 8,80 | 10,97 |

Tab n° 71 : Evapotranspiration estival (1980 - 2010) à Skikda

| El Milia | Juin | Juillet | Aout |
|----------|--------|---------|---------|
| P | 30 | 6 | 7 |
| T | 23,4 | 28,55 | 27,05 |
| ETP | 124,15 | 209,94 | 156,58 |
| P – ETP | -94,15 | -203,94 | -149,58 |
| RU | 0 | 0 | 0 |
| WS | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 30 | 6 | 7 |

Tab N° 72 : Evapotranspiration estival (1913 - 1938) à El Milia

| El Milia | Juin | Juillet | Aout |
|----------|---------|---------|---------|
| P | 14,19 | 3,9 | 5,25 |
| T | 25,17 | 28,26 | 29 |
| ETP | 142,04 | 204,82 | 178,58 |
| P – ETP | -127,85 | -200,92 | -173,33 |
| RU | 0 | 0 | 0 |
| WS | 0 | 0 | 0 |
| ETR | 14,19 | 3,9 | 5,25 |

Tab n° 73 : Evapotranspiration estival (1980 - 2010) à El Milia

BIBLIOGRAPHIE :

- ✓ ABDELGUERFI , A , M . S. A Ramdane ,2003, Evaluation des besoins en matière de renforcement des capacités nécessaires à l'évaluation et à la réduction des risques menaçant les éléments de la diversité biologique en Algérie ; FEM/PNUD Projet ALG/97/G31 Tome VII 2003 .
- ✓ AIME S 1976 : contribution à l'étude écologique du chêne liège , etude de quelques limites, Thèse de Doctorat en sciences , Univ. Nice 182P
- ✓ Arezki Derridj et MEDDOUR Rachid ; Bilan des incendies de foret dans le bassin méditerranéen : cas du Portugal , l'Espagne , la France , l'Italie et la Grèce (période 1986 – 2005 ; Faculté des sciences biologiques et des sciences Agronomiques , Université Mouloud Mammerie de Tizi Ouzou.
- ✓ AMIRECHE H,2001 , L'eau , le substrat , la tectonique et l'anthropisation dans les phénomènes érosifs du Tell nord constantinois , Doctorat d'état ; option géomorphologie , 2001.
- ✓ ARFA A M T,2008 ;Les incendies de forêts en Algérie stratégies de prévention et plans de gestion , Magister ; Faculté des Sciences de la nature et de la vie , Département de la Biologie et Ecologie , Option : Ecologie Végétale .
- ✓ ASSOCIATION Internationale des forets méditerranéennes ; les caractéristiques des forets et des espaces naturels terrestres méditerranéennes AIFM/02/043 P5.
- ✓ BAGNOULES F et GAUSSEN H (1957) : les climats biologiques et leur classification Am Géog . Fr 355 .PP 193 – 220.
- ✓ BEKDOUCHE Farid ; Doctorat d'état , Evolution après feux de l'écosystème subéraie de Kabylie (Nord Algérien) , Faculté des sciences biologiques et des sciences Agronomiques , Université Mouloud Mammerie de Tizi Ouzou.
- ✓ BELHADJ Mostefa – Aissa , Aichouche BELHADJ Aissa et youcef Smara ; Application du SIG et de la Télédétection d'Algériens à la gestion des feux de forets en Algérie , Alger .
- ✓ BELHADJ Aissa (2003) : Application du SIG et de la télédétection dans la gestion des feux de forêts en Algérie CNTS D'Arzew 16 p .
- ✓ BOUDY . P (1955) : Economie Nord Africaine tome IV : description forestière de l'Algérie , 244 P
- ✓ BENDERRADJI .M EH , ALLATOU D, ARFA. A 2004 ; Bilan des incendies de forêts dans l'extrême nord – Algérien : le cas de Skikda , Annaba et El Tarf , Université de Constantine , Département des Sciences de la nature et de la vie Algérie New MéditN.2/2004/Jel classification : Q230 .

- ✓ BENHANIFIA K , HADDOUCHE .I , GACEMEI M ; Analyse spatiale de la régénération forestière post – incendie de la forêt de Fergoug à Mascara, Algérie , Université Abou – bakr Belkaid Faculté Snv – Stu Tlemcen , Centre des techniques spatiales , Division observation de la terre Arzew Algérie.
- ✓ Conseil général de l’environnement ; changements climatiques et extension des zones sensibles aux feux de forêts
- ✓ CRAIG D.Allen , ; le dépérissement des forêts du au climat : un phénomène planétaire croissant , Etas unis unasyuva 231/132,vol.60,2009.
- ✓ DAGORNE et Duche , (1993) , Protection des forêts contre les incendies et système d’information géographique : Application à la commune d’auribuau sur Suagne (Alpes maritimes).
- ✓ Direction Générale des forêts , Organe Nationale de Coordination ; Mise en œuvre de la convention des nations unies sur la lutte contre la désertification, Mai – 99 .
- ✓ Direction Générale des forêts ; politique nationale et stratégie d’aménagement et de développement durable des ressources forestières et alfatière (document provisoire , Alger, Aout , 2007 p32.
- ✓ Djillali Louni ; les forêts Algériennes , forêts méditerranéennes , XV , N° 1 , janvier 1994 p 59 63 .
- ✓ EDUARDO – Rojas – brales (HUGUES Ravenel) ; état des forêts méditerranéennes 2013 , Département des forêts de la FAO , Directeur du plan bleu PAM/PNUE p195.
- ✓ FABIENNE –Tsserand ; Services rendus par les écosystèmes forestiers et scénarios de valorisation au profit des propriétaires le cas des services liés à l’eau , Agro paris Téch , forêt, nature et société institut des sciences et industries du vivant et de l’environnement p 41.
- ✓ FAO – DGRF (Association internationale forêts méditerranéenne) ; vers la conception d’un programme intégré de recherche pour promouvoir l’amélioration et la restauration des forêts de chaînes liège et de chênes verts , Evora Portugal p 10 27 ocobre 2006
- ✓ FERHATI Maria , Magister ; comportement du chêne liège (quercus suber L.) aux températures extrêmes projet régional Silva mediterranea PCFM ? Université de Constantine Faculté des Sciences de la nature et de la vie Option : Ecologie Végétale .
- ✓ FERKA Zazou Nesrine , Magister ; Impact de l’occupation spacio – temporelle des espaces sur la conservation de l’écosystème forestier , cas de la commune de TESSELA, Wilaya de sidi bel abbes Algérie Université Abou – bakr Belkaid

Tlemcen Département foresterie option : gestion et conservation des écosystèmes 2006 p 113 .

- ✓ Fondation Nationale pour la promotion de la santé et le développement de la recherche ; Principaux végétaux forestiers d'Algérie , Centre culturel d'husseindey, Alger .
- ✓ FRANCISCO Mombiela (secrétaire général) ; les effets du changement climatique sur la sécurité alimentaire en méditerranée , centre international des hautes études agronomiques en méditerranée (CIHEAM) Paris 255 Med, 2010 bilan .
- ✓ FREDERIC Medail et Pierre QUEZEL ; conséquences écologiques possibles des changements climatiques sur la flore et la végétation du bassin méditerranéen ,Bocconea 16 (1) : 397 – 422, 2003,-ISSN 1120 – 4060 P398 à 416 .
- ✓ FREDERIC , J 1992 : modélisation du comportement du feu , influence de la pente et de la charge d'une litière d'aiguille de pin maritime document PIF 205 Avignon ; 29 P
- ✓ GHAZI Ali (consultant) : rapport national de réflexion sur le secteur des forêts (atténuation) , programme des Nations Unies pour le développement (Mars 2009) .
- ✓ GHAZI et LAHOUATI R , 1997 : Algérie 2010 sols et ressources biologiques inst . nat-Etudes de Stratégie globale 45 P.
- ✓ Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat ; changements climatiques 2007 rapport de synthèse , OMM PNUE GIEC Geneve , Suisse, 103 pages .
- ✓ HADDEF Azzeddine et SACI Amina , ingénieurs d'état en ecologie et environnement ; effet d'un stress thermique (hautes températures) sur l'accumulation des protéines chez les semis du chêne liège Université de Constantine , Faculté des Sciences de la nature et de la vie Algérie .
- ✓ HAICHOOR Rima ,Magister ; Stress thermique et limite écologique du chêne vert en Algérie Université de Constantine , Faculté des Sciences de la nature et de la vie Algérie Département de Biologie et Ecologie option écologie végétale année 2009 .
- ✓ IISD : Institut international du développement durable ; vulnérabilité des pays du Maghreb face aux changements climatiques , p 10 .
- ✓ IKERMOUD M (2000) Evaluation des ressources forestières nationales DGF. Alger .
- ✓ INRA Office National des forêts ; Forêts et milieux naturels face aux changements climatiques , RDV Technique hors – série n°3 – onf P 95 .

- ✓ Institut National de recherche forestière INRF . note synthétique sur les ressources génétiques forestières et les peuplements porte graines , édition 2011 p 20.
- ✓ International polar foundations ; impact des changements climatiques sur l'homme p 45 .
- ✓ LAALA .A.2009, Comportement des semis de pin d'Alep sous contraintes thermiques Faculté des Sciences de la nature et de la vie , Magister en Biologie végétale ; Département de la Biologie et Ecologie , Option : Ecophysiologie et biotechnologie végétale (2009) .
- ✓
- ✓ LABORDE J.P . Bases d'information et cartographie des bilans hydriques de l'Algérie du Nord ; Ecole polytechnique de l'université de Nice – Sophia (France) Département d'hydro informatique et ingénierie de l'eau .
- ✓ LLEHOUT Amel ; Limites thermiques et adaptation de pin pignon dans la région Université Mentouri Faculté des Sciences de la nature et de la vie , Département de la Biologie et Ecologie , Option : Ecologie végétale (Juin 2008
- ✓ LE HOUEROU.HN,1980 . impact de l'homme et de ses animaux sur la foret méditerranéenne 2eme partie , foret méditerranéenne, T II ,n° 2 , 1980 .pp 155 - 170 .
) .
MELLAOUI F, Murzeau Dr ; Analyse de la politique du secteur forestier et des secteurs connexes , Direction générale des forets (DGF) Algérie p13 à 23.
- ✓ ABDELGUERFI . A et M.S.A Ramdane ; Plan d'action et stratégie nationale sur la biodiversité , FEM/PNUD Projet ALG /97/G31.
MERDAS .S ,2007, Bilan des incendies de forets dans quelques wilayas de l'Est Algérien cas de Béjaia , Jijel , Sétif et B.B.Arréridj. Magister en Ecologie et Environnement ; Université Mentouri Faculté des Sciences de la nature et de la vie , Département de la Biologie et Ecologie , Option : Ecologie végétale (2006 - 2007) .
- ✓ MAIRE. A, le Tell Oriental Algérien de Collo à la frontière tunisienne , étude géomorphologique volume I et II , Office des publications universitaires
- ✓ MEBARKI .A ,2005, Doctorat d'état ; Hydrologie des bassins de l'Est Algérien , Ressources en eau , Aménagement et environnement , université de Constantine , Institut des sciences de la nature .
- ✓ Ministère de l'Agriculture et de la pêche, Prévention des incendies de forêts , France 2007.

- ✓ MEDDOUR S O, MEDDOUR.R, MADOU A,2002, les incendies de forêts en Algérie , Historique , Bilan et Analyse (1876 – 2007) , foret méditerranéenne t,XX III ,n°1 juin 2002, p 23 – 30 .
- ✓ MEDDOUR S O, 2004 ; les feux de forêts en Algérie : Analyse du risque, étude des causes évaluation du dispositif de défense et des politiques de gestion , Faculté des sciences biologiques et des sciences agronomiques Université Mouloud Mammerie de Tizi Ouzou option : foresterie.
- ✓ SEIGUE .A(1985) : la forêt circumméditerranéenne et ses problèmes , maison neuve et Larose Edition Paris . 502 P .
- ✓ SELTZER .S .1946 : le climat d'Algérie Alger , 219 P.
- ✓ TATAR.H, 1992 ,Les incendies et la dégradation des sols :Etude de cas en Petite Kabylie.Actes du Colloque International « Dégradation des sols et des Eaux en domaine et pays méditerranéens »4 au 6 Novembre 1992. CNRS,CIEM, Poitiers.France.
- ✓ TATAR.H,1997, Les éléments du climat et les risques d'incendies de forêts.Revue Rhumel n°5.Université de Constantine.pp53-61 .
- ✓ TATAR.H. 2002, Sécheresse et Incendies de forêts en Petite Kabylie. Actes Colloque international. « *Risques naturels et Environnement.* »Zeghouan Tunisie.Octobre 2012.
- ✓ TATAR .H,2004 Milieux et évolution d'une forêt tellienne :Cas de la petite Kabylie. Thèse de doctorat d'Etat. Université de Constantine.
- ✓ TATAR.H,2012. Production forestière, exploitation et valorisation en Algérie. Revue Forêt méditerranéenne. TXXXIII, n°4.2012.pp361-369.
- ✓ TATAR.H,2012,Pour une gestion efficace des incendies forestiers :Utilisation de la geomatique.Actes Colloque international « *Geomatique et gestion des risques naturels en hommage au professeur André Oser.Maroc.6-9 Mars 2012.*
- ✓ TATAR.H,2014,Changement climatique et effets de la sécheresse sur les forêts du Tell Algérien,Revue Eau et climat Regards croisés Nord /sud n°2
- ✓ TRABAUD . réponses des végétaux ligneux méditerranéens à l'action du feu , centre écologie fonctionnelle et évolutive (C.N.R.S) , Montpellier Cédex – France 1992 pp de 89 – 107 .
- ✓ TRABAUD .L(1989) : les feux de forêts , mécanismes , comportement et environnement France sélection éditeur , Aubervillier ; 278 P .

Liste des tableaux

| | |
|---|----|
| Tableau 01 : Différentes tranches altimétriques..... | 10 |
| Tableau 02 : Classe des pentes | 10 |
| Tableau 03 : Classes pluviométriques | 25 |
| Tableau 04 : Répartition des terres | 29 |
| Tableau 05 : Occupation du sol | 32 |
| Tableau 06 : Superficie des principales essences forestières en Algérie..... | 34 |
| Tableau 07 : Répartition des terres forestières par essences dans le Tell Constantinois..... | 42 |
| Tableau 08 : Etages bioclimatiques..... | 46 |
| Tableau 09 : Ecart à la moyenne Em..... | 53 |
| Tableau 10 : Classement croissant de l'écart à la moyenne des précipitations..... | 54 |
| Tableau 11 : Indice de pluviosité | 59 |
| Tableau 12 : Régime saisonnier des pluies | 61 |
| Tableau 13 : Variabilité mensuelle des précipitations | 63 |
| Tableau 14 : Nombre de jours de pluies | 63 |
| Tableau 15 : Températures moyennes annuelles | 65 |
| Tableau 16 : Variabilité des températures moyennes annuelles depuis 1970 à 2004..... | 66 |
| Tableau 17 : Evolution des températures par décennie (1970 – 2004)..... | 68 |
| Tableau 18 : Températures moyennes mensuelles..... | 69 |
| Tableau 19 : Evolution des températures entre (1913 – 1938) et (1980 – 2010)..... | 71 |
| Tableau 20 : Variation mensuelle des températures moyennes minimales | 73 |
| Tableau 21 : Variation mensuelle des températures moyennes maximales | 73 |
| Tableau 22 : Evolution des nombres de jours de pluies..... | 74 |
| Tableau 23 : Evolution des températures estivales | 74 |
| Tableau 24 : Evolution des précipitations (1913 -1938) et (1970 -2010)..... | 76 |
| Tableau 25 : Evolution des précipitations estivales (1913 -1938) et (1970 -2010).. | 76 |

| | |
|---|-----|
| Tableau 26: Coefficient relatif saisonnier de Musset | 77 |
| Tableau 27 : Evolution de l'indice d'aridité annuel de Demartone..... | 81 |
| Tableau 28 : Evolution de l'indice d'aridité mensuel de Demartone | 82 |
| Tableau 29 : Evolution de l'indice Xérométrique d'Emberger | 82 |
| Tableau 30 : Quotient pluviométrique d'EMBERGER | 85 |
| Tableau 31 : Récapitulatif du quotient pluviométrique d'Emberger | 86 |
| Tableau 32 : Le déficit hydrique relatif entre la période Seltzer et la période récente..... | 90 |
| Tableau 33 : Relation surfaces incendiées , températures et précipitations..... | 97 |
| Tableau 34 : Surfaces brûlées par décennie en Algérie et en Tell Constantinois Depuis 1970 à 2012..... | 104 |
| Tableau 35 : Surfaces moyennes brûlées par décennie en Algérie et en Tell Constantinois depuis 1970 à 2012 | 105 |
| Tableau 36 : Surfaces incendiées mensuelles en période estivale (1980 – 2012).... | 108 |
| Tableau 37 : Années exceptionnelles en surfaces incendiées (1980 – 2012)..... | 109 |
| Tableau 38 : Surfaces incendiées par Wilayas (1980 – 2012)..... | 114 |
| Tableau 39 : Répartition des incendies suivant les formations Végétales (1980 – 2012) | 115 |
| Tableau 40 : Répartition des incendies suivant les essences forestières..... | 117 |
| Tableau 41 : Répartition des foyers d'incendies par classe de superficie..... | 117 |
| Tableau 42 : Répartition des incendies suivant les essences suivant Les causes et les hauteurs..... | 121 |
| Tableau 43 : Indice de potentialité végétale | 139 |
| Tableau 44 : Evolution de l'indice de potentialité entre (1913 – 1938) Et (1970 – 2000)..... | 139 |
| Tableau 45 : La combustibilité moyenne des ligneux hauts | 153 |
| Tableau 46 : la combustibilité moyenne des ligneux bas | 153 |
| Tableau 47 : La combustibilité moyenne des herbacées | 153 |

| | |
|---|-----|
| Tableau 48 : Codification des classes de pente | 155 |
| Tableau 49 : Codification des différentes classes morphologiques | 155 |
| Tableau 50 : Evapotranspiration mensuelle (1913 – 1938) à Constantine | 166 |
| Tableau 51 : Evapotranspiration mensuelle (1980 – 2010) à Constantine | 166 |
| Tableau 52 : Evapotranspiration mensuelle (1913 – 1938) à Jijel | 167 |
| Tableau 53 : Evapotranspiration mensuelle (1980 – 2010) à Jijel | 167 |
| Tableau 54 : Evapotranspiration mensuelle (1913 – 1938) à Skikda..... | 168 |
| Tableau 55 : Evapotranspiration mensuelle (1980 – 2010) à Skikda..... | 168 |
| Tableau 56 : Evapotranspiration mensuelle (1913 – 1938) à El Milia..... | 169 |
| Tableau 57 : Evapotranspiration mensuelle (1913 – 2010) à El Milia..... | 169 |
| Tableau 58 : Evapotranspiration saisonnière (1913 – 1938) à Constantine | 170 |
| Tableau 59 : Evapotranspiration saisonnier (1980 – 2010) à Constantine | 170 |
| Tableau 60 : Evapotranspiration saisonnière (1913 – 1938) à Jijel | 170 |
| Tableau 61 : Evapotranspiration saisonnière (1980 – 2010) à Jijel | 170 |
| Tableau 62 : Evapotranspiration saisonnier (1913 – 1938) à Skikda..... | 171 |
| Tableau 63 : Evapotranspiration saisonnier (1980 – 2000) à Skikda..... | 171 |
| Tableau 64 : Evapotranspiration saisonnier (1913 – 1938) à El Milia..... | 171 |
| Tableau 65 : Evapotranspiration saisonnier (1980 – 2010) à El Milia..... | 171 |
| Tableau 66 : Evapotranspiration estivale (1913 – 1938) à Constantine | 172 |
| Tableau 67 : Evapotranspiration estival (1980 – 2010) à Constantine..... | 172 |
| Tableau 68 : Evapotranspiration estival (1913 – 1938) à Jijel | 172 |
| Tableau 69 : Evapotranspiration estival (1980 – 2000) à Jijel | 172 |
| Tableau 70 : Evapotranspiration estival (1913 – 1938) à Skikda..... | 173 |
| Tableau 71 : Evapotranspiration estival (1980 – 2000) à Skikda..... | 173 |
| Tableau 72 : Evapotranspiration estival (1913 – 1938) à El Milia..... | 173 |
| Tableau 73 : Evapotranspiration estival (1913 – 1938) à El Milia..... | 173 |

Liste des figures

| | |
|---|-----|
| Figure n° 01 : Répartition des terres à Jijel..... | P30 |
| Figure n° 02 : Répartition des terres à Skikda..... | P30 |
| Figure n° 03 : Répartition des terres à Constantine..... | P30 |
| Figure n° 04 : Répartition des terres à Mila..... | P30 |
| Figure n° 05 : Tendances de l'évolution des surfaces forestières dans les pays méditerranéens entre 1990 et 2010 | P35 |
| Figure n° 06 : Répartition des terres forestières par essences..... | P42 |
| Figure n° 07 : variabilité des précipitations de 1970 – 2009 à Constantine..... | P55 |
| Figure n° 08 : variabilité des précipitations de 1970 – 2009 à Skikda | P56 |
| Figure n° 09 : variabilité des précipitations de 1970 2009 à Jijel..... | P56 |
| Figure n° 10 : variabilité des précipitations de 1970 2009 à Taher..... | P56 |
| Figure n° 11 : Indice de pluviosité à Constantine..... | P60 |
| Figure n° 12 : Indice de pluviosité à Skikda | P60 |
| Figure n° 13 : Indice de pluviosité à Jijel | P60 |
| Figure n° 14 : Indice de pluviosité à Taher | P60 |
| Figure n° 15 : Régime saisonnier des précipitations..... | P60 |
| Figure n° 16 : Variabilité mensuelle des précipitations(1970 – 2010) dans le Tell Constantinois..... | P62 |
| Figure n° 17 : Variabilité mensuelle des précipitations à Jijel..... | P64 |
| Figure n° 18 : Variabilité mensuelle des précipitations à Constantine..... | P64 |
| Figure n° 19 : Variabilité mensuelle des précipitations à Taher | P64 |
| Figure n° 20 : Variabilité mensuelle des précipitations à Skikda | P64 |
| Figure n° 21 : Variation des températures des différentes stations du Tell Constantinois | P67 |
| Figure n° 22 : Evolution des températures à Skikda..... | P72 |
| Figure n° 23 : Evolution des températures à Jijel..... | P72 |
| Figure n° 24 : Evolution des températures à Constantine..... | P72 |

| | |
|--|------|
| Figure n° 25 : Evolution des températures à el milia..... | P72 |
| Figure n° 26 : Evolution des précipitations à Constantine..... | P75 |
| Figure n° 27 : Evolution des précipitations à Jijel..... | P75 |
| Figure n° 28 : Evolution des précipitations à Skikda..... | P75 |
| Figure n° 29 : Evolution des précipitations à Zitouna..... | P75 |
| Figure n° 30 : Evolution des précipitations à el Milia..... | P75 |
| Figure n° 31 : Régime saisonnier à Zitouna 1913 – 1938 et 1970 – 2000..... | P78 |
| Figure n° 32 : Régime saisonnier à El Milia 1913 – 1938 et 1970 – 2000..... | P78 |
| Figure n° 33 : Régime saisonnier à Mila 1913 – 1938 et 1970 – 2000..... | P78 |
| Figure n° 34 : Régime saisonnier à Constantine 1913 – 1938 et 1980 – 2010..... | P78 |
| Figure n° 35 : Régime saisonnier à Jijel 1913 – 1938 et 1980 – 2010..... | P78 |
| Figure n° 36 : Régime saisonnier à Skikda 1913 – 1938 et 1980 – 2010..... | P78 |
| Figure n° 37 : Diagramme Ombro Thermique de Constantine (1913 – 1938)..... | P83 |
| Figure n° 38 : Diagramme Ombro Thermique de Constantine (1980 – 2010)..... | P83 |
| Figure n° 39 : Diagramme Ombro Thermique de Jijel (1913 – 1938)..... | P83 |
| Figure n° 40 : Diagramme Ombro Thermique de Jijel (1980 – 2010)..... | P83 |
| Figure n° 41 : Diagramme Ombro Thermique de Skikda (1913 – 1938)..... | P84 |
| Figure n° 42 : Diagramme Ombro Thermique de Skikda (1980 – 2010)..... | P84 |
| Figure n° 43 : Diagramme Ombro Thermique d’El Milia (1913 – 1938)..... | P84 |
| Figure n° 44 : Diagramme Ombro Thermique d’El Milia (1980 – 2010)..... | P84 |
| Figure n° 45 : Evolution du Quotient pluviométrique d’Emberger..... | P85 |
| Figure n° 46 : Climagramme du Quotient pluviométrique d’Emberger..... | P87 |
| Figure n° 47 : Indice d’exploitation des ressources en eaurenouvelables..... | P88 |
| Figure n° 48 : Dépérissement des arbres..... | P94 |
| Figure n° 49 : Relation ETR – nombre d’incendies 1985/2000 dans le Tell Constantinois | P96 |
| Figure n° 50 : Les surfaces incendiées dans le Tell Constantinois (1970 – 1979).... | P101 |
| Figure n° 51 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois..... | P103 |

| | |
|---|------|
| Figure n° 52 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois par décennie (1970 – 2009)..... | P106 |
| Figure n° 53 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 1975..... | P110 |
| Figure n° 54 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 1981..... | P110 |
| Figure n° 55 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 1983..... | P110 |
| Figure n° 56 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 1987..... | P110 |
| Figure n° 57 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 1990..... | P110 |
| Figure n° 58 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 1994..... | P110 |
| Figure n° 59 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 2000..... | P111 |
| Figure n° 60 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 2007..... | P111 |
| Figure n° 61 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 2011..... | P111 |
| Figure n° 62 : Les surfaces incendiées en Algérie et en Tell Constantinois en 2012..... | P111 |
| Figure n° 63 : Répartition des surfaces incendiées suivant les formations végétales..... | P116 |
| Figure n° 64 : Les différentes composantes du risque feu de forêts..... | P151 |
| Figure n° 65 : Diagramme de la procédure de calcul de l'indice de risque de feu de forêts..... | P157 |

Liste des cartes :

| | |
|--|-----|
| Carte n° 01 : Localisation de la zone d'étude | 09 |
| Carte n° 02 : Carte géologique du Tell Constantinois..... | 16 |
| Carte n° 03 : Carte des sols du Tell Constantinois..... | 23 |
| Carte n° 04 : Les précipitations moyennes annuelles de l'Est Algérien..... | 26 |
| Carte n° 05 : Températures moyennes annuelles de l'Est Algérien..... | 27 |
| Carte n° 06 : Occupation du sol..... | 31 |
| Carte n° 07 : Aire de répartition du chêne liège en Algérie..... | 37 |
| Carte n° 08 : Répartition des différentes formations forestières du Tell Constantinois..... | 39 |
| Carte n° 09 : Zones bioclimatiques de l'Est Algérien..... | 47 |
| Carte n° 10 : Températures moyennes annuelles du Tell Constantinois..... | 68 |
| Carte n°11 : Zones d'évapotranspiration potentielle annuelle moyenne dans l'Est Algérien..... | 90 |
| Carte n° 12 : Carte des pentes du Tell Constantinois..... | 158 |
| Carte n°13 : Carte de sensibilité aux feux de forêts..... | 160 |

Mots clefs :

Tell constantinois , changements climatiques , feux de forêts , formations végétales, essences forestières, climat, températures, précipitations, sécheresse estivale, déficit hydrique, forêt, maquis, broussailles, Skikda, Jijel, Constantine, Mila.

الكلمة المفتاح :

التل القسنطيني، التغيرات المناخية، حرائق الغابات، التكوينات النباتية، التكوينات الغابية، المناخ، الحرارة، الأمطار، الجفاف الموسمي، العجز المائي، الغابة الأدغال، الأحرش ، سكيكدة، جيجل، قسنطينة، ميلة.

ملخص:

ان الجزائر التي تتميز بمناخ جاف وشبه جاف، وباعتبارها تنتمي الى الضفة الجنوبية لمنطقة البحر الأبيض المتوسط، فإنها معرضة لتأثيرات التغيرات المناخية التي أصبحت تشكل خطرا على النظام البيئي. هذه التأثيرات يمكنها أن تكون سببا رئيسيا في كوارث طبيعية قصوى مثل الفيضانات وحرائق الغابات، هذه الأخيرة التي صنفت من قبل هيئة الأمم المتحدة من بين الأخطار التي تعرفها منطقة البحر الأبيض المتوسط.

- ان منطقة التل القسنطيني تتوفر على كل الظروف الطبيعية (طبيعة الغطاء النباتي، المناخ، والتضاريس) وكذلك البشرية الملائمة لاندلاع الحرائق تعتبر منطقة ذات خطورة عالية.
- مع التغيرات المناخية الملاحظة في العشرية الأخيرة فان حرائق الغابات تفاقمت بصفة جدية وأصبحت تهدد الأنظمة الغابية.
- ان عملية التحليل الزمني والمكاني للمعطيات المناخية والحوصلة المائية المستنتجة من الفترة المدروسة 1980-2012 أثبتت أن هناك تغيرات مناخية تتجلى في ارتفاع درجات الحرارة وتناقص في كميات الأمطار بدون شك سببها الترددات الكبيرة وحجم الحرائق التي سجلت في الثلاثين سنة الأخيرة.
- ان نتائج حرائق الغابات أصبحت جلية في المنطقة، وذلك بتحول المناظر الطبيعية للغابات والتي تعبر عن تفهقر الغطاء الغابي. وحجم الخسائر في المساحات الغابية، وقد أصبحت الأحراش والأدغال تتوسع على حساب الغابات.
- وحده التسيير العقلاني الذي يعتمد على الوقاية وتقييم الخطر القادر على الحد من هذه الظاهرة وهي الطريقة الوحيدة للتخفيف من الخسائر الناجمة عن هذه الظاهرة.

Abstract

Characterized by an arid and semi-arid climate, Algeria is more likely to feel the effects of climate changes, which can cause extreme events and natural risks such as forest fires, which are at the top of the list identified by the UN, especially in the Mediterranean regions.

The hills of Constantine which is a part of northern Algeria, where physical and human conditions (type of vegetation, climate, relief ...) are combined to favour this scourge.

With the climate changes observed in recent decades, the forest fires have increased and are seriously threatening the forest ecosystems.

An analysis of the evolution of climatic data for the previous and current period as well as the released water balance highlights in the recent decades (1980 - 2012), an increase of the temperatures and a decrease of rainfalls, which were Among other causes that have increased the frequency of forest fires.

The consequences of forest fires are apparent in the region, the transformation of landscapes is present everywhere, it allows to understand the extent of shrinkage of the forest area; the maquis, which continue to expand, express the degradation of the forest cover.

Forest fires can be minimized only through a prevention which is based on risk assessment, and is the only way to reduce the cost of damages caused during major forest fires.

Résumé

Caractérisée par un climat aride et semi aride , l'Algérie ,autant que les autres pays de la rive Sud de la Méditerranée est exposée aux effets du changement climatique dont les conséquences environnementales peuvent être désastreuses. Ces effets peuvent provoquer des événements extrêmes et être à l'origine de risques naturels tels que les inondations, les feux de forêt..... .Ces derniers sont classés parmi les risques les plus redoutés par l'ONU ,notamment en région méditerranéenne .

Le Tell Constantinois , où les conditions physiques (nature de la végétation , climat , relief) et humaines sont favorables à l'éclosion des incendies représente une zone à risque élevée face à ce fléau .

Avec les modifications climatiques constatées ces dernières décennies , les feux de forêts se sont multipliés et menacent de façon sérieuse les écosystèmes forestiers .

Une analyse diachronique des données climatiques et les bilans hydriques dégagés mettent en évidence pour ces dernières décennies (1980 – 2012) , une modification climatique qui se manifeste par une hausse des températures et une baisse des précipitations ,sans doute à l'origine de la fréquence et de l'ampleur des incendies enregistrés depuis une trentaine d'années.

Les conséquences des feux de forêts sont apparentes dans la région , la transformation des paysages est partout présente , elle exprime la dégradation de la couverture forestière et permet de saisir l'ampleur de la rétraction de l'espace forestier, les maquis ne cessent de s'étendre au dépend des forêts.

Seule une bonne gestion basée sur la prévention et l'évaluation du risque peut en limiter la survenance . Elle est aussi le seul moyen de réduire le coût des dégâts engendrés par ce fléau .