



ISSN NO. 2320-5407

Journal homepage: <http://www.journalijar.com>

INTERNATIONAL JOURNAL
OF ADVANCED RESEARCH

RESEARCH ARTICLE

INFLAMMABILITE ET COMBUSTIBILITE DES COMMUNAUTES VEGETALES A *CISTUS* DANS LA REGION DE TLEMCCEN (ALGERIE).

Smain El-Amine Henaoui.

National Institute of Forestry Research, Algeria.

Manuscript Info

Manuscript History:

Received: 14 January 2016 Final

Accepted: 29 February 2016

Published Online: March 2016

Key words:

Inflammabilité, combustibilité, teneur en eau, feu, strates, analyse factorielle (AF), Tlemcen (Algérie).

*Corresponding Author

Smaïn El-Amine Henaoui.

Abstract

Depuis l'antiquité, le feu joue un double rôle au niveau des forêts méditerranéennes. D'une part, il renouvelle et enrichie un écosystème naturel en lui assurant la remonté biologique du point de vue diversité végétale si sa fréquence est faible et d'autre part, il détruit la vitalité d'un couvert végétal si sa fréquence est forte dont la forêt de la région de Tlemcen fait partie intégrante de ce régime. Les feux de forêts se caractérisent par plusieurs types (feux de sol, feux de surface, feux de cimes...etc.) tout dépend de la nature et l'architecture de la forêt. A cet effet, l'inflammabilité et la combustibilité en fonction de la teneur en eau des espèces végétales rentrent comme un facteur primordial afin de déterminer la sensibilité aux feux de forêt au cours de la saison printanière ce qui est l'objectif de notre étude afin d'établir la prévision et la prévention à court et à long terme. La méthodologie adoptée est celle de (20) et (13) modifiée par (6) puis modifiée par (7). Trente-huit espèces végétales ont subi le test d'inflammabilité et celui de la combustibilité à l'aide d'un brûleur à infrarouge afin de classer nos forêts selon une échelle de différents indices (inflammabilité, combustibilité, intensité de combustion et la teneur en eau) qui déterminent leurs états. Les résultats montrent que 87% de la couverture végétale est très inflammable, 42% très combustible, 63% représentée par une forte intensité de combustion et 42% représentée par une forte teneur en eau dont environ 50% des espèces végétales sont caractérisées par la haute inflammabilité, combustibilité et intensité de combustion malgré leur forte teneur en eau.

Copy Right, IJAR, 2016. All rights reserved.

Introduction:-

Les forêts méditerranéennes sont soumises chaque année à une période de sécheresse en été. Le manque d'eau en raison de précipitations limitées ou inexistantes, l'humidité de l'air basse et les hautes températures avec des exigences élevées par évaporation augmentent les risques d'incendies de végétation (15). Le feu a une présence importante et son influence dans ces écosystèmes méditerranéens, ses dégâts dépendent principalement de l'intensité du feu et la fréquence. La reconstruction de la végétation est lente et les incendies répétitives peuvent mettre gravement en danger la revégétalisation (5, 4, 2, 12).

Le classement d'inflammabilité des espèces forestières est une essentielle composante du danger de carburant et d'évaluation des risques d'incendie, qui sont des éléments importants de la planification judiciaire de la gestion des incendies (10, 18, 1).

La forêt de la région de Tlemcen se caractérise par une importante richesse floristique méditerranéenne, environ 300 espèce végétales y compris les espèces endémiques (9). Ces taxons végétaux sont le résultat de la dégradation de plusieurs structures végétales (forêt à chêne Zeen, chêne liège et les forêts à Thuya) dont les communautés végétales à *Cistus* fait partie de cette dynamique représentant des superficies étendues dans la zone d'étude. L'objectif de

notre étude se résume par l'estimation du degré des différents paramètres d'inflammabilité en fonction de la teneur en eau de leurs cortèges floristiques au cours de la saison printanière afin d'élucider leur sensibilité au feu.

Afin de mieux cerner le problème, il nous a fallu poser quelques questions :

1. Les communautés végétales à *Cistus* présentent-ils un risque d'incendie alarmant ?
2. La saison printanière influence-t-elle sur le degré d'inflammabilité et celui de la combustibilité des espèces végétales des monts de Tlemcen et monts des Traras ?
3. Comment serait-elle la réaction des paramètres d'inflammabilité vis-à-vis la teneur en eau des taxons végétaux étudiés ?
4. Combien sera-t-il le pourcentage d'inflammabilité et de combustibilité du matériel biologique des deux chaînes montagneuses ?
5. Existe-t-il une relation entre les trois paramètres d'inflammabilité étudiés (délai d'inflammation, durée de combustion et intensité de combustion) en fonction de la teneur en eau ?
6. Quels sont les paramètres d'inflammabilité qui marquent chaque groupement végétal en fonction de la teneur en eau ?
7. Quelles sont les strates les plus sensibles au feu ?

Matériels et Méthodes :-

Méthode classique :-

Afin de déterminer la sensibilité au feu des formations végétales de la zone d'étude (monts de Tlemcen et monts des Traras), nous avons adopté comme méthode celle de l'INRA d'Avignon (20, 13) pour mesurer le degré d'inflammabilité de 38 espèces végétales (*Cistusladanifer* subsp. *africanus*, *Cistusmonspeliensis*, *Cistus* *salvifolius*, *Ampelodesmamauritanicum*, *Arbutusunedo*, *Asparagus albus*, *Asparagus stipularis*, *Calycotomeintermedia*, *Ballota hirsuta*, *Acacia cyanophylla*, *Chamaerops humilis* subsp. *argentea*, *Ceratonia siliqua*, *Crataegus oxyacantha*, *Daphnegnidium*, *Cytisustriflorus*, *Erica arborea*, *Echiumvulgare*, *Galium verum*, *Globulariaaalypum*, *Juniperusoxycedrus*, *Lavanduladentata*, *lavandulastoehas*, *Oleaeuropaea*, *Phagnalon saxatile*, *Pinushalepensis*, *Quercus suber*, *Quercus faginea* subsp. *tlemceniensis*, *Rhamnus alaternus*, *Loniceraimplexa*, *Prasiummajus*, *Rosa canina*, *Rubusulmifolius*, *Salviaverbenaca*, *Tetraclinisarticulata*, *Thymus ciliatus* subsp. *coloratus*, *Ulexparviflorus*, *Withaniafrutescens* et *Euphorbiahelioscopiae*).

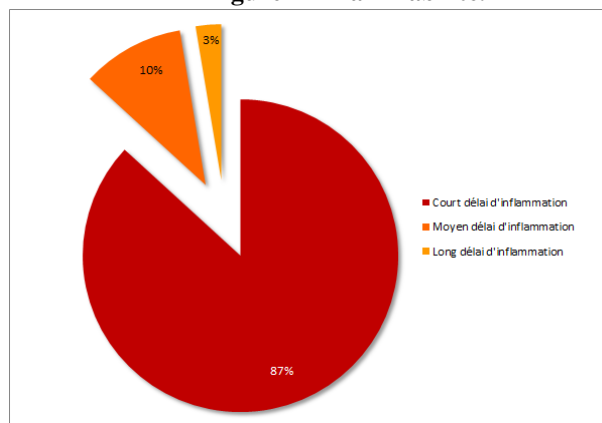
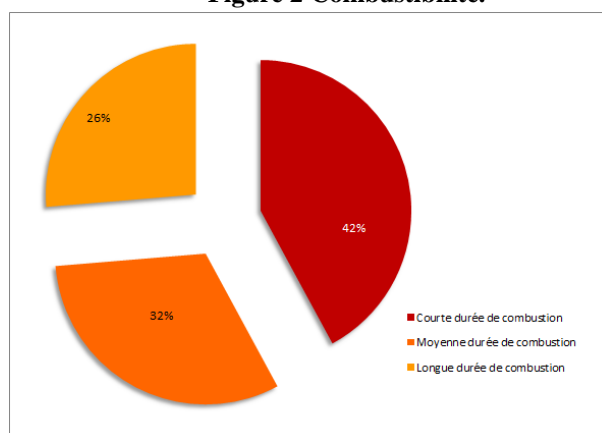
Méthode basique :-

A cet effet, différents paramètres ont été pris en considération : le délai d'inflammation, la durée de combustion et la hauteur de la flamme exprimant ainsi l'inflammabilité, la combustibilité et l'intensité de combustion (Le temps en seconde a été calculé par un chronomètre multi-tours pour le délai d'inflammation et la durée de combustion ; la hauteur de la flamme a été mesurée à l'aide d'une règle graduée en centimètre). La teneur en eau [Matière fraîche = $(1 - \text{Matière sèche}) \times 100$] est un facteur primordial qui rentre en jeu pour savoir si a une influence ou non sur les paramètres cités ci-dessus (Un échantillon de 2g de matière fraîche pour chaque taxon a été mis à l'étuve 120°C pendant 24 heures). Les échantillons ont été récoltés pendant la saison printanière (Mois d'Avril et Mai 2013), un test composé de trois échantillons de chaque taxon végétal (La partie aérienne : feuilles, tiges, rameaux et bourgeons), (10g pour chacun) mesurés par une balance électrique (1/1.000 de gramme) pour chaque espèce a été mise en œuvre à l'aide d'un brûleur à infrarouge, la température dans laquelle les échantillons commencent à brûler a été mesurée par une sonde de température d'un multimètre ce qui correspond à la position 10 (850 °C). Afin d'avoir une note d'inflammabilité pour chaque espèce végétale, deux éléments sont nécessaires : la moyenne des délais d'inflammation et la fréquence d'inflammation. Pour notre cas, nous avons pris que le premier car tous les sujets présentent des tests positifs en employant les classes issues de la formule suivante : (Intervalle de classe = la valeur maximale – la valeur minimale / nombre de classe). Nous précisons que nous avons aussi attribué une note pour les autres paramètres (Combustibilité, intensité de combustion et la teneur en eau) en utilisant le même principe de classification cité ci-dessus.

Résultats et Discussion :-

Inflammabilité et combustibilité (7) :-p-

Les figures 1 et 2 nous montrent clairement que pour l'ensemble de notre zone d'étude, la couverture végétale est représentée par 87% d'espèces végétales très inflammable et 42 % de taxons végétaux très combustible dont la relation entre eux s'explique par le processus d'éclosion et la propagation des feux de forêts.

Figure 1 Inflammabilité.**Figure 2 Combustibilité.****Intensité de combustion et teneur en eau (7) :-**

Pour l'ensemble de la zone d'étude, la figure 3 nous montre qu'il y a un pourcentage de 63% d'espèces végétales qui présentent la forte intensité de combustion. Parallèlement, la figure 4 nous indique qu'il existe un pourcentage de 42% des taxons végétaux présentant la forte teneur en eau. On peut expliquer ces résultats par la combinaison entre la quantité d'eau évaporée libérant de l'oxygène avec celui de l'air associée avec d'autres gaz et la présence des composés organiques volatils que contient le matériel biologique qui agissent d'une manière ou d'une autre sur la forte intensité de combustion des végétaux.

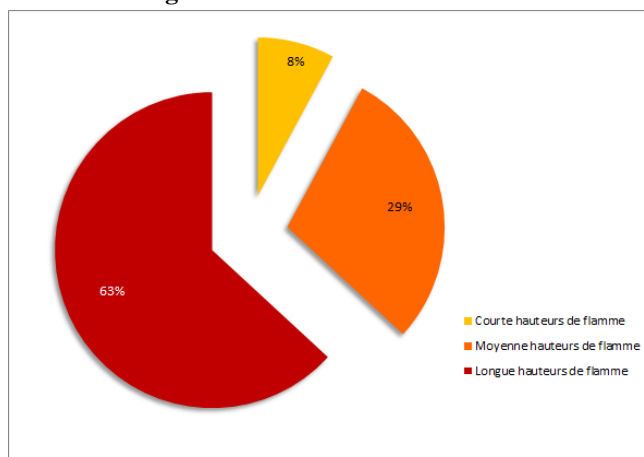
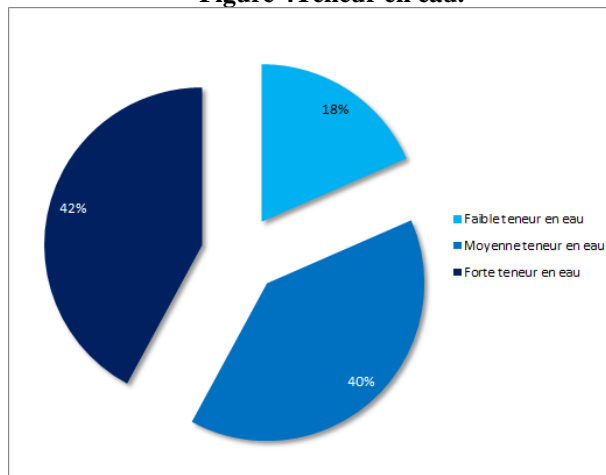
Figure 3 Intensité de combustion.

Figure 4 Teneur en eau.**Classement (7) :-**

Le classement d'inflammabilité des espèces forestières est une essentielle composante du danger de carburant et d'évaluation des risques d'incendie, qui sont des éléments importants de la planification judiciaire de la gestion des incendies (10, 18, 1). Louis Trabaud et Jean-François Galtié lors de leurs travaux d'évaluation du risque incendie, ont établi une notation des différentes espèces caractérisant leur prédisposition à l'inflammabilité et à la combustibilité (14).

Pour notre zone d'étude, la classification des espèces végétales selon une note de chaque paramètre d'inflammabilité reste une étape fondamentale afin de mieux définir l'état de nos forêts (Tableau 1, 2, 3 et 4).

Les classes obtenues sont les suivantes:-

Note inflammabilité (Seconde)

≥ 130 [1]

65 <...< 130 [2]

≤ 65 [3]

Note intensité de combustion (cm)

≥ 20 [3]

10 <...< 20 [2]

≤ 10 [1]

Note combustibilité (Seconde)

≥ 102 [1]

73 <...< 102 [2]

≤ 73 [3]

Note teneur en eau (%)

≥ 65 [3]

50 <...< 65 [2]

≤ 50 [1]

Tableau 1 Classification des espèces végétales en fonction de la note d'inflammabilité.

	Noms scientifiques	Famille	Note d'inflammabilité
Très inflammable	<i>Cistusladaniferussubsp.africanus</i>	Cistaceae	3
	<i>Cistusmonspeliensis</i>	Cistaceae	3
	<i>Ampelodesmamauritanicum</i>	Poaceae	3
	<i>Arbutusunedo</i>	Ericaceae	3
	<i>Asparagus albus</i>	Liliaceae	3
	<i>Asparagus stipularis</i>	Liliaceae	3
	<i>Calycotomeintermedia</i>	Fabaceae	3
	<i>Acacia cyanophylla</i>	Fabaceae	3
	<i>Ceratoniasiliqua</i>	Cesalpiniaceae	3
	<i>Crataegusoxyacantha</i>	Rosaceae	3
	<i>Cytisustriflorus</i>	Fabaceae	3
	<i>Erica arborea</i>	Ericaceae	3
	<i>Echiumvulgare</i>	Boraginaceae	3
	<i>Galiumverum</i>	Rubiaceae	3
	<i>Globulariaaelypum</i>	Globulariaceae	3
	<i>Juniperusoxycedrus</i>	Cupressaceae	3
	<i>Lavanduladentata</i>	Lamiaceae	3
	<i>Lavandulastoechas</i>	Lamiaceae	3
	<i>Oleaeuropaea</i>	Oleaceae	3
	<i>Phagnalonsaxatile</i>	Asteraceae	3
	<i>Pinushalepensis</i>	Pinaceae	3
	<i>Quercusfagineasubsp. tlemceniensis</i>	Fagaceae	3
	<i>Quercussuber</i>	Fagaceae	3
	<i>Rhamnusalaternus</i>	Rhamnaceae	3
	<i>Loniceraimplexa</i>	Caprifoliaceae	3
	<i>Prasiummajus</i>	Lamiaceae	3
	<i>Rosa canina</i>	Rosaceae	3
	<i>Rubusulmifolius</i>	Rosaceae	3
	<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	3
	<i>Tetraclinisarticulata</i>	Cupressaceae	3
	<i>Thymus ciliatussubsp. coloratus</i>	Lamiaceae	3
	<i>Ulexparviflorus</i>	Fabaceae	3
	<i>Euphorbia helioscopiae</i>	Euphorbiaceae	3
Moyennement inflammable	<i>Ballotahirsuta</i>	Lamiaceae	2
	<i>Chamaeropshumilissubsp. argentea</i>	Palmaceae	2
	<i>Daphne gnidium</i>	Thymeleaceae	2
	<i>Withaniafrutescens</i>	Solanaceae	2
Peu inflammable	<i>Cistussalvifolius</i>	Cistaceae	1

Tableau 2 Classification des espèces végétales en fonction de la note de la combustibilité.

	Noms scientifiques	Famille	Note de la combustibilité
Très combustible	<i>Calycotomeintermedia</i>	Fabaceae	3
	<i>Cytisustriflorus</i>	Fabaceae	3
	<i>Juniperusoxycedrus</i>	Cupressaceae	3
	<i>Rubusulmifolius</i>	Rosaceae	3
	<i>Tetraclinisarticulata</i>	Cupressaceae	3
	<i>Ulexparviflorus</i>	Fabaceae	3
	<i>Ampelodesmamauritanicum</i>	Poaceae	3
	<i>Crataegusoxyacantha</i>	Rosaceae	3
	<i>Oleaeuropaea</i>	Oleaceae	3
	<i>Pinushalepensis</i>	Pinaceae	3
	<i>Quercusfagineasubsp.tlemceniensis</i>	Fagaceae	3
	<i>Quercussuber</i>	Fagaceae	3
	<i>Rosa canina</i>	Rosaceae	3
	<i>Chamaeropshumilissubsp. argentea</i>	Palmaceae	3
	<i>Daphne gnidium</i>	Thymeleaceae	3
<i>Cistus salvifolius</i>	Cistaceae	3	
Moyennement combustible	<i>Cistusladaniferussubsp.africanus</i>	Cistaceae	2
	<i>Cistusmonspeiliensis</i>	Cistaceae	2
	<i>Arbutusunedo</i>	Ericaceae	2
	<i>Asparagus albus</i>	Liliaceae	2
	<i>Asparagus stipularis</i>	Liliaceae	2
	<i>Acacia cyanophylla</i>	Fabaceae	2
	<i>Ceratoniasiliqua</i>	Cesalpiniaceae	2
	<i>Galiumverum</i>	Rubiaceae	2
	<i>Globulariaaalpum</i>	Globulariaceae	2
	<i>Lavandulastoechas</i>	Lamiaceae	2
	<i>Euphorbia helioscopiae</i>	Euphorbiaceae	2
	<i>Rhamnusalaternus</i>	Rhamnaceae	2
Peu combustible	<i>Erica arborea</i>	Ericaceae	1
	<i>Echiumvulgare</i>	Boraginaceae	1
	<i>Lavanduladentata</i>	Lamiaceae	1
	<i>Loniceraimplexa</i>	Caprifoliaceae	1
	<i>Prasiummajus</i>	Lamiaceae	1
	<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	1
	<i>Thymus ciliatussubsp.coloratus</i>	Lamiaceae	1
	<i>Phagnalonsaxatile</i>	Asteraceae	1
	<i>Withaniafrutescens</i>	Solanaceae	1
	<i>Ballotahirsuta</i>	Lamiaceae	1

Tableau 3 Classification des espèces végétales en fonction de la note d'intensité de combustion.

	Noms scientifiques	Famille	Note d'intensité de combustion
Forte intensité de combustion	<i>Cistusladaniferussubsp.africanus</i>	Cistaceae	3
	<i>Cistusmonspeliensis</i>	Cistaceae	3
	<i>Ampelodesmamauritanicum</i>	Poaceae	3
	<i>Arbutus unedo</i>	Ericaceae	3
	<i>Asparagus stipularis</i>	Liliaceae	3
	<i>Calycotomeintermedia</i>	Fabaceae	3
	<i>Acacia cyanophylla</i>	Fabaceae	3
	<i>Ceratoniasiliqua</i>	Cesalpiniaceae	3
	<i>Cytisustriflorus</i>	Fabaceae	3
	<i>Erica arborea</i>	Ericaceae	3
	<i>Galiumverum</i>	Rubiaceae	3
	<i>Globulariaalypum</i>	Globulariaceae	3
	<i>Juniperusoxycedrus</i>	Cupressaceae	3
	<i>Lavandulastoechas</i>	Lamiaceae	3
	<i>Oleaeuropaea</i>	Oleaceae	3
	<i>Pinushalepensis</i>	Pinaceae	3
	<i>Quercussuber</i>	Fagaceae	3
	<i>Rhamnusalaternus</i>	Rhamnaceae	3
	<i>Rosa canina</i>	Rosaceae	3
	<i>Rubusulmifolius</i>	Rosaceae	3
	<i>Tetraclinisarticulata</i>	Cupressaceae	3
	<i>Ulexparviflorus</i>	Fabaceae	3
	<i>Chamaeropshumilissubsp. argentea</i>	Palmaceae	3
<i>Daphne gnidium</i>	Thymeleaceae	3	
Moyenneintensité de combustion	<i>Asparagus albus</i>	Liliaceae	2
	<i>Crataegusoxyacantha</i>	Rosaceae	2
	<i>Echiumvulgare</i>	Boraginaceae	2
	<i>Phagnalonsaxatile</i>	Asteraceae	2
	<i>Quercusfagineasubsp. tlemceniensis</i>	Fagaceae	2
	<i>Loniceraimplexa</i>	Caprifoliaceae	2
	<i>Prasiummajus</i>	Lamiaceae	2
	<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	2
	<i>Thymus ciliatussubsp. coloratus</i>	Lamiaceae	2
	<i>Euphorbia helioscopiae</i>	Euphorbiaceae	2
	<i>Ballotahirsuta</i>	Lamiaceae	2
Faibleintensité de combustion	<i>Lavanduladentata</i>	Lamiaceae	1
	<i>Withaniafrutescens</i>	Solanaceae	1
	<i>Cistussalvifolius</i>	Cistaceae	1

Tableau 4 Classification des espèces végétales en fonction de la note de la teneur en eau.

	Noms scientifiques	Famille	Note de la teneur en eau
Forte teneur en eau	<i>Cistusladaniferussubsp. africanus</i>	Cistaceae	3
	<i>Cistusmonspeliensis</i>	Cistaceae	3
	<i>Calycotomeintermedia</i>	Fabaceae	3
	<i>Acacia cyanophylla</i>	Fabaceae	3
	<i>Echiumvulgare</i>	Boraginaceae	3
	<i>Galiumverum</i>	Rubiaceae	3
	<i>Globulariaaalypum</i>	Globulariaceae	3
	<i>Lavanduladentata</i>	Lamiaceae	3
	<i>Loniceraimplexa</i>	Caprifoliaceae	3
	<i>Prasiummajus</i>	Lamiaceae	3
	<i>Salvia verbenaca</i>	Lamiaceae	3
	<i>Euphorbia helioscopiae</i>	Euphorbiaceae	3
	<i>Quercus fagineasubsp. tlemceniensis</i>	Fagaceae	3
	<i>Withaniafrutescens</i>	Solanaceae	3
	<i>Cistussalvifolius</i>	Cistaceae	3
	<i>Ballota hirsuta</i>	Lamiaceae	3
Moyenne teneur en eau	<i>Arbutus unedo</i>	Ericaceae	2
	<i>Asparagus albus</i>	Liliaceae	2
	<i>Asparagus stipularis</i>	Liliaceae	2
	<i>Ceratoniasiliqua</i>	Cesalpiniaceae	2
	<i>Cytisustriflorus</i>	Fabaceae	2
	<i>Juniperusoxycedrus</i>	Cupressaceae	2
	<i>Tetraclinisarticulata</i>	Cupressaceae	2
	<i>Thymus ciliatussubsp. coloratus</i>	Lamiaceae	2
	<i>Ulexparviflorus</i>	Fabaceae	2
	<i>Crataegusoxyacantha</i>	Rosaceae	2
	<i>Oleaeuropaea</i>	Oleaceae	2
	<i>Phagnalonsaxatile</i>	Asteraceae	2
	<i>Pinushalepensis</i>	Pinaceae	2
	<i>Rosa canina</i>	Rosaceae	2
	<i>Daphne gnidium</i>	Thymeleaceae	2
Faible teneur en eau	<i>Erica arborea</i>	Ericaceae	1
	<i>Lavandulastoechas</i>	Lamiaceae	1
	<i>Rubusulmifolius</i>	Rosaceae	1
	<i>Ampelodesmamauritanicum</i>	Poaceae	1
	<i>Quercussuber</i>	Fagaceae	1
	<i>Rhamnusalaternus</i>	Rhamnaceae	1
	<i>Chamaerops humilis subsp. argentea</i>	Palmaceae	1

Nous signalons que les espèces végétales non inflammables sont : *Asphodelusmicrocarpus*, *Sedum acre*, *Urgineamaritima* et *Smilax aspera*.

La classification des paramètres d'inflammabilité et la teneur en eau en fonction des strates (7):-

Figure 5 Représentation de l'inflammabilité des espèces végétales en fonction des strates.

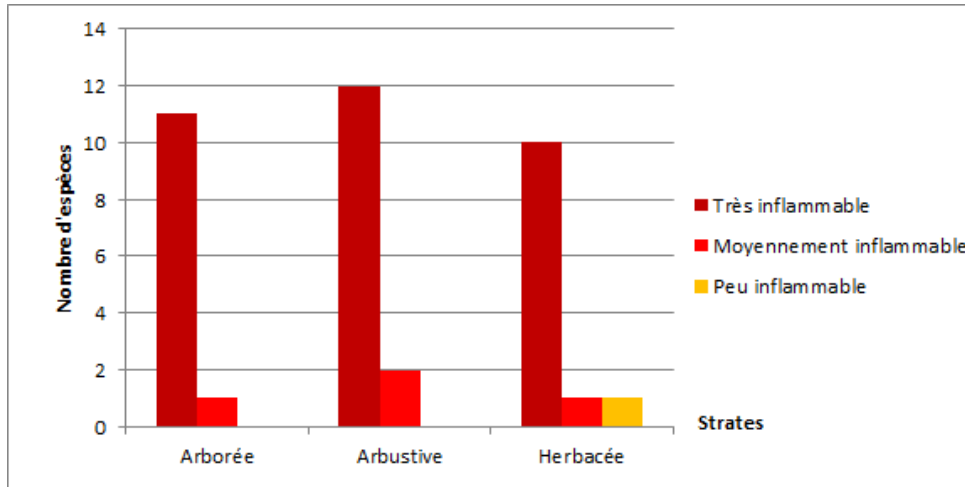


Figure 6 Représentation de la combustibilité des espèces végétales en fonction des strates.

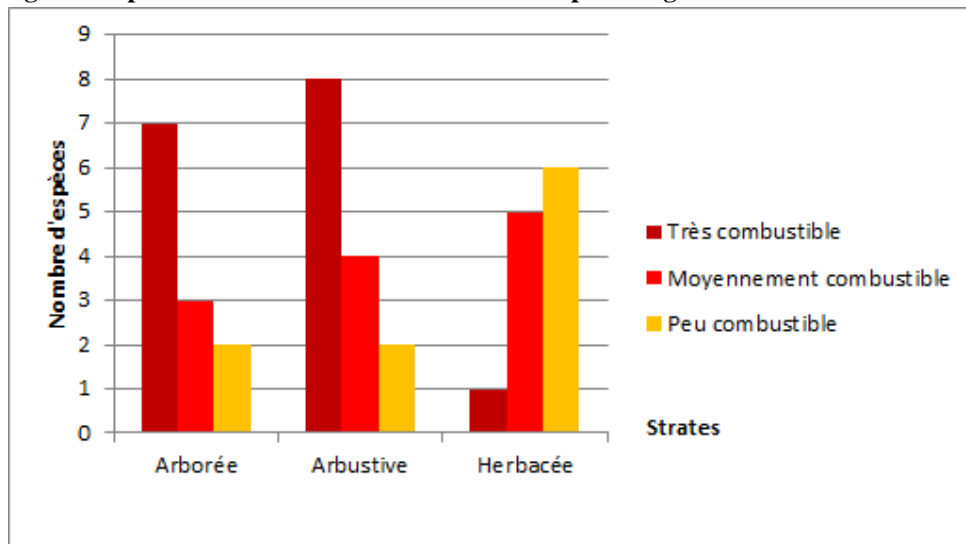


Figure 7 Représentation de l'intensité de combustion des espèces végétales en fonction des strates.

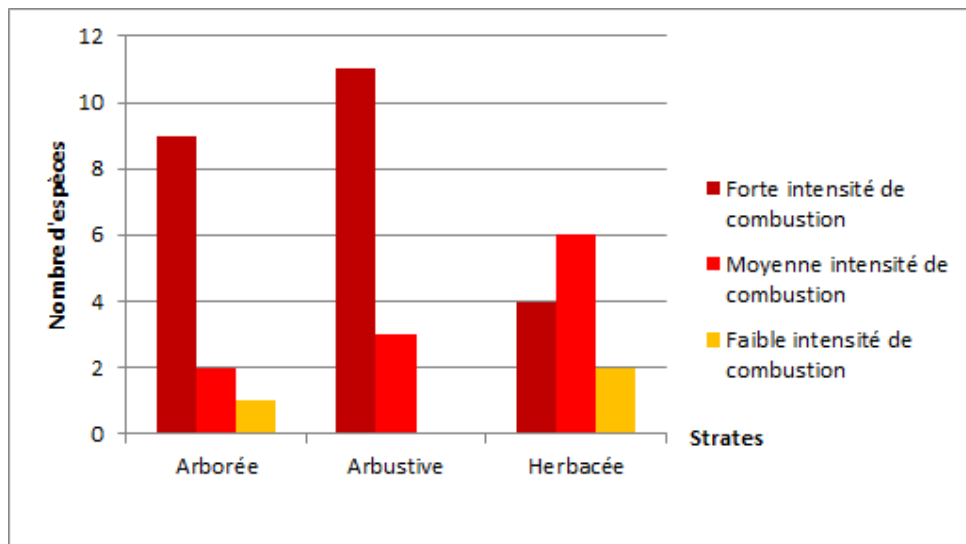
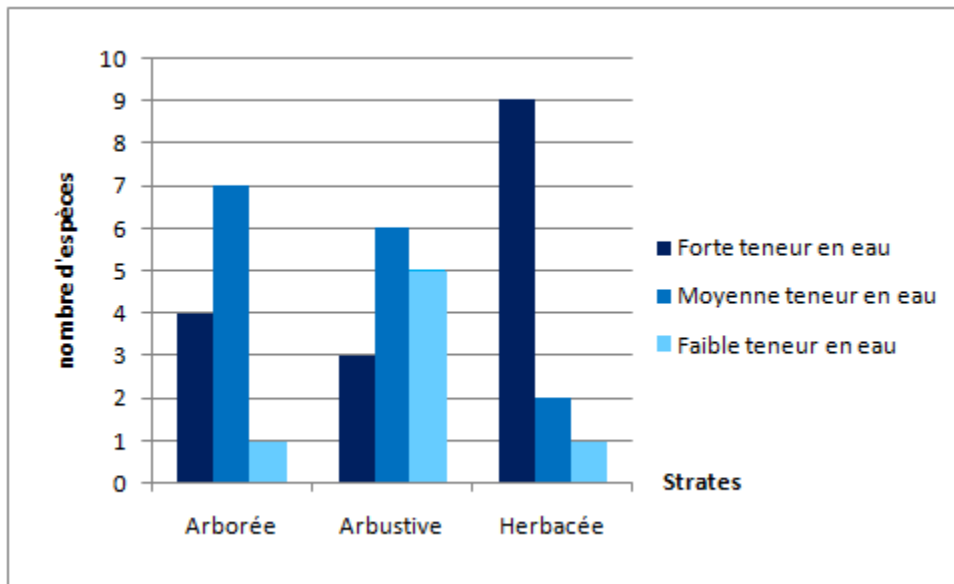


Figure 8 Représentation de la teneur en eau des espèces végétales en fonction des strates.

La figure 5 nous montre que les trois strates (arborée, arbustive et herbacée) sont dominés par les espèces végétales très inflammables, les taxons moyennement inflammables restent faibles au niveau des trois strates tandis que les espèces peu inflammables se situent uniquement dans la strate herbacée avec une faible quantité.

La figure 6 nous indique que seules la strate arborée et arbustive est dominée par les espèces végétales très combustibles et une faible quantité de taxons peu combustibles par contre la strate herbacée est dominée par les taxons peu combustibles et une faible quantité des espèces végétales très combustibles. Les espèces végétales moyennement combustibles sont moyennement représentées pour les trois strates.

La figure 7 nous montre la strate arborée et arbustive est dominées par les taxons à forte intensité de combustion tandis que la strate herbacée est moyennement représentée par ces espèces végétales. Cette dernière est dominée par les taxons à moyenne intensité de combustion avec une faible représentation pour les espèces végétales à faible intensité de combustion. Les taxons à moyenne et faible intensité de combustion sont faiblement représentés pour la strate arborée et arbustive.

La figure 8 nous indique que les taxons à forte teneur en eau situent au niveau de la strate herbacée tandis qu'ils sont moyennement représentés dans la strate arborée et arbustive. Par contre, les espèces végétales à moyenne teneur en eau situent au niveau de la strate arborée et arbustive tandis que dans la strate herbacée sont faiblement représentés. La taxons à faible teneur en eau sont fortement représentés dans strate arbustive par contre dans la strate arborée et herbacée sont représentés par de faibles quantités.

Nous pouvons conclure que la strate arborée et la strate arbustive demeurent les plus vulnérables vis-à-vis les incendies dans notre zone d'étude.

La relation entre l'inflammabilité et la teneur en eau des espèces végétales de la zone d'étude (8) :-

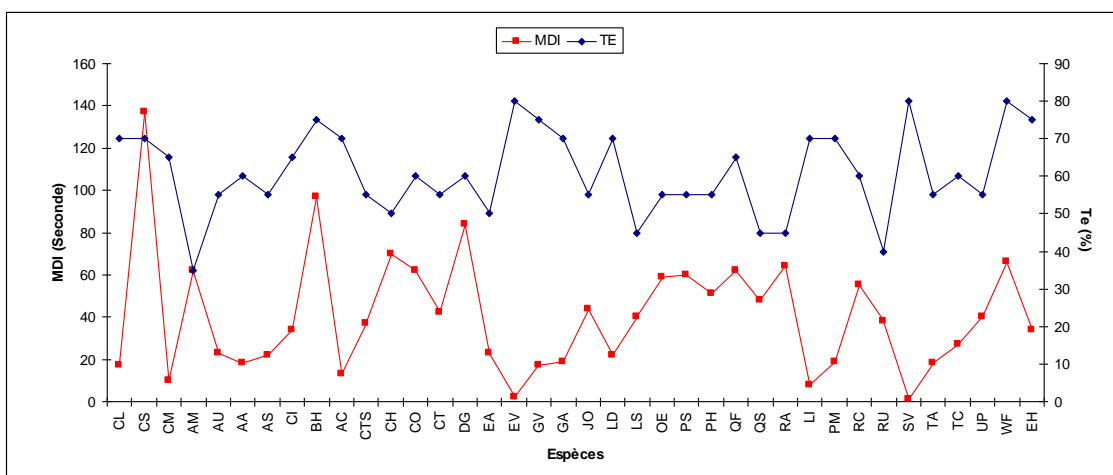
L'analyse des variations de l'inflammabilité permet de hiérarchiser les espèces entre elles selon ce critère et de suivre l'évolution de l'indice du risque d'éclosion d'incendies que présentent les principales espèces en tenant compte de leur place respective dans les différentes formations forestières (20).

D'après la figure 9, on constate qu'il y a une grande variation entre la moyenne des délais d'inflammation et la teneur en eau des taxons végétaux étudiés. Au niveau des forêts dégradées à *Quercus suber* et à *Quercus faginea* (monts de Tlemcen), il existe des espèces végétales qui sont très inflammables malgré leur forte teneur en eau (*Cistus ladaniferus* subsp. *ladaniferus*, *Cistus monspeliensis*, *Calycotome intermedia*, *Arbutus unedo* et *Lonicera*

implexa). Il existe des espèces végétales qui ont un long délai d'inflammation et une forte teneur en eau (le cas de *Cistus salvifolius*). En ce qui concerne les forêts dégradées à *Tetraclinis articulata* (monts des Traras), il existe des espèces végétales qui ont un court délai d'inflammation et une forte teneur en eau (*Tetraclinis articulata*, *Asparagus albus*, *Asparagus stipularis* et *Cistus monspeliensis*) tandis qu'il existe des espèces végétales qui sont moins inflammables malgré leur forte teneur en eau (*Daphne gnidium* et *Ballota hirsuta*).

A partir de ces résultats, on peut conclure que durant la saison printanière la teneur en eau n'est pas le seul facteur qui influe sur le degré des paramètres d'inflammabilité des taxons végétaux ; la physiologie de la plante rentre comme un élément associé avec cette dernière exprimée par la composition en composés organiques volatils ce qui détermine le phénomène d'éclosion des feux de forêts. A cet effet, certains végétaux méditerranéens produisent et émettent des substances volatiles qui peuvent se retrouver en concentration très importante dans l'atmosphère, influençant ainsi fortement le risque d'inflammabilité des formations végétales et favorisant la propagation des incendies (16).

Figure 9 La variation de la MDI « Moyenne des délais d'inflammation » en fonction de TE (%) « Teneur en eau ». CL : *Cistus ladaniferus* subsp. *africanus*, CS : *Cistus salvifolius*, CM : *Cistus monspeliensis*, AM : *Ampelodesma mauritanicum*, AA : *Asparagus albus*, AS : *Asparagus stipularis*, CI : *Calycotome intermedia*, BH : *Ballota hirsuta*, AC : *Acacia cyanophylla*, CTS : *Ceratonia siliqua*, CH : *Chamaerops humilis* subsp. *argentea*, CO : *Crataegus oxyacantha*, CT : *Cytisus triflorus*, DG : *Daphne gnidium*, EA : *Erica arborea*, EV : *Echium vulgare*, GV : *Galium verum*, GA : *Globularia alypum*, JO : *Juniperus oxycedrus*, LD : *Lavandula dentata*, LS : *Lavandula stoechas*, OE : *Olea europaea*, PS : *Phagnalon saxatile*, PH : *Pinus halepensis*, QF : *Quercus faginea* subsp. *tlemceniensis*, QS : *Quercus suber*, RA : *Rhamnus alaternus*, LI : *Lonicera implexa*, PM : *Prasium majus*, RC : *Rosa canina*, RU : *Rubus ulmifolius*, SV : *Salvia verbenaca*, TA : *Tetraclinis articulata*, TC : *Thymus ciliatus* subsp. *coloratus*, UP : *Ulex parviflorus*, WF : *Withania frutescens*, EH : *Euphorbia helioscopiae*.



Traitement statistique « Analyse Factorielle » (8) :-

Afin de rendre nos données plus explicatives, nous avons effectué une analyse factorielle avec XLSTAT 2010 (www.xlstat.com). Le traitement statistique nous a donné les résultats suivants :

Tableau 5 Statistiques descriptives.

Variab le	Observat ions	Obs. avec donnéesmanqu antes	Obs. sans donnéesmanqu antes	Minimu m	Maximu m	Moyenn e	Ecart -type
MDI	38	0	38	1,000	137,000	40,658	28,178
MDC	38	0	38	29,000	161,000	81,368	32,790
MHF	38	0	38	9,000	56,000	23,474	9,622
TE	38	0	38	35,000	80,000	60,789	11,362

MDI : Moyenne des délais d'inflammation (seconde) ; **MDC** : Moyenne des durées de la combustion (seconde) ; **MHF** : Moyenne des hauteurs de la flamme (cm) ; **TE** : La teneur en eau (%).

Tableau 6 Matrice de corrélation [Pearson (n)].

Variabes	MDI	MDC	MHF	TE
MDI	1	-0,444	-0,077	-0,189
MDC	-0,444	1	-0,433	0,318
MHF	-0,077	-0,433	1	-0,514
TE	-0,189	0,318	-0,514	1

Alpha de Cronbach : -2,701

Les premiers résultats sont les statistiques descriptives simples des variables sélectionnées (Tableau. 5), puis la matrice de corrélation pour ces mêmes variables (Tableau. 6). On note que certaines corrélations sont importantes (0.514 pour MHF et TE ; -0,444 pour MDI et MDC ; -0,433 pour MDC et MHF). Le alpha de Cronbach standardisé est ensuite calculé. Il vaut ici -2,701.

Tableau 7 Valeurs propres et taux d'inertie.

	F1	F2	F3
Valeurpropre	1,612	1,027	0,014
Variabilité (%)	40,308	25,674	0,354
% cumulé	40,308	65,982	66,337

Dans le tableau 7 sont affichées les valeurs propres issues de l'analyse factorielle. Nous constatons qu'avec trois facteurs on conserve 66.337 % de la variabilité des données initiales.

Figure 10 Valeurs propres.

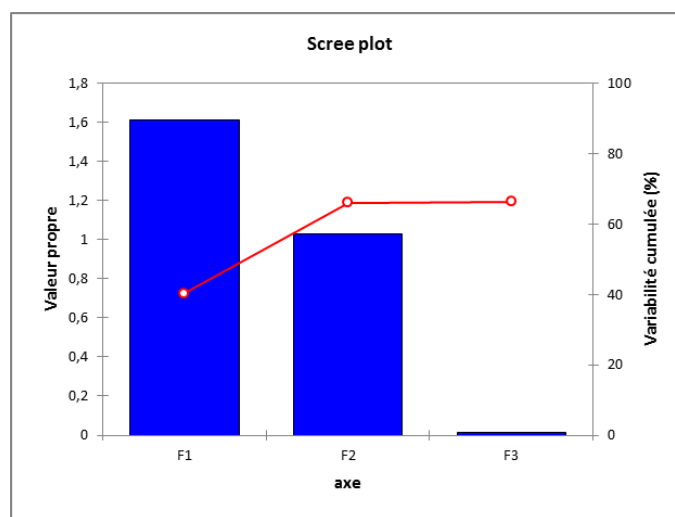


Tableau 8 Pourcentage de la variance après rotation Varimax.

	D1	D2
Variabilité (%)	37,233	28,594
% cumulé	37,233	65,826

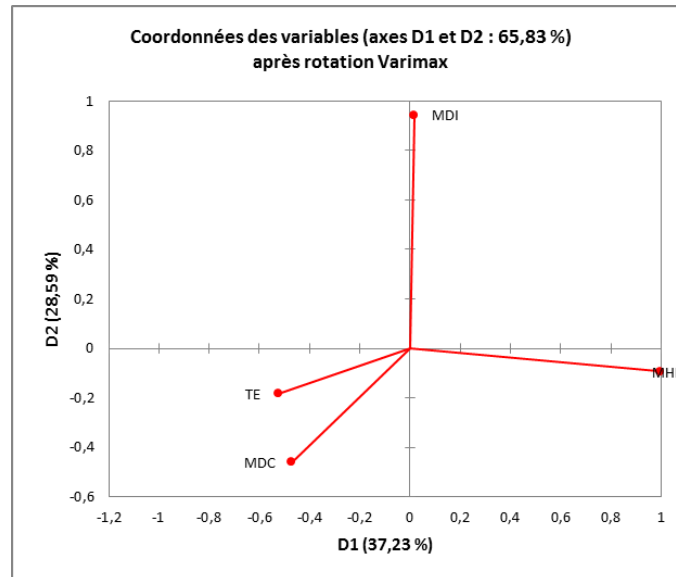
Tableau 9 Coordonnées factorielles après rotation Varimax.

	D1	D2
MDI	0,017	0,944
MDC	-0,470	-0,459
MHF	0,996	-0,094
TE	-0,526	-0,183

Les valeurs en gras correspondent pour chaque observation au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand.

D'après le tableau 9, on remarque que le premier facteur est fortement lié à MDI, MHF et TE. Le second facteur est quant à lui lié à MDI. De ces résultats, on déduit que les espèces végétales qui ont des coordonnées élevées sur le premier facteur sont des taxons très combustible à forte teneur en eau, tandis que les espèces végétales qui ont des coordonnées élevées sur le deuxième facteur sont des taxons très inflammables.

Figure 11 La position des variables sur les axes F1 et F2.



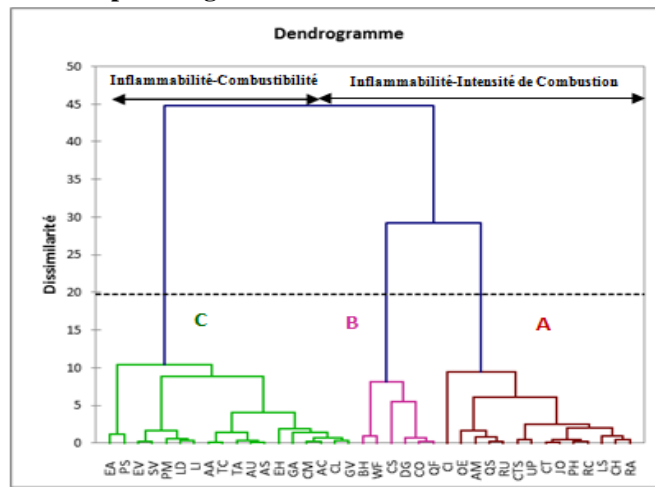
Le tableau 10 fournit les coordonnées des individus sur les axes factoriels après la rotation varimax.

Tableau 10 Coordonnées des observations après rotation Varimax.

		D1	D2
<i>Cistusladaniferus</i>	CL	-0,445	-0,725
<i>Cistussalvifolius</i>	CS	-1,078	3,282
<i>Cistusmonspeliensis</i>	CM	-0,046	-1,036
<i>Ampelodesmamauritanicum</i>	AM	1,146	0,778
<i>Arbutus unedo</i>	AU	-0,120	-0,537
<i>Asparagus albus</i>	AA	-0,654	-0,721
<i>Asparagus stipularis</i>	AS	0,090	-0,614
<i>Calycotomeintermedia</i>	CI	3,392	-0,358
<i>Ballotahirsuta</i>	BH	-0,665	1,742
<i>Acacia cyanophylla</i>	AC	-0,452	-0,915
<i>Ceratoniasiliqua</i>	CTS	1,306	-0,248
<i>Chamaeropshumilis</i>	CH	0,249	1,005
<i>Crataegusoxyacantha</i>	CO	-0,614	0,808
<i>Cytisustriflorus</i>	CT	-0,264	0,103
<i>Daphne gnidium</i>	DG	-0,011	1,490
<i>Erica arborea</i>	EA	-0,103	-0,716
<i>Echiumvulgare</i>	EV	-0,686	-1,329
<i>Galiumverum</i>	GV	0,194	-0,805
<i>Globulariaaelypum</i>	GA	1,145	-0,801
<i>Juniperusoxycedrus</i>	JO	-0,262	0,206
<i>Lavanduladentata</i>	LD	-1,574	-0,580
<i>Lavandulastoechas</i>	LS	0,356	-0,036
<i>Oleaeuropaea</i>	OE	1,788	0,577
<i>Phagnalonsaxatile</i>	PS	-0,488	0,460
<i>Pinushalepensis</i>	PH	0,501	0,373
<i>Quercusfaginea</i>	QF	-0,718	0,833
<i>Quercussuber</i>	QS	1,109	0,279
<i>Rhamnusalaternus</i>	RA	0,545	0,745
<i>Loniceraimplexa</i>	LI	-0,992	-1,071
<i>Prasiummajus</i>	PM	-1,154	-0,786
<i>Rosa canina</i>	RC	0,101	0,501
<i>Rubusulmifolius</i>	RU	1,176	-0,061
<i>Salvia verbenaca</i>	SV	-1,010	-1,298
<i>Tetraclinisarticulata</i>	TA	0,279	-0,691
<i>Thymus ciliatus</i>	TC	-0,514	-0,456
<i>Ulexparviflorus</i>	UP	0,993	-0,058
<i>Withaniafrutescens</i>	WF	-1,406	0,805
<i>Euphorbia helioscopiae</i>	EH	-1,115	-0,144

Les valeurs en gras correspondent pour chaque observation au facteur pour lequel le cosinus carré est le plus grand.

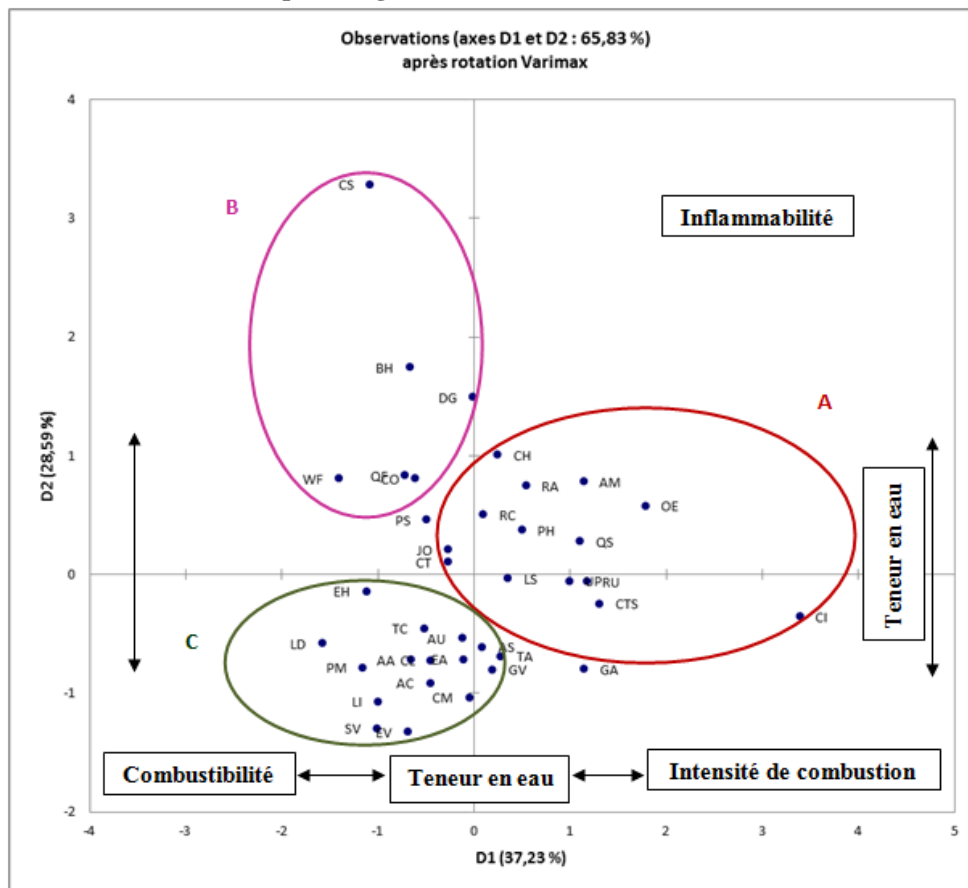
Figure 12 Le dendrogramme des espèces végétales.



Le dendrogramme (Figure 12) représente de manière claire la façon dont l'algorithme procède pour regrouper les espèces végétales des groupements végétaux de la zone d'étude selon les paramètres d'inflammabilité et la teneur en eau puis les sous-groupes. Finalement, l'algorithme a progressivement regroupé toutes les observations.

La ligne en pointillé représente la troncature et permet de visualiser que trois groupes homogènes ont été identifiés. Le premier groupe est plus homogène que le troisième groupe (le dendrogramme est plus plat pour les premier groupe). Le deuxième groupe regroupe les taxons du groupement à *Quercus faginea* subsp. *ilemceensis*.

Figure 13 La carte factorielle « espèces végétales » (Axe 1 et 2).



La carte factorielle (Figure 13) regroupe les espèces végétales de la zone d'étude en 3 noyaux (A, B et C) en fonction des paramètres d'inflammabilité étudiés. Chaque noyau correspond à un groupement végétal (A : groupement à *Quercus suber*, B : groupement à *Quercus faginea* subsp. *tlemceniensis* et C : groupement à *Tetraclinis articulata*).

Interprétation de l'axe 1 : Valeur propre : 1,612, Taux d'inertie : 40,308% (Tableau.7) :-

Le côté positif de l'axe 1 regroupe les taxons des noyaux A et B (*Quercus faginea*, *Quercus suber*, *Rosa canina*, *Juniperus oxycedrus*, *Crataegus oxyacantha*, *Cytisustriflorus* et *Ampelodemamauritanicum*) exprimant ainsi que le paramètre inflammabilité est lié aux groupements végétaux à *Quercus suber* et à *Quercus faginea*.

Le côté négatif de l'axe 1 regroupe les espèces végétales des noyaux A et C (*Calycotome intermedia*, *Lavandulastoechas*, *Ceratoniasiliqua*, *Tetraclinis articulata*, *Cistus monspeliensis*, *Lavanduladentata*, *Asparagus albus*, *Ulex parviflorus* et *Asparagus stipularis*), ce qui traduit que le paramètre intensité de combustion et celui de la combustibilité influencés par la teneur en eau sont liés aux groupements végétaux à *Quercus suber* et à *Tetraclinis articulata*. A cet effet, (18) décrit une tendance où les feuilles avec un pourcentage plus faible de l'eau s'enflamment facilement, alors que les feuilles avec une haute hydratation foliaire rarement allumés. Même si cela était vrai pour la plupart des espèces, une exception a été trouvée dans le cas de *Quercus pubescens*, qui a rapidement flambé même à une teneur d'hydratation élevée. La dépendance de l'inflammabilité à la condition hydrique des plantes et des feuilles n'est donc également liée à d'autres facteurs environnementaux, l'histoire de la vie et l'écophysologie de la plante. Certaines espèces sont plus inflammables que d'autres encore à la même teneur en eau (11).

Interprétation de l'axe 2 : Valeur propre : 1,027, Taux d'inertie : 65,982% (Tableau.7) :-

Le côté positif de l'axe 2 regroupe les taxons des trois noyaux A, B et C (*Daphnognidium*, *Quercus suber*, *Ampelodemamauritanicum*, *Chamaerops humilis*, *Ulex parviflorus*, *Olea europaea*, *Pinus halepensis*, *Lavandulastoechas*, *Rosa canina*, *Ceratoniasiliqua*, *Tetraclinis articulata*, *Asparagus stipularis*, *Galium verum* et *Calycotome intermedia*), ce qui exprime que le paramètre inflammabilité et celui de l'intensité de combustion influencé par la teneur en eau sont liés aux groupements végétaux de toute la zone d'étude.

Le côté négatif de l'axe 2 regroupe les espèces végétales des trois noyaux A, B et C (*Juniperus oxycedrus*, *Cytisustriflorus*, *Quercus faginea*, *Crataegus oxyacantha*, *Cistus salvifolius*, *Tetraclinis articulata*, *Thymus ciliatus*, *Lavanduladentata*, *Cistus monspeliensis* et *Asparagus albus*) traduisant ainsi que le paramètre inflammabilité et celui de la combustibilité influencé par la teneur en eau sont liés aux groupements végétaux de toute la zone d'étude. A ce sujet, (20, 19, 17) précisent que la combustibilité des formations végétales de la rive nord-méditerranéenne est évaluée à partir des inflammabilités spécifiques.

Remarques:-

1. Suite à l'interprétation de l'axe 1 et 2 de la carte factorielle « espèces végétales » (Fig. 13), nous constatons que les paramètres d'inflammabilité des trois groupements végétaux de la zone d'étude sont enchaînés du point de vue relation (l'inflammabilité avec la combustibilité, La combustibilité avec l'intensité de combustion et l'inflammabilité avec l'intensité de combustion) dont la teneur en eau rentre comme un paramètre influençant.
2. on remarque aussi que plus on s'éloigne des monts de Tlemcen vers les monts des Traras plus l'inflammabilité et la combustibilité des taxons augmente et plus on s'éloigne des monts des Traras vers les monts de Tlemcen plus l'inflammabilité et l'intensité de combustion augmente.

Conclusion :-

La région de Tlemcen est représentée par différentes forêts dégradées (forêt à *Quercus faginea* subsp. *tlemceniensis* ; à *Quercus suber* et à *Tetraclinis articulata*).

Ces formations végétales sont occupées par des surfaces considérables à base de : *Cistus ladaniferus* subsp. *africanus*, *Cistus salvifolius* et *Cistus monspeliensis*.

Pour l'ensemble de la zone d'étude, les espèces végétales qui ont un court délai d'inflammation et une courte voire une longue durée de combustion sont les suivantes : *Erica arborea*, *Arbutus unedo*, *Ceratoniasiliqua*, *Lavandulastoechas*, *Ulex parviflorus*, *Thymus ciliatus* subsp. *coloratus*, *Lonicera implexa*, *Cytisustriflorus*, *Juniperus oxycedrus*, *Quercus faginea* subsp. *tlemceniensis*, *Quercus suber*, *Pinus halepensis*,

Cistusladaniferussubsp.africanus, *Calycotomeintermedia*, *Crataegus oxyacantha*, *Cistusmonspeleensis*, *lavanduladentata*, *Globulariaaalpum*, *Galium verum*, *Asparagus stipularis*, *Asparagus albus*, *Tetraclinisarticulata*, *Oleaeuropaeae* et *Chamaerops humilis subsp.argentea*). Ces dernières demeurent extrêmement sensibles au feu caractérisant les forêts dégradées à *Quercus suber*, à *Quercus fagineasubsp.tlemceniensis* et à *Tetraclinisarticulata* des monts de Tlemcen et des monts des Traras respectivement.

Il existe une irrégularité entre l'inflammabilité et la teneur en eau des espèces végétales de la zone d'étude car chaque taxon végétal est caractérisé par ces propres valeurs.

La strate arborée et la strate arbustive demeurent les plus sensibles au feu dans l'ensemble de notre zone d'étude.

L'analyse factorielle des paramètres d'inflammabilité en fonction de la teneur en eau nous montre clairement que les groupements végétaux à base de cistes de la zone d'étude sont très vulnérables et sensibles au feu.

Il serait souhaitable de contrôler les feux de forêt et éviter les répétitions ; car les fréquences trop rapprochées détruit la diversité végétale et les fréquences éloignées enrichie la diversité végétale.

La gestion de la forêt contre les incendies dévastateurs se traduit par la mise en place sur le terrain des coupures de combustibles (3).

References:-

1. Barney Rj, Aldrich Df. Land management - fire management: policies, directives, and guides in the national forest system; a review and commentary. USDA Forest Service, Gen. Tech. Rep. INT - 76, Ogden, UT, 1980.
2. Bautista S, Bellot J, Vallejo V.R. Efectos de la siembra de herbáceas y la cubierta de paja sobre la escorrentía y la erosión post incendio en ambientesemiárido. in 'Geomorfología en España: III ReuniónNacional de Geomorfología. 2 : 14–16 September 1994, Logroño, Spain. (Eds A Gómez Villar, JM García Ruiz, J ArnáezVadillo). pp : 189-198. (Sociedad Española de Geomorfología: Logroño, Spain), 1994.
3. Duché Y, Rigolot E. Mises au point préliminaires. In conception des coupures de combustible. Document Réseau coupures de combustible n°4, édition de la Cardère, Morières. pp : 29-40, 2000.
4. Ferran A, Serrasolsas I, Vallejo R. Soil evolution after fire in *Quercus ilex* and *Pinushalepensis* forests. in 'Responses of Forest Ecosystems to Environmental Changes'. (Eds A Teller, P Mathy, JNR Jeffers). pp: 397–404. (Elsevier : London, UK), 1992.
5. Francis C.F, Thornes J.B. Runoff hydrographs from three Mediterranean vegetation cover types. in 'Vegetation and Erosion'. (Ed. JB Thornes). pp: 363–384. (Wiley: Chichester, UK), 1990.
6. Hachmi M, Ssebou A, Benjelloun H, El-Handouz N, Bouanane F. A Simple Technique to Estimate the Flammability Index of Moroccan Forest Fuels. Hindawi Publishing Corporation. Journal of Combustion. Volume 2011 (2011), Article ID 263531, 11 pages. doi:10.1155/2011/263531, 2011.
7. Henaoui S.E-A, Bouazza M, Amara M. The fire risk of the plant groupings with *Cistus* in the area of Tlemcen (Western Algeria). European Scientific Journal October 2013 edition 9 (29) ISSN: 1857–7881 (Print) e – ISSN: 1857-7431. pp: 84-103, 2013a.
8. Henaoui S.E-A, Bouazza M, Stanbouli-Meziane H. Inflammabilité et teneur en eau des communautés végétales à *Cistus* dans la région de Tlemcen (Nord-Ouest algérien). European Scientific Journal December 2013 edition 9 (35) ISSN: 1857–7881 (Print) e - ISSN 1857-7431. pp: 73-87, 2013b.
9. Henaoui S.E-A, Bouazza M. The current state of the plant diversity in the Tlemcen region (Northwest Algeria). Open Journal of Ecology, 2 (4): 244-255. doi: 10.4236/oje.2012.24028, 2012.
10. Le Houërou H.N. Fire and vegetation dynamics in the Mediterranean Basin. in 'Proceedings of the 13th Annual Tall Timbers Fire Ecology Conference'. pp: 237–277. Talahassee, Florida, 1973.
11. Massari G, Leopaldi A. Leaf flammability in Mediterranean species. Plant Biosystems 132 (1): 29–38, 1998.
12. Moench R, Fusaro J. Soil erosion control after wildfire. University of Colorado, Fact sheet N° 6308. (Boulder, CO), 2003.
13. Moro C. Inflammabilité et siccité de la bruyère arborescente, siccité de l'Arbousier, Campagne été 2004. Inst. Nat. Rech. Agro (INRA). Départ For. Mil. Nat. Unité de recherches forestières méditerranéennes. Equipe de prévention des incendies de forêts. Document PIF 2004-12. 37 p + annexes, 2004.
14. Peyre S. Le chêne-liège des Pyrénées-Orientales face au feu. Base de données sur les incendies de forêts du syndicat des propriétaires forestiers des PO (64 % de la surface incendiée). Données IFN 1991. 6 p, 1991.
15. Rambal S, Hoff C. Mediterranean ecosystems and fire: the threats of global change. in 'Large Forest Fires'. (Ed. JM Moreno). pp: 187–213. (Backhuys Publishers: Leiden, the Netherlands), 1998.

16. Robles C, Picard C, Garzino S, Giroud F, Korboulewsky N, Raffali N, Bonin B. Inflammabilité et émission de composés organiques volatils par des formations végétales méditerranéennes : implications dans les incendies de forêt. *Revue Forêt méditerranéenne* t. XXIV, n° 4, décembre 2003. pp : 419-426, 2003.
17. Schaffhauser A, Curt T. Inflammabilité et combustibilité des peuplements forestiers après le feu. Service Communication 2007 - Extrait de « Le Cemagref, Avancées et Perspectives scientifiques 2006-2008 », site web : www.cemagref.fr. 2p, 2008.
18. Trabaud L. Inflammabilité et combustibilité des principales espèces des garrigues de la région méditerranéenne. *Oecologia Plantarum* **11** (2) : 117–136, 1976.
19. Valette J.-C, Delabraze P. Inflammabilité et combustibilité de la végétation forestière méditerranéenne. *Revue forestière méditerranéenne*. Numéro spécial : incendies de forêts. 7 p, 1974.
20. Valette J.-C. Inflammabilité des espèces forestières méditerranéennes, conséquences sur la combustibilité des formations forestières. *Rev. For. Fr.* XLII–n°sp. 1990. pp: 76–92, 1990.