Ann. Rech. For. Algérie 2021, 11(01):1-6
© Institut National de Recherche Forestière

Article de recherche

Reçu: 05 Novembre 2020/Accepté: 17 Décembre 2020

Inflammabilité, combustibilité, intensité de combustion et cartographie des communautés végétales à *Cistus* dans la région de Tlemcen

S.E.A. Henaoui[1]* ., M. Bouazza[2]

1 Institut National De Recherche Forestière – Station de Tlemcen.
2 Département d'Écologie et Environnement, Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie, des Sciences de la Terre et de l'Univers - Université de Tlemcen.

* **Auteur correspondant :** amine_33_ecoenv@yahoo.fr

ملخص

تتميز منطقة تلمسان بحرائق الغابات التي تسببها الظروف الطبيعية والفعل البشري. تتكون دراستنا من دراسة القابلية للاشتعال وقابلية الاحتراق وشدة الاحتراق في ثلاثة أنواع من القفاز التي تميز المجتمعات المتدهورة من بلوط الفلين. أظهرت النتائج أن سيستوس لادانيفيروس وكذلك سيستوس مونسبيلينسيس لديهم قابلية أكبر للاشتعال ووقت احتراق أطول وكثافة حرق أعلى من سيستوس سالفيفوليوس. يمكن تفسير ذلك بثرائهم في المستقلبات الثانوية. بناءً على هذه النتائج ، تم تطوير خريطة الحساسية من الحريق لتسهيل إدارة هذه الظاهرة وتطويرها ومكافحتها.

الكلمات المفتاحية: رسم الخرائط ، الاحتراق ، القابلية للاشتعال ، كثافة الاحتراق ، تلمسان.

Abstract

The Tlemcen region is characterized by forest fires caused by natural conditions and human action. Our research consists of studying the flammability, combustibility and intensity of combustion in three species of *Cistus* characterizing the degraded communities of *Quercus suber*. The results show that *Cistus ladaniferus* as well as *Cistus monspeliensis* have greater flammability, longer combustion duration and a higher burning intensity than *C. salviifolius*. This could be explained by their richness in secondary metabolites. Based on these results, a fire sensitivity map was developed to facilitate management, development and the control of this phenomenon.

Keywords: combustibility, combustion intensity, flammability, mapping, Tlemcen.

Résumé

La région de Tlemcen est caractérisée par les incendies de forêts provoqués par les conditions naturelles et l'action anthropique. Notre étude consiste à étudier l'inflammabilité, la combustibilité et l'intensité de combustion chez trois espèces de Cistes caractérisant les communautés dégradées de *Quercus suber*. Les résultats montrent que le *Cistus ladaniferus* ainsi que le *Cistus monspeliensis* possèdent une plus grande inflammabilité, une durée de combustion plus longue et une intensité de combustion plus forte que le *C. salviifolius*. Cela pourrait être expliqué par leur richesse en métabolites secondaires. D'après ces résultats, une carte de sensibilité aux incendies a été élaborée afin de faciliter la gestion, l'aménagement et la lutte contre ce phénomène.

Mots clés : cartographie, combustibilité, inflammabilité, intensité de combustion, Tlemcen.

1. Introduction

En Méditerranée, les incendies de forêts représentent un fléau majeur pour les écosystèmes et sont le résultat de l'interaction de facteurs physiques, biologiques et anthropique (Le Houërou, 1987 ; Barbero et Tatoni, 1990 ; Valette, 1990 ; Henaoui, 2013). Les incendies trouvent dans le bassin méditerranéen un terrain favorable par sa topographie, ses essences, sa sécheresse estivale et par ses vents violents. En effet, sur un terrain accidenté et en présence d'un vent violent, le feu peut avoir des sauts accélérant sa propagation (Belgherbi, 2002). Mais c'est le facteur humain qui est la cause principale des feux en Méditerranée car les causes naturelles ne représentent que 1 à 5%, selon les pays (Alexandrian et al. 1998).

Le déclenchement des feux dépend de facteurs des formations végétales et est favorisé par la présence de couverture morte et de litières non décomposées (Barbero et al. 1988). Ces incendies menacent non seulement la végétation et l'équilibre écologique, mais aussi les biens et les personnes, au niveau de l'interface zone urbaine/ végétation combustible (Legarde, 1996).

Les superficies totales brûlées dans les pays méditerranéens peuvent être estimées à 600.000 hectares par an, soit près du double des années 1970. Toutefois, la tendance observée est beaucoup moins uniforme que pour l'incidence des feux. Legarde (1996) constate une aggravation de la situation en Grèce (12 000 à 39 000 ha), en Italie (43 000 à 118 000 ha), au Maroc (2 000 à 31 000 ha), en Espagne (50 000 à 208 000 ha) et en ex-Yougoslavie (5 000 à 13 000 ha). Les superficies incendiées totales sont restées relativement stables en Croatie, en France et en Turquie (Le Houërou, 1987).

En Algérie, la superficie totale brûlée durant 12 décennies (1882-2001) s'élève à 4 612 063 ha. La décennie qui se place en première position est 1952-1962 avec 660 423 ha brûlés soit 14,31 % à cause des années de guerre de l'indépendance. La décennie 1912-1921 vient en seconde position avec 647 462 ha soit 14,03 % et qui coïncide avec la première guerre mondiale. En troisième position vient la décennie 1991-2001 avec 550 440 ha soit 11,93% à cause des événements liés au terrorisme qu'à connu le pays. En dernière position, la période coloniale 1892-1901 avec 451 529 ha soit 9,79 % (Megrerouche, 2006).

Le laboratoire d'Écologie Végétale, de l'Université de Tlemcen, a lancé un projet de recherche afin d'étudier les paramètres d'inflammabilité, de combustibilité et de l'intensité de combustion chez *Cistus ladaniferus* subsp. *africanus, Cistus monspeliensis* et *Cistus salviifolius*. Ces trois espèces sont caractéristiques des matorrals à *Cistus* ou bien Cistaies (résultat des chênaies dégradées de liège). Sur la base des résultats, une carte de sensibilité au feu des Cistaies de la région de Tlemcen sera élaborée pour faciliter la gestion, l'aménagement de ces groupements végétaux ainsi que la prévention des incendies.

2. Matériels et Méthodes

2.1 Méthodes de mesures et paramètres étudiés

La méthode utilisée est celle de Valette (1993) et Valette et al. (1993) adaptée des travaux de Gaudet (1989), Layec (1989), Rimet (1990), Valette (1990), Valette et Moro (1991), Valette (1992), Moro et Le Corre (1993), Moro et Bordin (1993) et Moro (2002).

Les paramètres d'inflammabilité mesurés sont (Henaoui et Bouazza, 2018) :

- *Le délai d'inflammation* : c'est le temps mesuré en seconde dès le dépôt d'un échantillon sur le feu jusqu'à l'apparition de la première flamme.
- *la durée de combustion* : c'est le temps mesuré en seconde entre l'apparition de la première flamme et la cendre.
- *La hauteur de la flamme* : elle est mesurée en centimètres.

2.2 Élaboration d'une carte de sensibilité au feu

Une carte de sensibilité au feu des communautés à *Cistus* (*C. ladaniferus, C. monspeliensis* et *C. salviifolius*.) dans la région de Tlemcen sera élaborée en utilisatant les résultats obtenus combinés à la carte d'occupation du sol de la Wilaya de Tlemcen (URBAT, 1991). Les régions seront ainsi classées en trois catégories : Risque fort, risque moyen et risque faible.

3. Résultats et discussions

3.1. Délais d'inflammation, durées de combustion et hauteurs de la flamme

Le *C. ladaniferus* ainsi que le *C. monspeliensis* possèdent un temps de délai d'inflammation plus court que le *C. salviifolius* (Figure 1). Le *C. ladaniferus* et le *C. monspeliensis* possèdent une durée de combustion plus longue que le *C. salviifolius* (Figure 2). Le *C. ladaniferus* et *C. monspeliensis* dégagent les plus hautes flammes (Figure 3).

Le C. ladaniferus et le *C. monspeliensis* sont les plus inflammables et les plus combustibles car elles demandent plus de temps pour qu'elles soient entièrement consumées. Les flammes dégagées par ces deux espèces peuvent atteindre 20 à 30 cm. de haut, ce qui implique qu'elles sont extrêmement inflammables et représentent une menace pour l'écosystème. Ces résultats pourraient être expliqués par la richesse de *C. ladaniferus* et le *C. monspeliensis* en métabolites secondaires qui sont très inflammable comme le labdanum, les huiles essentielles, les phénols les, polyphénols, terpènes…etc (Siegelman, 1964 ; Harborne et al. 1975 ; Harborne, 1977 ; Bell, 1980 ; Vogt et al. 1987 ; Chaves et al. 1991 ; Chaves, 1991 ; Graham, 1991 ; Chaves et al. 1993 ; Chaves, 1994 ; Mariotti et al. 1997 ; Chaves et al. 1997).

Le métabolisme secondaire est élevé en été dans la plupart des espèces de *Cistus*, en particulier *C. ladaniferus* qui colonise des terres arides où les températures maximales atteignent les 40-45°C (Vaquero et al. 1989). Les températures élevées influencent les cellules épithéliales qui sécrètent abondamment des exsudats représentant 8 à 15% de la biomasse sèche des feuilles (Vogt et al. 1987). Ce n'est pas le cas pour *C. salvifolius* dont l'exsudat ne représente que 0,5 à 1,6% de la biomasse sèche de feuilles. Les flavonoïdes sont l'un des composants principaux de ces exsudats. Bien que leur quantité varie en fonction des saisons, elle est à son maximum durant l'été pour *C. ladaniferus* (Vogt et al. 1987 ; Chaves, 1991 ; Chaves et al. 1991 ; Chaves et al. 1993 ; Chaves 1994). La production est variable selon les organes de la plante et le stade de développement (Siegelman, 1964 ; Harborne, 1967 ; Graham, 1991 ; Chaves et al. 1993). L'augmentation de la production des flavonoïdes est activée par divers stimuli environnementaux généralement stressant tels que les rayons ultra-violets (Bell, 1980 ; Chapell et Hahlbrock, 1984 ; Vogt et al.

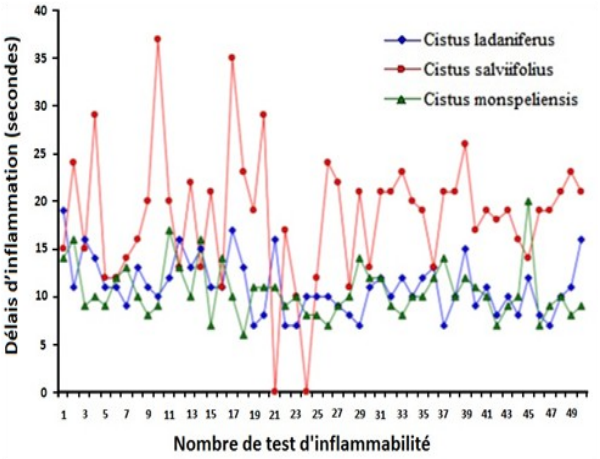

Figure 1. Délais d'inflammation du *C. ladaniferus*, du *C. salviifolius* et du *C. monspeliensis*.

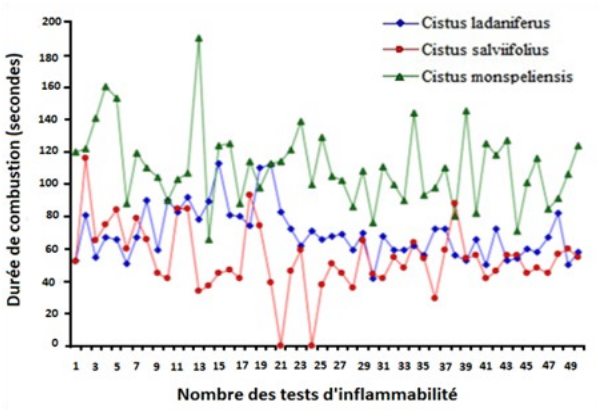

Figure 2. Durée de combustion du *C. ladaniferus*, du *C. salviifolius* et *C. monspeliensis*.

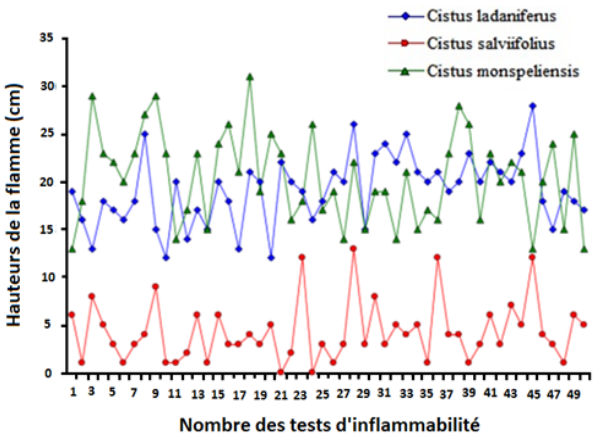

Figure 3. Hauteurs de la flamme en fonction de *C. ladaniferus*, de *C. salviifolius* et de *C. monspeliensis*.

1991 ; Panagopoulos et al. 1992 ; Cen et Bornman, 1993 ; Ziska et al. 1993).

3.4. La carte de sensibilité au feu des communautés à Cistus

L'utilisation de la carte d'occupation du sol de la Wilaya de Tlemcen (URBAT, 1991) et des résultats obtenus sur l'étude de l'inflammabilité de C*. ladaniferus*, de *C. salviifolius* et de *C. monspeliensis* a permis l'élaboration d'une carte de sensibilité au feu des communautés à *Cistus* dans la région de Tlemcen (Figure 4).

La Figure 4 montre que les monts de Tlemcen ainsi que les monts des Traras au sein desquels existent des groupements végétaux dégradés à *Quercus suber*, à *Q. faginea* et à *Tetraclinis articulata* envahis par *C. ladaniferus*, *C. monspeliensis* et *C. salvifolius* demeurent des écosystèmes qui présentent une forte sensibilité au feu. Par contre, entre ces deux chaînes montagneuses ainsi que la zone steppique qui se situe au Sud des monts de Tlemcen, on observe des écosystèmes dégradés des milieux arides et semi-arides marqués par un moyen et un faible risque.

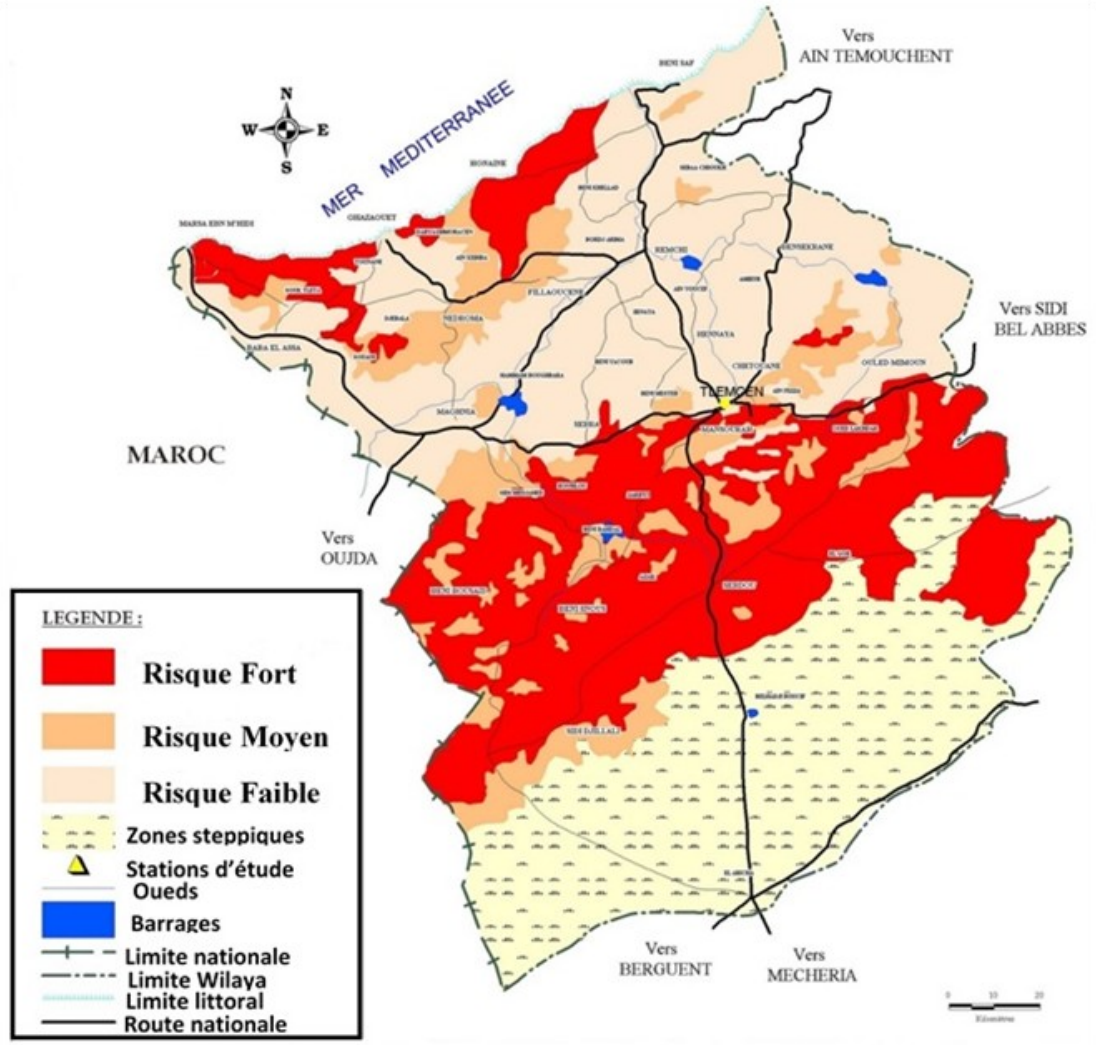

Figure 4. Carte de sensibilité au feu des communautés à *Cistus* dans la région de Tlemcen.

4. Conclusion

Cistus ladaniferus et *C. monspeliensis* sont extrêmement inflammables et représentent une menace pour les écosystèmes de la région de Tlemcen. L'établissement d'une carte de sensibilité au feu et d'une notation des niveaux du risque au feu de forêts (risque fort, moyen et faible) est une étape indispensable. La prévention des incendies de forêts et la prévision à long terme peut être améliorée significativement par une projection cartographique au futur à l'aide des SIG et la Télédétection ainsi que la sensibilisation de la population locale.

Références

Alexandrian, D., Esnault, F., & Calabri, G. (1998). Analyse des tendances des feux en Méditerranée et des causes sous-jacentes liées aux politiques. Réunion de la FAO sur les politiques concernant les feux de forêt. Rome 28/30 Octobre 1998.

Barbero, M., & Tatoni, T. (1990). Approche écologique des incendies en forêts méditerranéennes. Ecologia Mediterranea XII (3/4), pp : 78-99.

Barbero, M., Loisel, R., & Quezel, P. (1988). Perturbations et incendies en région méditerranéenne Française. Homenujea pedro Montserrat, Jaca y huesca, pp : 409 -419.

Belgherbi, B. (2002). Intégration des données de télédétection et des données multi-sources dans un système d'information géographique (S.I.G) pour la protection des forêts contre les incendies (cas de la forêt de Guetarnia , Ouest d'Algérie).

Bell, E.A. (1980). The possible significance of secondary compounds in plants, pp. 11-21, in E. A. Bell and B. V. Charlwood (eds.). Secondary Plant Products. Springer -Verlag, New York.

Cen, Y. P., & Bornman, J. F. (1993). The effect of exposure to enhanced UV-B radiation on the penetration of monochromatic and polychromatic UV-B radiation in leaves of *Brassica napus*. Physiologia Plantarum, 87 (3), 249-255.

Charpell, J., & Hahlbrock, K. (1984). Transcription of plant defence genes in response to UV light or fungal elicitor. Nature 311: 76-78.

Chaves, N. (1991). Estudio sobre la variaci6n estacional de la composicion del ladano en *Cistus ladanifer* L. Master's thesis. Facultad de Ciencias, Universidad de Extremadura, Badajoz Spain.

Chaves, N. (1994). Variación cualitativa y cuantitativa de los flavonoides del exudado de *Cistus ladanifer* L. como respuesta a diferentes factores ecoldgicos. PhD dissertation. Universidad de Extremadura, Badajoz, Spain.

Chaves, N., Escudero, J.C., & Gutierrez-Merino, C. (1991). Caracterizacion por termicos espectrolots metricos del ultravioleta y visible del exudado de *Cistus ladanifer* L. como respuesta al estre's estival. Studia Oecoldgica 3 : 57-68.

Chaves, N., Escudero, J. C., & Gutiérrez-Merino, C. (1993). Seasonal variation of exudate of *Cistus ladanifer*. Journal of chemical ecology, 19(11), 2577-2591.

Chaves, N., Escudero, J.C., & Gutierrez-Merino, C. (1997). Role of ecological variables in the seasonal variation of flavonoid content of *Cistus ladanifer* exudate. Journal of Chemical Ecology, Vol. 23, No. 3, 1997 : 579-603.

Gaudet, E. (1989). Des paramètres biologiques pour améliorer l'indice de risque « Feux de forêts ». I.N.R.A/ B.T.S.A., lycée forestier de Mirecourt. Document, PIF890. 20 p + annexes.

Graham, T. L. (1991). Flavonoid and isoflavonoid distribution in developing soybean seedling tissues and in seed and root exudates. Plant physiology, 95(2), 594-603.

Harborne, J.B. (1967). Comparative Biochemistry of the Flavonoids. Academic Press, New York.

Harborne, J.B. (1977). Flavonoids and the evolution of the angiosperms. Biochem, Syst, Ecol, 5 : 7-22.

Harborne, J.B., Mabry, T.J., & Mabry, H. (1975). The Flavonoids. Chapman and Hall, London.

Henaoui, S.E.A. (2013). Les Cistacées dans la région de Tlemcen (Nord-Ouest algérien) : aspects inflammabilité, combustibilité et cartographie. Thèse de Doctorat en Sciences, Lab, Eco, Vég, Ges, Ecosys, Nat. Fac, Sci, Nat, Vie, Sci, Ter, Uni. 159 p.

Henaoui, S.E.A.,& Bouazza, M. (2018 a). Combustion intensity of *Cistus* plant formations in the region of Tlemcen (Algeria). Ecology, Environment and Conservation, 24 (3) : 2018. pp : 1059-1064.

Layec, S. (1989). Des paramètres biologiques susceptibles d'améliorer l'indice de risques d'incendies de forêt. I.N.R.A/E.N.S.A de Rennes, 3ème année. Document, PIF8908. 32 p + annexes.

Le Houérou, H. N. (1987). Vegetation wild fires in the Mediterranean basin: evolution and trends. Ecologia mediterranea, 13(4), 13-24.

Legarde, I. (1996). L'incendie de forêt : risque naturel majeur sur tout le pourtour de la méditerranée. CHT-OTE : l'incendie de forêt. Agence MTDA, pp : 1-2.

Mariotti, J. P., Tomi, F., Casanova, J., Costa, J., & Bernardini, A. F. (1997). Composition of the essential oil of *Cistus ladaniferus* L. cultivated in Corsica (France). Flavour and fragrance journal, 12(3), 147-151.

Megrerouche, R. (2006). Sensibilité de la végétation forestière aux incendies, cas de la forêt domaniale de Chettabah –Aïn Smara- Constantine. Mémoire Magistère en écologie et environnement, 157p.

Moro, C. (2002). Inflammabilité et siccité de la bruyère arborescente, siccité de l'Arbousier, Campagne été

2002. Inst, Nat, Rech, Agro (INRA), Départ, For, Mil, Nat, Unité de recherches forestières méditerranéennes, Equipe de prévention des incendies de forêts. Document PIF 2002-10, 42 p + annexes.

Moro, C., & Bordin, T. (1993). Les paramètres d'inflammabilité de la bruyère arborescente et de l'Arbousier en Juin et Juillet 1993. Inst, Nat, Rech, Agro (INRA), Départ, For, Mil, Nat, Unité de recherches forestières méditerranéennes, équipe de prévention des incendies de forêts, Document PIF 1993-17, 24 p + annexes.

Moro, C., & Le Corre, I. (1993). Inflammabilité de la bruyère arborescente et de l'Arbousier, Campagne 1993, Rapport technique final. Institut National de la Recherche Agronomique (INRA). Département Forêts et Milieux naturels, Unité de recherches forestières méditerranéennes, Équipe de prévention des incendies de forêts, document PIF 1993-22, 27 p.

Panagopoulos, I., Bornman, J. F., & Björn, L. O. (1992). Response of sugar beet plants to ultraviolet-B (280–320 nm) radiation and Cercospom leaf spot disease. Physiologia Plantarum, 84(1), 140-145.

Rimet, C. (1990). Inflammabilité et indice de siccité, relation avec les risques d'incendie de forêt. I.N.R.A/ E.N.S.A de Rennes, 2ème année, document, PIF9014, 23 p.

Siegelman, H.W. (1964). Physiological studies on phenolic compounds, pp : 437-456, in J. B. Harborne (ed.). Biochemistry of Phenolic Compounds, Academic Press, New York.

URBAT. (1991).Centre d'étude et de réalisation en urbanisme, SPA.

Valette, J.C. (1990). Inflammabilité des espèces forestières méditerranéennes, conséquences sur la combustibilité des formations forestières. Revue Forestière Française , XLII – n° special, pp: 76 – 92.

Valette, J.C. (1992). Inflammabilities of mediterranean species. European school of climatology and Natural Hazards, Course on Forest Fire Risk and Management, Porto, Carras, Greece, May 27th to June 4th. Document, PIF920, 14 p.

Valette, J.C. (1993). Flammabilities of Mediterranean species : I.N.R.A's methodology. I.N.R.A., Laboratoire de recherches forestières méditerranéennes, document, PIF932,14 p.

Valette, J.C., & Moro, C. (1991). *Cupressus arizonica* and *Cupressus sempervirens* inflammabilities in the french Mediterranean area. Scientific Seminar on Cypress, Firenze, Italy, December 12th and 13th,Document, PIF9117, 8 p.

Valette, J.C., Bordin, T., & Moro, C. (1993). Inflammabilité de l'Arbousier et de la bruyère arborescente, Juin et Juillet 1993. I.N.R.A., Laboratoire de recherches forestières méditerranéennes, document, PIF931, 9 p.

Vaquero, P., Cabezas, J., & Escudero, J. C. (1989). Characterization of the summer thermal gradients in" adehesados" pasture and intervention of *Cistus crispus* L. in their distortion. Pastos (Spain).

Vogt, T., Gülz, P. G., & Reznik, H. (1991). UV radiation dependent flavonoid accumulation of Cistus laurifolius L. Zeitschrift für Naturforschung C, 46(1-2), 37-42.

Ziska, L. H., Teramura, A. H., Sullivan, J. H., & McCoy, A. (1993). Influence of ultraviolet-B (UV-B) radiation on photosynthetic and growth characteristics in field-grown cassava (*Manihot esculentum* Crantz). Plant, Cell & Environment, 16(1), 73-79.