



HAL
open science

Conditions météorologiques et incendies en région méditerranéenne

Adrien Orioux

► **To cite this version:**

Adrien Orioux. Conditions météorologiques et incendies en région méditerranéenne. *Revue forestière française*, 1974, 26 (S), pp.122-129. hal-03395671

HAL Id: hal-03395671

<https://hal.science/hal-03395671>

Submitted on 22 Oct 2021

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Conditions météorologiques et incendies en région méditerranéenne

Les rapports entre les paramètres météorologiques et les incendies de forêt ont fait l'objet de très nombreuses études tant en France qu'à l'étranger. L'Organisation météorologique mondiale elle-même s'est penchée sur ce problème et a publié en 1961 un rapport d'ensemble résumant les travaux d'un groupe international d'experts.

Les facteurs et les phénomènes météorologiques qui interviennent dans les feux de forêts sont très nombreux, humidité de l'air, direction et force du vent, intensité et durée des précipitations, orages, etc.

Cependant l'importance relative de ces divers éléments n'est pas partout la même et elle dépend des facteurs géographiques et climatiques, mais aussi de la structure de la forêt, des essences qui la composent, de son entretien et de son exploitation. C'est ainsi que dans notre pays, les conditions sont très sensiblement différentes dans les Landes et dans le Midi méditerranéen.

Ces dernières régions sont dévastées, tous les ans, durant la période estivale. Au cours de l'année 1973, plus de trente mille hectares ont brûlé, malgré les moyens mis en œuvre. Ont été particulièrement touchés la Corse, avec 14 000 hectares et le département de l'Hérault, avec 9 000 hectares. Au cours des années précédentes, les zones les plus touchées avaient été la Corse, mais aussi le Var et les Alpes-Maritimes.

Cette variabilité des feux au fil des ans est liée aux variations climatiques, c'est-à-dire à la fois au déroulement temporel différent des phénomènes météorologiques importants pour les feux et au déplacement spatial des zones critiques où sévit la sécheresse.

C'est surtout depuis 1962 que la Météorologie nationale et plus particulièrement le Centre météorologique de Marignane se sont intéressés au problème des feux de forêts. Comment ont été quantifiés les facteurs climatiques déterminants dans ce domaine, puis comment ont-ils été associés aux risques de propagation des feux ?

Il est apparu que les éléments fondamentaux étaient la sécheresse et le vent, et plus particulièrement le mistral dont on note un maximum secondaire de fréquence en juillet sur la Provence (figure n° 1). La sécheresse des sols détermine celle des combustibles végétaux pendant la période active de la végétation, notamment durant la période estivale. Le vent est bien entendu le phénomène propagateur.

LA MÉTHODE EMPLOYÉE

Le problème de la prévision des risques d'incendie consiste donc, dans son stade principal, d'abord, à parvenir à l'estimation de la sécheresse des couverts boisés, ensuite à prévoir le vent ; la prise en compte de ces deux éléments permet d'élaborer les avis d'alerte.

Le vent

La prévision de la force et de la direction du vent entre dans les tâches habituelles de tout centre de prévisions météorologiques. Les méthodes sont classiques, les résultats généraux sont bons. Toutefois lorsque le météorologiste doit rentrer dans le détail d'une prévision plus affinée, à l'échelle locale, les difficultés qu'il rencontre sont importantes. Ceci est particulièrement vrai dans des régions où, comme dans le Midi méditerranéen, on trouve des reliefs importants et tourmentés, ainsi que des contrastes thermiques marqués dus tant à l'orographie qu'à la proximité de la mer.

Les vents forts sont surtout représentés par le mistral, vent desséchant, aux faibles humidités relatives, qui a subi l'effet de foehn sur les pentes cévenoles. Le prévisionniste doit tenir compte des déformations d'écoulement dues au relief dont dépendent notamment les domaines d'extension du mistral. Il doit tenir compte aussi des variations d'amplitude diurnes et nocturnes particulièrement nettes en été, variations liées aux contrastes thermiques terre-mer alors bien accusés. Ainsi le creusement diurne d'une dépression secondaire dans la région du Luc renforce considérablement le mistral sur la zone littorale du Var. D'autre part, la complexité des reliefs montagneux conduit, lors de la modification du champ de pression, à des rotations rapides du vent. Par exemple, le mistral est fréquemment suivi sur la Côte d'Azur, l'Estérel, puis les Maures d'une rotation au secteur est qui peut présenter des dangers certains pour les sauveteurs.

Par ailleurs, un autre phénomène a été particulièrement mis en évidence en 1967, année de grande sécheresse dans les régions à reliefs montagneux déjà assez élevés (800 à 1 000 m), c'est-à-dire le nord et surtout le nord-est du Var, le département des Alpes-de-Haute-Provence et la majeure partie des Alpes-Maritimes. Il s'agit de l'action des vents de pente qui naissent des contrastes thermiques entre les reliefs montagneux plus chauds que l'air libre pendant le jour (figure n° 2).

L'air qui se trouve directement au contact du sol tend à s'élever le long de la pente. Ces brises sont suffisantes, en l'absence de tout vent synoptique, pour propager les feux et l'on peut dire ainsi qu'en période de sécheresse, les zones à relief élevé se trouvent en danger permanent d'extension des feux étant entendu que toute composante supplémentaire de vent synoptique peut encore aggraver considérablement ce danger.

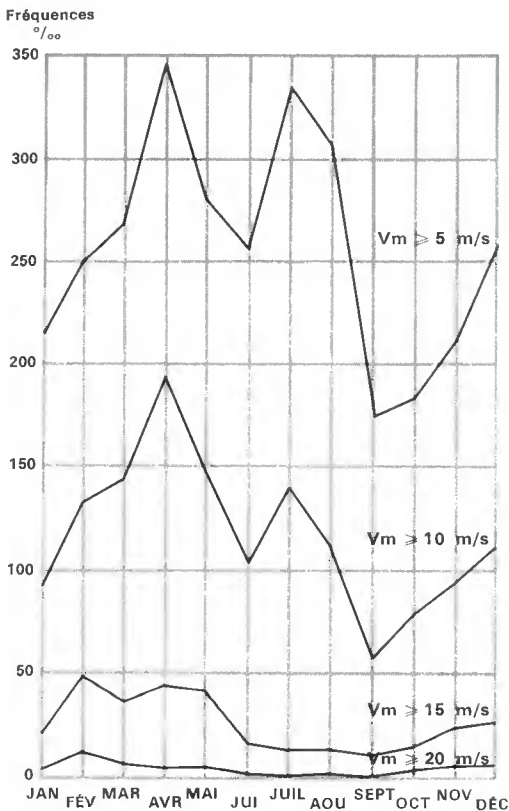
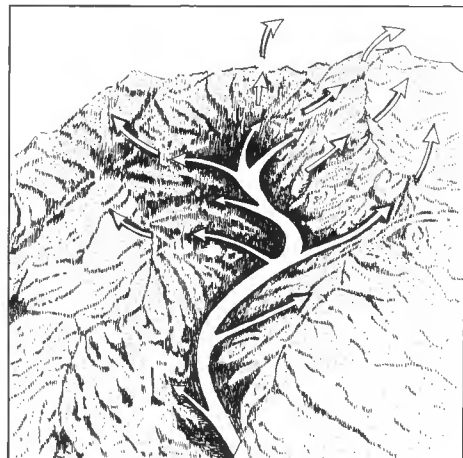


Figure n° 1

FRÉQUENCE DE SEUILS DE VITESSE DU MISTRAL-MARIGNANE

1957-1966

Figure n° 2



La sécheresse

Il s'agit ici de la partie originale de la méthode employée puisqu'a été montré, par des études statistiques dont nous parlerons ultérieurement, le rôle essentiel de la dessiccation des sols comme facteur aggravant des incendies de forêt en pays méditerranéen, le degré de sécheresse des matériaux étant en étroite liaison avec la sécheresse du sol.

L'estimation de la dessiccation des sols est un problème difficile à appréhender de façon continue pour les très grandes surfaces qu'il s'agit de surveiller (dix départements de façon opérationnelle). Il ne peut être question de pouvoir mesurer directement l'humidité ou d'employer la sonde à neutrons, la difficulté majeure dans ce dernier cas provenant du fait que les forêts méditerranéennes occupent souvent des sols rocheux ou à forte granulométrie, ce qui restreint un usage général de cet appareil. De grandes difficultés techniques n'ont pas permis également d'expérimenter la mesure de la teneur en radon de l'air qui dépend non seulement de l'humidité des couches superficielles du sol, mais aussi de l'état de stabilité de l'air et de ses trajectoires (influence maritime et continentale).

Aussi pour évaluer l'humidité des sols, on a fait appel à une méthode indirecte, dite de bilan hydrique. Elle consiste à faire un bilan quotidien entre les apports dus aux précipitations et les retraits vers l'atmosphère (l'évapotranspiration). Là encore, il a fallu faire un choix entre les différentes méthodes, celle choisie se rattachant beaucoup plus à des considérations hydrologiques qu'agronomiques, compte tenu du fait qu'il ne s'agit pas de bilan à la parcelle, mais s'appliquant sur d'importantes étendues. Ce choix d'autre part ne s'est pas porté sur des méthodes s'appuyant totalement sur les bilans énergétiques, mais sur celles classiques employant la notion de réserve en eau du sol.

Dans ces conditions, le calcul de l'évapotranspiration passe par deux stades. On calcule d'abord l'évapotranspiration potentielle (ETP) c'est-à-dire l'évapotranspiration maximale compte tenu des facteurs climatiques lorsque le sol est saturé et le couvert végétal largement alimenté en eau. Le deuxième temps consiste à calculer l'évapotranspiration dite réelle (ETR), prise en compte dans le bilan, qui est plus faible que la potentielle car la diminution du sol réduit la quantité d'eau évaporable, les forces de succion des racines devenant progressivement insuffisantes pour extraire l'eau du sol.

Parmi toutes les méthodes proposées pour calculer l'ETP, le choix s'est porté sur la formule de Thornthwaite. Deux raisons ont dicté cette préférence :

- la simplicité de la formule qui ne fait appel qu'à la connaissance des températures, de sorte que l'ETP peut être calculée en temps réel sur de vastes zones à partir d'une infrastructure opérationnelle réduite;
- la considération des bilans énergétiques dans la zone d'interaction sol-atmosphère qui permet de justifier l'emploi de cette formule dans son application aux bilans hydriques des régions méditerranéennes.

Connaissant l'ETP, on obtient l'ETR en admettant qu'elle correspond à l'ETP corrigée par un facteur égal au rapport de la réserve d'eau dans le sol à la réserve maximale qu'il peut contenir.

$$ETR = ETP \times \frac{r}{R}$$

Ainsi quand le sol est saturé, ETR devient bien égal à ETP. Ce mode de calcul revient en réalité à faire diminuer sous forme exponentielle la réserve d'eau dans le sol en fonction de la somme des évapotranspirations potentielles,

$$r = R \times \exp \frac{-\sum ETP}{R}$$

forme qui tient compte de la multiplicité des végétaux donc des cycles végétatifs, des sols et des profondeurs d'enracinement. Le bilan tel qu'il est effectué peut alors être schématisé comme sur la figure n° 3. S'il ne pleut pas, la réserve décroît de A et B. En B, une pluie augmente la réserve, puis elle diminue de nouveau jusqu'en C où une série de pluies amène de nouveau le sol à saturation, le surplus pouvant ruisseler et percoler.

L'estimation de la réserve d'eau dans le sol permet de fixer des seuils de sécheresse : sécheresse nulle, assez forte, forte ou très forte, correspondant respectivement à des valeurs de r de : 150 mm, 100 mm, 50 mm et 30 mm.

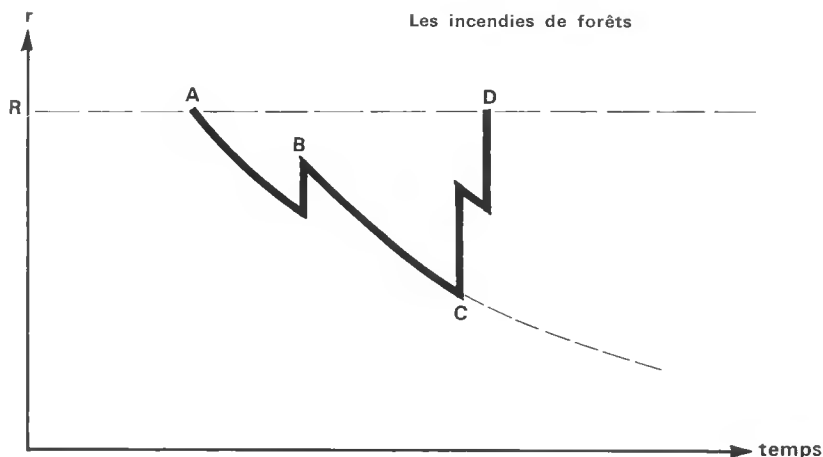


Figure n° 3

PRINCIPE DES ALERTES

La combinaison des effets du vent et de la sécheresse a permis de réaliser un tableau d'alerte à deux entrées.

Sécheresse \ Vent en km/h	Vent en km/h		
	< 20	20 < V < 40	V > 40
Nulle	0	0	0
Assez forte	1	1	2
Forte	1	2	3
Très forte	1	2	3

- 0 : risque faible
- 1 : risque habituel
- 2 : risque sévère
- 3 : risque très sévère

Outre les deux éléments prépondérants (sécheresse et vent), un facteur correctif supplémentaire est cependant pris en compte pour tempérer la méthode, c'est l'effet des petites précipitations ou des rosées importantes (advection maritime sur les zones littorales notamment). Insuffisamment important pour modifier la réserve d'eau dans le sol, un apport superficiel d'eau diminue notablement l'inflammabilité des végétaux morts ou vivants. Jusqu'à 10 mm de pluie en effet, il n'y a généralement pas de changement fondamental de la sécheresse du sol. On élimine alors l'effet sur les végétaux progressivement en considérant que le retour de cette eau superficielle vers l'atmosphère se fait sensiblement comme l'ETP (valeur inférieure à 5 mm, effet 1 jour ; valeur comprise entre 5 et 10 mm, effet 2 jours).

DISCUSSION DE LA MÉTHODE

- La méthode schématise nécessairement les phénomènes en cause car il a fallu choisir les facteurs essentiels parmi un grand nombre d'entre eux, parfois difficiles à connaître, aussi a-t-elle été discutée.

Dès 1963, pour contrôler la valeur opérationnelle des méthodes de bilan hydrique qu'elle emploie, la Météorologie nationale a procédé à des vérifications expérimentales sur certains bassins méditerranéens (bassin des Gardons et de la Tinée), vérifications poursuivies en 1966 sur le bassin de la Cèze.

D'autre part, un groupe de travail a été constitué en 1966 et a fonctionné jusqu'en 1969. Y étaient représentés :

- le Service de la météorologie nationale,
- l'Institut national de la recherche agronomique (Station de bioclimatologie de Montfavet et de biométrie de Nancy),
- le Service de la Protection civile,
- l'Entente interdépartementale en vue de la protection des forêts contre l'incendie,
- le Centre technique du génie rural, des eaux et des forêts du Tholonet (Aix-en-Provence),
- le Service régional d'aménagement forestier.

L'ensemble des études faites a fait l'objet d'un rapport complet sur « l'inflammabilité de la forêt méditerranéenne et la météorologie ». La méthode employée pour l'estimation de la dessiccation du sol a fait l'objet d'un examen détaillé qui a « confirmé la qualité du choix ». Par ailleurs, le groupe a étudié l'inflammabilité de la végétation en corrélation avec les conditions météorologiques.

Les mesures ont été faites par le Service régional d'aménagement forestier à l'aide de l'épiradiateur, petit appareil de laboratoire, employé généralement à d'autres fins, mais que l'on utilisait déjà par ailleurs pour tester l'inflammabilité des matériaux de construction.

C'est une grosse torche électrique alimentée sur secteur qui émet non pas de la lumière, mais un rayonnement infra-rouge constant. L'échantillon est placé sur une coupelle dans le champ du rayonnement à 4 cm du filament émetteur.

L'expérience consiste à cueillir des feuilles et petites branches de l'essence à étudier, à les soumettre aussitôt au rayonnement de l'épiradiateur et à noter le temps nécessaire pour obtenir l'inflammation. C'est ce délai qui caractérise l'inflammabilité du végétal, dans les conditions bien précises du prélèvement. On voit ainsi que l'on ne relève pas une température d'inflammabilité (on peut montrer en effet qu'elle serait sensiblement constante), mais bien le délai nécessaire dans des conditions données pour que la plante perde assez d'eau par évaporation et s'enflamme.

Exemple

Station des LAMBERTS (VAR)

Date de l'expérience	Nom des végétaux	Délai d'inflammation moyen	Écart type
19.5.1967	Feuilles d'eucalyptus	113 secondes	11
25.5.1967	Bruyère à balai	120 secondes	13
15.6.1967	Ciste à feuille de sauge	273 secondes	15
26.6.1967	Lavande stacchas	180 secondes	25
6.7.1967	Callune	110 secondes	16
13.7.1967	Ciste cotonneux	103 secondes	13
20.7.1967	Ciste de Montpellier	119 secondes	12
10.8.1967	Lavande stacchas	73 secondes	7
17.8.1967	Bruyère à balai	91 secondes	11
24.8.1967	Callune	112 secondes	11
31.8.1967	Bruyère arborescente	92 secondes	7
7.9.1967	Bruyère arborescente	122 secondes	9

Dans ce cadre, deux campagnes de mesure d'inflammabilité des végétaux ont été organisées en 1967 et en 1968 et les résultats analysés sur ordinateur.

Une série de végétaux (morts et vivants) a été sélectionnée pour les sols calcaires (Fuveau, Bouches-du-Rhône) et une autre série pour les sols siliceux (Les Lamberts, Massif des Maures).

Une première conclusion, d'ailleurs assez évidente, s'est imposée quant aux végétaux morts. Leur inflammabilité est très liée à l'humidité de l'air (coefficient de corrélation compris entre 0,70 et 0,75).

Pour les végétaux vivants, quatre variables explicatives ont été prises en compte en 1967 :

- sécheresse du sol,
- humidité relative de l'air,
- vitesse du vent,
- direction du vent.

Seules les deux premières ont un rôle important et surtout la sécheresse du sol (coefficient de corrélation : 0,72 pour Fuveau ; 0,72 pour les Lamberts) pendant la période active de la végétation (figure n° 4).

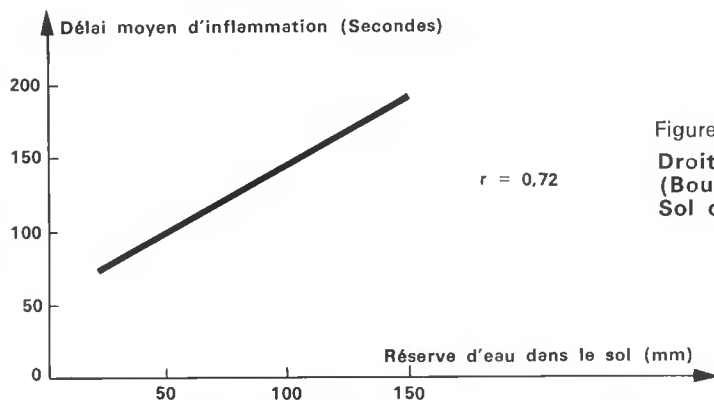


Figure n° 4
Droite de régression pour Fuveau
(Bouches-du-Rhône)
Sol calcaire

Sur ce fond de sécheresse, on a pu noter aussi l'influence des petites pluies qui augmentent temporairement le délai d'inflammabilité (action sur le végétal et sur l'humidité de l'air) (figure n° 5).

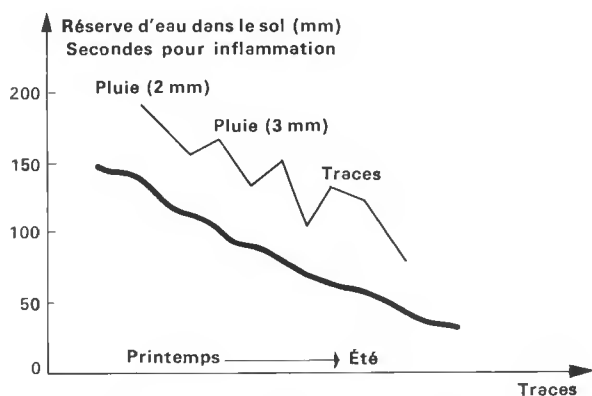


Figure n° 5
Fuveau (Bouches-du-Rhône)
Sol calcaire 1967
Printemps-été exceptionnellement secs

« Tout se passe comme si les végétaux absorbaient l'humidité par leurs feuilles ».

En 1968, les variables explicatives choisies étaient la température de l'air, son humidité et la réserve en eau du sol. L'expérience s'est prolongée tout au long du mois de juillet, c'est-à-dire en fin de compte sur un fond de sécheresse du sol peu variable (réserve comprise entre 30 et 50 mm). Néanmoins les deux variables explicatives prépondérantes sont restées la réserve en eau du sol et l'humidité de l'air, l'influence de la température apparaissant comme un paramètre très secondaire.

Dans le cadre des travaux du groupe, la Météorologie nationale s'est préoccupée des problèmes posés par le vent. Une étude sur le mistral a été réalisée et publiée sous forme de monographie. Les principaux résultats pratiques ont également été publiés par la Revue nationale de la Protection civile.

Il est bien évident que ce groupe de travail n'a abordé que les tâches les plus urgentes et que de nombreux problèmes restent à résoudre, aussi bien en recherche forestière qu'en météorologie appliquée aux feux de forêts, problèmes qui sont mis en évidence dans les conclusions auxquelles a abouti le groupe. Elles ont évidemment inspiré la rédaction du présent document.

• La continuité des travaux de ce premier groupe de travail a été assurée dans plusieurs domaines. Un camion laboratoire a été équipé au centre de Valabre. Il permet de poursuivre les travaux sur l'inflammabilité des végétaux et il peut être intégré directement dans l'exploitation opérationnelle de l'assistance météorologique en apportant des informations complémentaires précieuses. D'autre part, à Valabre également, un « tunnel du feu » doit prochainement entrer dans une phase d'exploitation active. Les travaux de recherche appliquée qu'il permettra de réaliser apporteront sans nul doute une contribution importante aux connaissances sur l'inflammabilité des végétaux et les conditions d'éclosion et de propagation des feux.

Enfin dans le cadre de l'opération « Prométhée », des fiches météorologiques complètes sont réalisées depuis 1973 pour chaque feu. Le fichier ainsi obtenu, inséré avec ceux des autres administrations concernées, forme un ensemble qui sera traité sur l'ordinateur de la Préfecture. Pour la partie météorologique, les traitements statistiques préparés (méthode de discrimination et corrélation multiple) doivent déboucher sur un affinement des alertes en scindant les problèmes d'éclosion et ceux de propagation. Il est certain que les informations recueillies dans l'opération « Prométhée » représentent un outil de travail incomparable.

L'importance du facteur vent a été mis en évidence plus haut. Une action concertée des différentes autorités concernées par ce facteur a permis de commencer à mettre en place un réseau anémométrique axé spécifiquement sur les besoins de prévention et de lutte. La première phase d'un système de télétransmission a été mis en place par la Météorologie nationale en 1974 en Corse. Lorsqu'il sera achevé en 1975, six postes de l'intérieur relayés par points hauts fourniront en permanence des renseignements sur la vitesse et la direction du vent, ainsi d'ailleurs que sur la pluviométrie. Ces renseignements étant associés à ceux des stations synoptiques de la Météorologie nationale et des sémaphores, la Corse disposera ainsi d'un réseau de veille moderne et unique qui sera à la disposition des responsables de la lutte.

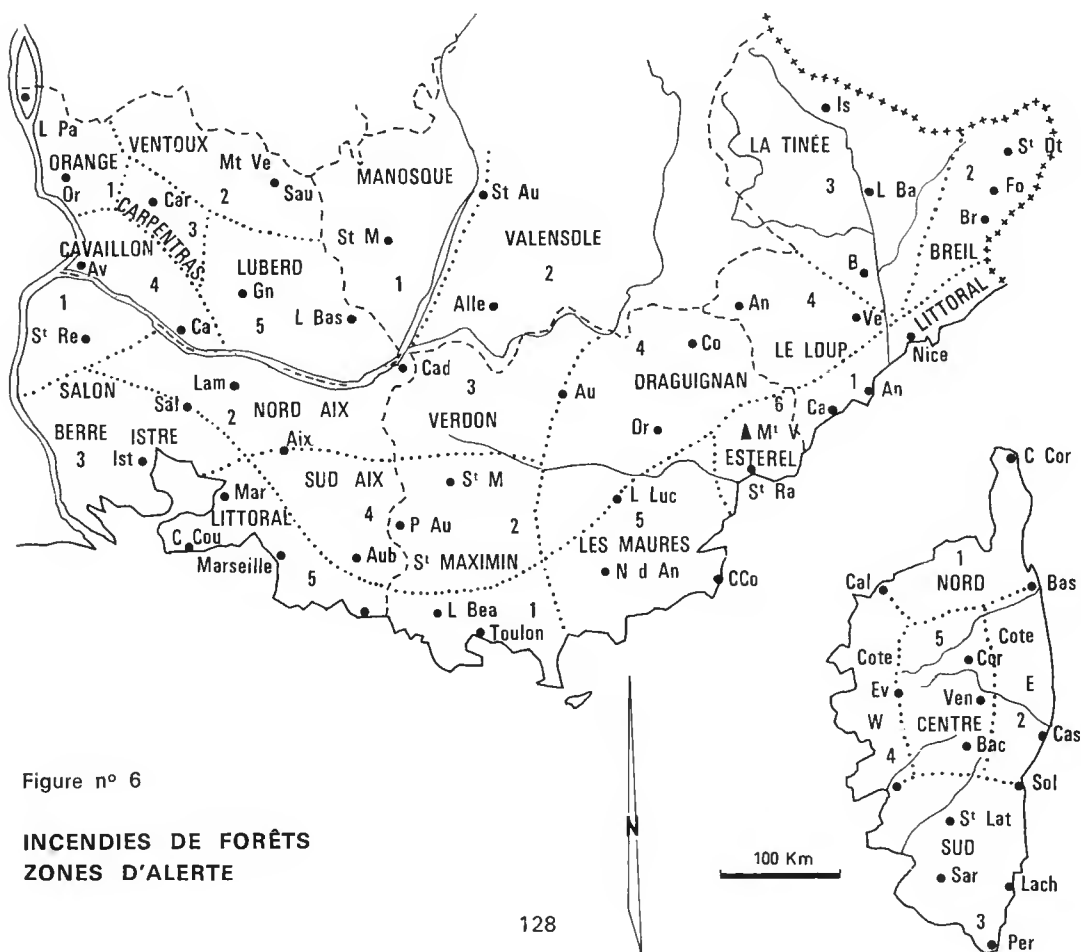


Figure n° 6

**INCENDIES DE FORÊTS
ZONES D'ALERTE**



Photo MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE-VERNEY



Photos CHAUTRAND

▲ Premières fumées

▼ Le feu se développe

DÉVELOPPEMENT





En pleine fournaise ▲

D'UN INCENDIE

Intervention ▼







Photo CHAUTRAND



**LES CAUSES
DES FEUX
SONT
NOMBREUSES**

- écobuage
mal contrôlé
- mégot
de cigarette

- feux de
campeurs
- dépôts
d'ordures

**LE FEU
SE TRANSMET
ENSUITE
AU SOUS-BOIS
PUIS DE LÀ
AU PEUPLLEMENT
TOUT ENTIER**



Photos MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE-VERNEY





Photo JACAMON



Photo MINISTERE DE L'AGRICULTURE-VERNEY

LES CONSÉQUENCES DES INCENDIES

- Brûlure
des feuillages
- Mort des
peuplements
- Dégradation
du milieu



Photo MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE-VERNEY



Photo E.N.G.R.E.F.-MOTTE



**PRÉVENTION
DES FEUX
DE FORÊTS**

- ◀ par panneaux
- ▼ de signalisation



Photos MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE-VERNEY



- ◀ par une plus grande surveillance

L'ASSISTANCE ACTUELLEMENT FOURNIE DANS LE SUD-EST DE LA FRANCE

Les prévisions des conditions de propagation des feux de forêts sont faites par le Centre météorologique régional de Marignane au bénéfice des dix départements qui constituent maintenant l'Entente interdépartementale. Sont donc concernés les départements suivants : Corse, Alpes-Maritimes, Var, Alpes-de-Haute-Provence, Vaucluse, Bouches-du-Rhône, Hérault, Lozère, Ardèche et Gard.

Le travail de préparation des bilans hydriques porte au total sur une centaine de stations. Il permet chaque jour la rédaction par le Centre météorologique régional de Marignane de deux bulletins couvrant les 39 zones climatiques des dix départements de l'Entente (figure n° 6 - Est du Rhône).

Les bulletins destinés aux services officiels comprennent un commentaire technique étoffé. Ils sont diffusés à un seul organisme, le Service des transmissions du ministère de l'Intérieur, qui en assure l'éclatement par voies télétype et radio dans tous les départements.

Pour le grand public, l'O.R.T.F. diffuse à titre préventif les alertes zone par zone à la suite des bulletins radio-météorologiques régionaux habituels du matin et du soir.

La télévision régionale transmet également une image des différentes zones menacées à la suite de la diffusion du bulletin météorologique du soir.

Avant le début de la campagne, vers la mi-juin, une information spéciale fait le point afin de préciser les zones les plus menacées à ce moment. Des bulletins spéciaux complémentaires permettent aux autorités départementales d'être informées aux moments critiques.

CONCLUSION

Nous avons évoqué rapidement les conditions météorologiques propices aux feux de forêts dans les régions méditerranéennes et la façon dont a été abordé la quantification des différents paramètres pour aboutir à la mise en évidence des zones menacées et à la réalisation des différents degrés d'alerte. Les études nécessaires ont été l'objet d'une collaboration étroite entre les différentes administrations concernées. Elle continue actuellement au sein de groupes spécialisés de travail et du Comité scientifique et technique pour le perfectionnement des moyens de prévention et de lutte contre les feux de forêts. C'est dans cette concertation que se réalisera la continuité de la progression de la connaissance des facteurs météorologiques qui interviennent dans les feux de forêts et l'amélioration de l'assistance fournie par la Météorologie nationale dans ce domaine.

Adrien ORIEUX

Ingénieur en chef

Directeur

MÉTÉOROLOGIE NATIONALE

Région du sud-est

44, route de Galice

13617 AIX-EN-PROVENCE

BIBLIOGRAPHIE

- BORDREUIL (C.), LOMBARDO (R.), ORIEUX (A.). — L'assistance météorologique dans la lutte contre les incendies de forêts. *Annales des sciences forestières*, tome 21, fasc. 2, 1964, pp. 177-203.
- INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE. — L'eau et la production végétale. — Paris, I.N.R.A., 1964.
- SOCIÉTÉ HYDROTECHNIQUE DE FRANCE. — Évapotranspiration et bilan hydrologique des torrents méditerranéens. — Paris, Compte rendu de la réunion du 18 décembre 1964.
- ORIEUX (A.) et all. — Méthode d'évaluation d'un bilan hydrologique. *Monographie n° 60 de la Météorologie nationale*.
- BROCHET et GERBIER. — L'évapotranspiration. *Monographie n° 65 de la Météorologie nationale*. *Bulletin d'information de la Météorologie nationale*, n° 23, avril 1974.
- HLAVEK (R.) et all. — Essai d'estimation de l'évapotranspiration réelle à l'échelle du bassin versant. — C.T.G.R.E.F.-Groupement d'Antony, mars 1974.
- L'inflammabilité de la forêt méditerranéenne et la météorologie. Exposé des études faites de 1966 à 1969 par un groupe de travail.