

MISE AU POINT D'UN INDICE NUMERIQUE DE RISQUE METEOROLOGIQUE D'INCENDIES DE FORETS

par Jean-Charles DROUET et Bernard SOL***

NOTE PRELIMINAIRE : Cet article est une reprise d'un article des mêmes auteurs paru dans la "Revue Générale de Sécurité" N° 92 de Mars 1990, sous le titre "Incendies de forêts : mise au point d'un indice numérique de risques", article réactualisé après deux années d'expérimentation et de recherches complémentaires.

Nous tenons à vivement remercier la revue RGS pour l'autorisation de publication accordée.

Introduction

L'un des éléments de base d'une prévention efficace des incendies de forêts en zone méditerranéenne est la prédiction de tout ce qui touche à leur éclosion et leur propagation. Prévenus des dangers, les responsables des moyens de lutte pourront intervenir plus rapidement et les feux prendront beaucoup moins d'ampleur. La précision d'un indice de risque météorologique est donc un des outils de base de cette lutte. Lorsque la valeur de cet indice augmente, cela pro-

voque la montée en puissance des moyens de lutte mis à titre préventif sur le terrain.

Nous n'utilisons en France depuis plus de vingt ans qu'un indice fondé essentiellement sur un paramètre climatique quantifiant la sécheresse (réserve en eau du sol), et sur la vitesse du vent [9].

Avant d'entrer plus dans le détail des travaux qui ont conduit à mettre au point une formulation plus complète de ce risque, il nous semble judicieux de mieux préciser les conditions de la collaboration entre la Météorologie et les organismes chargés de la lutte dans le sud-est de la France :

* Assistance estivale de Juin à Septembre par la mise en place d'un prévisionniste au C.I.R.C.O.S.C. (Centre inter régional de coordination opérationnel de sécurité civile) de Valabre (Bouches-du-Rhône) pour l'élaboration des prévisions (de 1 à 5 jours d'échéance) de risques et conditions météorologiques.

* En dehors de l'été, la Sécurité

civile reçoit les bulletins météorologiques spéciaux en cas de phénomène dangereux (vent fort, neige, orages...). De plus le C.I.R.C.O.S.C. reçoit toute l'année les images des radars et satellites météorologiques.

* Formation sous forme de cours (climatologie, aérologie, météorologie générale, risques d'incendies) inclus dans les stages de formation sur les incendies de forêts.

L'élaboration des risques météorologiques d'incendies procède de deux principes:

* risque en 5 classes, Faible, Habituel, Habituel renforcé, Sévère et Très Sévère;

* découpage par zones: la région a été découpée en petites zones (de 4 à 9 par département) en fonction des massifs forestiers, des régimes de vent, des précipitations, du relief...

On établit ainsi un risque pour chaque zone, et ce tous les soirs pour le lendemain; on procède de même le matin pour l'après-midi.

Trois étapes sont nécessaires pour obtenir le risque final de chaque zone:

* Calcul de la réserve en eau du sol (facteur climatique),

* Prévisions des paramètres météorologiques nécessaires (vent, point de rosée de l'air, température, couverture nuageuse),

* Etablissement du risque météorologique final à partir d'indices calculés avec les paramètres prévus et de quelques éléments complémentaires plus subjectifs (importance des feux des jours précédents, pluies récentes, état de la strate herbacée..).

* Maître de conférence

Université d'Aix-Marseille, IUT d'Aix-en-Provence, Département hygiène et sécurité
163 Avenue de Luminy 13288 Marseille Cedex 9

Recherches effectuées dans le cadre de conventions avec l'Entente Interdépartementale et le S.D.I.S. des Bouches-du-Rhône.

** Ingénieur de la Météorologie

Chef du Bureau d'études et développement du Service météorologique interrégional sud-est.

METEO-FRANCE 44 Route de Galice
13098 Aix-en-Provence Cedex 02

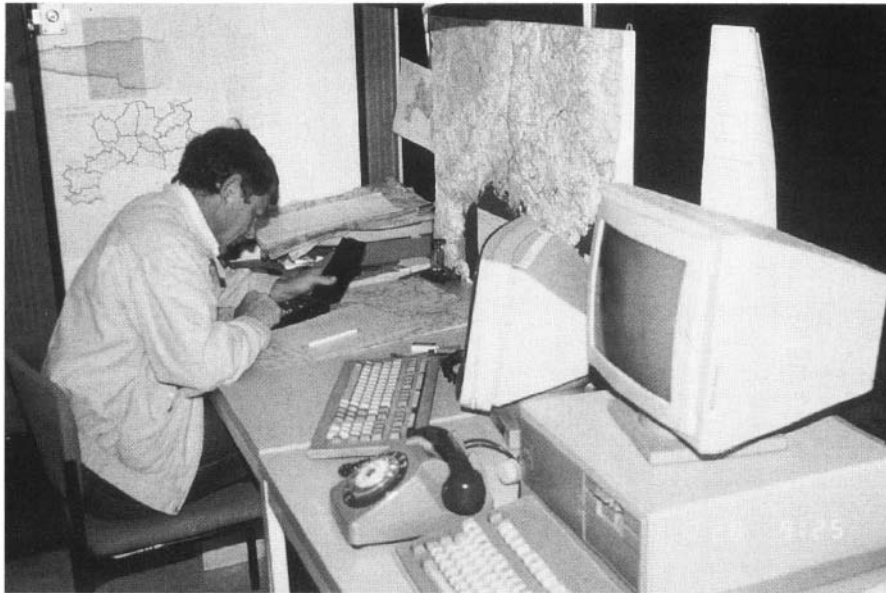


Photo 1 : Un prévisionniste au CIR-COSC de Valabre.

Il dispose de deux terminaux informatiques. Le premier est raccordé au calculateur du Centre Météorologique Interrégional et lui permet d'accéder aux dernières données reçues, de calculer automatiquement le risque numérique et divers autres paramètres sur les valeurs observées ou prévues (voir Tab.II), de remettre à jour automatiquement les données du serveur télématique.... Le deuxième sert à interroger directement les stations automatiques de mesures météorologiques, pour avoir les dernières informations, en temps réel, en cas de départ d'incendie, ou de changement de situation.

Photo J.-C.D.

La réserve en eau du sol

C'est actuellement le seul paramètre qui nous permette d'approcher facilement l'état hydrique des végétaux vivants et leur aptitude à brûler pendant l'été. Cette réserve est un réservoir fictif saturé à 150 millimètres d'eau, rempli par les précipitations et vidé par l'évapotranspiration estimée des plantes et du sol. Plus le sol sera sec, et donc la réserve basse, moins les végétaux vivants contiendront d'eau et mieux le couvert forestier brûlera. Le bilan hydrique du sol nécessite un

suivi permanent des précipitations et températures par plus de 200 postes dans le sud-est (stations synoptiques, postes climatologiques, et stations automatiques).

Précisons que cette réserve n'est qu'un indice plus ou moins représentatif du stress hydrique de la végétation (strate arbustive essentiellement) et n'a de signification que pendant l'été (de la mi-juin aux premières précipitations de la fin de l'été).

Prévisions des paramètres météorologiques

* **Le vent**: il s'agit là du facteur essentiel qui apporte l'oxygène, transfère la chaleur par inclinaison du front de flamme et transporte le feu sur de grandes distances, sans oublier son rôle d'assèchement. Sa prévision doit être effectuée avec une grande précision spatiale et temporelle. Les météorologistes utilisent, outre leur expérience personnelle indispensable, les sorties d'un modèle numérique simulant les mouvements de l'atmo-

sphère avec une résolution de 30 kilomètres, ainsi qu'une adaptation statistique des sorties de modèle numérique.

* **Les autres paramètres** sont moins importants, mais ils influent quand même sur l'éclosion et la propagation : température de l'air, humidité, couverture nuageuse. Ce sont ces paramètres dont il faut tenir compte pour affiner la prévision des risques météorologiques d'incendie.

Méthodes d'estimation des risques

La méthode utilisée jusqu'en 1987 de façon opérationnelle était un tableau à deux entrées, vent et réserve

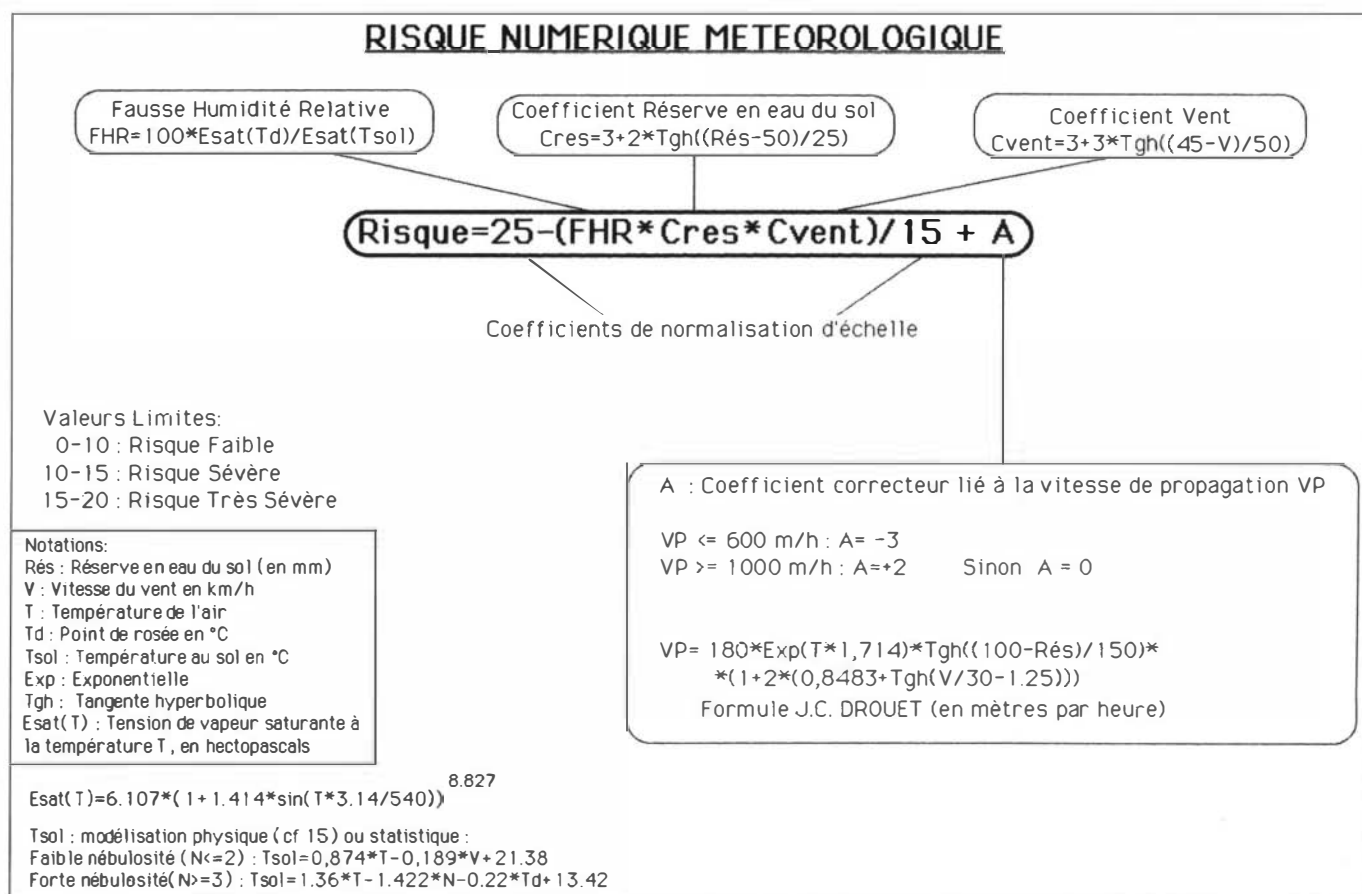
en eau du sol. Lorsque la réserve baisse et que le vent est fort, le risque augmente, sans tenir compte d'élé-

ments complémentaires (seule une correction manuelle est faite pour les pluies récentes). Ainsi, que souffle le Mistral ou un vent d'Est humide, les risques donnés sont les mêmes, à vitesse de vent égale. Les risques sont de plus en moyenne sous-estimés en juin (réserve encore élevée), et surestimés en septembre, mois où la rosée est fréquente, l'air plus humide et les températures plus basses.

C'est pourquoi J.C. Drouet a proposé tout d'abord une formule permettant de connaître la vitesse de propagation d'un feu (risque de propagation). Puis grâce à des mesures de teneur en eau de débris morts de végétaux, il a mis en relation cette teneur en eau avec la température même du végétal et le point de rosée de l'air (tension partielle de vapeur d'eau). Cela a permis de définir un Seuil de vent nécessaire pour qu'un incendie puisse démarrer : si la litière composée de débris morts contient "beaucoup" d'eau, il faudra un vent élevé pour attiser le foyer naissant et permettre le départ d'un feu (risque d'éclosion) [5 à 8].

Le Service départemental d'incendies et de Secours des Bouches-du-Rhône s'est intéressé dès 1980 à cette méthode en tant que complément du risque officiel fourni par le météorologiste du C.I.R.C.O.S.C. La méthode a été mise au point et testée sur les feux observés dans le département.

De son côté, Pierre Carrega proposait une formule simple de risque météorologique tenant compte de la vitesse du vent, de la réserve en eau du sol et de l'humidité relative de l'air [2]. Il a proposé ensuite des formulations plus complexes en introduisant



Tab. I : Diagramme de calcul du risque numérique météorologique d'incendies.

Ce tableau indique la structure du risque numérique et sa méthode de calcul. La réserve en eau du sol est calculée par un bilan hydrique simple. L'évapotranspiration réelle quotidienne est proportionnelle à la réserve de la veille et à l'évapotranspiration potentielle calculée par la formule de Thornthwaite. Les valeurs limites sont: inférieur à 10, risque faible, de 10 à 15 sévère, et très sévère à partir de 15.

un deuxième réservoir superficiel pour mieux représenter l'état de la litière en cas de pluie récente ou de rosée [3].

L'intérêt des formulations proposées par ces deux chercheurs est qu'elles introduisent l'humidité de l'air et qu'elles sont a priori valables même en dehors de la période estivale, notamment pour les feux d'hiver et de printemps.

Il n'y avait donc plus de raisons pour que les météorologistes ne profi-

tent des progrès faits dans la connaissance des incendies.

C'est pourquoi le bureau d'études et de développement du Service Météorologique Inter régional sud-est a entrepris en collaboration avec J.C.Drouet une étude comparative des formulations proposées.

Cette comparaison a amené à tester de nouveaux indices. Et c'est ainsi que le "risque numérique météorologique" a été mis au point.

ces feux-là ? Comment les éliminer de l'étude ?

La méthode de VALIDATION des indices a été la suivante :

* Si l'on a observé un feu de plus de 1 hectare, compte-tenu du dispositif préventif en général mis en place pendant l'été, c'est que les conditions étaient au moins sévères.

* Si l'on observe un feu de plus de 10 hectares, les conditions doivent être très sévères (secours débordés).

* Si l'on n'a pas observé de feu, c'est qu'a priori les risques ne devaient pas être sévères, étant donné le nombre de départs de feu observés en moyenne chaque jour dans chaque département.

* Période retenue: 15 Juin au 15 Septembre, 1986+1987, et test complémentaire ultérieur sur 1988.

* 6 départements: Alpes-Maritimes, Bouches-du-Rhône, Gard, Hérault, Var et Vaucluse.

* Travail à l'échelle du département. Il n'était pas possible de descendre à l'échelle d'une zone, les feux n'étant pas en nombre suffisamment signifi-

Mise au point d'un indice

La grande difficulté dans ce domaine est la vérification des indices, pour pouvoir retenir le meilleur. La vérification ne peut se faire qu'a posteriori, la mise à feu systématique de parcelles pour étude pendant l'été étant impensable évidemment. Il existe un fichier (PROMETHEE) contenant tous les feux de forêts de la région sud-est depuis 1977. Le fichier renseigne bien sur les surfaces brûlées, les moyens de lutte,...

Mais comment en déduire la valeur

de l'indice correspondant à la virulence du feu ? De plus les surfaces brûlées dépendent autant du dispositif préventif mis en place que des conditions météorologiques. Il arrive parfois que certains feux prennent de l'ampleur, en conditions météorologiques "normales" parce que les moyens ont été prévenus trop tard (surveillance relâchée), que le feu était inaccessible, que les moyens de lutte étaient "piégés" sur un autre feu.... Comment ne pas prendre en compte



Photo 2 : Autres sources d'information: METEOTEL et FAC-SIMILE.

Ces appareils servent l'un à recevoir et effectuer quelques traitements sur les images de satellites et de radars météorologiques, l'autre à recevoir sur papier les résultats des modèles de prévisions numériques.

Photo J.-C.D.

tif, et nous ne disposons pas de mesures météorologiques complètes pour chaque zone.

On remarque que les journées avec des feux de moins de 1 hectare ne sont pas retenues. C'est que l'on ne peut savoir a posteriori si les feux étaient peu virulents, ou bien si la catastrophe a été évitée grâce à une rapide intervention.

De plus les départements ont des comportements très différents : les feux des Alpes-Maritimes sont peu nombreux, les surfaces moyennes brûlées varient d'un département à l'autre,...

Ces remarques faites, nous avons décidé de comptabiliser les cas de fausse alerte et d'alerte manquée. Le risque a été recalculé avec toutes les observations météorologiques disponibles dans chaque département (là aussi grande disparité d'un département à l'autre). Le maximum de l'indice sur toutes les observations à toutes les heures de la journée a été retenu comme risque final.

* Fausse Alerte: risque calculé Sévère ou Très Sévère, et pas de feu noté dans le fichier.

* Alerte Manquée: risque calculé Faible ou Habituel, et feu de plus de 1 hectare, ou risque calculé autre que Très Sévère et feu de plus de 10 hectares (alerte manquée grave).

Ne disposant pas de coût économique respectif des cas de fausse alerte ou d'alerte manquée, nous avons sélectionné très subjectivement l'indice dont les performances semblaient les meilleures, en privilégiant les alertes manquées. Ce qui nous a amené à retenir la formulation décrite dans le tableau I : c'est celle qui présentait le moins d'alertes manquées,

sans pour autant avoir trop de fausses alertes.

Cette méthode de validation, et donc de choix de la meilleure formulation est très critiquable ; nous en sommes conscients. Mais elle nous a permis rapidement de nous faire une idée de la qualité des diverses méthodes. Il est évi-

dent qu'en utilisant une autre méthode de validation, en travaillant sur un nombre différent de départements, sur d'autres étés, les résultats auraient pu être différents.

Le détail des raisonnements qui nous ont amenés à cet indice est donné ci-après.

Principes retenus pour l'élaboration du risque numérique

L'indice de risque devait être un indice mixte propagation/éclosion pour répondre aux contraintes opérationnelles de la plupart des départements.

Son but n'est pas d'expliquer de façon précise le départ ou la propagation de chaque incendie (finalité de la méthode de J.C. Drouet en combinant seuil et vitesse de propagation), mais de donner "l'ambiance" de la situation.

La structure multiplicative des formules de P. Carrega [2 et 3] a été conservée ; le risque numérique est le résultat de la multiplication de trois facteurs : un facteur vent, un facteur réserve en eau du sol et un facteur humidité. L'idée de départ était d'introduire dans la formulation de Carrega les fonctions figurant dans la vitesse de propagation de J.C.Drouet.

VENT : nous estimons que les risques sont les mêmes si le vent est nul ou faible ; de même au delà d'une certaine vitesse, les risques se "stabilisent" à la valeur maximale. C'est pourquoi le vent a été introduit par l'intermédiaire d'une fonction (tangente hyperbolique)

qui a la propriété de lisser les valeurs extrêmes.

RESERVE : le même raisonnement que pour le vent a été appliqué : lorsqu'il n'a pas plu depuis de nombreuses semaines, que la réserve soit de 15 ou de 5 millimètres, les risques doivent être les mêmes ; 80 ou 150 millimètres, pendant l'été, donnent suffisamment d'eau aux végétaux vivants.

HUMIDITE : au lieu d'utiliser l'humidité relative de l'air, il nous a semblé préférable d'introduire indirectement les résultats des travaux de J.C. Drouet sur la teneur en eau des litières. Ainsi est née la "Fausse Humidité Relative", humidité relative calculée à partir du point de rosée de l'air et de la température de la litière au lieu de la température de l'air.

Cette fausse humidité représente donc la teneur en eau des végétaux morts qui sont en équilibre avec la tension de vapeur d'eau dans l'air, cet équilibre dépendant de leur température. Ce coefficient représente donc le risque d'éclosion de l'incendie.

Nous verrons plus loin comment ont été résolues les difficultés liées à la

M étéo
France Guide {
II - 1 Feux de Forêts {

Ce guide est valide pour les Risques
Observés et pour les Risques Prévus
JJ-HH : Jour-Heure de l'Observation
Zon : Num. de Zone pour les Prévisions
Dir : Direction du Vent Moyen / 10mn
FF : Force du Vent Moyen/10mn (noeuds)
FX : Force du Vent Maxi (noeuds)
TT : Température (degrés)
Hum : Humidité Relative (%)
N : Nébulosité (octats)
Res : Réserve de la zone concernée (mm)
Vp : Vitesse de Propagation (hm/h)
Sl : Seuil d'Écllosion Drouet (noeuds)
Rn : Risque Numérique (1 ! 20)
R : Risque Final (F-H-I-S-T-/-)

Retour au Choix... Retour
ou Guide
ou Sommai

II - 3

M étéo
France FEUX DE FORETS {
3 SEP {
17 H27 Risques Prévus {

RISQUES PREVUS
pour le 040992 heure S

Département 34

Zon	dd	ff	Tx	Hum	N	Res	Vp	Sl	Rn	Rf
341	30	25	22	70	7	64	5	-28	5	I
342	32	20	22	50	7	56	4	-21	6	I
343	32	20	22	50	7	40	6	-21	9	S
344	32	15	26	50	4	30	7	-19	15	S
345	32	20	24	50	4	31	8	-12	15	S
346	30	25	24	50	7	34	10	-15	16	T

Somm.

M étéo
France FEUX DE FORETS {
29 AOU { II - 2
14 H46 Risques Observés {

Département : 13

JJ-hh	dd	ff	fx	tt	hum	n	rn	vp	Sl
TARASCON	29-12	11	4	8	25	73	6	3	-30
AIX GALICE	29-09	26	8	21	25	84	6	4	-31
SALON	29-12	31	2	31	25	83	6	3	-32
ARLES VALAT	29-12	32	4	8	26	70	6	3	-30
ISTRES	29-12	27	6	37	26	66	6	4	-41
AIX MILLES	29-12	30	6	25	91	5	3	-28	

Suite

Tab. II : Exemple de visualisation des risques.

Les tableaux II-1, II-2 et II-3 sont des copies d'écrans Minitel diffusés par Météo France en 1991 pour les risques d'incendies en forêt.

Le II-1 est la légende commune à tous les tableaux.

Le II-2 est un exemple de transmission des observations météorologiques observées avec indication du risque numérique, de la vitesse de propagation des feux (sol horizontal, garrigue à chêne kermès) et du seuil d'éclosion.

Le II-3 présente la situation météorologique prévue, les valeurs calculées quant aux risques, vitesse de propagation et seuil et le choix final fait par le prévisionniste de Météo France (antenne de Valabre) qui tient compte d'éléments qui ne sont pas pris en compte pour les calculs.

Ainsi la zone 34.3 qui d'après le risque numérique et classé en I, a été classée en sévère (F faible, H habituel, I intensifié, S sévère, T très sévère).

Pour la journée du 28/9/89, cet écran donne, en temps réel, la température sous abri (TT), la direction et vitesse du vent (DDFF), la nébulosité du ciel (N), le point de rosée (TD), le risque numérique calculé (RNU), la réserve en eau du sol (RES), une température estimée des végétaux (TSOL), la position par rapport au seuil de feu possible (SEUL) et la vitesse de propagation (VP en hm/h).

connaissance de cette température de litière.

VITESSE DE PROPAGATION : elle est apparue comme un complément positif dans la formulation ; si elle est faible (inférieure ou égale à 600 mètres par heure), le risque est diminué ; si elle est supérieure à 1000 mètres par heure, les feux peuvent commencer dans certaines conditions à prendre de vitesse les secours, et le risque est augmenté.

Il reste un dernier point : l'ECHELLE de cet indice de risque. Le risque officiel reste en 5 classes. Mais pour ne pas se priver de la finesse éventuelle d'un nouvel indice, en accord avec les sapeurs-pompiers, nous avons convenu que l'indice numérique varierait de 0 à 20, avec un risque Sévère à partir de 10 et Très Sévère à partir de 15.

Utilisation opérationnelle

Elle a commencé dès l'été 1988, et s'est bien sûr prolongée depuis. Le météorologiste du C.I.R.C.O.S.C., une fois les prévisions météorologiques établies, choisit le risque (en 5 classes) pour chaque zone en tenant compte des valeurs de cet indice numérique, en complément de "l'ancienne méthode".

Les sapeurs pompiers disposent sur Minitel des valeurs calculées avec les paramètres météorologiques prévus (prévision de risque), et aussi, en temps réel, des valeurs de l'indice calculées sur plus de 80 stations de la région (voir tableau II). Cette diffusion en temps réel permet de suivre à échelle fine l'évolution de la situation tout au long de la journée, et de dépla-

cer éventuellement des moyens préventifs.

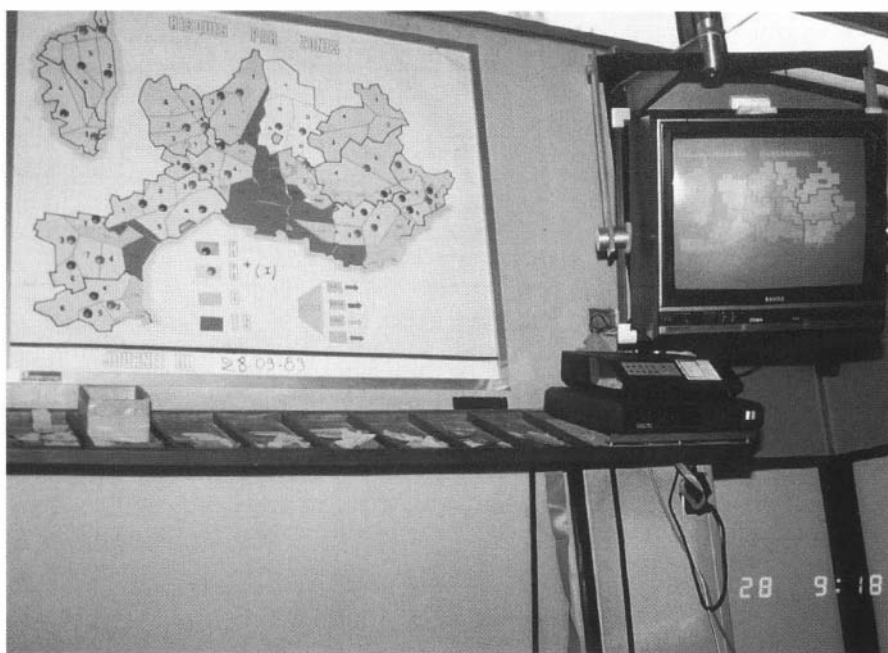
L'impression générale qui en ressort, est que l'indice permet d'avoir une bonne répartition géographique du risque sur le département. Il est de plus un complément d'information au risque officiel en 5 classes que certains départements jugent très utile pour la gestion des moyens préventifs.

L'indice prend parfois des valeurs élevées par vent faible, à cause de températures élevées ; ces jours-là, il faut savoir que le risque Très Sévère donné par l'indice est surtout un risque d'éclosion. La vitesse de propagation est alors très utile pour juger des parts respectives de la propagation et de l'éclosion dans le risque final.

Photo 3 : Les informations pour le personnel de service au C.I.R.C.O.S.C.:

A gauche les risques par secteur géographique. A droite la même information diffusée par minitel (couleur) par serveur télématique et affichée en permanence avec d'autres informations opérationnelles.

Photo J.-C.D.



Une légère modification à la formule a d'ailleurs été apportée dès la campagne 1989, suite à la première expérience de l'été 1988 [13].

Lorsque les valeurs du risque numérique sont faibles, il est quasiment certain que le risque réel l'est aussi.

Cet indice de risque, mieux connu maintenant, est devenu un élément indispensable pour le prévisionniste.

Limitations, développements, recherches en cours et prévisions

Température de litière : ce paramètre entre, rappelons-le, dans le calcul de la fausse humidité relative, en vue d'approcher la part de risque liée à l'éclosion. Il n'est pas une mesure météorologique standardisée. Il a donc fallu mieux le connaître. Pour cela, depuis de nombreuses années, une sonde de température était posée sur le sol à Marignane. Cette série de mesures a permis de mettre au point une formulation statistique (régression linéaire sur la température de l'air, la vitesse du vent, le point de rosée et la nébulosité) qui donne une estimation de cette température de litière l'été, aux heures les plus chaudes de la journée.

Végétaux vivants : c'est en grande partie de leur état que dépend l'importance des feux. Cet état est uniquement "approché" par la réserve en eau du sol. Par exemple, en septembre, après les premières pluies, la réserve en eau ne remonte que faiblement ; mais par contre les herbes repoussent, les feux deviennent beaucoup moins virulents.

Seules des mesures directes permettraient de mieux connaître les végétaux.

L'I.N.R.A. effectue des mesures ponctuelles de délai d'inflammabilité (brûlage en épi radiateur de petits mor-

ceaux de végétaux) au Ruscas (Bormes-les-Mimosas, Var) [9].

Des mesures ponctuelles de teneur en eau (faites par J.C. Drouet par passage en thermo-balance) apportent des informations complémentaires (Bouches-du-Rhône).

Mais toutes ces mesures sont difficiles à généraliser (technique de prélèvement, matériel, crédits, personnel...).

Une approche plus générale est envisageable par télédétection. Le suivi d'un indice de végétation et de la température de surface par satellite à défilement (Série NOAA) a été effectué sur plusieurs massifs [10 et 19]. Une thèse sur ce sujet (Institut de géographie de l'Université d'Aix-Marseille) est en cours. Les résultats sont peut-être encourageants, mais nous sommes encore très loin d'une utilisation opérationnelle.

On peut aussi se poser la question suivante: est-ce la teneur en eau qui influe sur le feu, le potentiel de sève, la composition en huiles essentielles,...? Ce genre d'étude est possible et même souhaitable ; des recherches analogues ont déjà été effectuées avec d'autres objectifs (par exemple sur le romarin pour la parfumerie) ; la technique est au point.

La réserve en eau du sol, malgré tous

ses défauts (voir le dernier travail de B. Sol [17]) devra donc malheureusement être utilisée pendant encore quelques années.

Pluies récentes : elles ne sont pas prises en compte dans cet indice. Actuellement le météorologiste diminue arbitrairement les risques sur les zones ayant reçu des précipitations, pendant un nombre de jours dépendant de la hauteur d'eau tombée, et au maximum pendant trois jours. La seule méthode automatique consisterait à développer un réservoir de faible capacité, qui simulerait le comportement de la litière. J.C. Barescut [1] avait déjà, il y a plus de 10 ans, introduit la notion d'humidité superficielle dans un modèle de prévisions de risque de feux de forêts issu de considérations statistiques. P. Carrega [3] propose un réservoir de 16 millimètres. Mais la difficulté est d'arriver à suivre en continu ce réservoir et d'estimer pour toutes les zones de la région les précipitations "occultes" (rosée), qui peuvent certains jours avoir une influence importante sur les départs de feu.

Hiver et Printemps : cet indice peut être appliqué pour expliquer les feux qui se produisent en dehors de l'été. Dès que la végétation est passée au stade de repos hivernal (dormance), et avant la montée de sève du printemps (débourrement), on peut considérer que son état correspond à peu près à celui qu'elle a pendant l'été lorsque la réserve se situe aux environs de 45 millimètres (valeur utilisée par J.C.Drouet pour calculer une vitesse de propagation sur feu d'hiver). Forcer cette

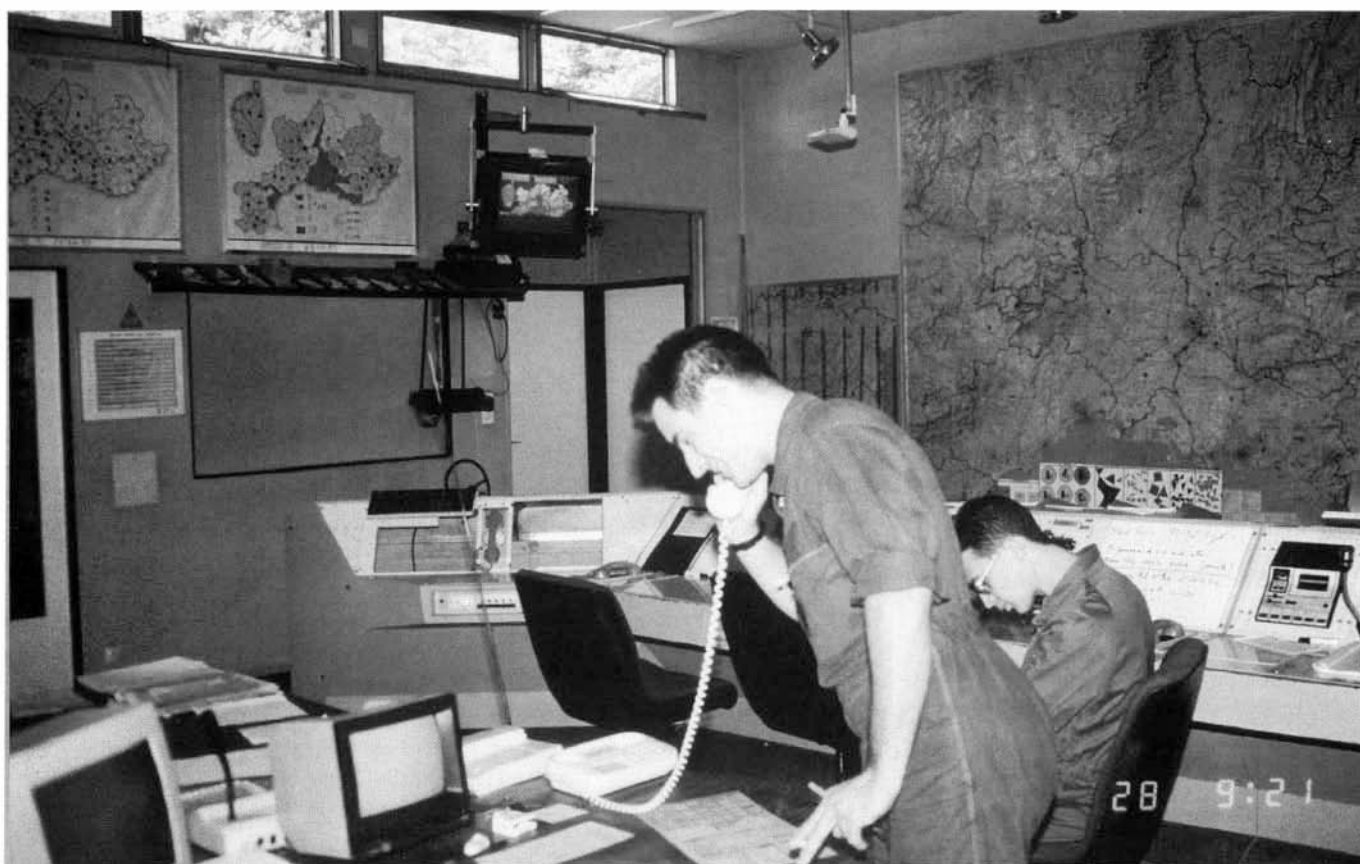


Photo 4 : Vue générale de la salle opérationnelle.

En haut à gauche les éléments de la photo 3, avec en plus à gauche la carte donnant l'état des réserves en eau du sol. Au premier plan les personnels du CIRCOSC, en deuxième plan la console radio.

Photo J.-C.D.

valeur dans le calcul de l'indice permet de trouver des valeurs Sévères et Très Sévères l'hiver et au printemps, en relation avec les feux observés.

Mais il faut savoir que l'application opérationnelle toute l'année entraînerait un grand nombre de fausses alertes, les départs de feu étant beaucoup moins nombreux en dehors de l'été.

Indice météorologique de risque : de récents contacts (réunion de travail organisée par l'Organisation météorologique mondiale à Rabat, Maroc en Novembre 1991), l'acceptation par la C.E.E. d'un projet en collaboration avec le Portugal et l'Italie, une aide du Conservatoire de la forêt méditerranéenne vont nous permettre de profiter de l'expérience de nos voisins méditerranéens. Une étude est en cours au Bureau d'Etudes et de Développement du Service Météorologique sud-est pour essayer d'améliorer encore cette formulation d'indice.

Qualité des prévisions météorologiques : tout indice ne peut valoir au mieux que ce que valent les prévisions météorologiques des paramètres qui le composent. C'est pourquoi METEO-FRANCE développe

sans cesse ses modèles numériques, des prévisions par adaptation de ces modèles, ...

Pour le poste de travail de Valabre, nous ajoutons chaque année de nouvelles fonctions, de nouvelles aides pour faciliter le travail du météorologiste, surtout en améliorant la présentation des informations qui lui sont nécessaires pour estimer les risques au jour le jour et avoir un meilleur suivi de la situation : terminal graphique multifenêtres, base de données locale, visualisation directe des champs de modèles de prévisions, etc... Et bientôt un système expert lui proposera directement un risque par zone, risque tenant compte bien évidemment de ce risque numérique, mais aussi des autres méthodes (Seuil, vitesse de propagation, ...) et si possible des éléments plus subjectifs.

Conclusion

Cette étude nous a permis d'introduire dans le système opérationnel d'assistance météorologique aux orga-

nismes chargés de la lutte contre les feux de forêts, un indice d'estimation des risques d'incendies plus pertinent. L'influence de l'humidité de l'air est maintenant bien prise en compte. Certes le calcul de l'indice numérique de risque est de plus en plus complexe : il nécessite au minimum l'utilisation d'une calculatrice programmable.

L'utilité d'un tel indice n'est pas pour les jours "catastrophes" tels que ceux que nous avons connus pendant les étés 1989 et 1990. En 1989, 64% des 55000 hectares ont été brûlés en 3 jours. Même constat pour 1990.

Ces jours-là, la seule prévision de vent a suffi aux sapeurs-pompiers : le dispositif préventif maximal était en place.

L'utilité est surtout sensible les jours de conditions moyennes : un indice efficace permet d'économiser dans la mise en place du système préventif ; ou bien de le renforcer localement, ce qui peut éviter des départs de feux difficiles à maîtriser.

Bien évidemment la qualité de la prévision météorologique restera l'élément clef de l'ensemble.

J.-C.D., B.S.

Bibliographie

1- Jean-Claude BARESCUT : La prévision du risque de feu de forêt
La Météorologie VI^e Série N°26
Septembre 1981

2- Pierre CARREGA : Une formule simple pour l'estimation du risque d'incendies de forêts dans les Alpes-Maritimes
Bulletin de la CMD (1984-1985)

3- Pierre CARREGA : Une formule améliorée pour l'estimation des risques d'incendies de forêts
Revue d'analyse spatiale quantitative N°24 (Nice)

4- Jean-Charles DROUET : Etude théorique de la lutte contre les feux de forêt
Thèse d'Etat; Université de Provence 1972

5- Jean-Charles DROUET : Prévision des risques et modes de propagation
Revue technique du feu - Juin 1980

6- Jean-Charles DROUET : Revue "LUTTER" (Sapeurs-Pompiers des Bouches-du-Rhône) 1982,83,84: un article chaque année faisant le point de l'état d'avancement des études.

7- Jean-Charles DROUET et Pierre BLIN: La prévision des incendies de forêts
Revue R.G.S. N°5 Juin/Juillet 1981

8- Jean-Charles DROUET et Bernard SOL: Etude de nouveaux indices de risques météorologiques d'incendies de forêts en zone méditerranéenne
Avril 1988. (auprès des auteurs)

9- Emmanuel GAUDET : Des paramètres biologiques pour améliorer l'indice de risque "FEUX de FORETS"
Rapport de stage B.T.S.A. Document interne I.N.R.A. (1/89)



Photo 5 : Largage de retardant.

Photo J.-C.D.

10-J.F. GOUYET et alii : Apport des données satellitaires NOAA-AVHRR dans le suivi de la végétation forestière
Bureau de Recherches Géologiques et Minières
B.R.G.M. 89DT020TED Septembre 1989

11-Louis OLLIVIER : Thèse de spécialité.
Faculté des sciences et techniques de St-Jérôme/Marseille 1975

12- Norbert RAYNAL : Agrométéorologie
Notes de cours de l'ENM. N° 13

13- Bernard SOL : Risque numérique météorologique d'incendies de forêts en zone méditerranéenne: dépouillement du test de l'été 1988 et propositions d'améliorations. Mai 1989
Note de Travail SMIR/SE N° 1 (Edition 1989 refondue et complétée de la référence N°9)

14- Bernard SOL : Température d'une litière en terrain dégagé: Modélisation physique et comparaison avec les mesures. Août 1989. Note de

Travail SMIR/SE N°2

15- Bernard SOL : Teneur en eau d'une litière d'aiguilles de pin maritime : influence des conditions météorologiques. Septembre 1991.
Note de Travail SMIR/SE N°6

16- Bernard SOL : Indice météorologique de risque d'incendie : Recherches en cours et prévues
Actes du colloque Le Feu avant, ... après.
Nice, 11/13 Mai 1992

17- Bernard SOL : Incendies de forêt dans le Sud-Est de la France : le point sur les estimations de la sécheresse.
Septembre 1992 Note de travail SMIR/SE N°9

18- Louis TRABAUD : Les feux de forêts : Mécanismes, comportement et environnement. France Sélection 1989

19- Jean-Charles VALETTE : Evolution temporelle des paramètres d'inflammabilité et des données satellitaires de Juin à Septembre 1990
I.N.R.A. Note PIF 9116. Novembre 1991.

Résumé

Cet article présente la façon dont l'indice de risque météorologique d'incendies a été mis au point en 1987 par les auteurs. Cet indice est un des aspects de l'assistance de METEO-FRANCE pour la prévention et la lutte contre les incendies. C'est en effet notamment en fonction du risque météorologique que des moyens de lutte (terrestres ou aériens) sont disposés à titre préventif sur le terrain. Les domaines de recherche et d'améliorations possibles sont aussi évoqués.

Summary

This article explains how, in 1987, the authors produced the Index for the Weather Factor in Wildfire Risk. This index is one facet of the contribution made by METEO-FRANCE (the French Weather Bureau) to fire protection and firefighting. Mention is also made of directions for research as well as likely areas for improvement in this field.

Resumen

Presenta este artículo la manera como los autores enfocaron en 1987 el índice de riesgo meteorológico de incendios. Ese índice es uno de los aspectos de la asistencia del servicio de la meteorología (Météo-France) para prevenir y luchar contra los incendios. Se evocan también los varios dominios de investigación y de mejoras posibles.