

## Base de données DFCI pour prévoir et simuler la progression du feu

Chevrou R.

*in*

Chevrou R. (ed.), Delabrazé P. (ed.), Malagnoux M. (ed.), Velez R. (ed.).  
Les incendies de forêt en région méditerranéenne : constitution et utilisation des bases de données

Montpellier : CIHEAM

Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 25

1995

pages 137-146

Article available on line / Article disponible en ligne à l'adresse :

<http://om.ciheam.org/article.php?IDPDF=CI000461>

To cite this article / Pour citer cet article

Chevrou R. **Base de données DFCI pour prévoir et simuler la progression du feu**. In : Chevrou R. (ed.), Delabrazé P. (ed.), Malagnoux M. (ed.), Velez R. (ed.). *Les incendies de forêt en région méditerranéenne : constitution et utilisation des bases de données*. Montpellier : CIHEAM, 1995. p. 137-146 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 25)



<http://www.ciheam.org/>  
<http://om.ciheam.org/>

# Base de données DFCI pour prévoir et simuler la progression du feu

## *DFCI database for forecasting and simulating the spread of fire*

**Robert Chevrou**

Direction Départementale de l'Agriculture et de la Forêt, Montpellier (France)

### **I – Simulation du feu de forêt de Montagnac (Gard) du 22/8/90**

#### **1. Données sur le feu de forêt de Montagnac du 22/8/90**

La progression présumée du feu de Montagnac (Gard) du 22/8/90 a été reconstituée *a posteriori* par le Service Départemental d'Incendie et de Secours du Gard (schéma joint).

Cette reconstitution n'est probablement qu'approximative quant aux positions successives du périmètre du feu et aux surfaces brûlées estimées.

Le point de départ du feu aurait été localisé avec précision. L'explosion du feu en incendie catastrophique serait la résultante de plusieurs facteurs, notamment d'un incident inopiné (2 cyprès proches du point d'éclosion se seraient embrasés brusquement ce qui aurait projeté des brandons enflammés au loin).

La simulation d'un tel feu pose la question de savoir où, quand, comment, et avec quelle efficacité, sont intervenus les moyens de lutte terrestres et aériens. Les réponses sont connues (où, quand, comment), mais elles peuvent l'être de façon insuffisante pour confronter une simulation informatique aux observations de terrain (efficacité).

En phase terminale (après 19h30), le feu était arrivé sur le rebord du plateau où il semblait être maîtrisé ; mais des sauts de feu se seraient produits, prenant à revers les moyens de lutte terrestres, et propageant l'incendie dans une nouvelle zone boisée.

La végétation de la zone est fournie par la carte forestière de l'Inventaire Forestier National, et les observations faites par les pompiers sur place.

### ***I – Simulation of the forest fire at Montagnac (Gard) on 22/8/90***

#### ***1. Data on the forest fire at Montagnac (Gard) on 22/8/90***

*The presumed spread of the fire at Montagnac (Gard) on 22/8/90 was reconstituted after the event by the Service Départemental d'Incendie et de Secours du Gard (diagram).*

*The reconstitution is probably only approximate with regard to the successive positions of the fire front and estimated burned areas.*

*The starting-point of the fire was probably located accurately. Development into a catastrophic fire was probably the result of several factors, and especially an unexpected incident (two cypresses close to the point of outbreak of the fire burst into flames suddenly and sent fire-brands for a considerable distance).*

*Simulating such a fire raises the question of knowing when, how and with what effectiveness the ground and airborne fire fighting facilities came into operation. The answers are known (where, when and how), but knowledge may be insufficient for comparison of computer simulation with field observations (effectiveness).*

*In the final phase (after 7.30 p.m.), the fire had arrived at the edge of a plateau where it seemed to be under control; however, jumps occurred and took the land facilities from behind and spread the fire to another wooded zone.*

*Information concerning the vegetation in the zone was provided by the Inventaire Forestier National forest map and observations made by firemen at the site.*

## 2. La simulation du feu de Montagnac du 22/8/90

La simulation du feu de Montagnac du 22/8/90 est réalisée avec le modèle feu de R.B. Chevrou. C'est un modèle aléatoire et chaotique ; il a été conçu en 1987, puis construit ultérieurement pour démontrer qu'il est facile de simuler un feu de façon réaliste, mais il n'a jamais été paramétré sur des cas réels faute d'utilisateurs intéressés.

Le modèle de démonstration a donc été paramétré *a posteriori*, et modifié pour le rendre automatique sur la zone traitée : point de départ fixé à proximité du point d'écllosion du feu réel ; direction et force du vent fixées et constantes ; suppression de toutes les fonctions interactives, notamment celles simulant les moyens de lutte.

La végétation a été cartographiée sur la base de données existantes : les descriptions faites par les personnels du SDIS du Gard, en prenant en compte la combustibilité moindre résultant, d'après eux, d'un feu antérieur sur la même zone ; la carte forestière de l'Inventaire Forestier National (IFN) ; il est à noter que les types de formation ont été cartographiés par l'IFN par interprétation de photographies aériennes antérieures à ce feu.

Les cinq classes de combustibilité du modèle feu de Chevrou ont été cartographiées de façon à représenter convenablement la progression générale de l'incendie, et il s'agit donc d'une classification faite, en partie, *a posteriori*.

Le modèle feu de Chevrou contient plusieurs paramètres de propagation, notamment en fonction de la combustibilité et de la force du vent. Ont été retenues des valeurs de ces paramètres qui représentent le mieux la progression générale de l'incendie de Montagnac.

Les deux paramètres ayant un rôle prépondérant sur la forme du périmètre du feu sont la vitesse de progression longitudinale (selon la direction du vent) et la vitesse de progression latérale (perpendiculairement au vent). Ce paramétrage *a posteriori* intègre partiellement les effets des moyens de lutte utilisés pour combattre latéralement le feu, notamment à l'est.

La forme du périmètre du feu dépend aussi de la longueur du front actif. Plus il est court, plus l'incendie est étroit et « allongé » ; plus il est long, plus le feu est « rond ». Ce paramètre joue un rôle sur la forme de la zone brûlée dans le modèle Chevrou (voir le modèle complet).

La progression du feu en phase terminale, c'est-à-dire les sauts du feu, a été simulée en plaçant des

## 2. Simulation of the fire at Montagnac on 22/8/90

*Simulation was performed with the model developed by R.B. Chevrou. It is a random, chaotic model designed in 1987 and then developed later to demonstrate that it is easy to simulate a fire in a realistic manner but had never been parameterised using real cases for lack of interested users.*

*The demonstration model was therefore parameterised a posteriori and modified to make it automatic for the zone processed. The initial point was set near the place of outbreak of the real fire, wind speed and direction were set and constant and all interactive functions were removed and especially those simulating control facilities.*

*The vegetation was mapped on the basis of existing data using description made by the Gard department SDIS (fire service) taking into account the fact that according to them there was less fuel because of a previous fire in the same zone. The Inventaire Forestier National (IFN) forest map was used; it is noted that the types of formation were mapped by the IFN by interpretation of aerial photographs taken before the fire.*

*The five combustibility classes of the Chevrou model were mapped for appropriate representation of the general movement of the fire and the classification was therefore partially developed a posteriori.*

*The Chevrou fire model contains several parameters for the spread of fire, related in particular to combustibility and wind speed. These parameters were set at the levels that best represented the general movement of the Montagnac fire.*

*The two parameters that most affect the shape of the fire area are the rate of longitudinal movement (in the direction of the wind) and the rate of lateral movement (at right angles to the wind). This a posteriori parametering partially integrates the facilities used for fighting the fire laterally, especially in the east.*

*The shape of the fire area also depends on the length of the moving fire frontline. The shorter it is, the narrower and longer the fire. The longer it is, the rounder the fire. This parameter plays a role in the shape of the burned zone in the Chevrou model (see the complete model).*

*The movement of the fire in the final phase with jumps was simulated by placing obstacles (wide-*

obstacles (routes élargies) en bordure du plateau sur les tracés des routes existantes.

Dans le modèle Chevrou, le feu saute les obstacles, ou non, selon un processus aléatoire et chaotique (sensibilité aux conditions initiales) ; cela ne reconstitue pas toujours correctement la progression du feu réel au voisinage des obstacles (un processus chaotique peut modifier du tout au tout la suite des événements d'un essai à l'autre).

Les simulations successives que l'on peut observer sur l'écran de l'ordinateur montrent que :

- la progression du feu est, en moyenne, convenablement représentée dans la partie boisée ne contenant pas d'obstacles ; cependant, les divers périmètres obtenus peuvent différer sensiblement les uns des autres, ainsi que les surfaces parcourues (différences de nature principalement aléatoire) ;
- la progression du feu n'est convenablement représentée dans la zone terminale que si les obstacles ont été franchis simultanément ; sinon les variations sont très grandes et de nature chaotique.

## II – Remarques sur la simulation du feu de Montagnac (Gard) du 22/8/90

Pour la simulation, le vent est fixé au Nord, alors que la météo de ce jour-là l'aurait donné en secteur Nord-Nord est.

L'axe de la zone brûlée issue de la simulation est orienté, le plus souvent, Nord-Nord est vers Sud-Sud ouest, c'est-à-dire selon une direction différente de celle du vent simulé (de secteur Nord). Cet écart remarquable provient de la répartition de la végétation combustible. La végétation est plus combustible à l'ouest qu'elle ne l'est à l'est (où cela a, sans doute, quelque peu facilité la lutte pour contenir le feu).

L'écart est ici réduit par le fait que la zone boisée très combustible est limitée vers l'ouest par une zone agricole très peu combustible. En l'absence d'une telle limite, l'écart serait plus important.

## III – Observations générales sur la progression des feux

Nous avons montré qu'un modèle aussi simple que celui de Chevrou, permet de représenter convenablement un feu réel observé (dans les

*ned roads) at the edge of the plateau along the alignments of the existing roads.*

*In the Chevrou model, the fire jumps obstacles or not in a random, chaotic process (it is sensitive to the initial conditions); this does not always accurately reconstitute the movement of the real fire near obstacles (a chaotic process can completely modify the sequence of events from one test to another).*

*The successive simulations displayed on the computer monitor show that:*

- *movement of the fire is generally adequately represented in the wooded part with no obstacles; however, the various perimeters shown may differ from each other substantially, as may the areas covered (these differences are mainly random);*
- *progress of the fire is only adequately represented in the terminal zone if all the obstacles are crossed simultaneously; if not, the variations are substantial and chaotic.*

## II – Remarks concerning the simulation of the fire at Montagnac (Gard) on 22/8/90

*The wind was set from the north in the simulation whereas the weather forecast for the day in question specified wind from the north-north-east.*

*The axis of the burned zone shown by the simulation generally runs from north-north-east to south-south-west, that is to say in a different direction to that of the simulated wind (from the north). This noticeable deviation is caused by the distribution of the vegetation, which was more subject to combustibility in the west than in the east (where this doubtless helped somewhat to contain the fire).*

*The deviation was reduced here by the fact that the very combustible wooded zone is limited to the west by a farming area with very low combustibility. The deviation would be greater without such a limit.*

## III – General observations on the spread of fires

*It has been shown that a model as simple as Chevrou's can adequately represent a real fire observed (within the limits stated) on condition that it is satisfactorily parameterised.*

limites indiquées), à condition de le paramétrer correctement.

Il peut être intéressant de citer les résultats obtenus avec le modèle Chevrou non paramétré sur des feux « théoriques ».

### 1. Axe de la zone brûlée (cf. *supra*)

Comme montré plus haut, l'axe de la zone parcourue par le feu ne coïncide pas toujours avec la direction du vent. Il y a coïncidence lorsque la combustibilité est uniforme.

Ce phénomène semble être assez général : la tête du feu irait dans la végétation la plus combustible à proximité de l'axe du vent. En supposant que la tête du feu « théorique » soit sur une ligne passant par le point d'éclosion et de direction identique à celle du vent (cette ligne sera dite « axe du vent » dans la suite), la tête du feu réelle peut s'éloigner de cette position « théorique » avec un écart pouvant atteindre des valeurs égales à la longueur qu'elle parcourt (écart sur la direction de  $\pm 45^\circ$ ). Cette « distorsion » (entre l'axe de progression du feu et l'axe du vent) dépend beaucoup des vitesses relatives de propagation du feu dans les divers types de végétation.

Il en découle que la vitesse de progression du feu peut être très supérieure à ce qu'elle serait dans la seule végétation située sur l'axe du vent, et qu'il faut prendre en considération la végétation (et la vitesse du feu correspondante) située à  $\pm 45^\circ$  de l'axe du vent pour déterminer comment le feu se développera.

Il en découle aussi que les modèles elliptiques les plus simples, ayant pour axe l'axe du vent et pour foyer le point d'éclosion, ne peuvent représenter la progression du feu que pour une végétation de combustibilité uniforme ou presque uniforme.

Lorsque la combustibilité n'est pas uniforme, la progression du feu doit être simulée et calculée en chaque point des périmètres successifs. Dans ce cas, et en chaque point d'un périmètre, le modèle elliptique me semble être un excellent compromis d'efficacité et de simplicité, par rapport aux modèles plus complexes, pour la création de modèles feu utilisables dans des courts délais.

### 2. Aspects chaotiques du feu (cf. *supra*).

Il est probable que le phénomène feu soit chaotique en général, et il l'est certainement à proximité des obstacles : pourquoi le feu saute-t-il un obs-

*It might be interesting to mention the results obtained using Chevrou's model in a non-parameterised state on "theoretical" fires.*

### 1. Axis of the burned zone (see above)

*As shown above, the axis of the zone covered by the fire does not always coincide with wind direction. They coincide when combustibility is uniform.*

*This phenomenon seems to be fairly common as the head of the fire would go into the most combustible vegetation close of the direction of the wind. Assuming that the "theoretical" fire head is on a line running from the starting point of the fire in the direction of the wind (referred to below as the "axis of the wind"), the real fire head can deviate from this "theoretical" position by as much as the distance that it has travelled (deviation of  $\pm 45^\circ$ ). This "distorsion" between the axis of the movement of the fire and the axis of the wind depends to a considerable extent on the relative rates of propagation of the fire in the various types of vegetation.*

*As a result, the speed of movement of a fire may be much greater than it would be in the vegetation along the axis of the wind, and it is necessary to take into consideration the vegetation (and the corresponding speed of fire) located at  $\pm 45^\circ$  from the axis of the wind in order to determine how the fire will spread.*

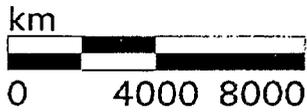
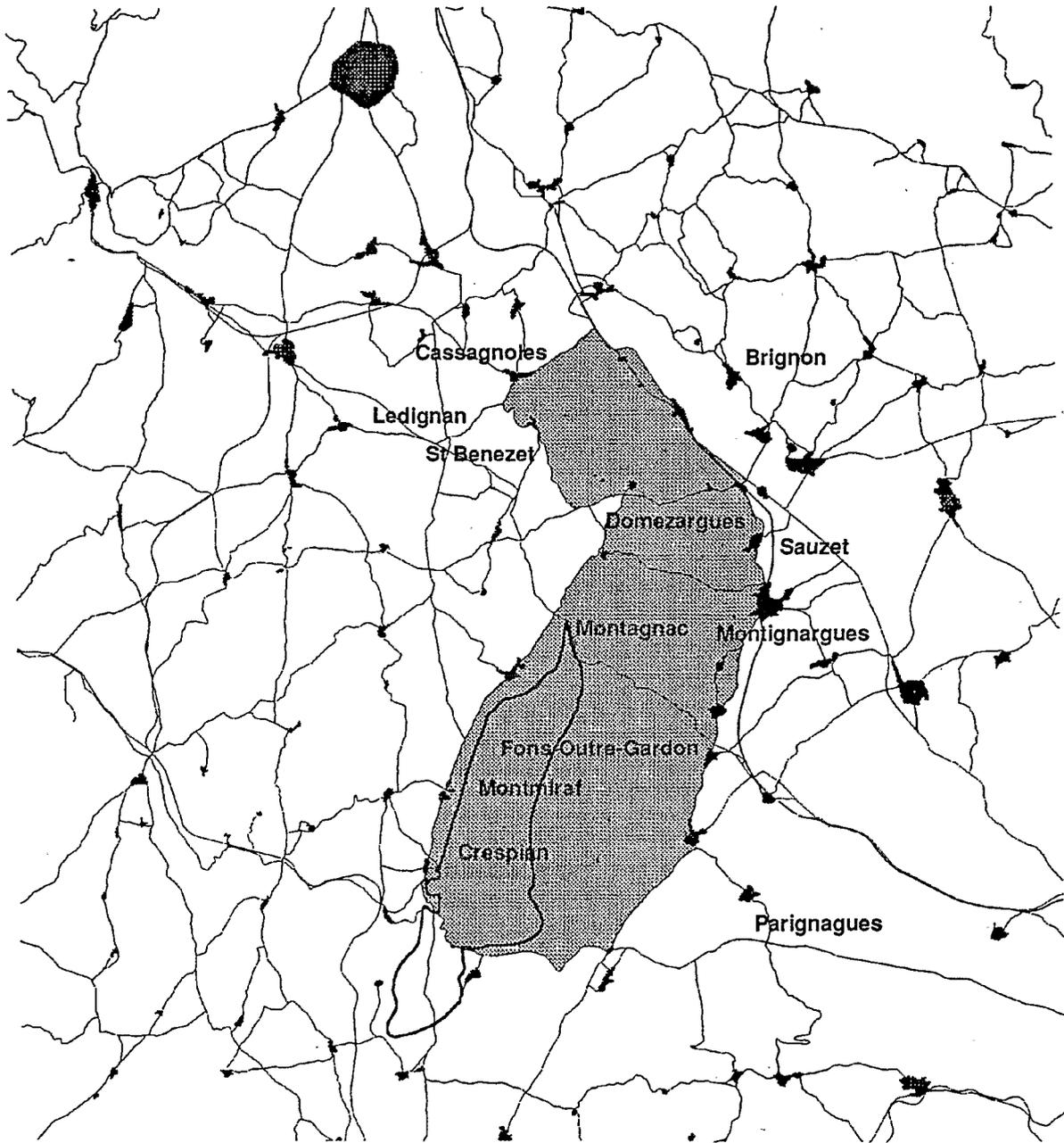
*Thus the simplest elliptical models whose axis is the axis of the wind and whose starting point is the outbreak of the fire can only show the movement of fire in vegetation whose combustibility is uniform or almost uniform.*

*When combustibility is not uniform, movement of the fire must be simulated and calculated at each point in the successive perimeters. In this case, elliptical models seem to be an excellent compromise between effectiveness and simplicity at all points in a perimeter in comparison with more complex models and are suitable for development of fire models that are rapidly ready for use.*

### 2. The chaotic aspects of fire (see above)

*The phenomenon of fire is probably chaotic in general, and certainly is in the proximity of obstacles. Why does a fire jump an obstacle in one place and not jump it a little further on? Vegetation considered as being homogeneous may not really*

Feu de Montagnac / Montagnac Fire (Gard) : 28/08/1990



Agglomérations / Villages & Towns

Route / Roads

Feu 90 / 1990 Fire Perimeter

Bois / Forest

tacle ici, et ne le saute-t'il pas un peu plus loin ? Une végétation considérée comme homogène ne peut pas l'être tout à fait, et la progression du feu y apparaît comme aléatoire et chaotique.

Les modèles prévisionnels pourraient ne pas simuler le chaos et représenter un comportement moyen du feu hors obstacles ; s'ils simulent le chaos, il faut alors considérer les résultats les « pires » ou les plus pessimistes.

### 3. Eléments linéaires

Face à un front de feu établi, les coupures de combustible ne semblent pas toujours jouer le rôle qui leur est dévolu, et le feu peut les franchir plus ou moins facilement ; elles peuvent former des couloirs à vent qui accélèrent la progression du feu.

Les éléments linéaires combustibles forment des passerelles pour le feu dans les espaces peu combustibles, ou accélèrent la progression du feu dans les formations végétales (voir modèle Chevrou complet).

### 4. Des paramètres importants

#### A. Le rapport progression latérale/progression axiale :

C'est l'aplatissement de l'ellipse si on utilise un modèle basé sur l'ellipse.

Ce rapport détermine la forme de la zone parcourue, plus ou moins étroite, plus ou moins compacte. Cet aplatissement de l'ellipse peut dépendre de la position du point sur le front actif du feu et de la végétation au voisinage de ce point.

Par exemple, aplatissement faible à proximité de la tête du feu, aplatissement plus fort quand on s'éloigne de la tête du feu pour tenir compte de la réduction latérale des effets de convection et de radiation (voir aussi ci-après).

#### B. La longueur du front actif

Si le front actif est court, la zone brûlée est étroite et allongée.

On peut penser que la longueur du front actif, sur lequel l'incendie progresse, dépend du vent (et du relief), de la combustibilité de la végétation, et des énergies libérées par la combustion : une forte énergie en tête du feu pourrait créer une forte ascendance thermique, donc un fort appel d'air contrariant la progression latérale du feu. Ce phé-

*be so and progress of fire in it seems random and chaotic.*

*Predictive models could be developed without chaos simulation and thus show the average behaviour of fire with no obstacles; if there is simulation of chaos, the "worst" or most pessimistic results should be considered.*

### 3. Linear components

*Fuelbreaks faced with an established fire head do not always seem to play the intended role and the fire may jump across them with varying degrees of ease; they can form wind corridors that increase the rate of spread of the fire.*

*Combustible linear components form bridges for fire in areas of low combustibility or increase the rate of spread in plant formations (see the complete Chevrou model).*

### 4. Important parameters

#### A. The lateral movement/forward movement ratio

*This is the flattening of the shape of a model based on an ellipse.*

*The ratio determines the shape of the zone affected, making it more or less narrow and more or less compact. Flattening of the ellipse may depend on the position of the point at the head of the fire and the vegetation in the neighbourhood of this point.*

*For example, there can be slight flattening near the head of the fire and stronger flattening as one moves away from it to allow for the lateral decrease in the effects of convection and radiation (further discussion below).*

#### B. The length of the fire frontline

*If the fire frontline is short, the burned zone is narrow and elongated.*

*It can be considered that the length of the fire frontline is governed by the wind (and the relief), the combustibility of the vegetation and the energy released by combustion. Substantial energy at the head of a fire can set up a strong thermal riser, sucking in air and hindering lateral spread of the fire. The phenomenon may also affect the flattening of the ellipse.*

nomène peut aussi jouer sur l'aplatissement de l'ellipse.

## 5. Combustibilité et biomasse

La progression de l'incendie dépend de la combustibilité et de la biomasse. L'énergie nécessaire à l'ignition et celle du feu dépendent de la biomasse et de son état hydrique.

- Végétation claire très combustible (pelouse sèche) : le feu va vite et il est de faible énergie.
- Végétation dense (forêt dense) : le feu va relativement lentement, mais il est très puissant.

En pratique, il faudrait connaître les vitesses relatives de propagation du feu dans les divers types de végétation. Les experts consultés sur ce point m'ont fourni des estimations trop divergentes pour être d'ores et déjà utilisées.

## IV – Cartographie de la végétation

Un modèle feu, plus ou moins réaliste, est assez simple à construire, et à mettre en oeuvre si l'on dispose d'une carte convenable des types de végétation, et si l'on peut estimer correctement les vitesses de propagation du feu dans ces divers types.

Ces variables doivent être connues pour représenter correctement l'axe de la zone parcourue par le feu qui peut s'écarter notablement de la direction du vent. Elles permettent aussi de mieux représenter la longueur du front actif et la forme plus ou moins aplatie de la zone brûlée.

Tenir compte de 5 classes de combustibilité et de 5 classes de biomasse conduit à cartographier 25 types de formations végétales. Il faut donc limiter le nombre de ces catégories. Il me paraît probable que 25 types suffiraient (soit 5 fois 5, soit 6 fois 4, soit encore 8 fois 3).

Les observations citées plus haut soulèvent le problème de la représentation cartographique de la végétation, la taille minimale des détails et le degré de généralisation, donc l'échelle à retenir.

Les éléments linéaires étroits doivent être cartographiés. Au contraire, d'un mélange par bouquets d'une végétation peu combustible avec une autre qui le serait plus, résultera un ensemble de combustibilité moyenne relativement homogène, à cartographier comme un tout, dans lequel la progression du feu sera représentée comme aléatoire ou chaotique.

## 5. Combustibility and biomass

*The rate of progress of a fire depends on combustibility and biomass. The energy required for ignition and the energy of the fire depend on the biomass and its moisture content.*

- *Sparse, highly combustible vegetation (dry grass): fire moves rapidly and has low energy.*
- *Dense vegetation (dense forest): fire moves comparatively slowly but is very powerful.*

*In practice, it is necessary to know the relative rates of spread of fire in different types of vegetation. Experts consulted on this point gave me estimates that were too divergent for immediate use.*

## IV – Mapping vegetation

*A more or less realistic fire model is fairly simple to develop and use with a satisfactory map of the types of vegetation and if the rate of spread of fire in the different types can be assessed accurately.*

*Knowledge of these variables is required for accurate tracing of the axis of the zone affected by fire; this may deviate substantially from the direction of the wind. The variables are also used for better plotting of the length of the fire frontline and the more or less flattened shape of the burned zone.*

*Using 5 combustibility categories and 5 biomass categories leads to mapping 25 types of plant formation. The number of categories should therefore be limited. Twenty-five should be sufficient (5 x 5, 6 x 4 or 8 x 3).*

*The observations above raise the problem of cartographic representation of vegetation, the smallest size of details and the degree of generalisation and hence the scale to be used.*

*Narrow linear components must be mapped. In contrast, a mixture of clumps of low combustibility vegetation and clumps of more flammable material gives an area with fairly homogeneous average combustibility to be mapped as a single unit in which the movement of fire will be represented as random or chaotic.*

## V – Contenus des bases de données DFCI

Pour « prévoir » la progression d'un feu, et encore plus pour la modéliser et la visualiser sur un écran d'ordinateur, il faut disposer de diverses bases de données cartographiques.

### 1. Données sur la combustibilité et sur l'énergie du feu

Le but est de cartographier la combustibilité de la végétation et une classification exclusivement forestière est insuffisante.

Cependant, les données découleront, dans un premier temps sans doute, des cartes de la végétation, telles les cartes forestières établies par les services des inventaires forestiers nationaux.

Ces bases de données forestières doivent être exploitées et complétées pour en déduire l'inflammabilité et la combustibilité de la végétation :

- pour faire correspondre à chaque type de formation cartographiée, un niveau d'inflammabilité et un niveau de combustibilité ; seront pris en compte, par exemple, la répartition des essences, la densité du couvert et sa hauteur moyenne ;
- pour estimer l'énergie du feu : volume/ha pour estimer la biomasse.

On peut utiliser les données botaniques relevées sur les points d'inventaire au sol pour affiner les estimations de l'inflammabilité et de la combustibilité : couvert et composition des strates basses et moyennes.

Certains éléments non cartographiés par l'inventaire forestier national seront ajoutés : les pare-feu et coupures de combustible étroits ; les éléments linéaires plus combustibles que l'espace qui les contient.

### 2. Données sur le relief (effet sur le vent et obstacles)

Le relief peut modifier le sens et la force du vent local pour un vent synoptique ou zonal donné. A terme, il faudra disposer de modèles vent qui déduiront le sens et la force du vent local à partir du relief constitué en base de données.

A défaut de modèles vent élaborés, on peut, d'ores et déjà, utiliser la base de données du relief

## V – Contents of the forest protection databases

Various cartographic databases are required for forecasting the movement of a fire and even more for modelling it and displaying it on a computer monitor.

### 1. Data on combustibility and the energy of the fire

The aim is to map the combustibility of the vegetation. An exclusively forestry classification is not sufficient.

Nevertheless, the data will doubtless come first of all from vegetation maps such as the forest maps plotted by national forestry inventory agencies.

These forestry databases must be used and completed to deduce the flammability and combustibility of the vegetation:

- to assign to each type of formation mapped a level of flammability and a level of combustibility; for example, species distribution, density and average height will be taken into account;
- to estimate the energy of a fire: volume per hectare to estimate the amount of biomass.

Botanical data recorded at inventory points on the ground can be used to refine flammability and combustibility estimates by examining the cover and the composition of the lower and medium strata.

Some features that do not appear in the national forest inventory will be added: firebreaks and narrow fuelbreaks as well as linear components that are more combustible than the surrounding area.

### 2. Data on the relief (the effect on wind and obstacles)

The relief can change local wind direction and strength in a given synoptic or zonal wind. It is finally necessary to have wind models that will deduce the direction and strength of local wind from database information on the relief.

In the absence of wind model, a relief database can already be used to estimate local wind strength and sometimes its direction:

- the land slope in the direction of the wind modifies its speed (there are formulas for calculating this effect);

pour estimer la force du vent local, parfois sa direction :

- ☐ la pente du terrain dans la direction du vent modifie la force du vent (des formules existent pour calculer cet effet) ;
- ☐ les couloirs à vent qui augmentent la force du vent peuvent être localisés : cols, thalwegs, cluses ;
- ☐ les obstacles font "sauter" le vent ou sont propices à la formation d'ascendances thermiques et de sauts du feu (falaises) ; les obstacles peuvent gêner la lutte (falaises, crêtes, fortes pentes).

### 3. Données sur la progression des feux

Pour paramétrer les modèles feu qui seront construits, il faut disposer d'observations rigoureuses. Il faut donc enregistrer dans une base de données les périmètres successifs (à intervalle de 1 ou 2 heures) des grands incendies, mais aussi les interventions de lutte et leurs effets.

Ces observations confrontées aux résultats fournis par le modèle feu permettront d'en modifier les paramètres pour le rendre plus précis.

Les périmètres successifs des grands feux devraient être reconstitués à partir de diverses sources d'observation (photographies, personnes présentes) dès la fin des opérations de lutte.

### 4. Données sur la lutte (accès et moyens de lutte).

Une base de données des dessertes routières et pistes d'accès permet de calculer les temps d'accès des centres de secours sur le lieu d'un incendie. On peut en déduire la planification des nouvelles pistes à construire pour réduire ces temps d'accès.

Associée à une base de données de la combustibilité et à un modèle feu, cette base de données routes et pistes permet d'estimer la surface parcourue par le feu et la longueur du front de l'incendie à l'heure où les secours peuvent arriver sur les lieux ; on peut alors en déduire le type d'intervention initiale à prévoir et à organiser.

Si l'on envisage de construire un modèle feu tactique pour l'aide à la décision en matière de lutte, il faut pouvoir simuler les divers types d'intervention possibles et leurs effets sur la progression du feu. Une base de données particulière devra être constituée à cet effet.

☐ *wind corridors that increase wind speed can be located: passes, thalwegs and cluses;*

☐ *obstacles make the wind 'jump' or enhance rising thermal air currents and fire jumps (cliffs); obstacles such as cliffs, crests and steep slopes may hinder fire-fighting.*

### 3. Data on the spread of fires

*Rigorous observations are required for parametering the fire models to be developed. The successive perimeters in large fires should be recorded in a database (at intervals of one or two hours) together with control operations and their effects.*

*Comparison with the results given by the fire model will make it possible to modify the parameters to made the model more accurate.*

*The successive perimeters of large fires should be reconstituted from various observation sources (photographs, persons present) as soon as control operations are over.*

### 4. Fire-fighting data (access and facilities)

*A database on road and trail access can be used to calculate access times from fire-fighting bases to the site of a fire. It can be used to plan new trails to be constructed to reduce access time.*

*Combined with a database on combustibility and a fire model, this road and trail database is used to estimate the area affected by fire and the length of the fire frontline at the time when the fire-fighters can reach the site; the type of initial operation to be planned and organised can then be deduced.*

*If it is planned to develop a tactical fire model for aid in decision-making for fire-fighting, it must be possible to simulate the various types of intervention possible and their effects on the spread of fire. A special database should be developed for this.*

## V – Data on ignition frequency

*This is outside the field covered by the fire model above.*

*The data can be deduced from the databases on observed fires (e.g. Prométhée in France) to obtain analytical results such as:*

☐ *fire frequency according to the density of dwellings, local activities (social, agricultural, forestry, industrial) and the density of the road network;*

## V – Données sur la fréquence des mises à feu

On sort ici du domaine exploré par le modèle feu décrit *supra*.

Ces données peuvent être déduites des bases de données constituées pour les feux observés (par exemple Prométhée en France), de façon à obtenir des résultats analytiques tels que :

- la fréquence des feux en fonction de la densité de l'habitat, des activités locales (sociales, agricoles, forestières, industrielles), et de la densité du réseau routier ;
- la fréquence des grands feux en fonction de la densité des centres de secours, du type de la végétation, du type de relief.

Ces « fonctions » permettront de cartographier et de « prévoir » les conséquences probables de l'embroussaillage et de la reforestation dues à la déprise agricole, celles de l'urbanisme, celles de la création de nouvelles routes, celles des changements des activités locales.

□ *the frequency of large fires according to the density of fire fighting bases, the type of vegetation and the type of relief.*

*These "functions" make it possible to map and 'forecast' the probable consequences of brush growth and reforestation resulting from dwindling farming, urbanisation, the making of new roads and changes in local activities.*