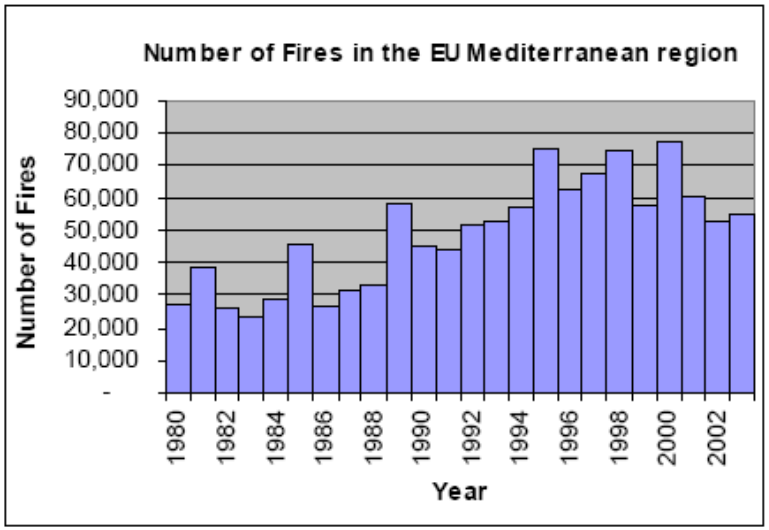
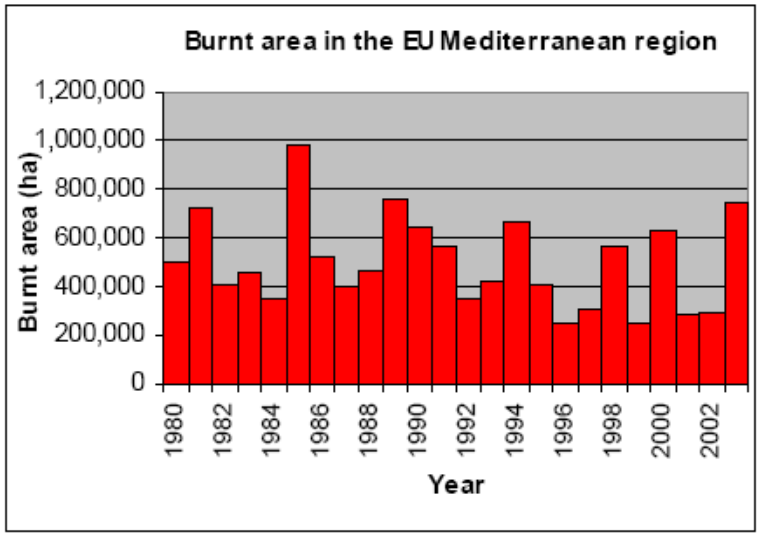
Les feux de forêts

CERN

- *Evolution du nombre d'incendies dans l'Union européenne*



- *Evolution de la superficie incendiée dans l'Union européenne*



La région de l'Entente

Valabre

Historique et statut :

- L'Entente est un établissement public interdépartemental qui est né de la volonté commune et apolitique des départements « victimes » du feu de forêt, de s'unir pour mieux y faire face.

- Le centre d'essais est instauré à Valabre, officialisé par la circulaire n°288 du 16 mai 1979.

- 10 ans plus tard ce centre d'essais est rénové, et prend dès lors l'appellation **CEREN**.

Les Moyens

- Le CEREN a étudié et réalisé d'importantes installations d'essais et de mesures, très spécialisées, telles notamment :
  - Le TEXAID II (Tunnel thermique d'EXpertise et d'Analyse de Données),
  - Le BEST (Banc d'Essais en Situation Thermique),
  - Le véhicule laboratoire 4x4,
  - Le laboratoire de chimie analytique doté récemment d'un spectro-chromatographe…

Cadre d'activités et Missions :

Essais et expérimentations :

- Le CEREN est chargé de procéder à tous les essais nécessaires et intervient aussi bien dans le cadre de la prévention, de la lutte que de l'après-incendie.

La gestion des feux de forêts

- Prévention
- Prévision
- Lutte
- Réhabilitation

Prévention / Prévision

- Aménagement des massifs et des interfaces péri-urbains
- Cartographie de l'occupation du sol
- Cartographie des risques d'éclosion de feu
- Mesures de teneur en eau
- Cartographie de la teneur en eau
- Détection des feux
- Utilisation des additifs chimiques
- Systèmes d'auto-protection des maisons
- Brumisation

Lutte

- Utilisation des additifs chimiques
- Mesures d'empreinte de largages
- Auto-Protection des véhicules
- Tests sur les Equipements de Protection Individuelle
- Etude de la composition des fumées
- Modélisation
- Tests de nouveaux produits ou dispositifs d'extinction

Après-Incendie

- **Etude des sols incendiés**
- **Elaboration de modèles d'érosion et de Glissement de terrain.**

La prévention

- Aménagement des massifs forestiers
  - Aménagement de la végétation:
    - Débroussaillement
    - Coupure de combustible
  - Débroussaillement:

les opérations dont l'objectif est de diminuer l'intensité et de limiter la propagation des incendies, par la réduction des combustibles végétaux en garantissant une rupture de la continuité du couvert végétal et en procédant à l'élagage des sujets maintenus et à l'élimination des rémanents de coupes.

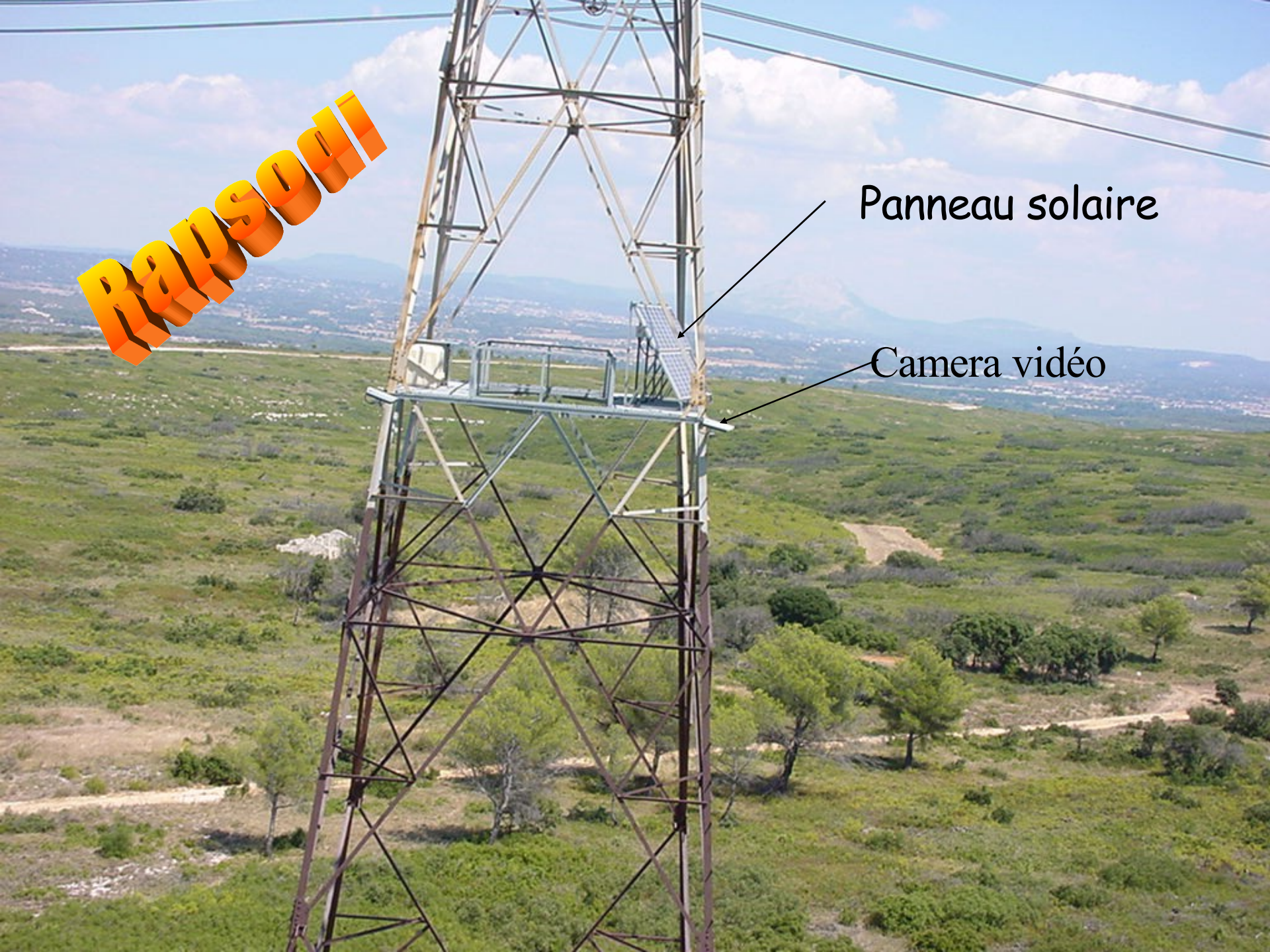
The Lookout System

La détection des feux de forêts et localisation

- Les tours de vigie:

DETECTION

- SATELLITE (Fuego, Rik-Eos, CDMC)
- LASER (Landes)
- INFRAROUGE (Technique Militaire)
- VIDEO (Traitement d'image)


Rapsodi
Panneau solaire
Camera vidéo

La prévision

- Evaluation de l'indice de risque journalier
- Evaluation du stress hydrique de la végétation
- Pré-positionnement des moyens terrestres dans les massifs forestiers
- Patrouilles dans les massifs forestiers
- GAAR: guêt aérien armé
- Fermeture des massifs forestiers
- Activation de moyens de protection de type asperseurs, brumisation

NDVI
METEO
ANALYSE IN SITU VEGETATION

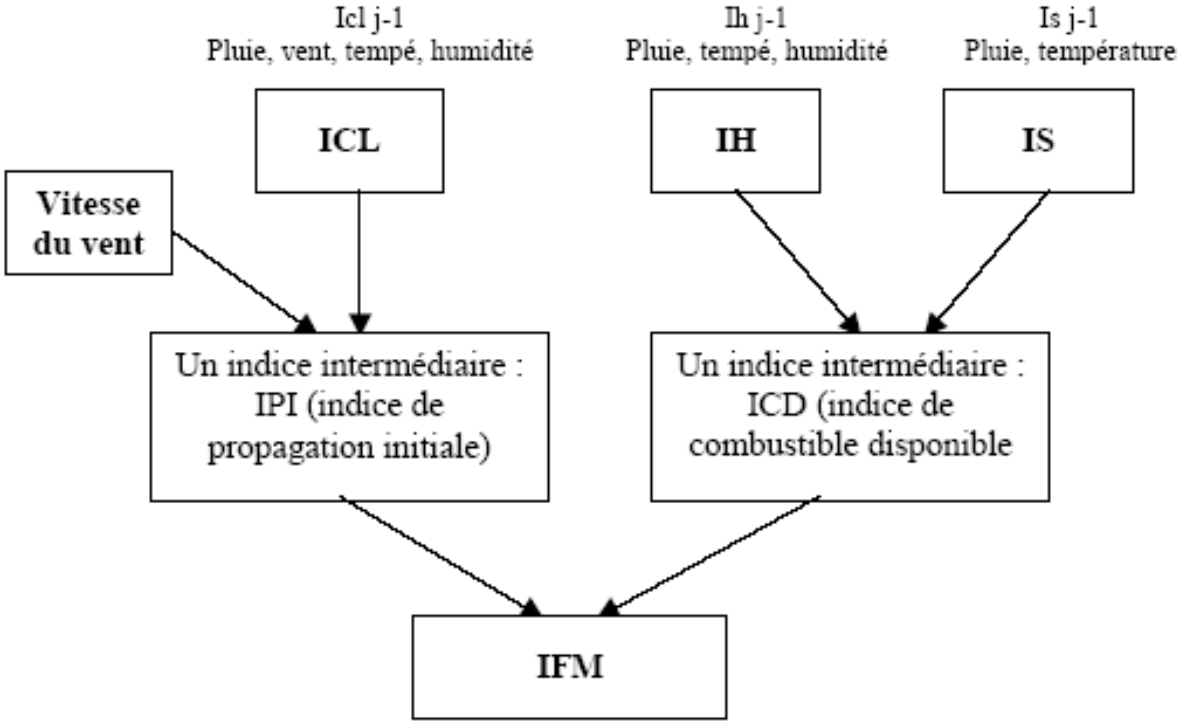
Evaluation de l'indice de risque journalier

- Les indices utilisés par Méteo-France sont
  - L'Indice Forêt Météo (IFM)
  - L'Indice de propagation Vp
  - L'indice d'éclosion SEUIL

CALCUL de l'IFM

Calcul de l'IFM du jour J :

Le calcul est rigoureusement fidèle à la méthode développée par le Canada. Il ne peut donc être comparé directement avec les calculs réalisés en région Sud-Ouest. Pour le calcul des réservoirs icl, ih et is, on se reportera aux pages 7 à 16.



niveau	appellation	couleur	définition
1	Faible	bleu	La zone est peu sensible au feu. Le danger météorologique d'éclosion est très faible. L'éclosion d'un feu est improbable.
2	Léger	vert	La zone est légèrement sensible au feu. Dans l'hypothèse où un feu prendrait, celui-ci se propagerait à une vitesse relativement faible.
3	Modéré	jaune	La sensibilité au feu de la zone augmente. Elle devient modérée. En cas de feu, celui-ci se propagera avec une vitesse modérée.
4	Sévère	orange	La zone est sensible au feu. Deux cas principaux : - Le départ d'un feu est peu probable. Toutefois, en cas de départ, le feu pourrait se propager avec une vitesse élevée. Ce cas est rencontré dans des situations où l'humidité de l'air est élevée avec un vent fort. - Le danger météorologique d'éclosion est important. En présence d'une cause de feu, le départ de feu est probable. La vitesse de feu pourrait être assez forte. Ce cas est rencontré dans des situations où l'humidité de l'air est faible.
5	Très sévère	rouge	La zone est très sensible au feu. Le danger météorologique d'éclosion est élevé. Toute flamme ou source de chaleur risque donner un feu se propageant à une vitesse élevée.
6	Exceptionnel	noir	La zone est extrêmement sensible au feu. Le niveau de sécheresse est extrême. Le danger d'éclosion est très élevé. Toute cause de feu risque de donner un feu de très forte intensité, se propageant à une vitesse extrêmement rapide.

Evaluation du stress hydrique de la végétation

- Teneur en eau
  - Réseau hydrique
  - Mesure
    - Étuve
    - Données satellites
- Inflammabilité
- Explication du protocole et de l'attribution de la note

Détermination de la teneur en eau

- Il s’agit de connaître la quantité d’eau contenue dans le végétal rapportée à la masse initiale de végétal frais analysé. Ainsi pour chaque espèce, on pèse 4 échantillons de 8 g de végétation fraîche que l’on place pendant 48 h dans une étuve à 60 °c et que l'on pèse de nouveau.
- La teneur en eau est obtenue en effectuant le calcul suivant :

$$TE = (PV - PS) \times 100 / PV$$

avec PV : poids vert

PS : poids sec (après étuve)

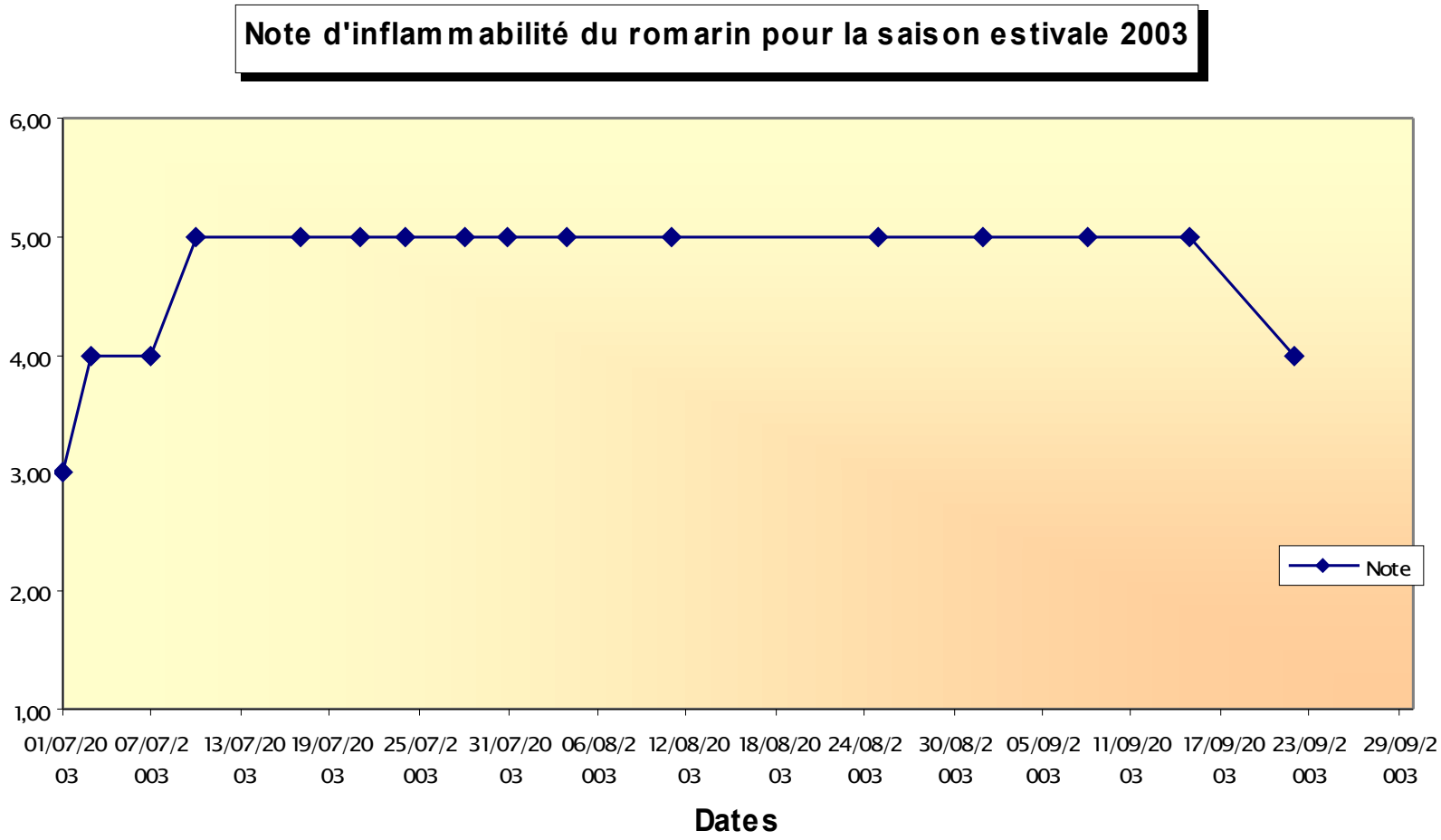
sartorius
MA 30
1004

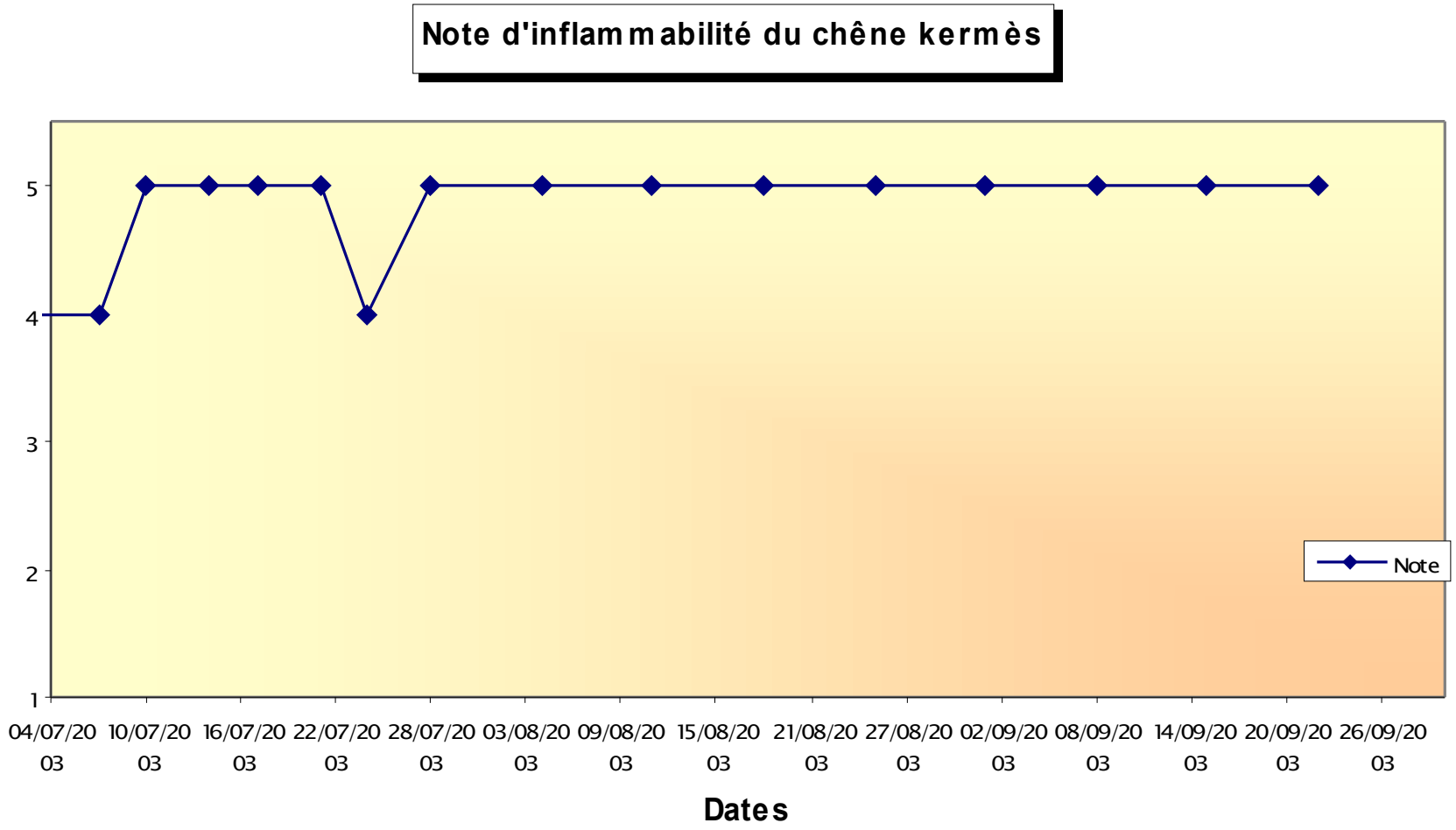
Touch N Tuff

Note d'INFLAMMABILITE

MDI (s)						
> 32.5	-	-	-	1	1	2
27.5 à 32.5	-	-	1	1	2	2
22.5 à 27.5	-	-	1	2	2	3
17.5 à 22.5	1	1	2	2	3	3
12.5 à 17.5	1	1	2	3	3	4
< 12.5	1	2	3	3	4	5
Fréquence	<25	25 à 38	39 à 41	42 à 44	45 à 47	48 à 50

- Très peu inflammable
1- Peu inflammable
2- Modérément inflammable
3- Inflammable
4- Hautement inflammable
5- Extrêmement inflammable


Note d'inflammabilité du romarin pour la saison estivale 2003
6,00
5,00
4,00
3,00
2,00
1,00
01/07/2003
07/07/2003
13/07/2003
19/07/2003
25/07/2003
31/07/2003
06/08/2003
12/08/2003
18/08/2003
24/08/2003
30/08/2003
05/09/2003
11/09/2003
17/09/2003
23/09/2003
29/09/2003
Dates
Note


Note d'inflammabilité du chêne kermès
5
4
3
2
1
04/07/2003
10/07/2003
16/07/2003
22/07/2003
28/07/2003
03/08/2003
09/08/2003
15/08/2003
21/08/2003
27/08/2003
02/09/2003
08/09/2003
14/09/2003
20/09/2003
26/09/2003
Dates
Note

Détermination de la teneur en eau par le satellite

- Images du satellite NOAA
- Résolution spatiale: 1 km^2
- Images journalières
- Deux paramètres:
  - NDVI: indice de végétation qui renseigne sur
    - La densité du couvert
    - Son activité chlorophylienne
    - Sa biomasse aérienne
  - Les températures de surface Ts qui indiquent les niveaux de stress atteints par la végétation

Problématique

Caractériser l'état hydrique de la végétation à plusieurs échelles de temps et d'espace

- ***Ponctuelles et horaires :***

  niveau local

- ***Régionales et journalières:***

  niveau régional

- ***Suprarégionale et hebdomadaires:***

  niveau zonal

Ambiance Générale - Carte des risques météo

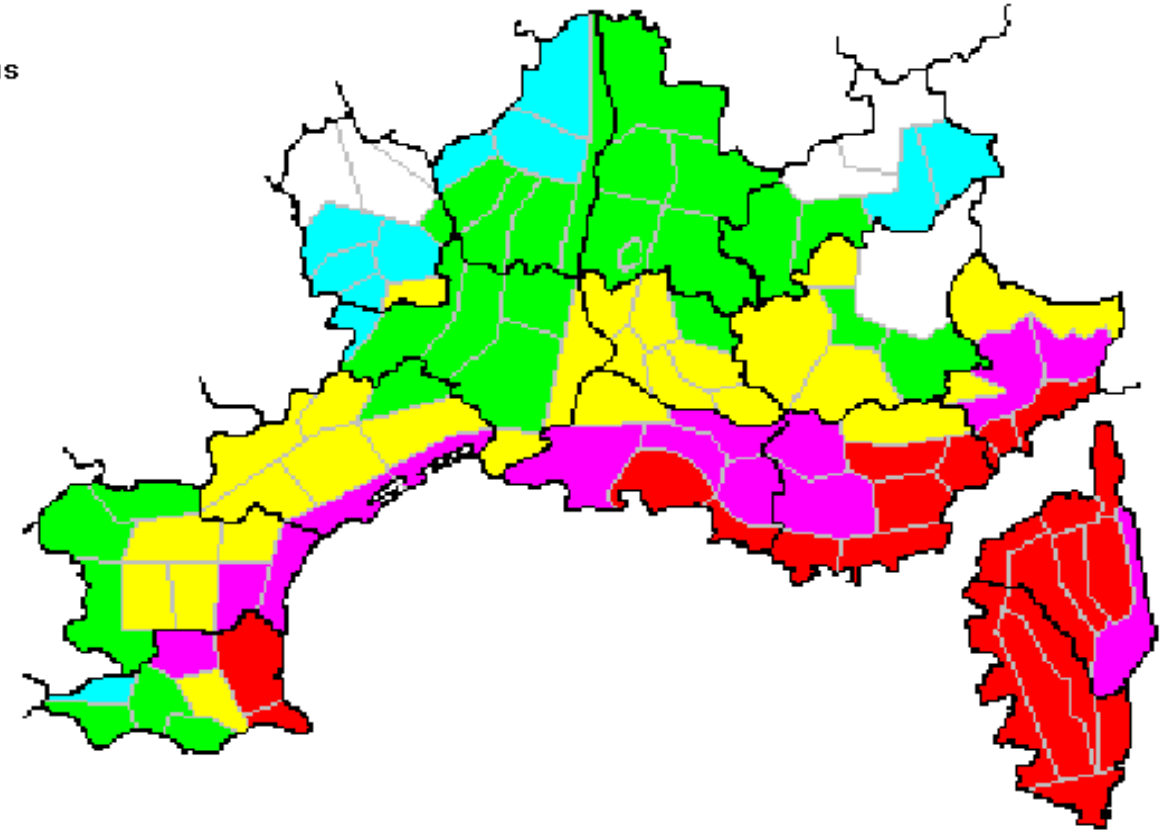
Système Edition Synthèse Météo Messagerie Aide

Accusé de lecture | Tous les types

CARTE DES RISQUES METEO

02/09/00 10:14

- Très sévère
- Sévère
- Habituel Plus
- Habituel
- Faible



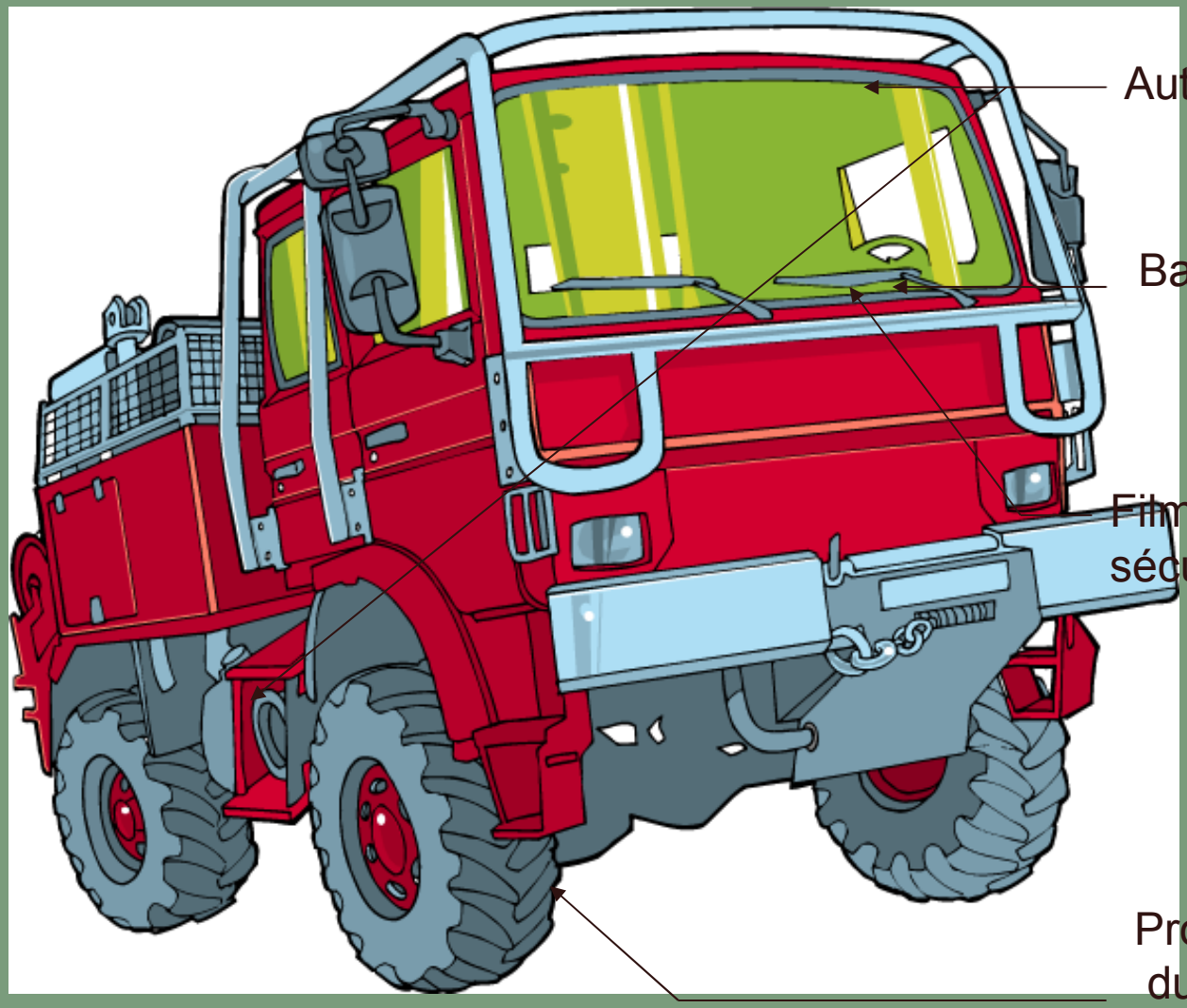
AUTORITE PAR DEFAUT | Pas de message non lu

La lutte

- Si la phase de lutte rentre en action, c'est que les phases de prévention et de prévision
- La doctrine en France est l'attaque de tous les feux naissants
  - Présentation des moyens terrestres
  - Présentation des moyens aériens

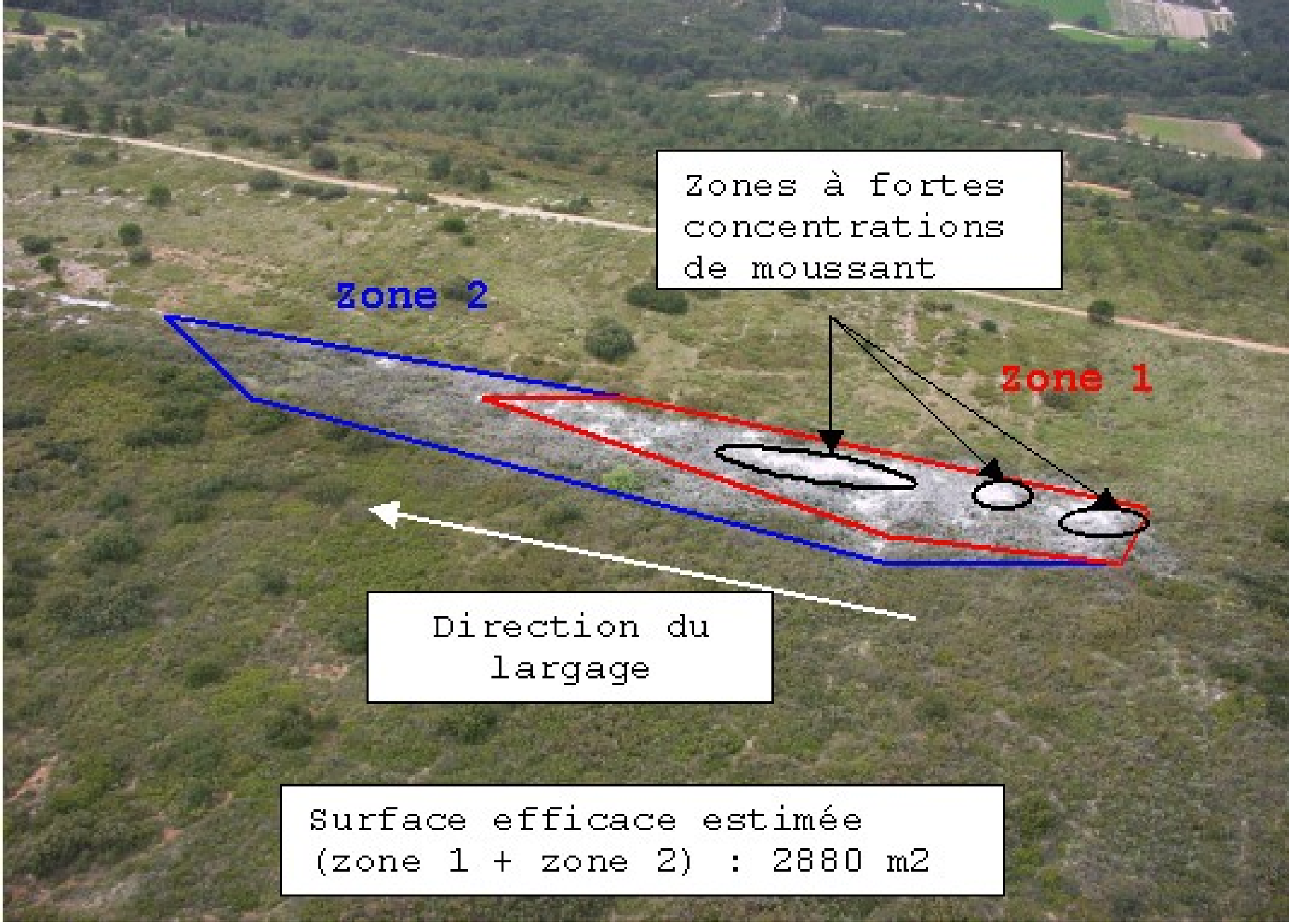
5875 TH 13
5728 TH 13

Protection des camions



Préparation du M26 avant les essais sur la base de Marignane

MI - 26

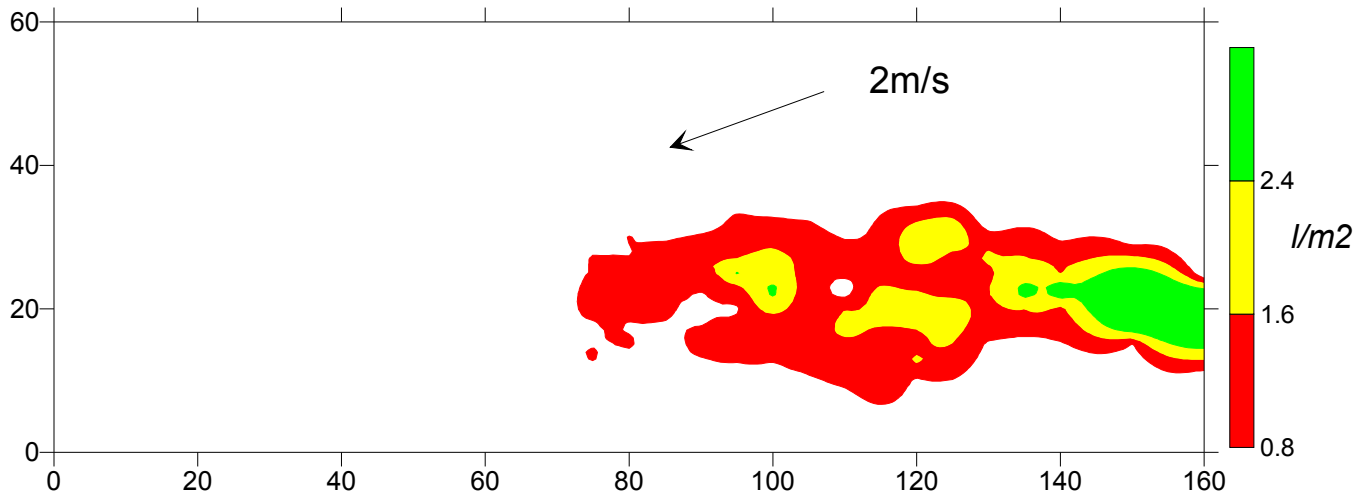

Zones à fortes concentrations de moussant
Zone 2
Zone 1
Direction du largage
Surface efficace estimée (zone 1 + zone 2) : 2880 m2

19

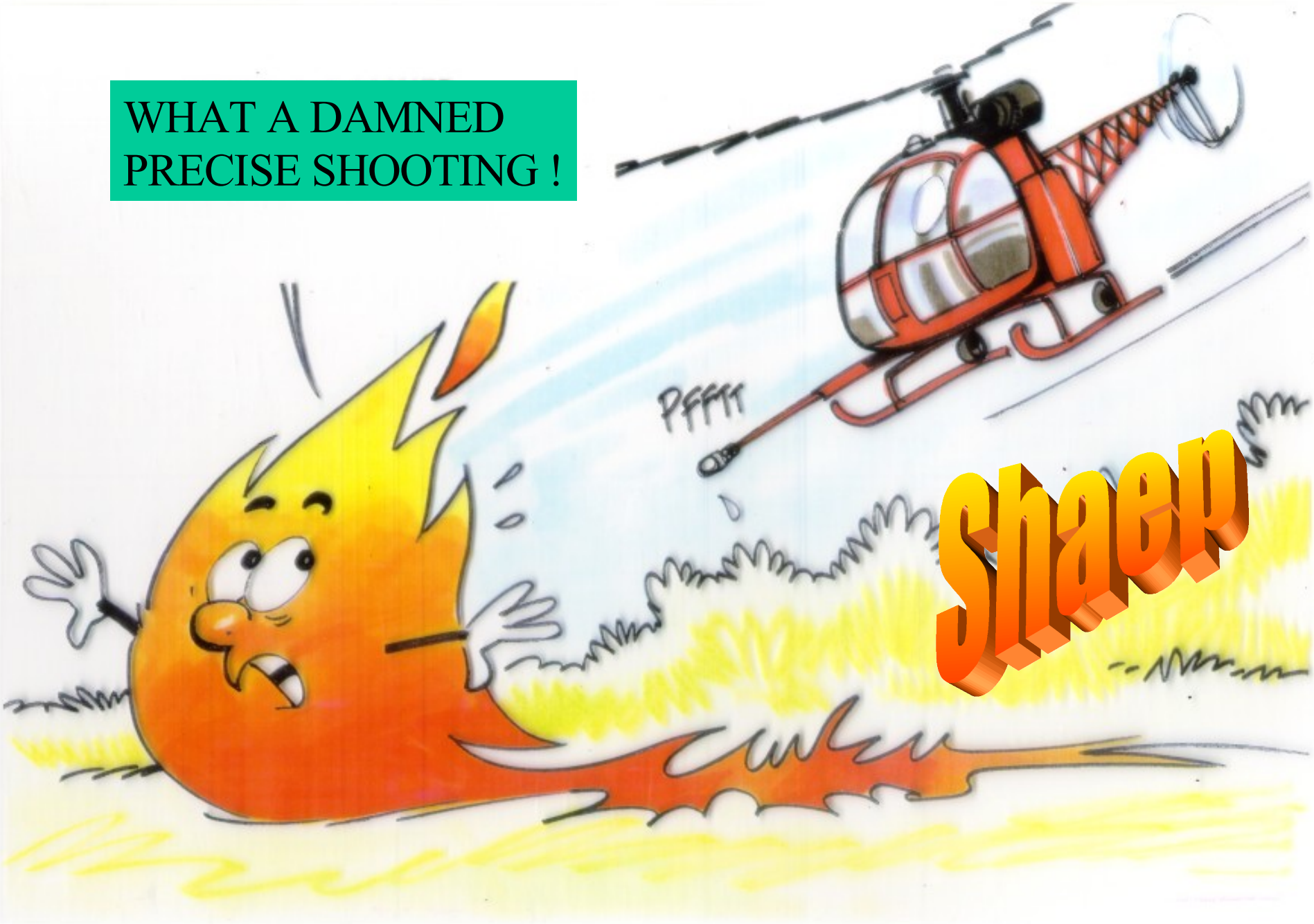
1118
43 24

15
A.C.R.E
Largages

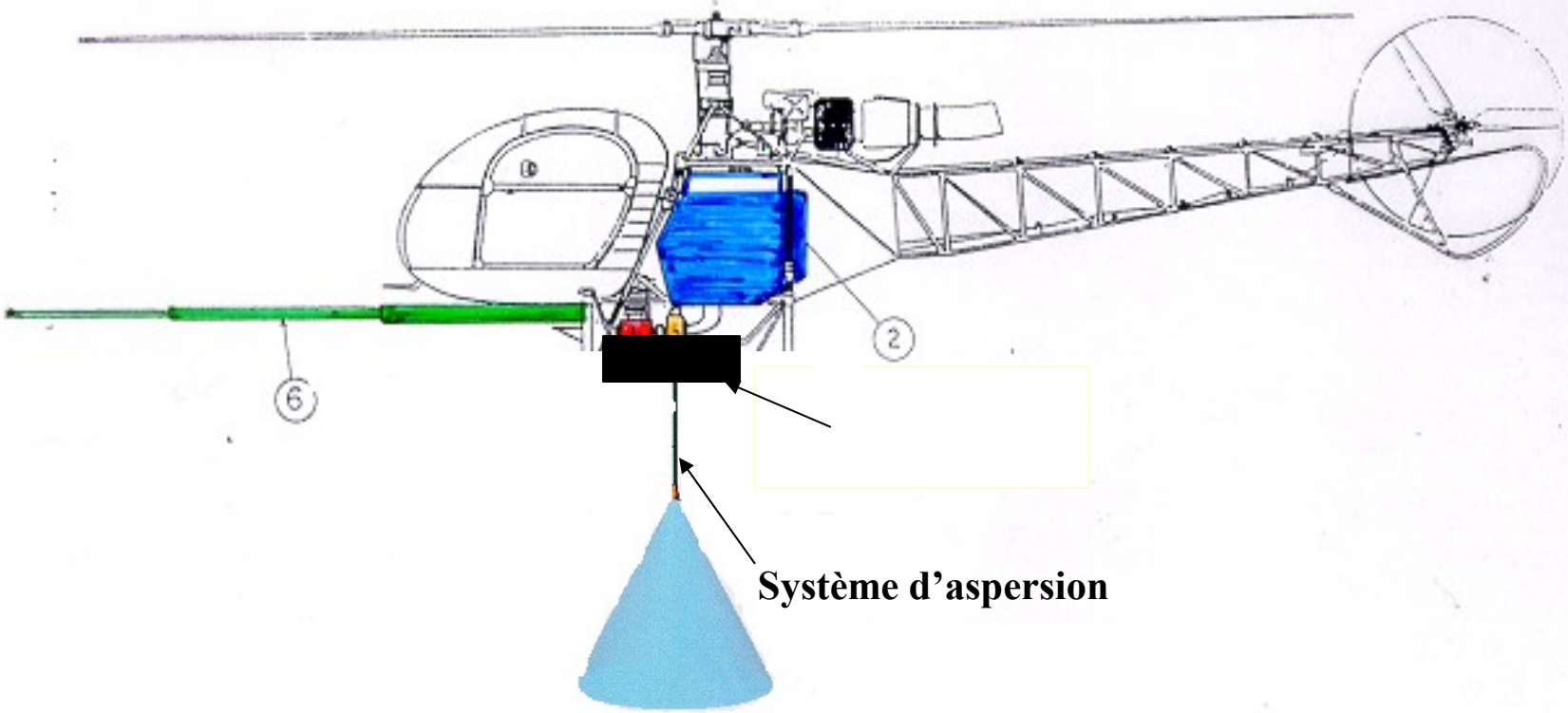
Resultats



WHAT A DAMNED PRECISE SHOOTING !



WATER LAUNCHER HELICOPTER



Les modèles

- De propagation
- De largages
- D’érosion

La réhabilitation des zones incendiées

- Objectif: éviter l'érosion des sols
- Penser à des aménagements plus adaptés pour les Feux de Forêts

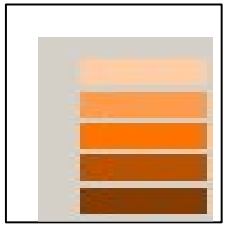
Modèle d'érosion

- Les paramètres :

- l'intensité des précipitations = érosivité
- sensibilité du sol à l'érosion = érodibilité
- pente et longueur de pente ;
- couvert végétal ;
- couche hydrophobe.

Cartographie du risque d'érosion

Erosion score



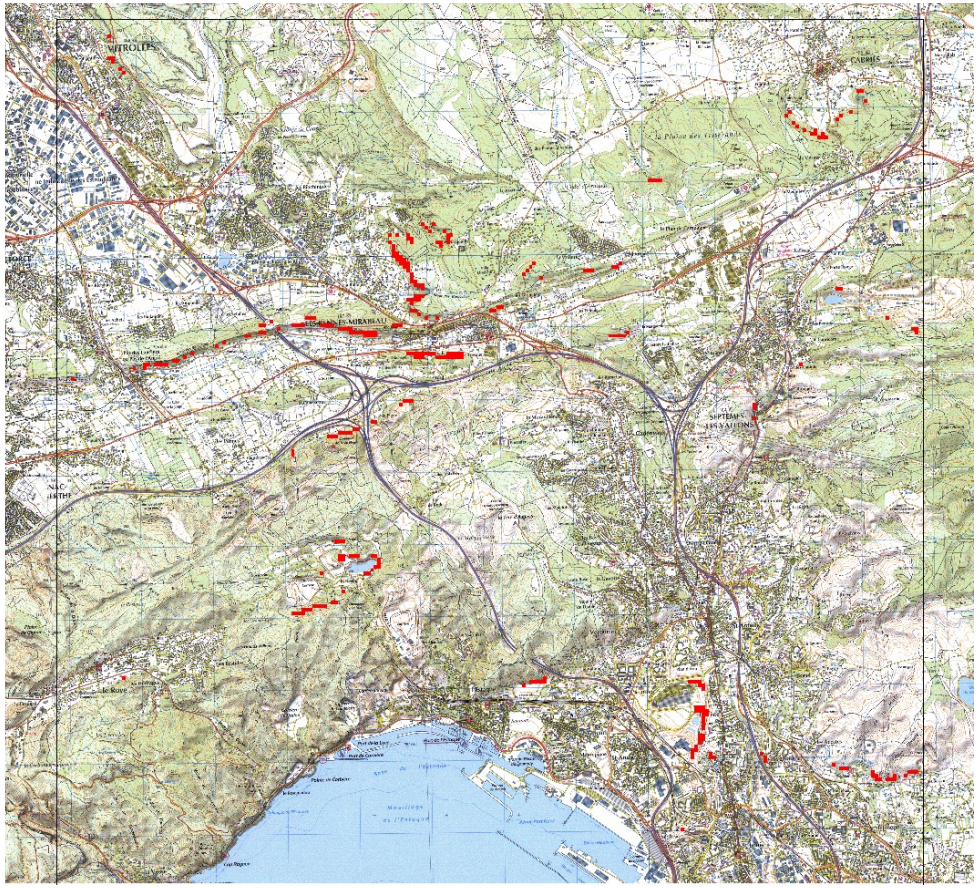
1
2
3
4
5

Modèle de glissement de terrain

- Les paramètres :

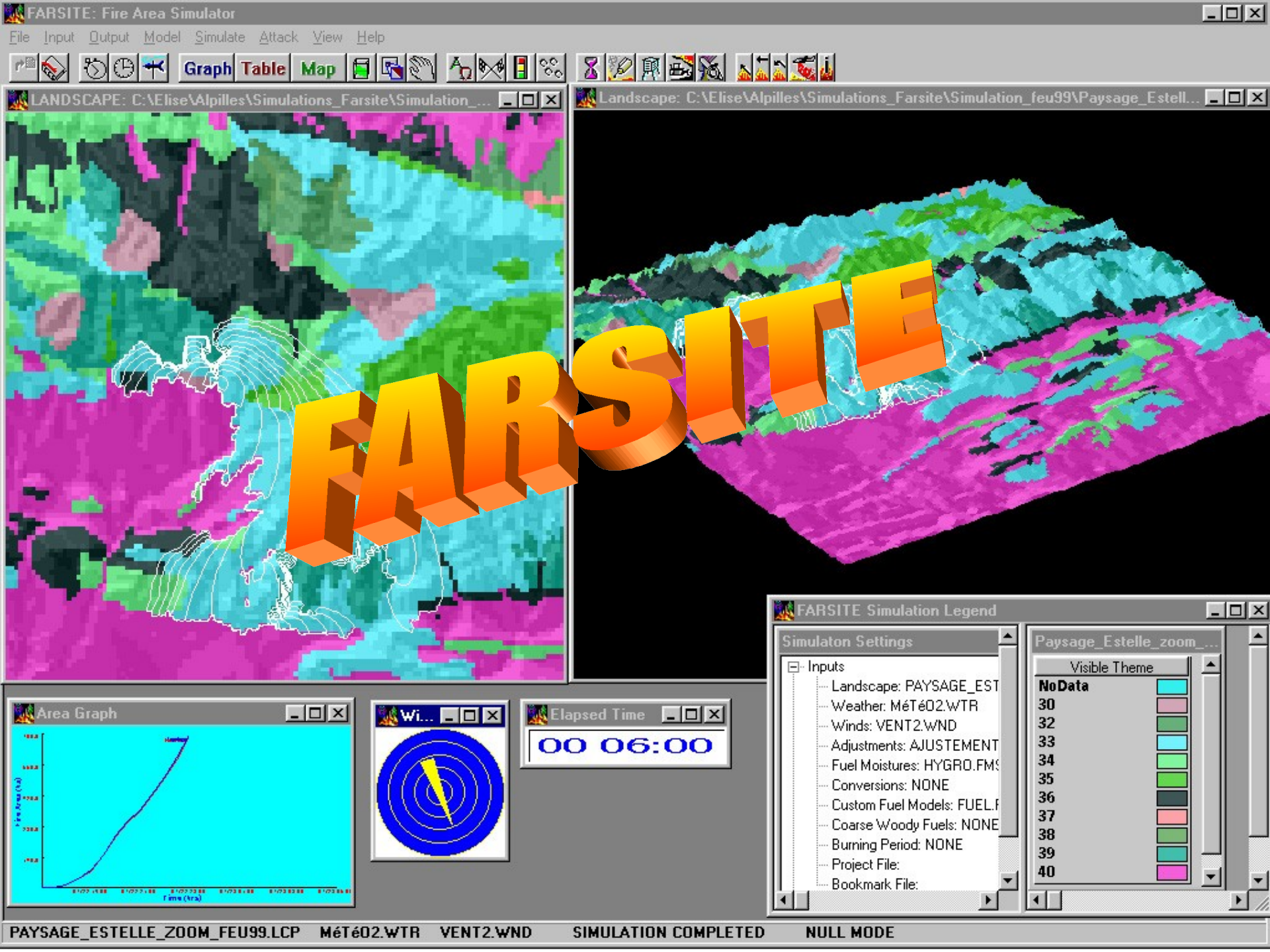
- pente ;
- susceptibilité d'un faciès au glissement ;
- agressivité de la pluie ;
- destruction de la couverture végétale ;
- puissance potentielle du feu .

Cartographie du risque de glissement de terrain



Les principaux outils de modélisation utilisés dans nos départements

- FARSITE
  - *Basés sur un modèle de propagation semi-empirique*
  - *basés sur un modèle de contagion par ellipse*
  - *Données d'entrée: relief, exposition ,végétation, conditions météorologiques*
  - *Utilisé dans la cartographie du risque*
  - *13 modèles de végétation Américains , 7 modèles de végétation Européens*
  - *Produits dérivés: Cardin, FMIS, Firestation*


FARSITE: Fire Area Simulator
File Input Output Model Simulate Attack View Help
Graph Table Map
LANDSCAPE: C:\Elise\Alpilles\Simulations_Farsite\Simulation_...
Landscape: C:\Elise\Alpilles\Simulations_Farsite\Simulation_feu99\Paysage_Estell...
FARSITE
Area Graph
Wi...
Elapsed Time
00 06:00
FARSITE Simulation Legend
Simulaton Settings
Inputs
Landscape: PAYSAGE_EST
Weather: MéTéO2.WTR
Winds: VENT2.WND
Adjustments: AJUSTEMENT
Fuel Moistures: HYGRO.FMS
Conversions: NONE
Custom Fuel Models: FUEL.F
Coarse Woody Fuels: NONE
Burning Period: NONE
Project File:
Bookmark File:
Paysage_Estelle_zoom_...
Visible Theme
NoData
30
32
33
34
35
36
37
38
39
40
PAYSAGE_ESTELLE_ZOOM_FEU99.LCP MéTéO2.WTR VENT2.WND SIMULATION COMPLETED NULL MODE

FIRETACTIC

- *Basé sur un modèle le modèle de propagation développé par JC.Drouet*
- *Modèle de contagion elliptique*
- *Données d'entrée: relief, végétation, conditions météorologiques*
- *5 modèles de végétation*
- *Utilisé dans le cadre d'étude de risque, pour le retour d'expérience, dans le cadre de la lutte*
- *Peut être utilisé en temps réel*
- *Besoin en eau, nombre d'engins de lutte,…*

O001

FireTactic®: un ensemble d'outils

Sur le terrain FireTactic® permet,

De réaliser des coupes topographiques de terrain

De positionner ou de radio positionner des véhicules

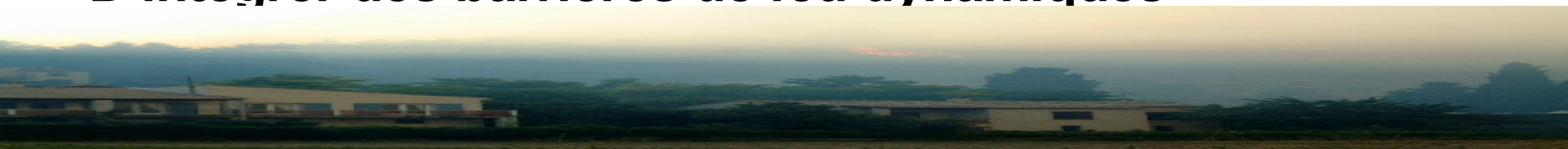
De réaliser les SITAC et de les imprimer pour les renforts

De simuler des contours du feu à partir de la météo,

du relief, de la végétation, des zones urbaines…

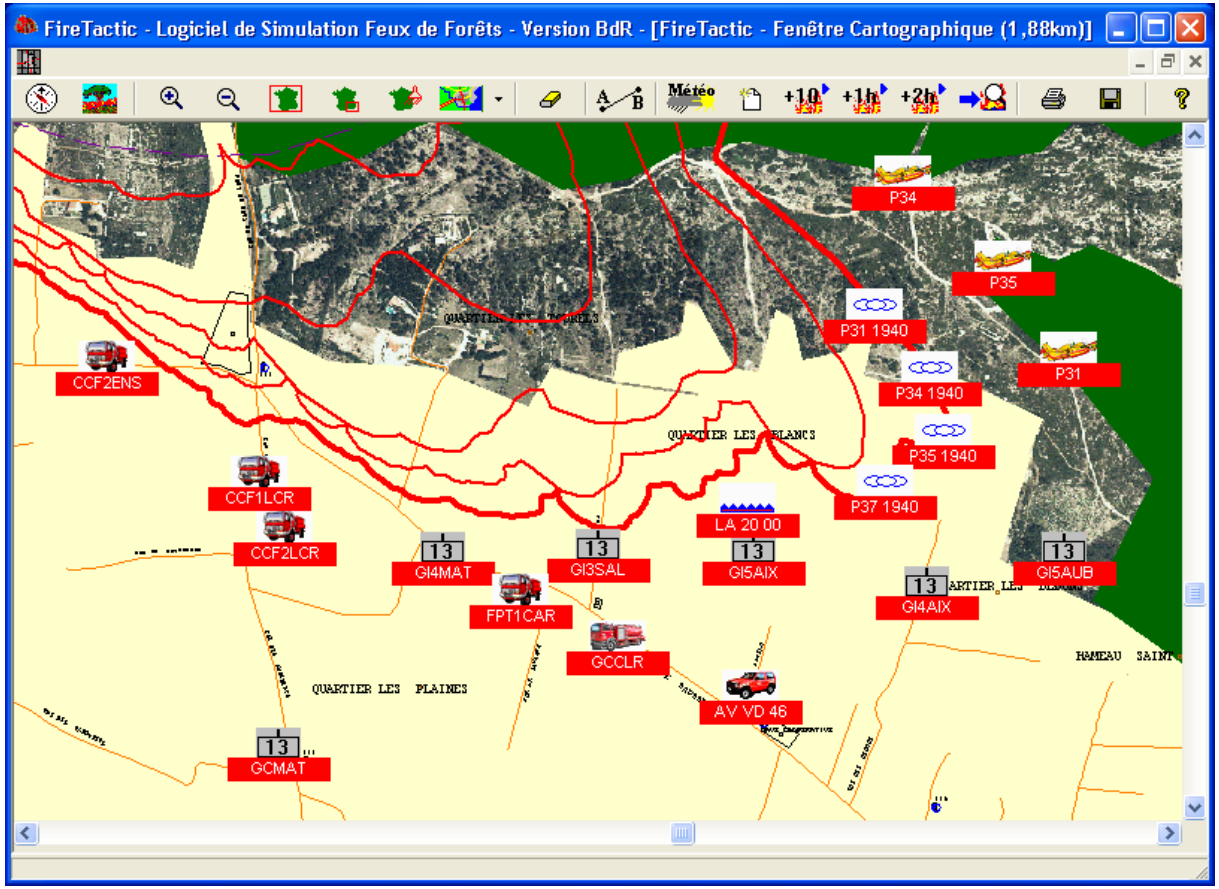
(Algorithme de JC Drouet)

D'intégrer des barrières de feu dynamiques



INTERGRAPH
PUBLIC SAFETY

Exemple de FireTactic®



Modélisation des feux, 2 pôles d'étude :

- Modélisation des feux et aménagement DFCI des massifs
- Modélisation des feux dans le cadre de la lutte

Modélisation des feux et aménagement DFCI des massifs

Objectifs :

- Positionnement et longueur des pare-feux
- Prévision du temps d'atteinte de points sensibles
- Traitements des combustibles et impacts sur le feu

2 simulateurs à l'étude

FARSITE & FIRE TACTIC

Simulations sur Concors / Ste-Victoire en 2 temps

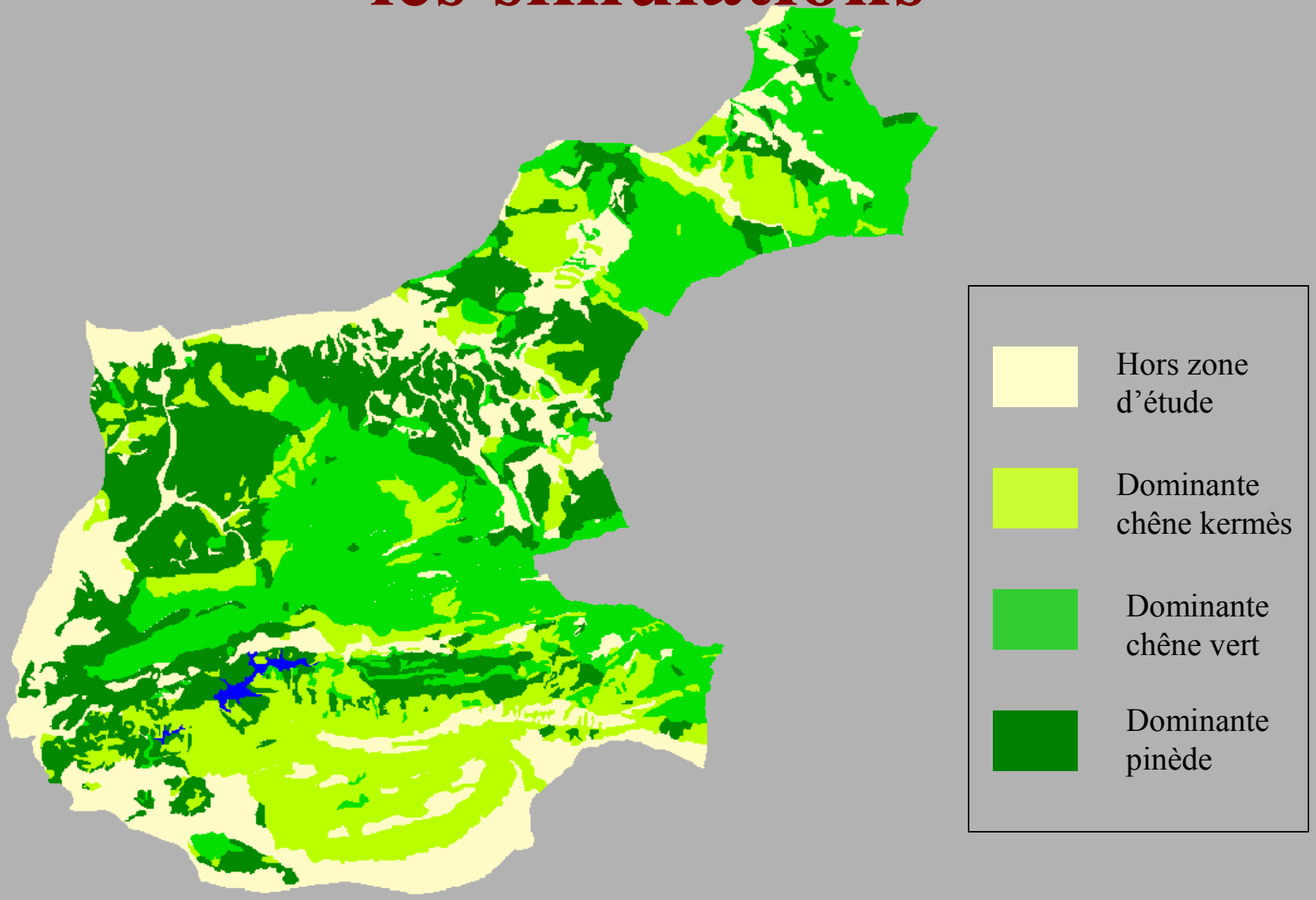
1- Simulation du feu en propagation libre

2- Simulation du feu avec les aménagements proposés par l'ONF

Paramètres des simulations

1- Végétation
2- Poudrières
3- Conditions aérologiques
4- Coupures stratégiques

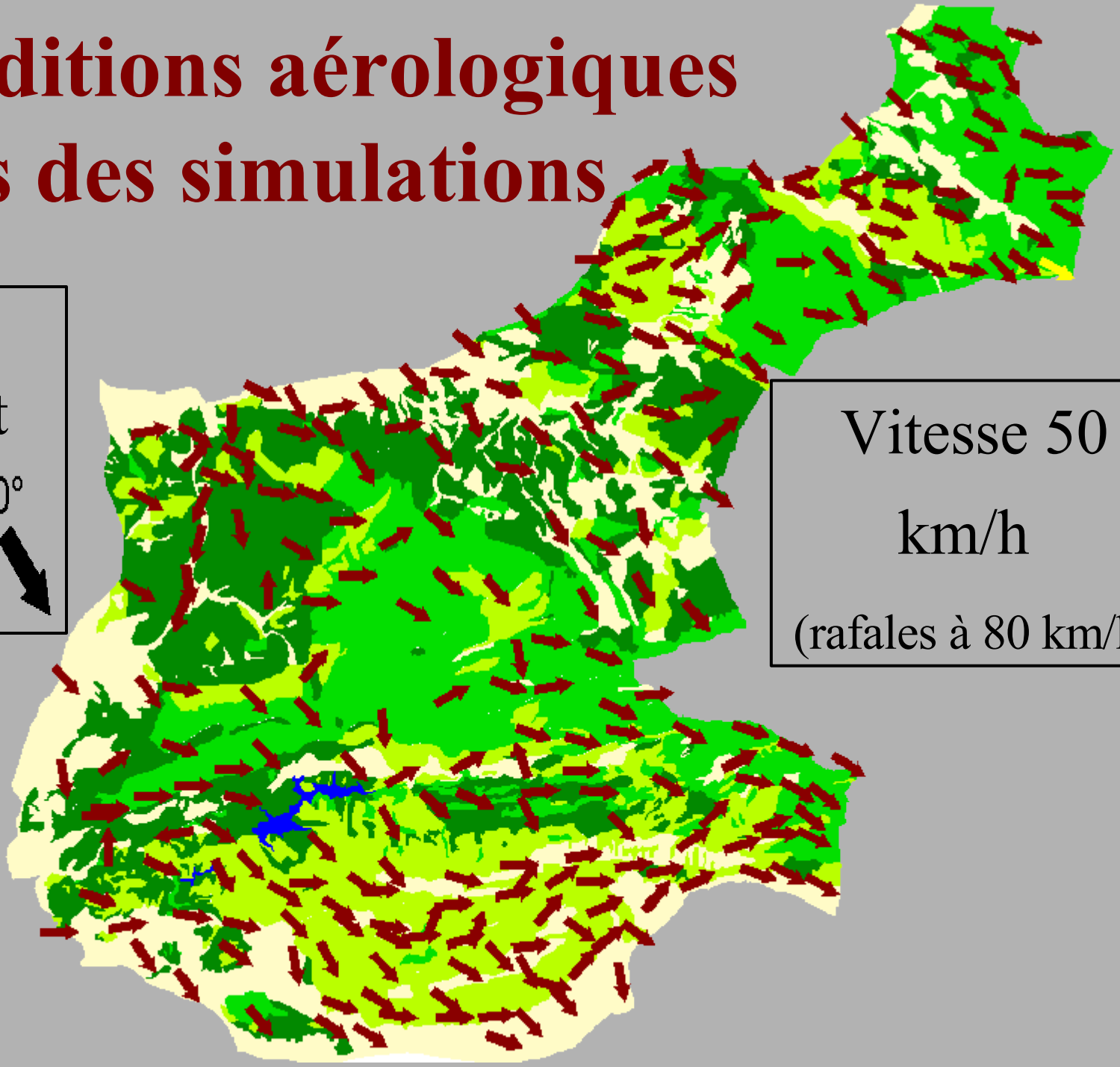
1-Végétation simplifiée pour les simulations



2- Conditions aérologiques lors des simulations

Vent dominant

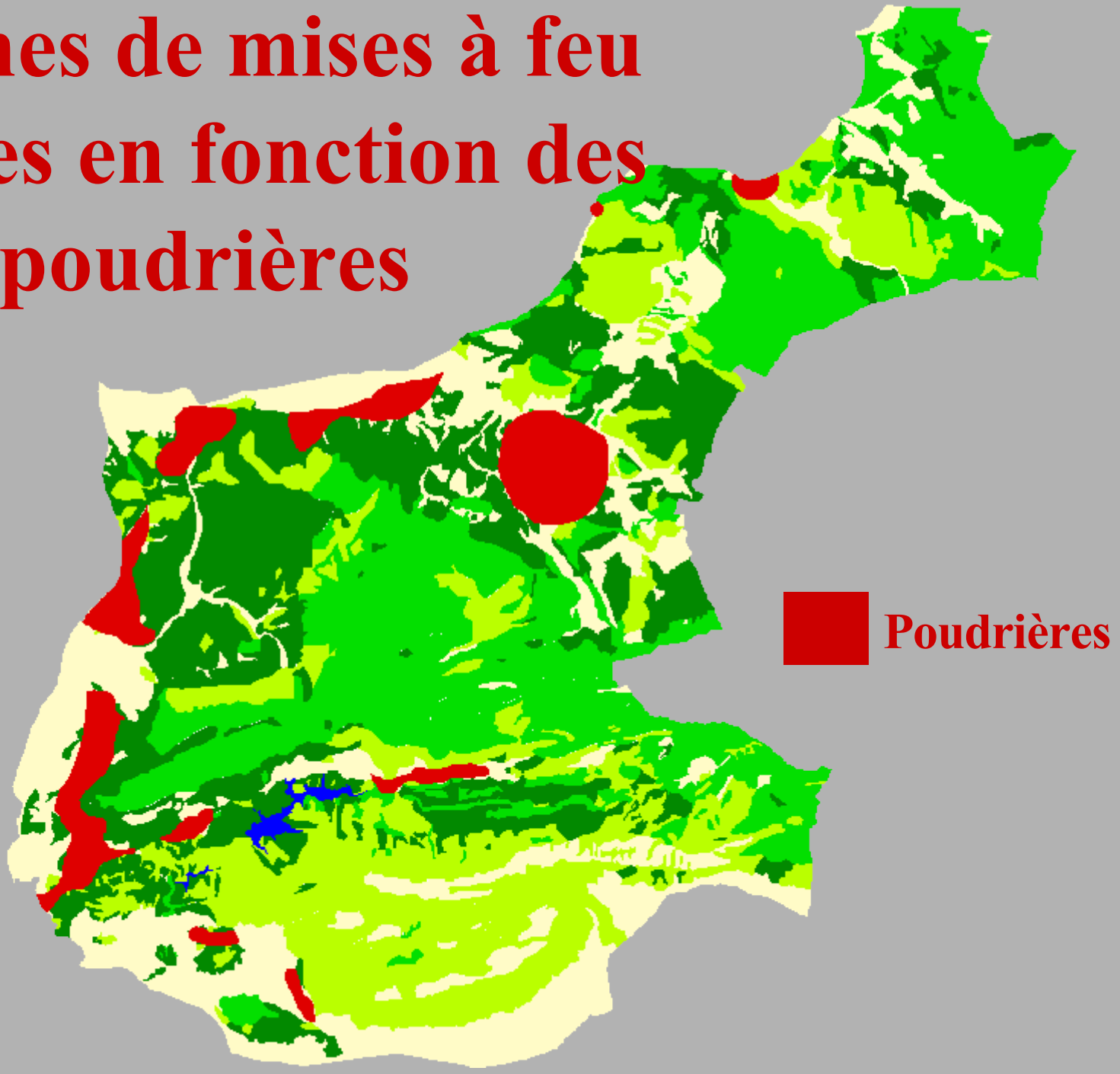
340° ou 320°



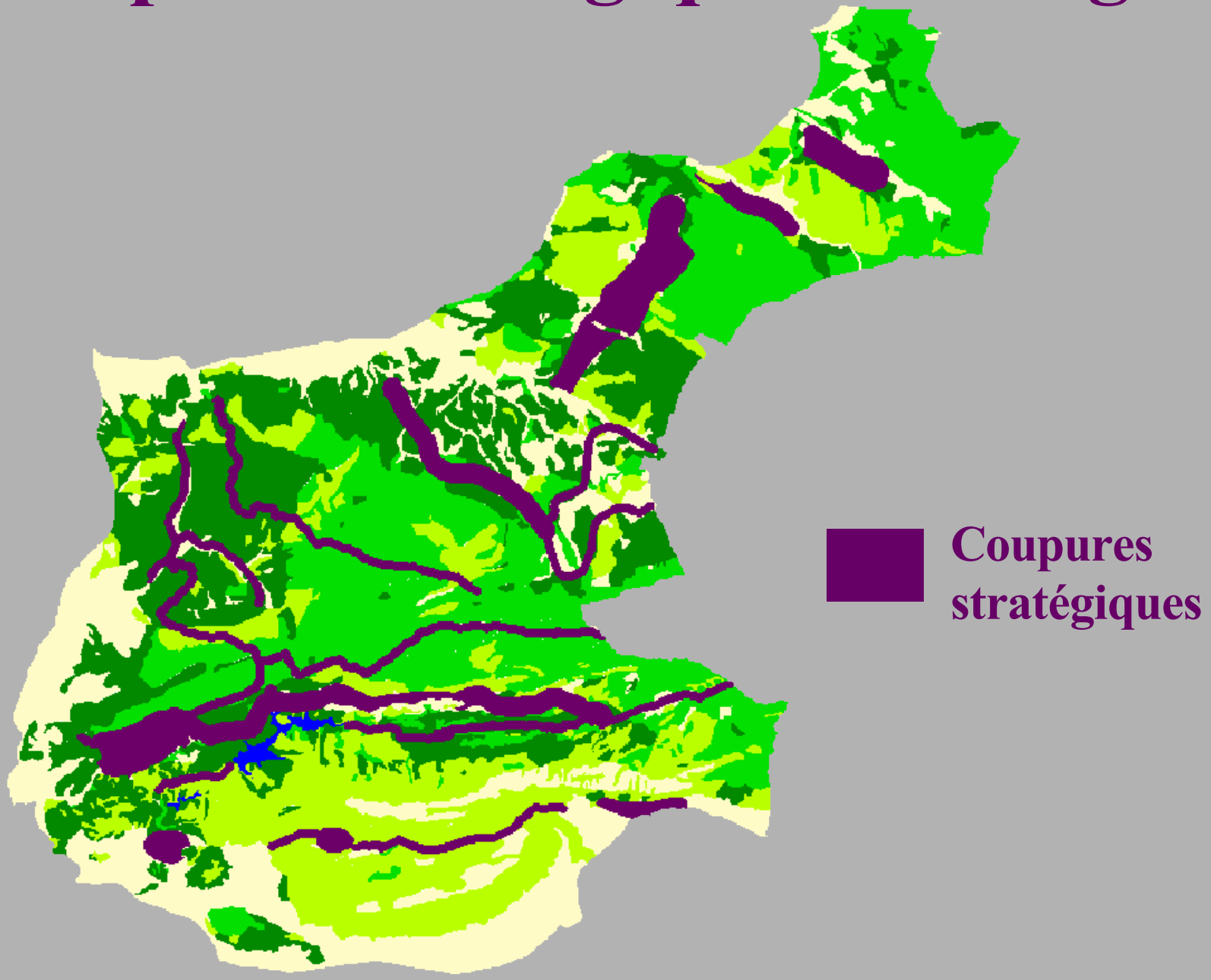
Vitesse 50 km/h

(rafales à 80 km/h)

3- Zones de mises à feu choisies en fonction des poudrières



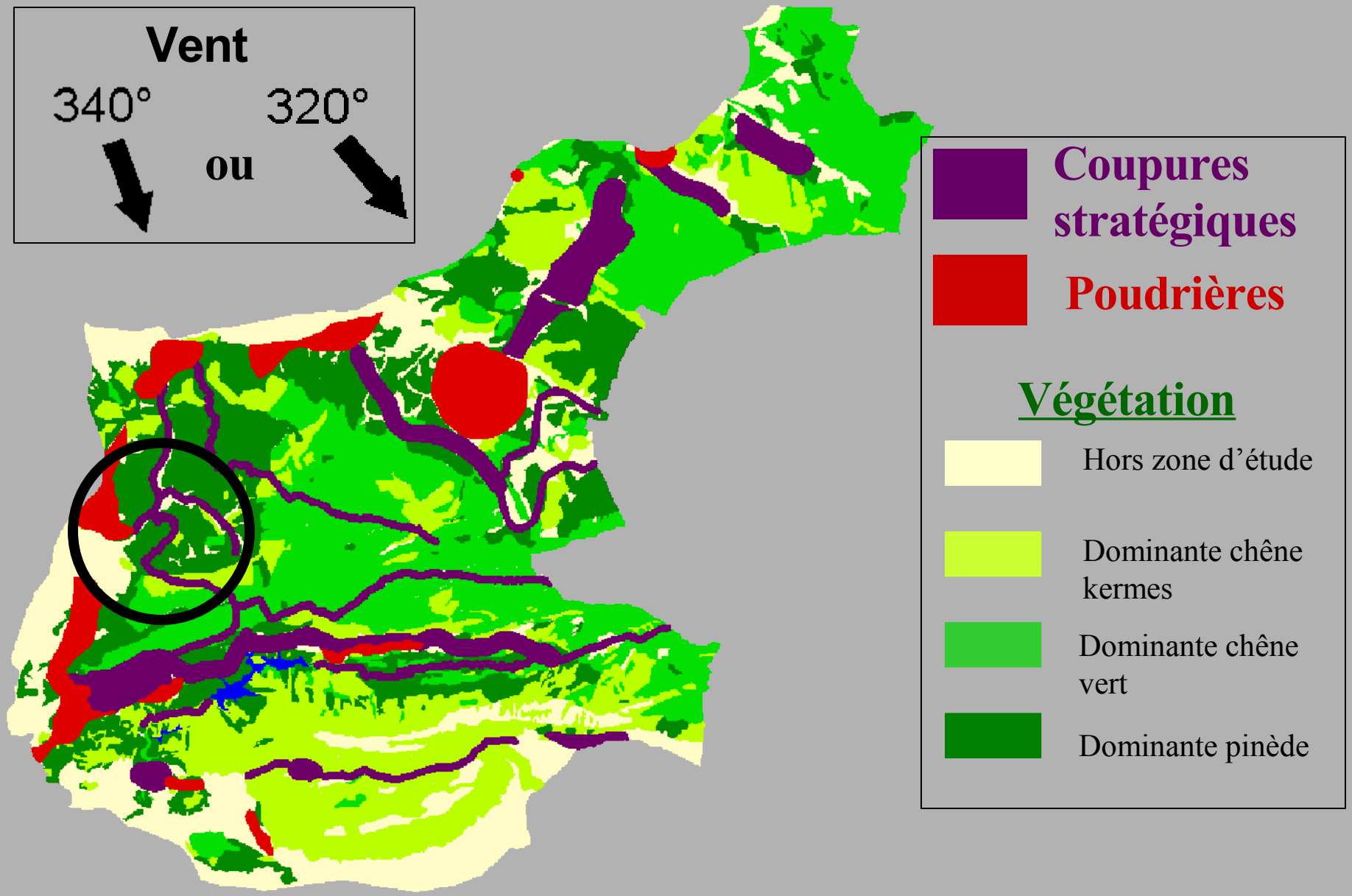
4- Coupures stratégiques envisagées

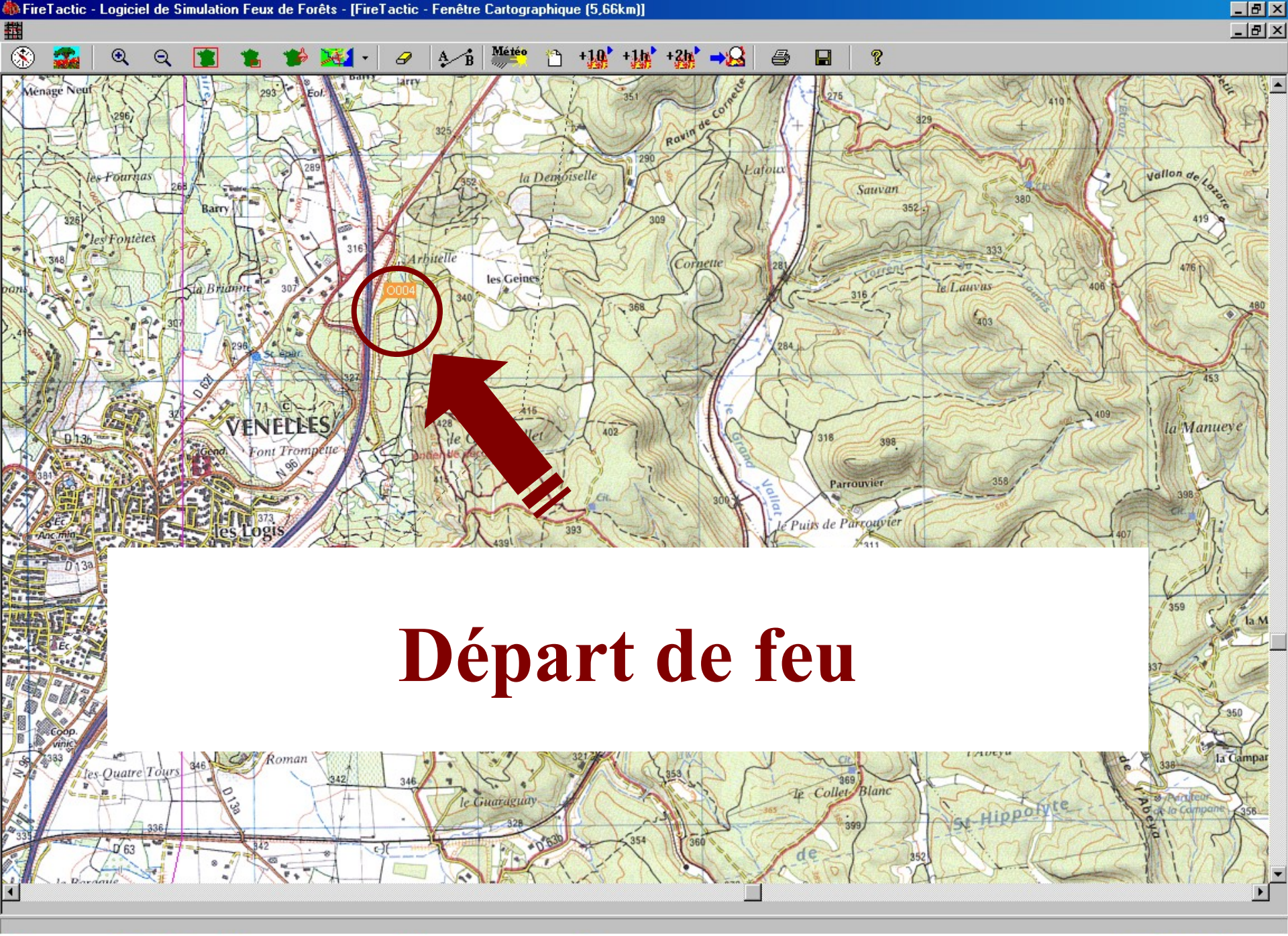


Simulation

Départ de feu le long de la RN 96

Départ de feu le long de la RN96





Départ de feu

FireTactic - Logiciel de Simulation Feux de Forêts - [FireTactic - Fenêtre Cartographique (7,5km)]

Météo +10 +1h +2h

T + 1 heure

Caractéristiques du feu

Vitesse de propagation	1837	m/h
Surface touchée	69	ha
Besoin en eau	220	m3
Périmètre du feu	3990	m

Conditions de vent au départ de feu

Vitesse du vent	50	km/h
Direction du vent	320	°

FireTactic - Logiciel de Simulation Feux de Forêts - [FireTactic - Fenêtre Cartographique (6,49km)]

Météo +10 +1h +2h

T + 2 heures

Caractéristiques du feu

Vitesse de propagation	1606	m/h
Surface touchée	283	ha
Besoin en eau	480	m3
Périmètre du feu	8693	m

Conditions de vent au départ de feu

Vitesse du vent	50	km/h
Direction du vent	320	°

FireTactic - Logiciel de Simulation Feux de Forêts - [FireTactic - Fenêtre Cartographique (7,5km)]

T + 3 heures

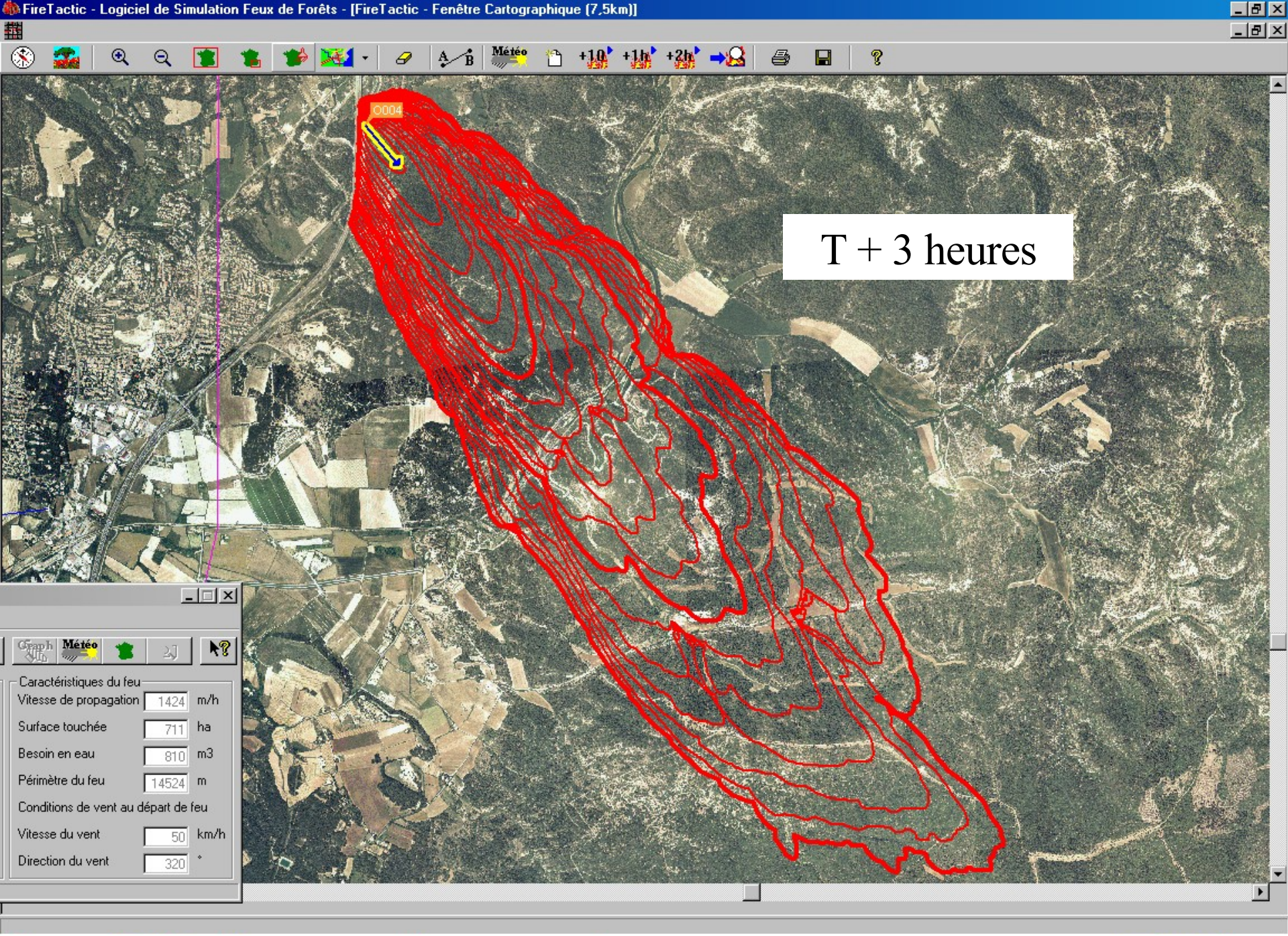
Sautes de 237 m

Caractéristiques du feu

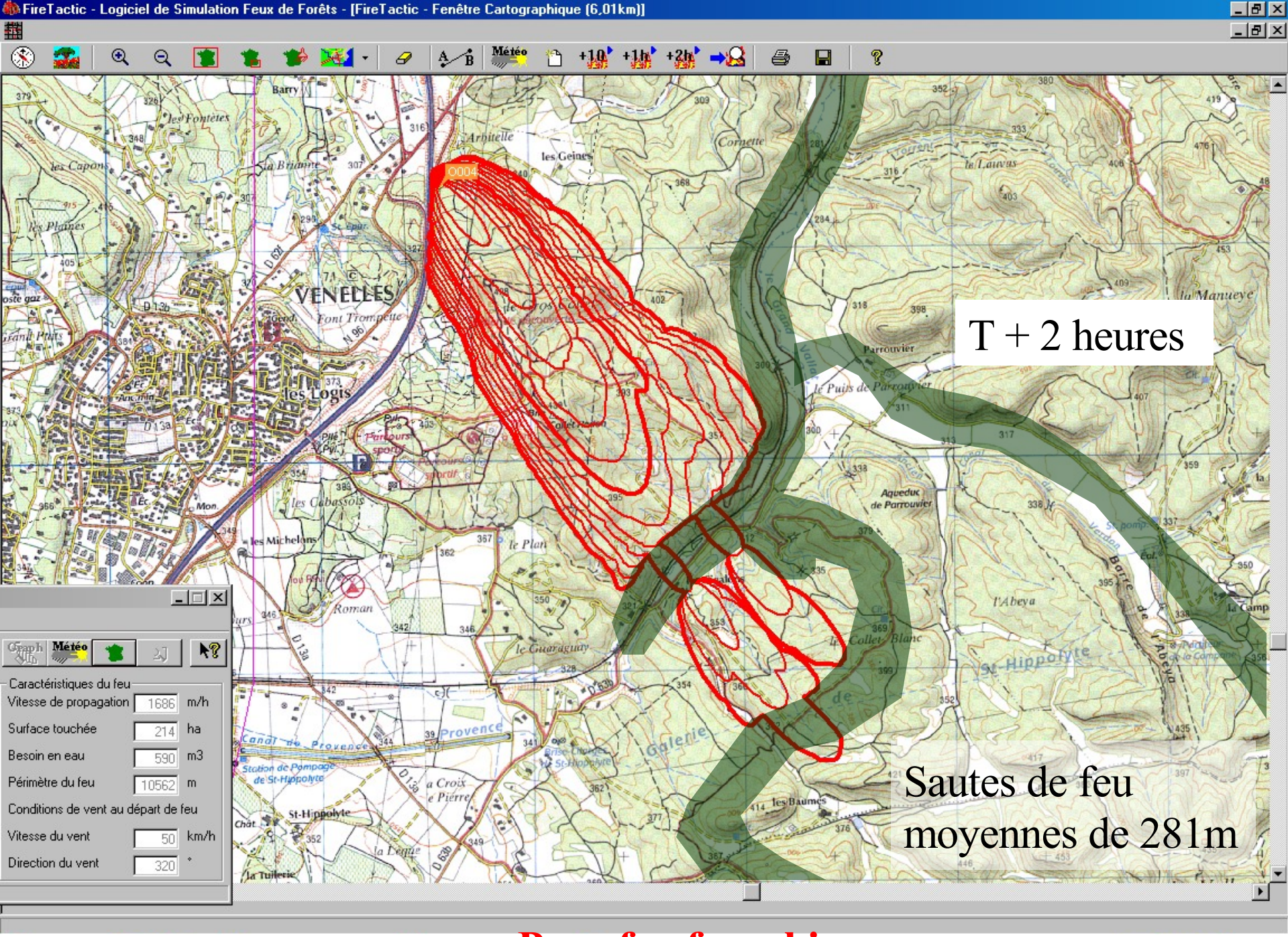
Vitesse de propagation	1424	m/h
Surface touchée	711	ha
Besoin en eau	810	m3
Périmètre du feu	14524	m

Conditions de vent au départ de feu

Vitesse du vent	50	km/h
Direction du vent	320	°

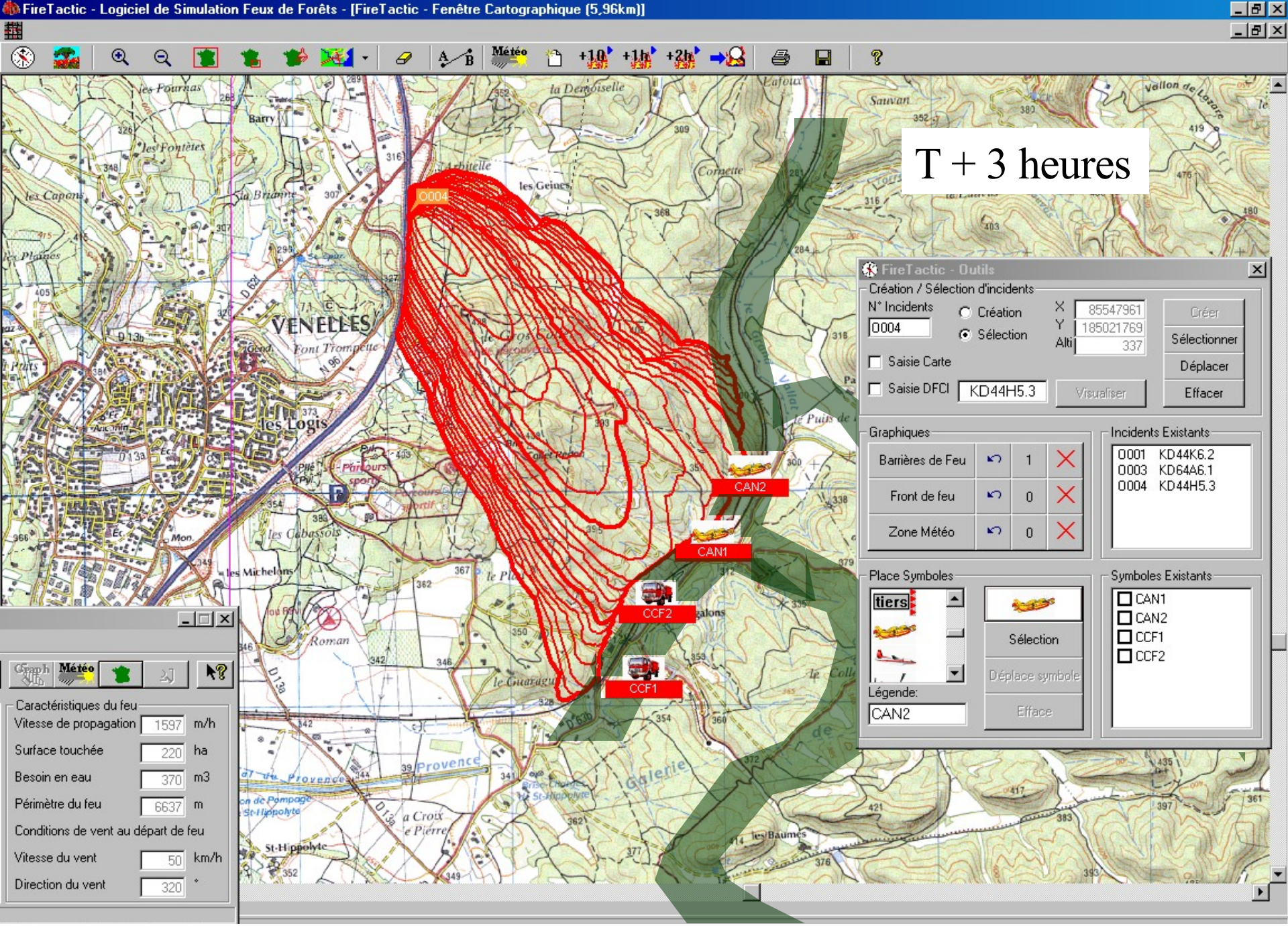

FireTactic - Logiciel de Simulation Feux de Forêts - [FireTactic - Fenêtre Cartographique (7,5km)]
Météo
+10
+1h
+2h
O004
T + 3 heures
Caractéristiques du feu
Vitesse de propagation 1424 m/h
Surface touchée 711 ha
Besoin en eau 810 m3
Périmètre du feu 14524 m
Conditions de vent au départ de feu
Vitesse du vent 50 km/h
Direction du vent 320 °

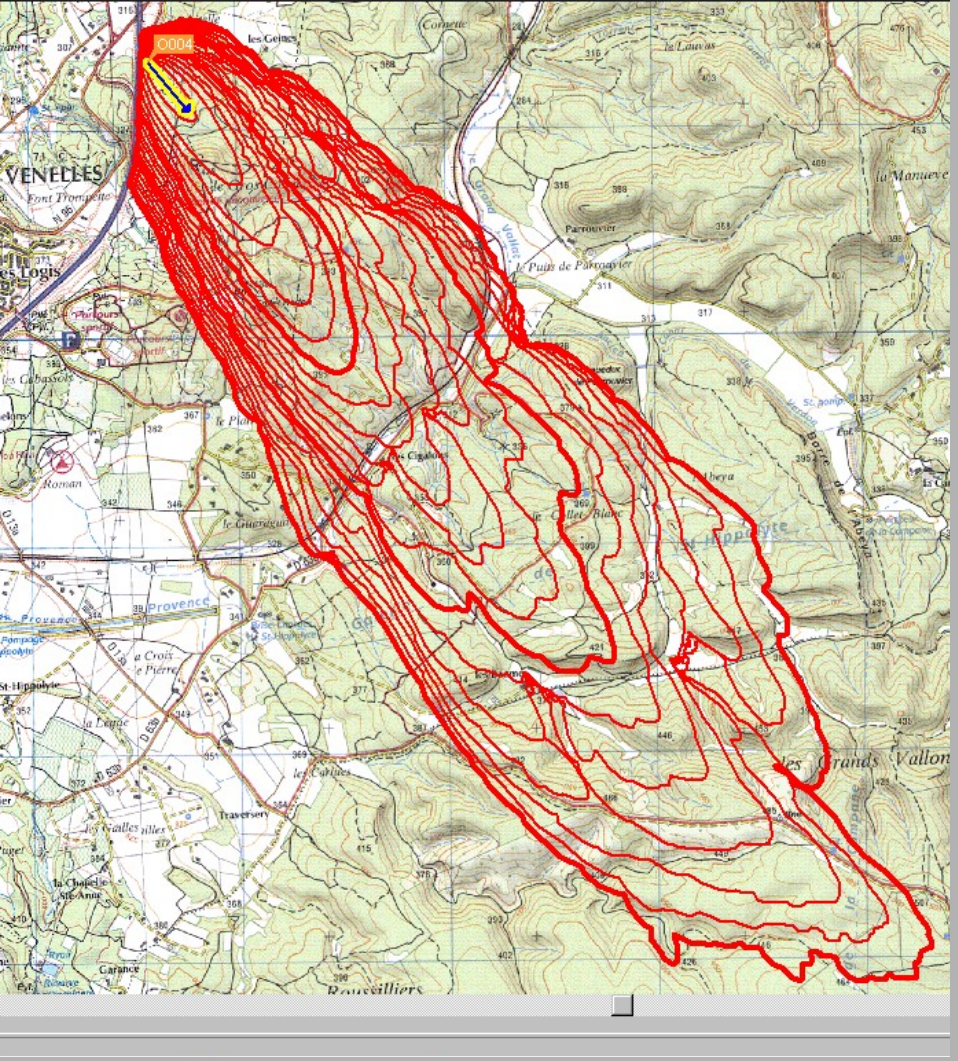
Après implantation des pare-feux


FireTactic - Logiciel de Simulation Feux de Forêts - [FireTactic - Fenêtre Cartographique (6,01km)]
Météo
+10
+1h
+2h
T + 2 heures
Sautes de feu
moyennes de 281m
Caractéristiques du feu
Vitesse de propagation 1686 m/h
Surface touchée 214 ha
Besoin en eau 590 m3
Périmètre du feu 10562 m
Conditions de vent au départ de feu
Vitesse du vent 50 km/h
Direction du vent 320 °
VENELLES
les Logis
Arbitelle
les Geines
Cornette
le Lauvas
Parrouvier
le Puits de Parrouvier
Aqueduc de Parrouvier
l'Abeya
le Collet Blanc
St-Hippolyte
Canal de Provence
Station de Pompage de St-Hippolyte
les Baumes
la Tuilerie
Font Trompette
les Cabassols
les Michelons
le Plan
le Guaraguay
Roman
la Croix de Pierre
la Demie
Barry
les Fontètes
les Capons
les Plaines
la Brunne
Mon
Chât
Galerie
Barre de l'Abeya
Verdon
Grand Vallon
Pare-feu franchi

Sautes

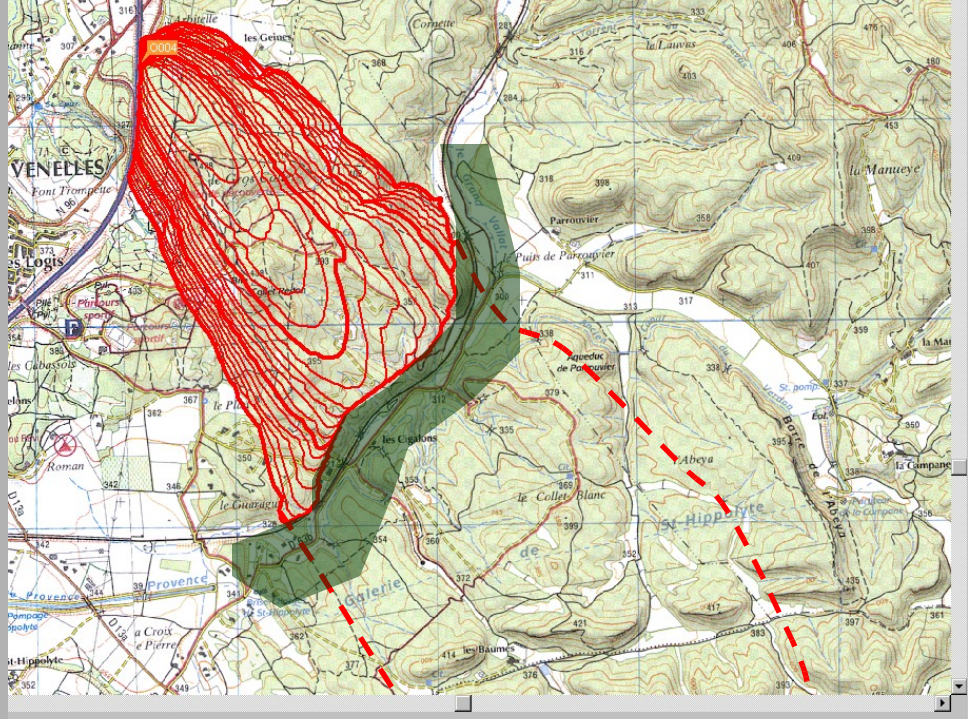
Simulation avec pare-feux + lutte


FireTactic - Logiciel de Simulation Feux de Forêts - [FireTactic - Fenêtre Cartographique (5,96km)]
T + 3 heures
O004
CAN2
CAN1
CCF2
CCF1
VENELLES
les Logis
FireTactic - Outils
Création / Sélection d'incidents
N° Incidents
0004
Création
Sélection
X 85547961
Y 185021769
Alti 337
Saisie Carte
Saisie DFCI
KD44H5.3
Visualiser
Créer
Sélectionner
Déplacer
Effacer
Graphiques
Barrières de Feu 1
Front de feu 0
Zone Météo 0
Incidents Existants
0001 KD44K6.2
0003 KD64A6.1
0004 KD44H5.3
Place Symboles
tiers
Légende:
CAN2
Sélection
Déplace symbole
Efface
Symboles Existants
CAN1
CAN2
CCF1
CCF2
Caractéristiques du feu
Vitesse de propagation 1597 m/h
Surface touchée 220 ha
Besoin en eau 370 m3
Périmètre du feu 6637 m
Conditions de vent au départ de feu
Vitesse du vent 50 km/h
Direction du vent 320 °



Caractéristiques du feu		
Vitesse de propagation	1424	m/h
Surface touchée	711	ha
Besoin en eau	810	m3
Périmètre du feu	14524	m
Conditions de vent au départ de feu		
Vitesse du vent	50	km/h
Direction du vent	320	°

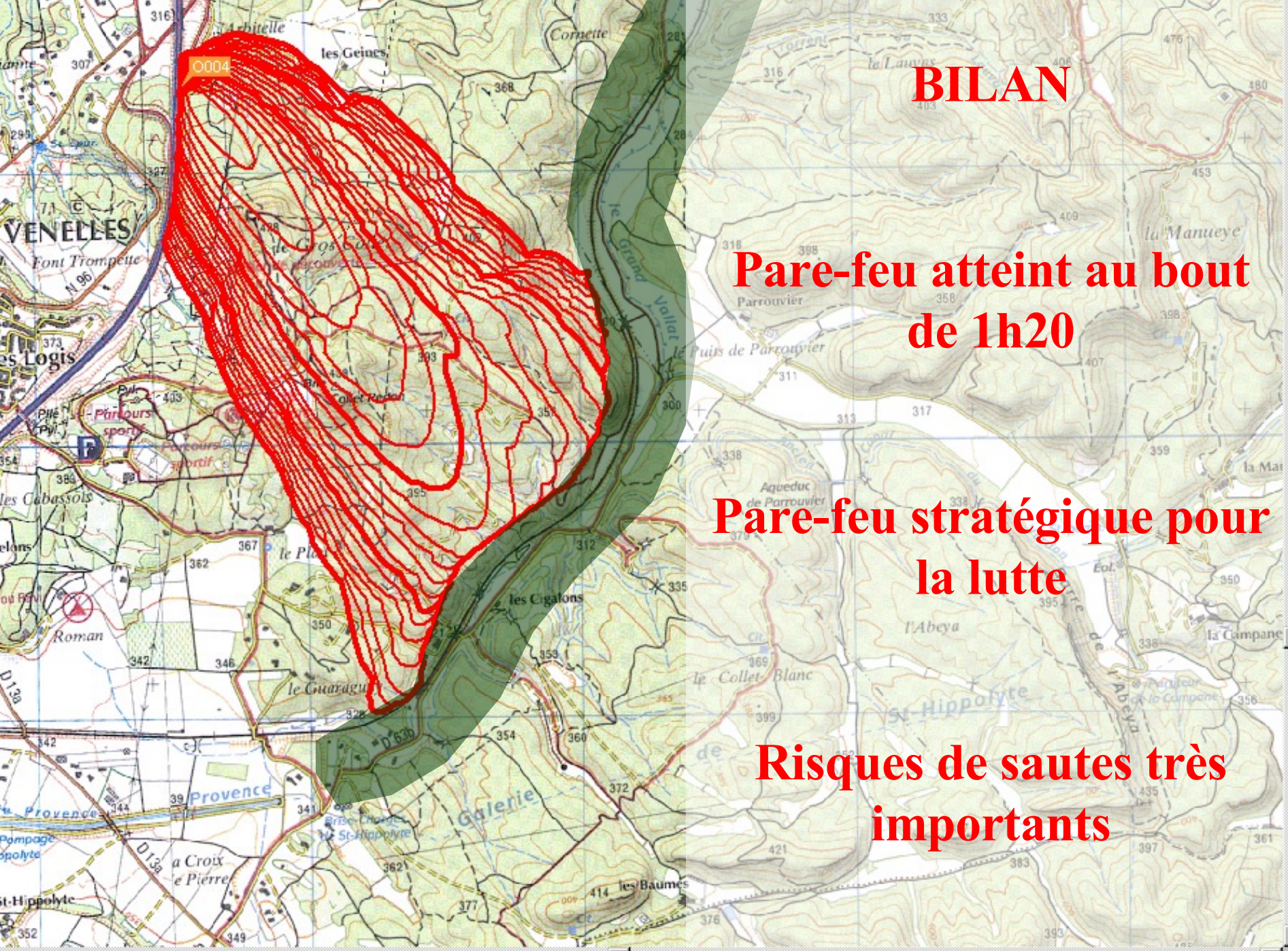
711 ha brûlés en 3 heures



Caractéristiques du feu		
Vitesse de propagation	1597	m/h
Surface touchée	220	ha
Besoin en eau	370	m3
Périmètre du feu	6637	m
Conditions de vent au départ de feu		
Vitesse du vent	50	km/h
Direction du vent	320	°

220 ha brûlés en 3 heures

Pare-feu stratégique pour la lutte mais risques de sautes de feu



BILAN

Pare-feu atteint au bout de 1h20

Pare-feu stratégique pour la lutte

Risques de sautes très importants

WARM

Widland-Urban/Rural Fire Risk Management

CERTEN

Neither ground clearance nor branche pruning

Firewood storage
and exposed
beams

Ignition of the veranda

The CEREN proposal to assess the vulnerability of houses

- A simple notation system based on the combustibility of the house elements has been proposed :

	Roofing		Walls		Chimney		Gutter	
	Covering	Structure (Rafters, exposed	Wall-covering	Structure	Yes	No	Yes	No
Combustible	Wood/tatch	Wood/plastic	Paint/vegetation/wood	Wood	Open		PVC	
Incombustible	Tile/slate/concrete	Iron	Stone/ roughcasting	Concrete/ stone	Closed		iron	

	Woodwork frames			Indoor woodwork			Curtains/sun shelter	
	Window	Door	Shutter	Windo	Door	Shutter	Yes	No
Combustible	Wood/ PVC	Wood/ PVC	Wood/ PVC		Wood/ PVC	Wood/ PVC	Fabric/Plastic/ Plant	
Incombustible	Aluminum	Aluminum	Aluminum	Pane	Pane	Aluminum		

The on going experiments on radiation flux (CEREN/IUSTI/BMPM)

The Douglas pines for the experiment

Ground application : a fire (left side) is stopped by a prevention retardant barreer built along a railway road (right side).
Eras
For this type of applications the retardant is encoloured (FRANCE, 2000).

ERAS

Objectifs

- mise en oeuvre du retardant par les moyens terrestres pour la lutte et la prévention
- Impact de l'utilisation du retardant sur la faune et la flore

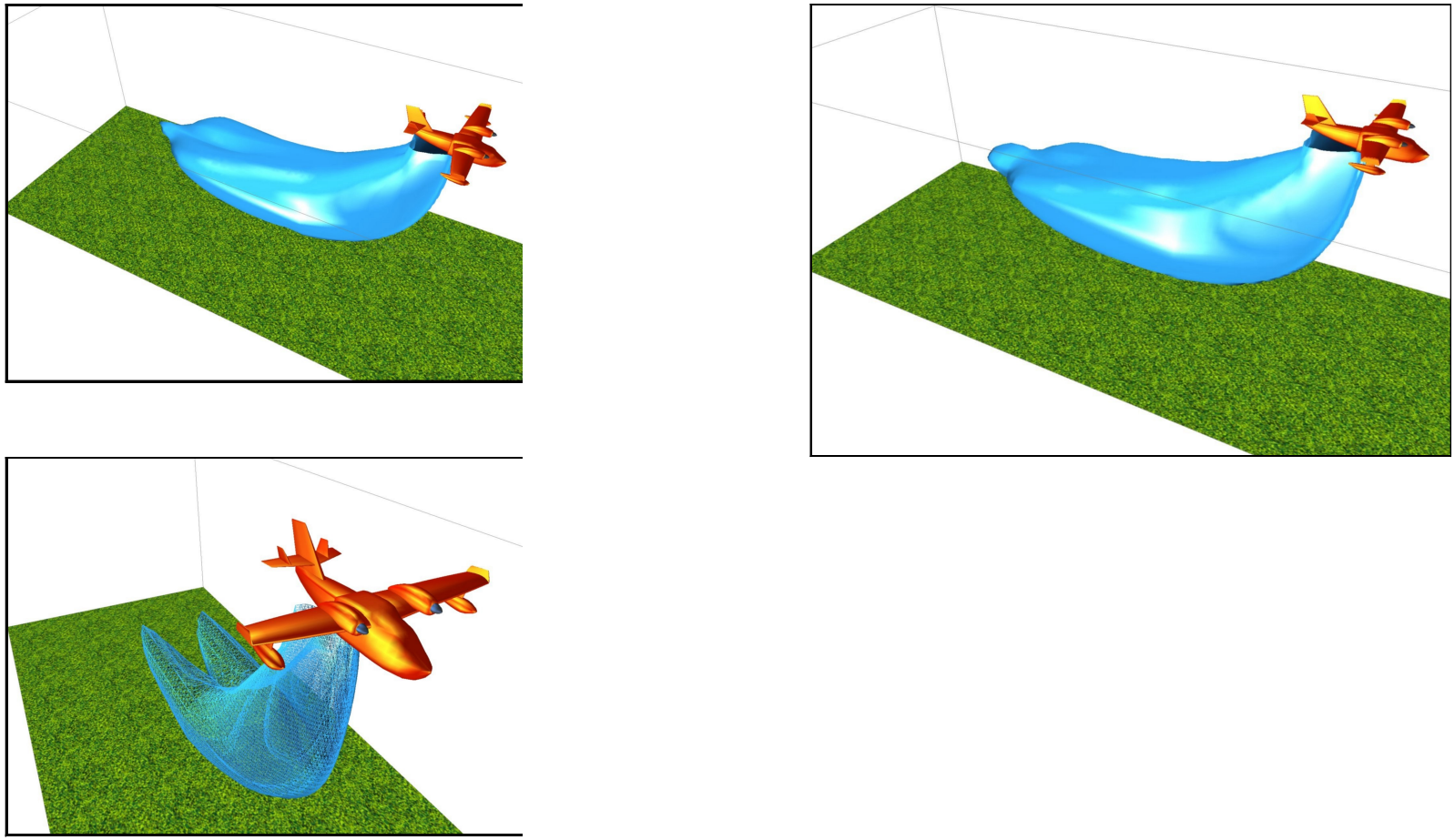
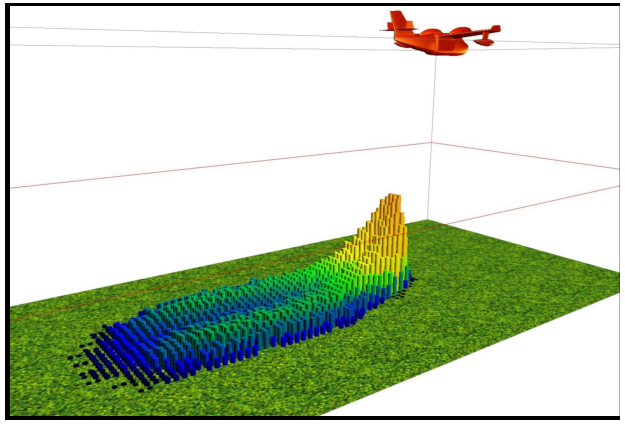
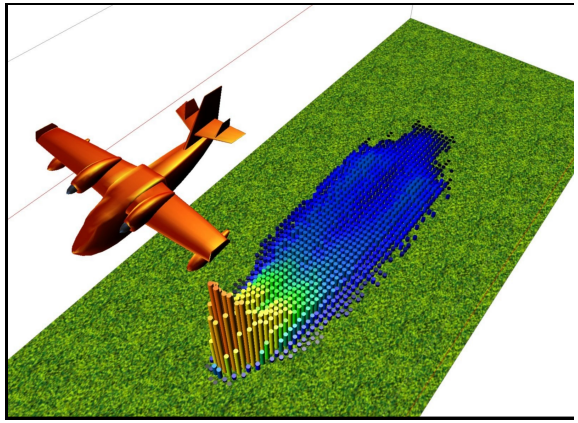


Figure 3 : Representation of volume containing a mass fraction of fluid greater than : **a)** ~~*0.00025*~~, **b)** ~~*0.001*~~, *and* **c)** ~~*0.01*~~





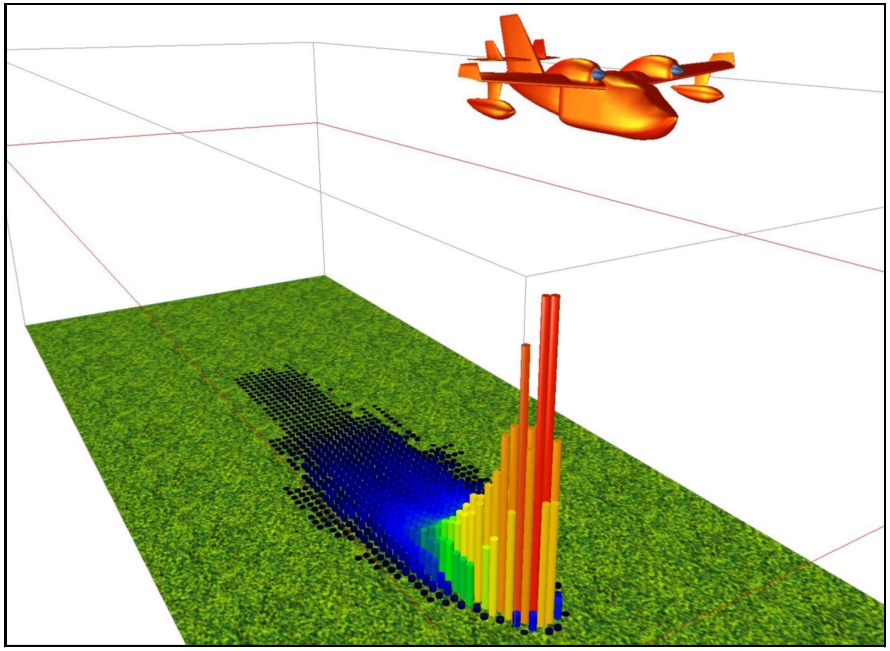


Figure 2 : Evaluation of the quantity of fluid fallen through an horizontal plan, **a)** *histogram obtained for z=27m*, **b)** *for z=19m*, *and* **c)** *for z=22m*. Distribution of the mass fraction of fluid on a horizontal plan, **d)** *for z=25 and* **e)** *for z=27*.

Analyse des effluents gazeux

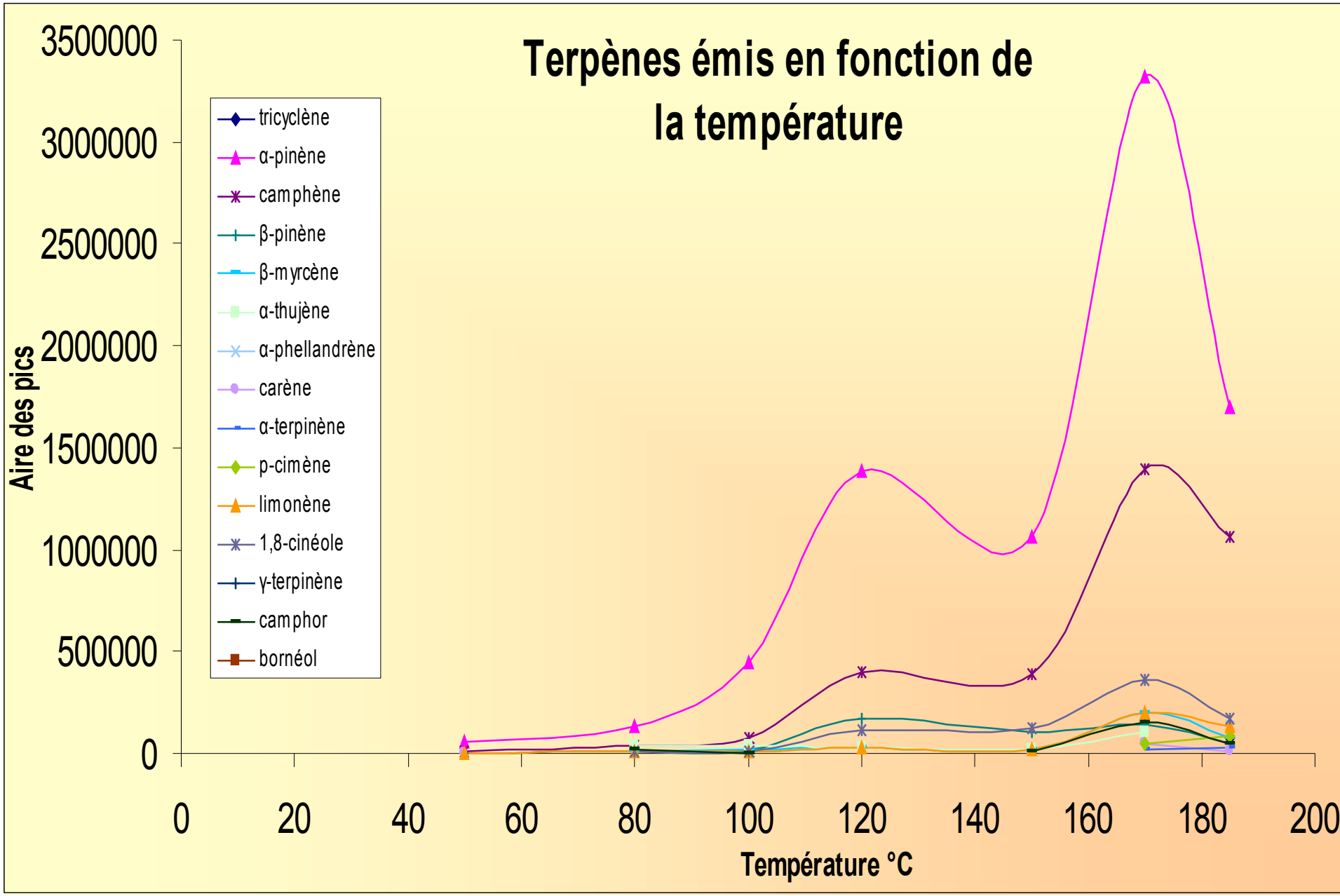
CERN

Analyses d'effluents gazeux

- Analyse qualitative des effluents gazeux émis lors de la combustion des végétaux :
  - Les produits principaux sont le benzène, le toluène, le furfural, le phénol et le naphtalène.

- Analyse de l'impact du retardant sur la composition de ces fumées,

- Analyse de la formation de poches de gaz hautement inflammable en amont des fronts de feux…


Terpènes émis en fonction de la température
Aire des pics
3500000
3000000
2500000
2000000
1500000
1000000
500000
0
0
20
40
60
80
100
120
140
160
180
200
Température °C
tricyclène
α-pinène
camphène
β-pinène
β-myrcène
α-thujène
α-phellandrène
carène
α-terpinène
p-cimène
limonène
1,8-cinéole
γ-terpinène
camphor
bornéol

Toxicité des Composés dosés

BENZENE : Cancérigène

FURFURAL et BENZALDEHYDE : Cancérigènes probables

Aromatiques (TOLUENE, XYLENE, STYRENE) : Irritants
et entraînent des réactions inflammatoires(yeux, peau,..)

PHENOL : corrosif qui provoque une destruction des tissus

BENZENE et FURFURAL dépassent les valeurs limites de toxicité

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

Lignes de crêtes

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

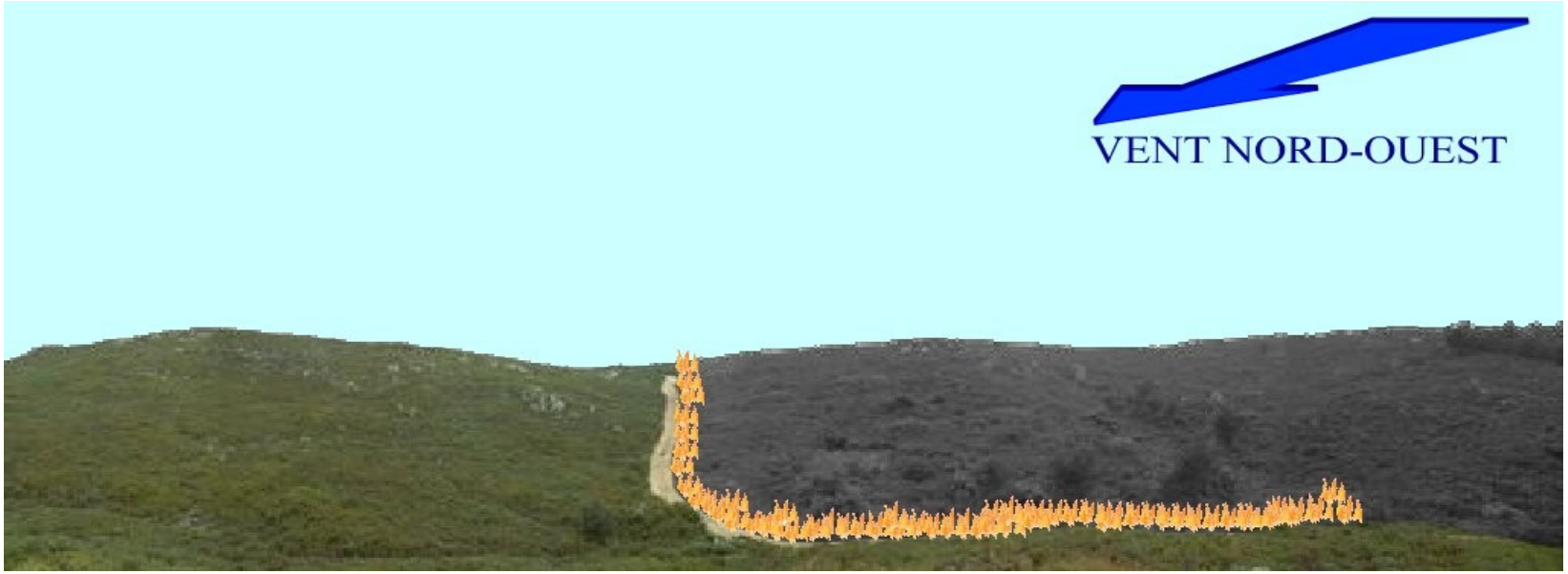
Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

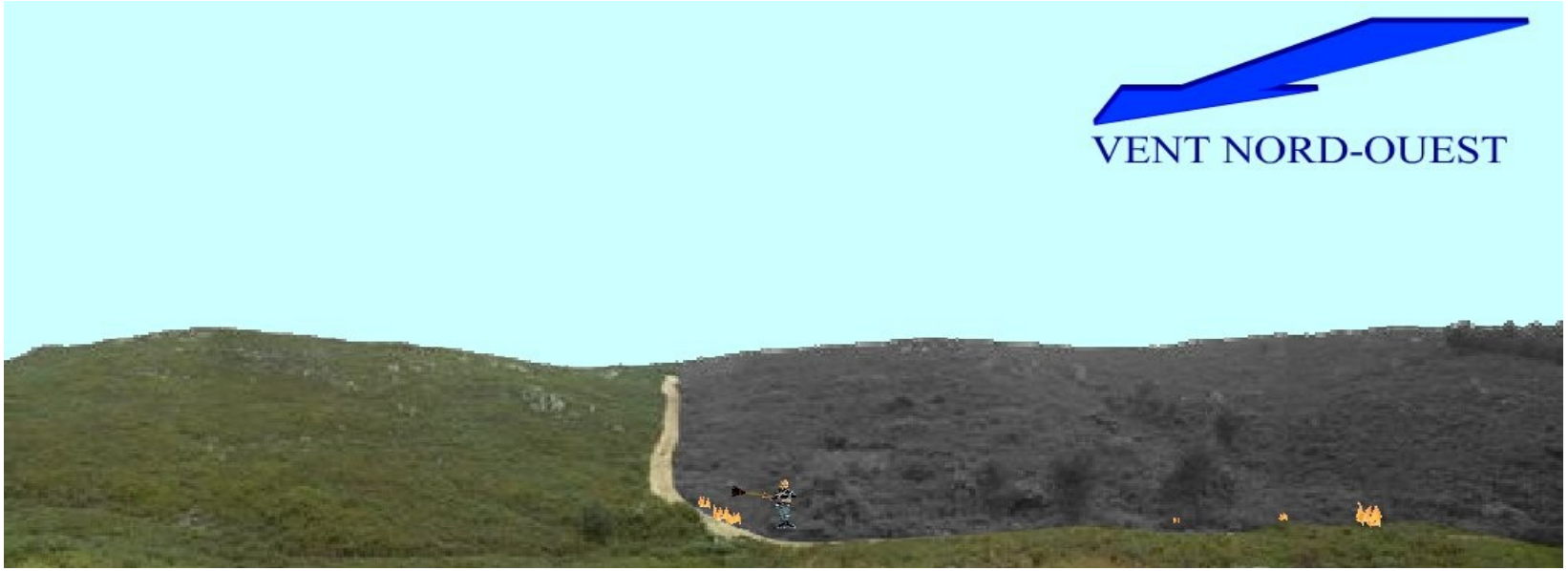
Accident du 14 février 1989 :



Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

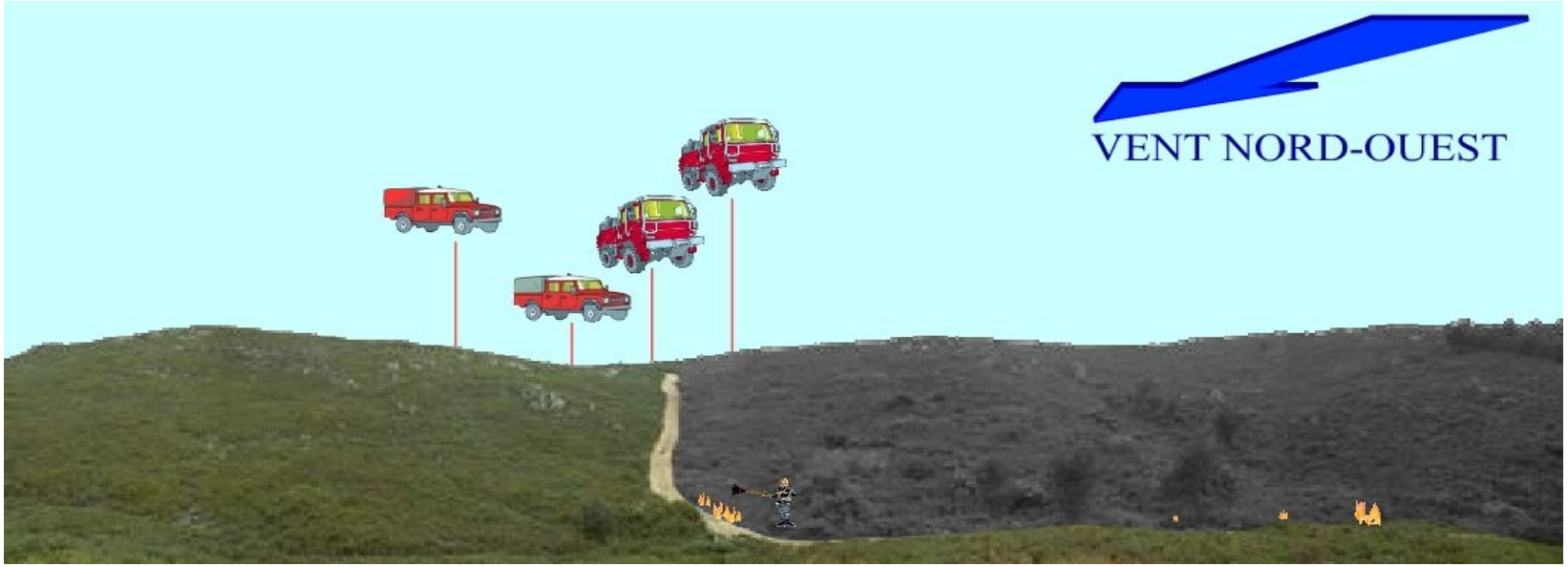
Accident du 14 février 1989 :



Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :



Source : BMP

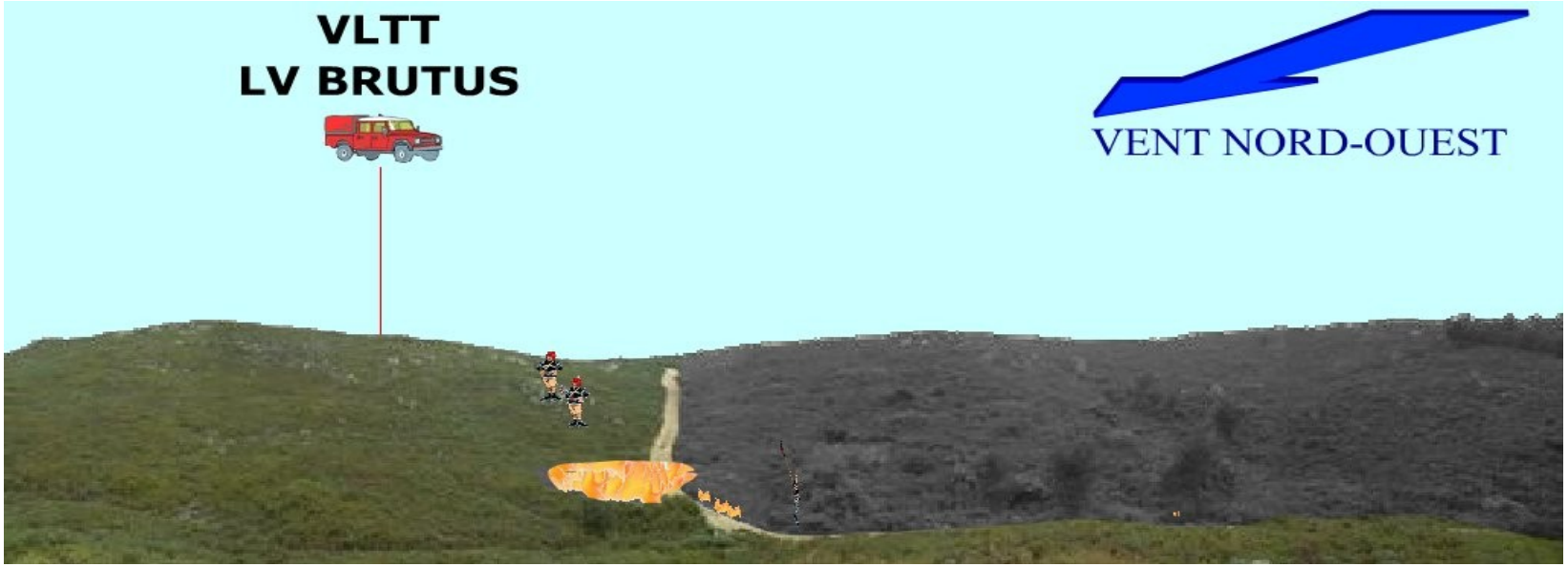
Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :



Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

Source : BMP

Dessins réalisés par le B.M.P.M.

Accident du 14 février 1989 :

- Etude physique :
  - Construction d'une maquette reproduisant l'aire d'étude,

Bilan

- Le CEREN est ainsi amené à collaborer avec de nombreux chercheurs, opérationnels, utilisateurs, gestionnaires… tant au niveau national qu'international.

- Dans ce cadre, le CEREN a initié des programmes de Recherche & Développement au niveau de la commission des Communautés Européennes (CEE).

- Nombreuses applications directes ou indirectes pour l'ensemble des collectivités

CEREN

Centre d'essais et de Recherches de l'Entente

Entente Interdépartementale – Sécurité Civile Valabre

13120 GARDANNE

Tél : (33) 04.42.60.86.90 Fax : (33) 04.42.60.86.85

E-mail : adm.ceren@wanadoo.fr