

Retour d'expérience sur les incendies de forêts dans les Pyrénées orientales

Bilan de plus de 10 ans d'activités de la cellule REX 66



NOVEMBRE 2014

Partenaires



Préambule

Depuis plus de dix ans, le Département via les services de la DDTM, du Conseil Départemental et du SDIS 66 a mis en place une cellule de Retour d'expérience sur les incendies dont l'objectif principal est de tirer les enseignements sur les feux passés à partir d'une analyse précise du déroulement de l'événement. Les enseignements premiers concernent l'utilisation et l'efficacité des équipements de DFCl sur feu établi mais nous verrons que les objectifs de ce dispositif ont largement évolué au fur et à mesure du développement de cette cellule. La richesse des informations sur le comportement du phénomène incendie apportée par ce dispositif, permet aujourd'hui de dresser un premier bilan mais aussi de redéfinir les objectifs de cette cellule après plus de dix ans d'activités.

Le partenariat entre les acteurs de la lutte et de la prévention durant ces années reste l'axe fort de cette action, sans cette coopération interservices, il serait difficile aujourd'hui de dresser un bilan. En effet, il paraît illusoire de vouloir améliorer nos stratégies sans un renforcement des liens entre les domaines de la prévention et de la lutte. L'intégration de la cellule REX dans l'ordre d'opération estival, en 2004 avec un binôme forestier / pompier illustre au mieux cette coopération. Mais au-delà des conventions et protocoles, les résultats de la cellule REX sont issus d'une relation de confiance entre hommes passionnés et convaincus de l'intérêt de cette approche multi-compétences.

Depuis 2004, le Syndicat des Forestiers Privés des Pyrénées Orientales est mandaté par la DDTM 66 pour mettre à disposition un opérateur REX pendant la campagne estivale et assurer le développement et le fonctionnement de la cellule. Le financement de cette action est assuré par les crédits du Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne et du Conseil Départemental 66.

Au-delà des décideurs locaux (DDTM, SDIS 66 et CD 66) plusieurs opérateurs techniques représentant diverses structures ont participé à la création et au développement de cette cellule depuis les années 2000 parmi lesquelles :

Daniel BOURGOUIN (DB) - DDTM66

Christophe LANDRIEU (CL) - SDIS 66
Jacques MOYA (JM) - SDIS 66 (retraite)

Vincent GUILLEMAT (VG) - Syndicat des Forestiers Privés 66

Serge PEYRE (SP) - CD66

Mais aussi :

Jean François GALTIE (JFG) - SDIS 66 - CNRS

Anaïs GAUTIER (AG) - SDIS 66

Pauline CROMBETTE (PC) - SDIS 66

Laurent ROYA (LR) - SDIS 66

Nicolas MERLET (NM) - SDIS 66

Francis MATEU (FM) - SDIS 66

Romain DUCUP (RD) - ONF

Julien MORRI (JMOR) - Syndicat des Forestiers Privés 66

Bernard LAMBERT (BL) – Société d'élevage 66

Jean François ASTRE (JFA) - DDTM 66

Olivier SOULAT (OS) - DDTM 66

Philippe NEVEU (PN) - DDTM 66

SOMMAIRE

1. Historique, objectifs et moyens de cellule REX 66	4
2. Typologie des feux dans les Pyrénées Orientales	10
3. Caractérisation du phénomène Incendie	16
- Amélioration des connaissances sur la propagation des feux - Vitesse - Saute - Puissance - Dangerosité des formations végétales.....	16
3.1 Notions de vitesse de propagation du feu :	19
3.1.1. Exemples sur les feux de friches en zone de plaine :	21
3.1.2. Exemples sur les feux de landes et forêt en zone de Montagne :	23
3.1.3 Exemples sur les feux de forêt et maquis en zone basse méditerranéenne:	24
3.2 les sautes de feu	28
3.2.2 Saute de feux sur les incendies de maquis et forêt en zone basse.....	29
3.3 La puissance du front de feu	32
4. Efficacité / Utilisation des équipements DFCI.....	35
soumis à l'incendie.....	35
4.1 Réflexions sur les pistes DFCI.....	35
4.2 Réflexions sur l'alimentation en eau.....	39
4.4 Réflexions sur la protection des habitations :	47
4.4.1 Impact du feu sur des habitations « classiques » en zone forestière.....	47
4.4.2 Habitations parcourues par le feu mais non impactées	49
4.4.3 Habitations parcourues et/ou impactées sur les feux de friches.	52
4.4.4 Impact du feu sur des Habitations légères :	55
4.5.5 Événement atypique « inexpliqué » :	55
5. Conclusions et perspectives d'évolutions du REX	57

1. Historique, objectifs et moyens de cellule REX 66

Comme dans tous les départements confrontés à la problématique « feux de forêt », il a été procédé de longue date à des analyses post-incendie plus ou moins développées, selon l'importance des sinistres et des enjeux concernés (humains, habitats, équipements DFCI...)

Cette approche classique reposait sur un travail d'enquête auprès des personnels d'incendies qui sont intervenus sur le sinistre et plus occasionnellement auprès des acteurs locaux concernés par l'événement (maire, propriétaires ou autres usagers présents au moment du sinistre.) Elle venait, bien sûr, en complément du travail d'observation et d'analyse mené sur le terrain dans la zone touchée par l'incendie.

Le rendu et l'exploitation de ces retours d'expériences se limitaient souvent à un rapport relatant de façon aussi précise que possible le déroulement du sinistre en mettant en évidence les enseignements qui pourraient en être tirés.

Cette méthode déjà riche en informations montre cependant rapidement ses limites, que ce soit dans la précision, voire dans la justesse, des informations recueillies ou dans l'exploitation ultérieure qui peut être faite de ces dernières. (*Revue Salamandra N°3*)

Le Syndicat des forestiers privés des Pyrénées Orientales, impliqué localement depuis de nombreuses années dans les domaines de la Défense des Forêts Contre l'Incendie (DFCI), a été mandaté en 2001 par la DDTM66 (ex DDAF) pour réaliser un retour d'expérience sur le feu de Port-Vendres du 27 août 2000 et étudier le comportement de l'incendie dans cette zone largement équipée (piste DFCI, point d'eau, vignes pare-feu). Pour ce faire, le syndicat embauche un chargé de mission (Vincent GUILLEMAT) qui devra réaliser ce travail à partir d'une analyse à posteriori de l'événement et des interviews des acteurs concernés. Ce travail qui s'appuie essentiellement sur les témoignages des pompiers et d'un retour terrain, met en évidence les forces et faiblesses du dispositif DFCI et permet d'analyser, sur certains secteurs, les facteurs favorables et défavorables à la progression du feu ainsi que l'efficacité des équipements DFCI soumis à l'incendie. Ceci dit, cette expérience met aussi en avant les **limites d'interprétations des informations obtenues par cette analyse à posteriori**. En effet, il est évident que la nature et le caractère urgent de l'intervention des pompiers ne permet pas aux intervenants d'avoir une vision globale de l'événement, chaque chef de secteur travaille sur un périmètre géographique défini par le commandant des opérations de secours en fonction de ses objectifs et de ses moyens. Les notions de phases horaires, de météo ou de vitesse et puissance du feu restent donc très approximatives selon les témoignages et ce malgré la bonne volonté des intervenants.

A partir de cet exemple, il nous a semblé opportun d'engager une réflexion sur l'intérêt de faire du retour d'expérience systématique tout en améliorant la qualité et le mode de collecte de l'information. L'idée de pouvoir enregistrer de la donnée sur le déroulement de l'incendie **en temps réel** et de développer des moyens de collecte d'information, émerge assez rapidement avec les travaux réalisés sur les feux des années 2002 et 2003. Les premières analyses et enseignements confirment l'intérêt de cette démarche et ce point de vue est largement partagé **avec les services de lutte qui voient dans ce dispositif un complément d'information pour la mise en œuvre de retour d'expérience organisationnel**.

En 2004, le retour d'expérience est inscrit dans l'ordre d'opération feu de forêt, la cellule de REX 66 est créée. Un binôme forestier-pompier prend une astreinte estivale pour assurer le suivi des feux significatifs du département qui nécessitent l'engagement d'un poste de commandement. Un protocole d'intervention est signé entre le SDIS et la DDTM pour définir les modalités d'interventions de la cellule REX dans les opérations et assurer la sécurité de cette cellule sur les feux. Dans la continuité du travail réalisé par Vincent GUILLEMAT, la DDTM mandate, via une prestation de service, un personnel du syndicat des forestiers

privés des Pyrénées Orientales pour assurer ces missions de suivis des feux durant la campagne estivale. En pratique et en fonction des disponibilités, au moins 3 personnes sont rattachées à la cellule REX 66, Jacques MOYA pour le SDIS, Daniel BOURGOUIN pour la DDTM et Vincent GUILLEMAT pour le syndicat des forestiers privés.

La fiabilité des observations et le caractère volatile de certaines informations (météo, avancement du feu, type de combustible...) impose en effet un suivi en temps réel des incendies pour essayer de comprendre le comportement du feu. A partir de 2006, la DDTM fait l'acquisition d'un véhicule d'observation équipé de capteurs météo et d'une solution de cartographie embarquée couplée à une liaison avec l'avion d'observation du SDIS (HORUS 66).

Depuis 2007, Anaïs GAUTIER expert sapeur-pompier spécialisée dans les travaux de retour d'expérience organisationnel est venue compléter cette cellule pour apporter son analyse sur l'approche organisationnelle du fonctionnement des opérations. La cellule apporte ainsi son expertise sur l'analyse du comportement de l'incendie, l'utilisation des équipements DFCI mais prend en compte également l'intervention de l'homme via son action de lutte.

Il faut souligner que cette démarche de retour d'expérience collaboratif entre les services de prévention et les services de lutte reste exceptionnelle et c'est ce qui a permis de faire progresser, en partie, nos connaissances sur le risque incendie dans les Pyrénées Orientales.

En parallèle, Nicolas MERLET et Pauline CROMBETTE, tous deux étudiants/chercheurs, ont développé en partenariat avec le SDIS un dispositif de transmission d'images aériennes à partir de l'avion d'observation HORUS. L'apport considérable des images aériennes dans la compréhension du développement du feu a été un élément principal des avancées de la cellule REX et permet aujourd'hui de disposer d'une banque de données photos sur plus de **150 incendies** qui ont touché le département. Cette banque de données (cartographie et photos) est aujourd'hui disponible comme outil d'aide à la décision dans la prise en compte des feux historiques pour les gestionnaires de massifs et décideurs locaux (planification, simulation, communication...).

A ce jour, le dispositif de collecte d'informations est opérationnel, bien sûr des évolutions techniques peuvent encore faciliter la prise d'information mais nous sommes aujourd'hui dans une phase de communication des résultats et des enseignements issus du travail de la cellule REX. Cette communication a pour objectif de faire connaître notre travail auprès des gestionnaires mais aussi sera l'occasion de faire un bilan de cette action, d'en tirer les enseignements pratiques pour la prévention et la lutte et de réfléchir à l'avenir de cette cellule (mission, organisation, etc...).

Objectifs de la cellule REX

Depuis de nombreuses années, en zone Méditerranéenne, les gestionnaires et décideurs (privés et public) interviennent largement dans l'aménagement d'équipements de protection incendie des massifs forestiers à travers de nombreux dispositifs financiers, techniques et politiques. Ces aménagements dits DFCI (pistes, points d'eau, zones débroussaillées, coupures de combustibles...) sont les supports de lutte pour les services de secours sur feu établi. **Un des objectifs premiers de la cellule REX 66 est de juger de l'efficacité des équipements mis en place sur le terrain** par une analyse précise du déroulement de l'incendie et de l'utilisation de ces équipements par les pompiers. Compte tenu des enjeux techniques et financiers, il était important de se donner les moyens de réaliser des retours d'expériences pertinents réalisés à partir d'une analyse multifactorielle et partagée de l'événement et de pouvoir tirer les enseignements positifs et négatifs sur la fonctionnalité des équipements DFCI.

Parmi les autres objectifs de ce travail, nous pouvons citer également :

- Le renforcement des liens entre la prévention et la lutte
- La contribution à l'étude sur le comportement des incendies de forêts
- La validation de modèles informatique de simulation incendie
- La création d'une banque de données sur les feux historiques
- Le renforcement de l'analyse « *à dire d'expert* » par la capitalisation d'expérience
- La mise à disposition d'outil de communication sur le risque incendie...

Au fur et à mesure des campagnes estivales, le dispositif REX a pu être maintenu voir même renforcé via des financements du CFM et les résultats de cette cellule ont permis de **faire émerger de nouvelles orientations pour ce dispositif**. En effet, la collaboration avec les services de secours sur feu établi reste une aide appréciable pour le COS, la mise à disposition des relevés de la cellule REX et la connaissance des feux historiques sur la zone impactée par l'incendie est aujourd'hui une aide à la décision dans la gestion de l'événement même si **le recueil de données reste la vocation première de la cellule sur feu établi**. Nous travaillons actuellement avec les services de secours pour intégrer l'apport du REX dans la cellule Anticipation du SDIS 66 mise en place sur les grands incendies. Les exercices avant la campagne 2014 ont montré l'intérêt de pouvoir partager certaines données issues du REX avec les services de secours. Il ressort également, que nous devons encore travailler sur la mise en forme des informations dans un objectif d'aide à la décision pour le COS sur feu établi. A titre d'exemple, **la charte graphique de la propagation dynamique des feux historiques** est un élément important qui intéresse largement le SDIS 66. Ces informations peuvent permettre de mieux anticiper un événement en comparant la propagation historique du feu avec la situation sur feu établi.

Enfin, la présentation des observations et analyses sur le comportement des incendies sur les Pyrénées Orientales et l'interaction avec le type de végétation rencontré a fait l'objet d'**une formation interne au SDIS66** qui a permis de sensibiliser les acteurs de la lutte à l'expertise forestière en termes de critères de dangerosité des formations végétales (inflammabilité des essences, recouvrement par strates, rayonnement, sautes de feu, etc).

Récapitulatif des évolutions des moyens de la cellule REX 66

- illustrations :

- **2000-2001 analyse** à posteriori sans moyens spécifiques



Photo post-incendie - feu de Port Vendres -2000
Daniel Bourgouin DDTM66

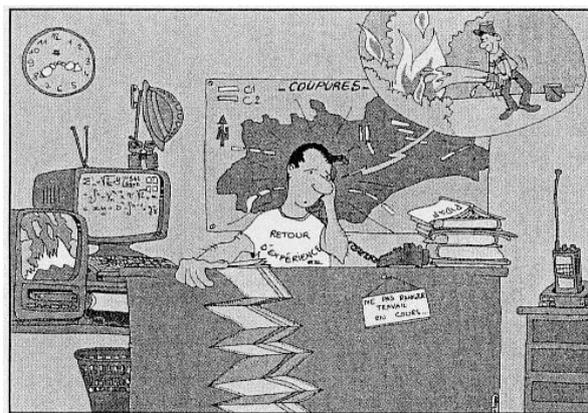


Illustration CLOPEZ - DDTM34

- **2002-2004** Développement de petit matériel de cartographie GPS, météo et fiche de relevés papier pour observation terrestre par secteur en temps réel.

FICHE REX SECTEUR

01) Observateur : _____ Hémisphère cartographique : _____
 02) Date : _____ Coordonnées : _____
 03) Nature de l'incendie : _____

INFO

04) Type de végétation : Forêt feuillue Forêt résineuse Forêt mixte Forêt de montagne Forêt de plaine Forêt de littoral

VEGETATION

Code	Nom	Code	Nom	Code	Nom
1	Forêt feuillue	2	Forêt résineuse	3	Forêt mixte
4	Forêt de montagne	5	Forêt de plaine	6	Forêt de littoral

FEU

05) Type de feu : Feu de surface Feu de couronne Feu de biseau Feu de tige Feu de sol

06) Direction du vent : _____

07) Force du vent : _____

08) Hauteur du feu : _____

09) Durée du feu : _____

10) Type de terrain : Forêt Forêt de montagne Forêt de plaine Forêt de littoral

11) Type de feu : Feu de surface Feu de couronne Feu de biseau Feu de tige Feu de sol

12) Direction du vent : _____

13) Force du vent : _____

14) Hauteur du feu : _____

15) Durée du feu : _____

16) Type de terrain : Forêt Forêt de montagne Forêt de plaine Forêt de littoral

17) Type de feu : Feu de surface Feu de couronne Feu de biseau Feu de tige Feu de sol

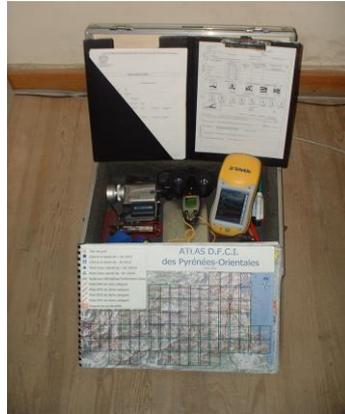
18) Direction du vent : _____

19) Force du vent : _____

20) Hauteur du feu : _____

21) Durée du feu : _____

22) Type de terrain : Forêt Forêt de montagne Forêt de plaine Forêt de littoral



Incendie de Salses - 2002



Fiche relevé papier et petit matériel de prise de données (GPS - anémomètres - caméra)

- **2004** : intégration de la cellule REX dans l'ordre d'opération avec un binôme forestier / pompier (MOYA - GUILLEMAT/ PEYRE - BOURGOUIN)

- **2005** : Création d'une banque de données sur les incendies de forêts accessible via Internet par accès sécurisés



Site Internet REX 66 accessible à partir de : <http://www.prevention-incendie66.com/>

- **2006** : Évolution du matériel de cartographie embarqué et de station météo portable. Acquisition d'un véhicule d'observation dédié (VL REX) avec cartographie, GPS, météo et lien imagerie aérienne via un dispositif de transmission d'image du SDIS66.



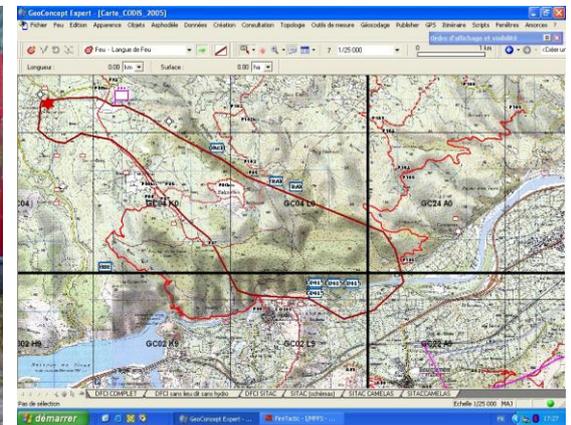
Développement de la prise d'information en temps réel à partir de la VL REX

- **2006-2014** : Évolution des techniques de transmission d'images aérienne et de calage de front de feu (géo-référencement). Mise en ligne sous 48 H du compte rendu synthétique pour chaque incendie suivi par la cellule REX



Développement du système d'acquisition et de transmission d'images à partir de l'avion d'observation du SDIS 66 – GALTIE – MERLET CNRS

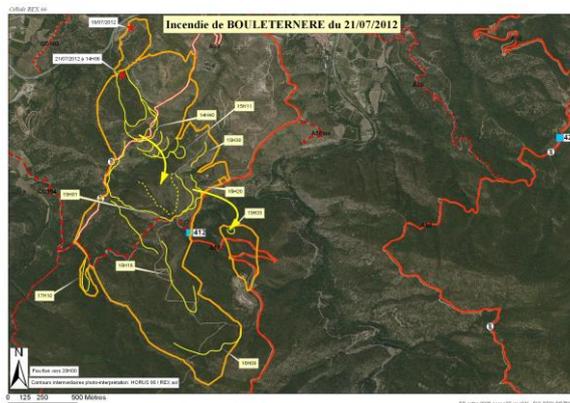
- **2007** : Appui d'un expert SDIS pour la mise en œuvre de retour d'expérience organisationnel, au sein du SDIS 66 - intégration de Anaïs GAUTIER - 2007



- **2009 : Évolution** technique de la prise d'informations sur la VL REX



- **2012 : 2 incendies importants**



Reconstitution de l'incendie de Bouleternère à partir des observations des dispositifs terrestres et aériens - 2012.



Sur les grand incendies, l'imagerie aérienne reste le seul moyen de prise en compte globale de l'évolution du feu, la vision au sol se limitant au secteur localisés. *Image aérienne du feu - le Perthus 2012*



Géo-référencement du front de feu par Image Infra-rouge et transmission de l'image en temps réel vers la VL RDEX sur le feu de Salses 2013

2. Typologie des feux dans les Pyrénées Orientales

Le département des Pyrénées Orientales est soumis au risque incendie sur tout son territoire mais nous rencontrons principalement 3 types d'incendies selon les secteurs concernés. En effet, de par la forte variabilité altitudinale et de par la répartition des zones agricoles, le département subi 3 grands types d'incendies :

- 1- Les incendies en zone de plaine qui concernent les friches principalement**
- 2- Les incendies de forêts et de landes en zone de montagne**
- 3- Les incendies de maquis et forêts en zone basse sous climat Méditerranéen**

Ces 3 types d'incendies impliquent une stratégie de lutte et de prévention adaptée à chacun de ces phénomènes en tenant compte des spécificités de chacun des territoires. Les plans d'aménagement de massif (PAFI) expriment, par nature, les propositions d'aménagements à partir d'un diagnostic de risque relatif au massif concerné. Il est évident, par exemple, que la zone Cerdagne Capcir n'a pas le même niveau d'aléa que la zone des Aspres et que par conséquent, les moyens consacrés à l'équipement de ce massif sont proportionnels à ce niveau d'aléa. Cette analyse est confirmée par l'étude statistique des feux historiques à partir de la base de données Prométhée qui permet de dresser les priorités par massif. Dans le même esprit, le Plan Départemental de Protection des Forêts Contre l'Incendie (PDPFCI) reprend ces priorités par massif forestier mais définit aussi une nouvelle zone d'intervention : La plaine du Roussillon.

1. Les feux de plaine concernent principalement les secteurs en friches, il ne s'agit pas proprement dit de feux de forêt au sens du Code Forestier. La zone d'application de la réglementation DFCEI sur le département, définie par Arrêté Préfectoral, ne prend pas en compte la zone de plaine mais nous verrons ici, que ces feux deviennent de plus en plus importants, qu'ils mobilisent de nombreux moyens et que par conséquent cela impacte les stratégies des dispositifs préventifs mis en place pour assurer la protection des massifs forestiers. La cellule REX66 a suivi de nombreux incendies en zone de plaine et nous essaierons à partir de ces exemples de définir une typologie de ces feux. Ces éléments pourront ainsi être repris par les décideurs dans un objectif de communication d'une part et devront servir de support de discussion pour apporter des solutions en termes d'aménagement de terrain mais aussi d'aide à la lutte pour les services de secours.

2. Nous entendons par feux de montagne, les feux qui se produisent à l'étage montagnard et au-delà. Ces feux se propagent sur une végétation autre que celle rencontrée classiquement à l'étage Méditerranéen sur des terrains difficiles d'accès et non équipés qui demandent des moyens de lutte adaptés à ce contexte.

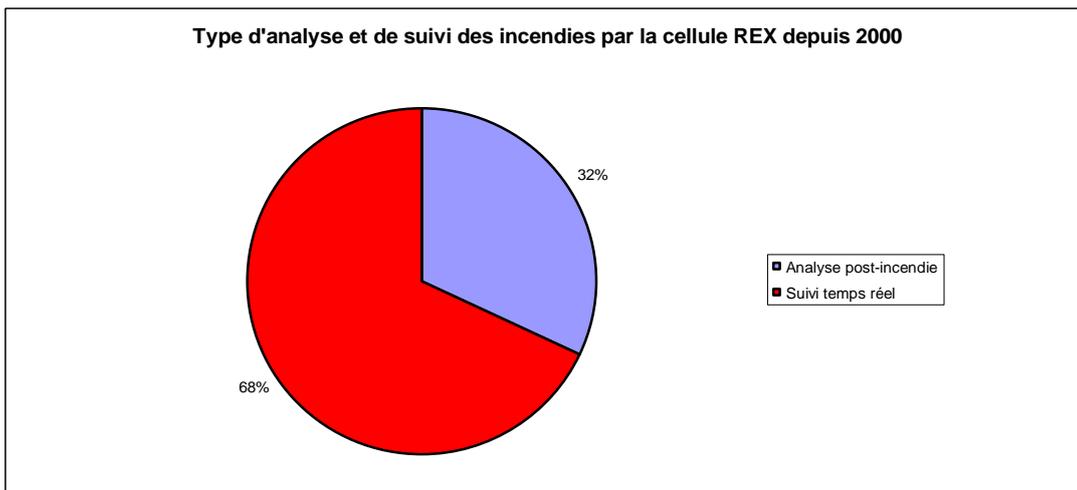
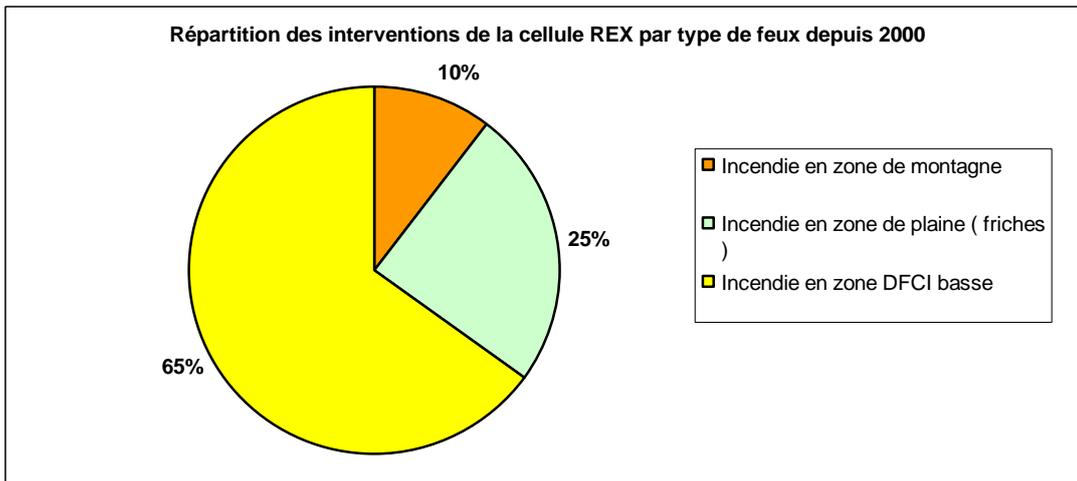
3. Enfin, pour les incendies touchant la zone Méditerranéenne, les éléments issus du REX devront permettre une meilleure connaissance du phénomène sur de nombreux aspects comme les modes de propagation, la dangerosité de certaines formations végétales, les vitesses de propagations, les sautes de feu, etc. A terme, ces éléments devront aussi permettre de valider ou amender les règles de mise en œuvre des équipements de terrain.

Le tableau ci-après reprend les principaux incendies de forêt (hors petits départs de feu) suivis par la cellule REX ou sur lesquels nous avons pu obtenir des éléments fiables d'analyse, soit **97 incendies**. Les petits départs de feu enregistrés par l'avion d'observation HORUS et ne présentant pas de développements significatifs ne sont pas comptabilisés ici.

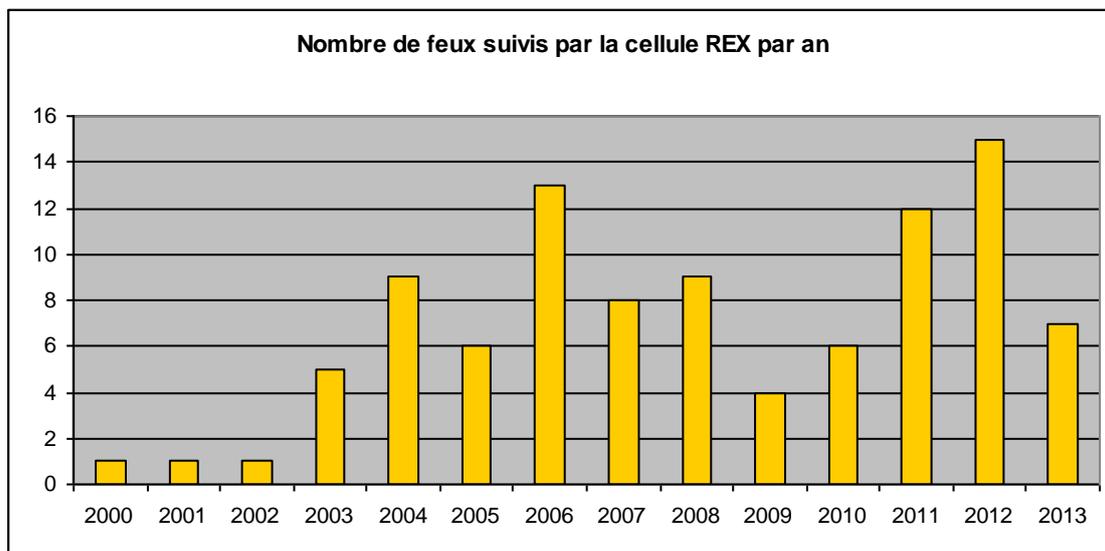
Année	Commune	Surface brûlée (Ha)	Opérateurs	Suivi	Type de feu
2000	PORT-VENDRES	500	VG,DB,SP	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2001	LE BOULOU	200	VG,DB,SP,JM	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2002	SALSES	20	VG; DB	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2003	BANYULS SUR MER	25	VG	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2003	CASTELNOU	90	VG;DB;JM	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2003	OPOUL	80	VG	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2003	FONTPEDROUSE	200	VG;PN	post-incendie	Incendie en zone de montagne
2003	ESTAVAR	60	VG;PN	post-incendie	Incendie en zone de montagne
2004	LLAURO	7	JM;VG;DB	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2004	OPOUL	7	JM;VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2004	SALSES	20	JM;VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2004	SAINTE COLOMBE	4	VB,DB	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2004	THUIR	10	VG	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2004	VIVES	7	JM	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2004	MAUREILLAS	2	JM;VG	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2004	AYGUATEBIA	1	JM;VG	temps réel	Incendie en zone de montagne
2004	VALCEBOLLERE	95	VG;OS	post-incendie	Incendie en zone de montagne
2005	CAMELAS	240	JM;VG;DB	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2005	COLLIOURE	2	JM;VG;DB	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2005	SALSES	35	YB	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2005	TARERACH	2000	JM;VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2005	ARGELES	1	JM;VG	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2005	SAINTE GENIS	11	JM;VG	post-incendie	Incendie en zone de plaine (friches)
2006	BANYULS SUR MER	2	JM;VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2006	COLLIOURE	200	JM;VG;DB;NM	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2006	COLLIOURE	10	JM;VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2006	ESTAGEL	2	JM;VG;DB;NM;JFG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2006	MONTESQUIEU	1	VG;NM	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2006	OPOUL	300	JM;VG;DB;NM;JFG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2006	RASIGUERES	15	DB;VG;NM	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2006	SALSES	10	JM;VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2006	ARGELES	70	JM;VG;DB;NM	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2006	ARGELES	1	JM	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2006	CANOHES	10	JM;VG;DB;NM	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)

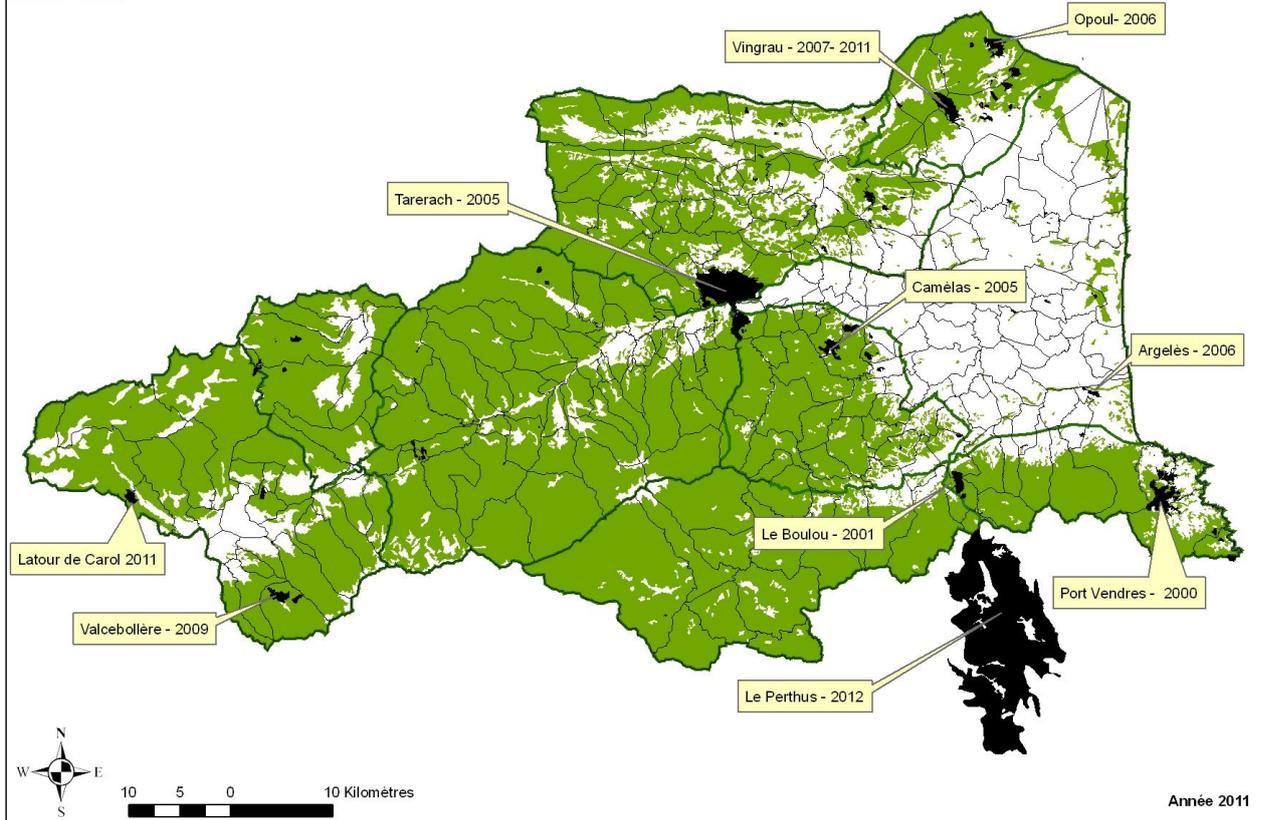
2006	PEYRESTORTES	6	DB;VG;NM	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2006	FORMIGUERES	54	DB	post-incendie	Incendie en zone de montagne
2007	CAIXAS	1	JM.VG.DB	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2007	CALCE	9	JMOR;VG	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2007	ESPIRA AGLY	2	FM	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2007	OPOUL	1	JMOR	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2007	TAUTAVEL	17	VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2007	VINGRAU	210	JM.VG.DB	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2007	BAHO	2	NM	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2007	VILLENEUVE DE LA RAHO	10	JM.VG.DB	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2008	BELESTA	2	JM,VG;NM	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2008	CALCE	90	VG	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2008	CASES DE PENE	6	VG;JMOR	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2008	COLLIOURE	60	VG;DB;JM;RD	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2008	EUS	15	VG;JMOR	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2008	RASIGUERES	10	VG;JMOR	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2008	SAINTE COLOMBE	40	VG;DB;JM;RD	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2008	SALSES	10	VG;JM	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2008	FORMIGUERES	4	VG;DB;JM	temps réel	Incendie en zone de montagne
2009	MILLAS	2	VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2009	PORT VENDRES	2	JM	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2009	SALSES	30	VG	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2009	VALCEBOLLERE	170	VG;JM	temps réel	Incendie en zone de montagne
2010	CALCE	1	VG;RD	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2010	OPOUL	2	VG,PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2010	RODES	8	PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2010	SALSES	2	VG;PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2010	CERET	3	NM	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2010	MAURY	5	PC;VG.AG	post-incendie	Incendie en zone de plaine (friches)
2011	CALCE	25	VG;JMOR	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2011	MONTNER	6	DB;VG;NM	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2011	OPOUL	50	OS;VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2011	PORT VENDRES	20	VG;AG;DB;PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2011	VINGRAU	250	DB;VG;PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2011	MILLAS	23	JMOR;DB	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2011	PERPIGNAN	1	VG;JMOR	post-incendie	Incendie en zone de plaine (friches)

2011	PERPIGNAN	2	PC	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2011	PEZILLA LA RIVIERE	10	VG;JMOR	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2011	SAINT ANDRE	15	RD	post-incendie	Incendie en zone de plaine (friches)
2011	SALEILLES	12	DB;OS,VG	post-incendie	Incendie en zone de plaine (friches)
2011	LATOURE DE CAROL	110	VG;DB;AG	temps réel	Incendie en zone de montagne
2012	BOULETERNERE	6	VG;DB	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2012	BOULETERNERE	170	VG;DB;AG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2012	CORBERE LES CABANES	5	JMOR;PC	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2012	LE PERTHUS	13000	DB;VG;AG;PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2012	MONTNER	3	PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2012	OPOUL	5	PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2012	PORT BOU	43	PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2012	TRESSERE	17	VG;AG;PC	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2012	CLAIRA	15	VG;DB	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2012	ILLE SUR TET	2	DB;PC	post-incendie	Incendie en zone de plaine (friches)
2012	MAUREILLAS	3	PC	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2012	PIA	14	PC	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2012	TERRATS	20	JMOR	post-incendie	Incendie en zone de plaine (friches)
2012	ANGOUSTRINE	70	PC	temps réel	Incendie en zone de montagne
2012	LES ANGLES	20	PC	temps réel	Incendie en zone de montagne
2013	CERBERE	30	VG	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2013	ESTAGEL	14	VG;JMOR	post-incendie	Incendie en zone DFCI basse
2013	ARGELES	6	VG;DB;JMOR	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2013	LE SOLER	3	VG;DB	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2013	PERPIGNAN	16	VG;AG	temps réel	Incendie en zone de plaine (friches)
2013	SALSES	27	VG;DB	temps réel	Incendie en zone DFCI basse
2013	TAUTAVEL	19	VG	temps réel	Incendie en zone DFCI basse



Sur les 97 incendies sur lesquels nous avons pu obtenir des informations fiables d'analyses, 68% ont été suivis en temps réel par les opérateurs de la cellule REX. Nous ne comptabilisons pas ici les petits départs de feux enregistrés principalement par l'avion d'observation d'Horus qui n'apportent pas d'éléments significatifs en termes de propagation des feux mais qui seront utilisés pour cartographier la pression incendiaire par secteur.





A partir de cet échantillon d'incendies, nous tenterons de caractériser au mieux le phénomène incendie, sa propagation et ses facteurs d'influences dans le but de faire savoir et de partager l'expérience acquise sur ces feux. Il s'agira de mettre à disposition les éléments d'analyse issus du REX et permettre ainsi un transfert de connaissance vers les techniciens / aménageurs et vers les services de lutte. Il est évident qu'une meilleure connaissance des modes de propagation des feux, permettra, aussi bien pour la lutte que pour la prévention, d'améliorer nos stratégies et d'adapter nos techniques.

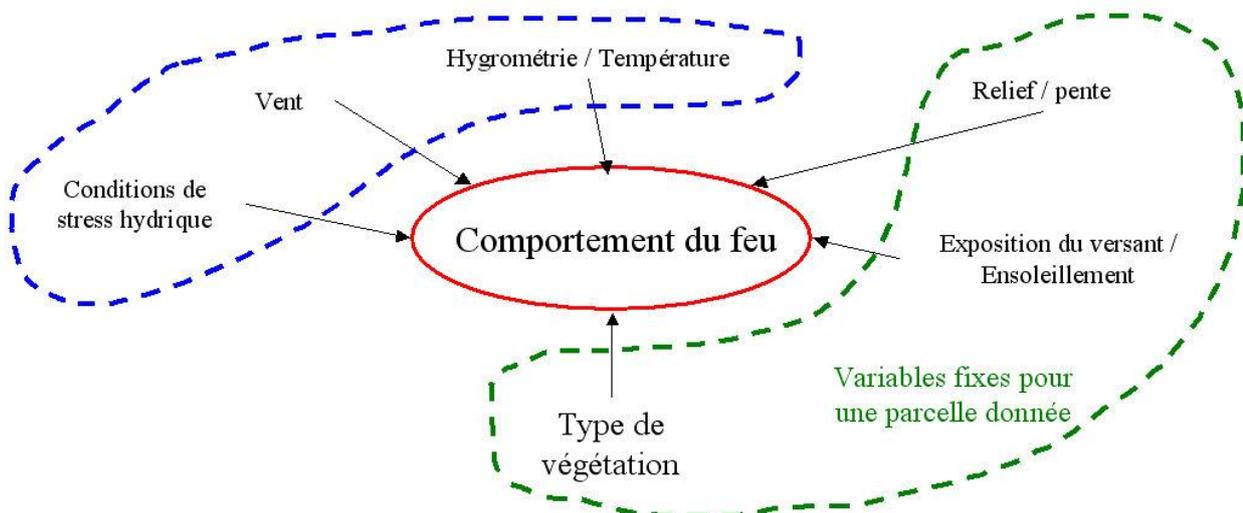
Dans un deuxième temps, nous essaierons de mettre en avant les enseignements sur l'efficacité des équipements DFCI soumis à l'incendie mais aussi de formuler des préconisations techniques en fonction des observations et analyses de la cellule REX.

3. Caractérisation du phénomène Incendie - Amélioration des connaissances sur la propagation des feux - Vitesse - Saute - Puissance - Dangers des formations végétales...

Pour caractériser le phénomène incendie sur une zone donnée, les techniciens s'appuient principalement sur l'historique des feux sur la zone. Cet historique reprend les informations sur le nombre d'incendie, la surface totale incendiée les événements de référence, etc ... Ces éléments permettent de calculer un aléa donc une probabilité qui est le croisement entre une occurrence et une intensité. La valeur la plus significative à ce jour pour caractériser un incendie reste la surface totale incendiée. Par exemple, pour les Pyrénées-Orientales, l'événement de référence est le feu des Aspres de 1976 car c'est l'incendie qui a détruit le plus de surface forestière (6600 Ha) mais les caractéristiques de cet incendie en termes de vitesse ou de puissance ou encore d'impact du feu sur les habitations ne sont pas ou peu connues. Il nous semble opportun de s'intéresser aux autres critères de caractérisation des incendies qui ne peuvent être étudiés que par l'analyse fine du déroulement de l'incendie. Les notions de puissance, de vitesse, de mode de propagation seront abordées dans les exemples et feux étudiés, en différenciant tant que possible, chaque phase d'avancement de l'incendie qui développe ses propres caractéristiques.

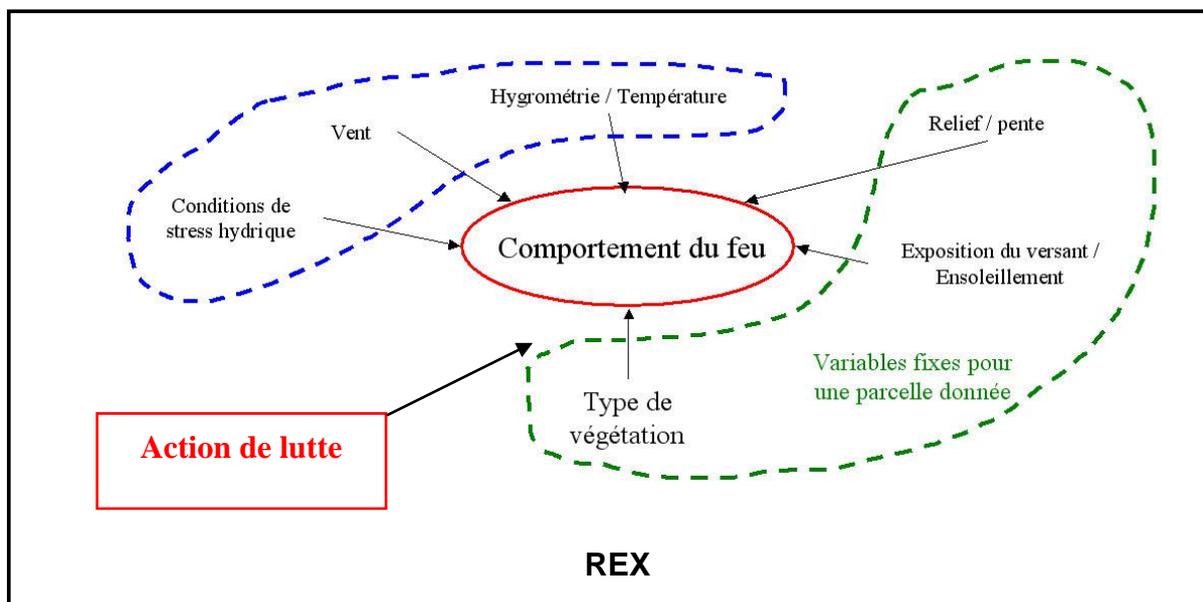
Comportement de l'incendie et facteurs d'influences :

Sans action de lutte, le comportement de l'incendie est fonction de nombreux paramètres qui sont variables dans le temps et dans l'espace, de ce fait, la modélisation du phénomène via les simulateurs informatiques reste encore approximative. De plus, **l'intervention de l'homme via les actions de lutte peut modifier très largement le comportement du feu et sa propagation**, il est donc très difficile de prévoir avec précision le comportement du feu uniquement à partir de données théoriques. L'approche historique et l'analyse des feux passés à partir de retours d'expériences fiables peut nous permettre d'améliorer nos systèmes de modélisation et de mieux comprendre l'influence relative des facteurs de propagation.



Il faudra analyser l'ensemble de ces critères, sur une phase donnée, pour juger avec objectivité, de l'efficacité réelle des équipements de terrain. La difficulté de l'exercice réside dans la prise en compte multi-factorielle des éléments qui peuvent avoir une influence sur l'efficacité de l'ouvrage ou sur le comportement du feu. De plus, la **prise en compte des actions de lutte** et de protection des points sensibles est capital dans l'analyse objective du comportement de l'incendie et/ou de l'efficacité des ouvrages DFCI. A titre d'exemple une

habitation qui aura été défendue par les services de secours pourra ne pas avoir subi de dommage lors du passage de l'incendie mais la même habitation, dans la même configuration de feu pourra être complètement détruite sans action de lutte. Le suivi en temps réel des incendies et les témoignages des pompiers permet d'apporter des réponses sur la prise en compte relative des facteurs d'influences et de tirer les enseignements sur une phase donnée (passage du feu sur une coupure de combustible, dégâts sur habitation, utilisation des pistes DFCl...)



Le terme de comportement du feu est assez général, nous nous intéresserons pour caractériser le front de feu à la vitesse du feu sur certaines phases d'avancement, aux hauteurs de flammes qui peuvent être appréciées à partir des clichés et aux modes de propagation (saute de feu) pour isoler les facteurs d'influences significatifs et tirer certains enseignements.

La notion de puissance ne nous semble pas pertinente car non mesurable sur le terrain. Certaines méthodes quantifient le front de feu en KW/m ou KW/m² à partir d'un calcul basé sur la formule de Byram mais ces notions ne sont que très peu utilisées opérationnellement. Les pompiers parlent plutôt de virulence du feu, notion qui sous-entend cette notion de puissance, mais sans utiliser de valeurs ou de classification.

Échelle de risques du CEMAGREF

Niveau	Paramètres physiques	Effets sur les enjeux
Très faible 1	P < 350 kW/m	Pas de dégât aux bâtiments
	V < 400 m/h	Sous bois partiellement brûlés
Faible 2	350 < P < 1700 kW/m	Dégâts faibles aux bâtiments si respect des prescriptions
	400 < V < 800 m/h	Tous les buissons brûlés, ainsi que les branches basses
Moyen 3	1700 < P < 3500 kW/m	Dégâts faibles si respect des prescriptions, mais volets en bois brûlés
	800 < V < 1200 m/h	Troncs et cimes endommagés
Élevé 4	3500 < P < 7000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect prescriptions
	1200 < V < 1800 m/h	Cimes toutes brûlées
Très élevé 5	P > 7000 kW/m	Dégâts aux bâtiments, même avec respect prescriptions
	V > 1800 m/h	Arbres tous calcinés

L'IRSTEA anciennement CEMAGREF a élaboré une échelle de risque axée sur la puissance du front de feu et les effets observés sur les enjeux. Certains parallèles et comparaisons pourront être fait avec ce travail.

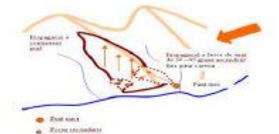
De l'autre côté de la frontière, les Catalans utilisent une classification des incendies basée sur les vitesses de propagation, le comportement du feu, la longueur de la flamme et surtout la capacité d'extinction.

3. ASPECTES A DESTACAR

Incendi a La Tor de Querol

Dades generals: 118 ha cremades		
Avis: 16:15h, 09/09/2011	Comportament foc: Superfície alta intensitat	
PEV complet a cua: (Francoesos)	Longitud de flama màxima: 30 m	
PEV complet a flanc: (Francoesos)	Velocitat de propagació: -	
Coordinador Aeri: 9:00h 10/09 11:00h	Distància focus secundaris: 200 m	
Fase de control: (Francoesos)	Incendi de disseny: Vent de ponent a les valls del Pirineu amb comportament topogràfic	
Controlat: (Francoesos)	Situació sinòptica: Ponent en alçada	
Extingit: (Francoesos)	Nivell de SisCom màxim: 2 (no es va muntar CCB)	

Analyse du feu de Latour de Carol par les services des « bombers » catalans- extrait forestalillo n°151

	Tàctica	
	<ol style="list-style-type: none"> Carreres principal topogràfiques (fletxa groga) Carrera amb focus secundaris empenya per el vent (fletxa vermella) Barranc que era el punt crític de control cap a Catalunya (línia verda discontinua) 	

Le classement du type d'incendie en fonction de la capacité d'extinction des services de secours est utilisé coté Catalan, ainsi on parlera de Grand Incendie de Forêt (GIF), les feux qui échappent à tout contrôle et dont l'action de secours consiste uniquement en la défense des points sensibles.

Estratègia d'Atac
Evitar propagació del flanc esquerre cap a Catalunya. La recolocació baixa d'aquest flanc era la que permetria les carreres cap a dins a Catalunya. Ajudar els Francoesos dins el seu pla d'actuació per a l'extinció de la totalitat de l'incendi.
-Dia 1
A- Anorar primer la cua per evitar noves carreres i un cop establitzada deixar baixar el flanc lentament dins el bedollar per que vagi refredant-se durant la nit.
B- Al mateix temps delimitar al canvia d'alineació de la carena superior per evitar un desoens cap al Barranc.
C- MAER a delimitar parts centrals dels flanc dret (net de fum) i carena. Flanc esquerre no treballable per fum i columna convecció.
D- Eliminar la propagació del flanc esquerre un cop calmada la propagació de focus secundaris per evitar entrada al barranc posant un nou punt emplaçament a la base del flanc esquerre per pujar línia cap a la part alta amb suport graf de motosserra i eines manuals
-Dia 2
Insistir en l'apartat C i D del dia 1

Les services des Bombers procèdent également à des analyses post-incendie pour apporter des réponses au comportement du feu. Ces analyses font l'objet de rapport et fiches synthétiques disponibles sur Internet (*Forestalillo*).

Elements destacables
Rodolament de pedres, que queden descalgades en cremar-se l'herba, i fereixen un bomber. Com és habitual en els focs d'alta montanya, a les 22 h es retira tot el personal català de l'incendi, ja que de nit les pedres no són visibles.



A ce sujet, nous observons que, au niveau inter-Départemental ou Transfrontalier, les représentations post-incendie et les cartographies élaborées dans le cadre de retour d'expérience n'ont pas de **charte graphique harmonisée** (avancement du feu symbolisé par des flèches, contours intermédiaires, sautes de feu, reprises...). Nous travaillons actuellement avec les services de secours du SDIS66 pour élaborer une charte graphique qui permette une meilleure communication sur les feux historiques. L'objectif est de pouvoir afficher clairement, sur une cartographie de type IGN ou Atlas DFCI, les étapes clés du développement de certains feux significatifs et de mettre à disposition cette information au Commandant des Opérations de Secours (COS) sur feu similaire. C'est un besoin qui a été clairement exprimé lors des exercices de pré-campagne en 2014 et qui demande un travail d'harmonisation et de synthèse des éléments du REX voir de compilation d'anciens rapports comme celui sur le feu des Aspres de 1976. Ce travail pourrait faire l'objet d'un projet de coopération au niveau Européen.

3.1 Notions de vitesse de propagation du feu :

Sur feu établi, la vitesse du feu est un des éléments primordial dans l'analyse de la situation opérationnelle, en fonction de cette vitesse, le COS identifie des enjeux (village menacé par exemple), qui lui permettront d'élaborer des objectifs (protéger la population) déclinés en idées de manœuvre (ligne d'appuis, défense de points sensibles...). La vitesse du feu sert à la fonction anticipation qui va déterminer des actions stratégiques.

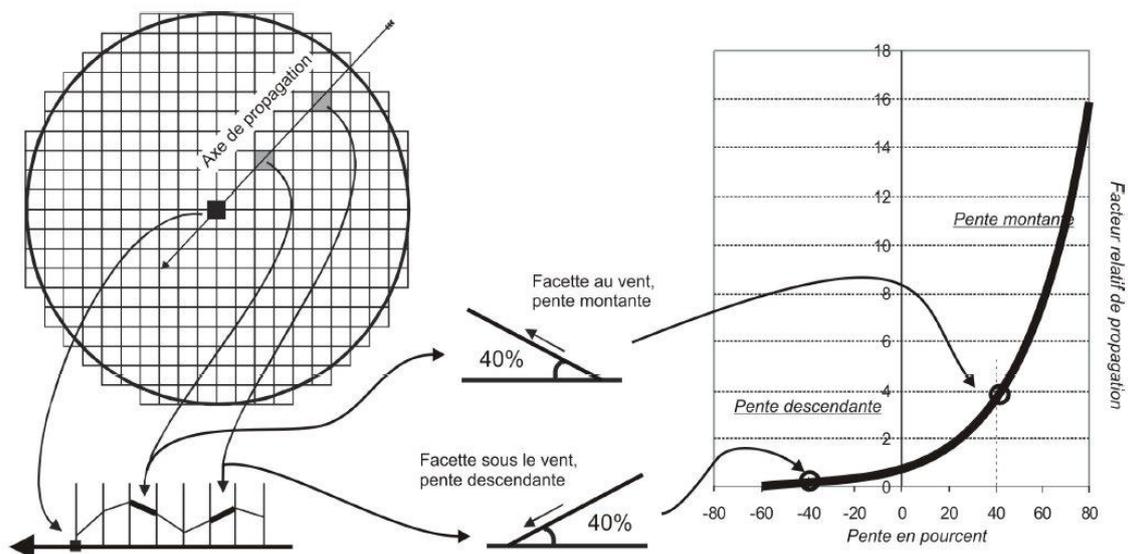
En termes de prévention et de prévision du risque sur des zones sensibles (zones habitées, enjeux divers), les scénarii de feu utilisés, soit pour communiquer sur le risque, soit pour travailler sur des procédures d'évacuations sont réalisés à partir d'hypothèses de vitesse du feu.

Les incendies sur lesquels nous avons pu obtenir des données représentatives ont fait l'objet d'un calcul de vitesse du feu par phase selon l'axe de propagation principal donné par l'orientation du vent dominant.

En propagation libre, la vitesse du feu est la résultante d'un croisement entre les conditions météo, la végétation (type et état hydrique) et la pente.

$$\text{Vitesse} = f(\text{météo, végétation, pente})$$

L'influence relative de la pente (montante ou descendante) a été étudié par Van Wagner en 1977 et repris par Galtié dans ses travaux sur la « *Contribution méthodologique au diagnostic, à l'affichage et au traitement du risque sociétal d'incendie de végétation en région Méditerranéenne* »

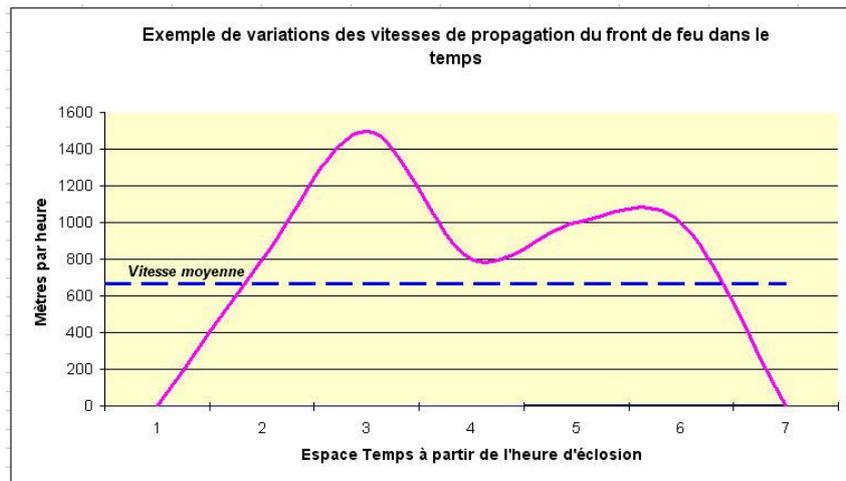


Sans rentrer dans la formulation théorique, nous pouvons illustrer ces calculs par une approche de terrain sur les feux étudiés.

Méthode de calcul de vitesse simplifié REX - Approche terrain :

Il est évident que les vitesses instantanées mesurées sur les feux réels ne sont valables que sur certaines phases où les conditions de pente, de végétation et de météo sont constantes, cela reste une valeur approximative qui varie très largement dans le temps. Par contre, il semble intéressant d'estimer une valeur moyenne de la vitesse du feu entre 2 points

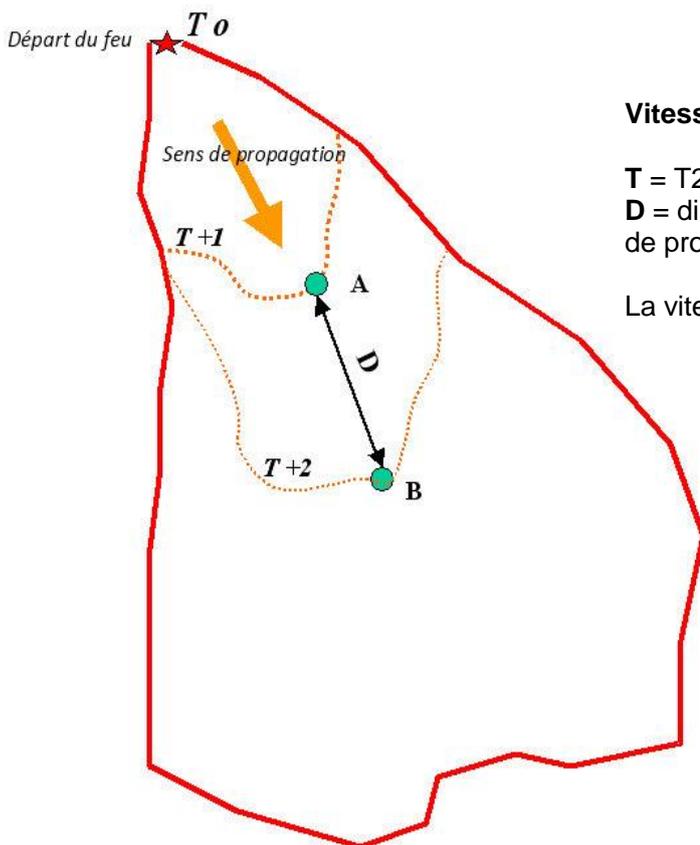
significatifs (dans l'axe de propagation), cette valeur peut permettre d'apprécier la virulence du feu et de dégager des hypothèses de propagation. Par exemple sur le feu du Perthus en Catalogne de 2012 qui a brûlé plus de 13000 Ha, les pompiers Catalans ont calculé des valeurs d'avancement du feu dans la première phase entre le Perthus et Figières autour de 7 km/h. Nous verrons, par ailleurs, que ces valeurs restent exceptionnelles et peu représentatives des feux moyens.



Opérationnellement, on prévoit une valeur de vitesse du feu qui est calculée avec une formule simplifiée de 3 % de la vitesse du vent. Pour un vent donné à 50 km/h, on considère que la vitesse approximative du feu sera de 1.5 km/h. Cette valeur ne prend, bien sûr, pas en compte les variations de pente et de végétation, elle ne donne donc qu'une indication opérationnelle. Nous pourrions comparer nos résultats avec cet abaque.

On comprend très bien les limites de cet abaque puisque, par exemple, pour le feu du Perthus dont la vitesse a été estimée à 7 km/h, il faudrait un vent théorique à plus de 200km/h pour retomber sur cette valeur !

Il faut aussi souligner que les vitesses mesurées après l'incendie ne prennent pas en compte le phénomène de saute de feu qui peut largement fausser les calculs. Il a été mesuré en région Méditerranéenne, dans le cadre du programme d'études « *Saltus* », des sautes de feu jusqu'à 2 km de distance d'essaimage. Ces sautes peuvent expliquer en partie, les valeurs exceptionnelles de vitesses de feux enregistrées sur les grands incendies de forêts.



$$\text{Vitesse Moyenne (m/h)} = D \text{ (m)} / T \text{ (min)} \times 60$$

$$T = T2 - T1$$

D = distance parcourue par la feu dans l'axe de propagation

La vitesse moyenne s'exprime en m/h

Quelques exemples de calculs de vitesses de propagation issus du REX sont exposés ci-après :

Nous rappelons que les données et calculs suivants sont issus d'observations terrain et non de protocoles expérimentaux scientifiques à proprement parler, certaines limites d'interprétations peuvent être discutés. Il s'agit ici, de présenter les résultats de vitesse de propagation par une approche empirique basés sur l'observation.

3.1.1. Exemples sur les feux de friches en zone de plaine :

Ces feux se développent principalement sur des secteurs plats, la pente quasi nulle n'influence donc pas la vitesse du feu, c'est une constante. Par contre, on assiste souvent à des sautes de feu, dans ces secteurs fortement inflammables et une propagation éclatée sans véritable axe de propagation (haies, talus, vignes...). Les vitesses mesurées sont donc extrapolées à partir de feux de petites surfaces sur des faibles distances avec une marge d'erreur assez importante.

Incendie de Villeneuve de la Raho - 30/07/2007

Surface incendiée : 8 Ha

Météo : Vitesse du vent sur zone = 25 km/h au sol

Végétation : friche et plantation de pins maritime



Repère A



Repère B



Repère C

Dans ce cas précis, et sur une faible distance en propagation libre, nous avons observé une vitesse de feu de **1700 m/h** dans la friche herbacée et un ralentissement conséquent dans la plantation de pin maritime (de l'ordre de 150 m/h). Les valeurs observées dans la plantation de pins doivent être nuancées puisqu'il y a eu de nombreux largages qui ont ralenti l'évolution. Au contact de la plantation de pins, le feu passe d'un feu de surface à un feu total, la puissance du feu augmente mais, la plantation génère une rugosité dans l'avancée du feu (perturbation du vent, changement de combustible).

Incendie de Ceret - 29/07/2010

Surface brûlée : 2 Ha

Végétation : Friche herbacée

Météo : Tramontane non définie

Vitesse maximum = **1000 m/h**



Incendie de Perpignan -11/08/2013

Surface brûlée : 16 Ha

Végétation : friche et ancienne plantation d'amandier

Météo : léger vent de nord ; 31°C, 27% HR

Vitesse maximum mesurée dans la plantation d'amandier = **400 m/h**



Incendie de Perpignan -17/06/2014

Surface brûlée : 40 Ha

Végétation : friche et chaumes

Météo : Tramontane moyenne

Vitesse maximum mesurée = **2000 m/h**

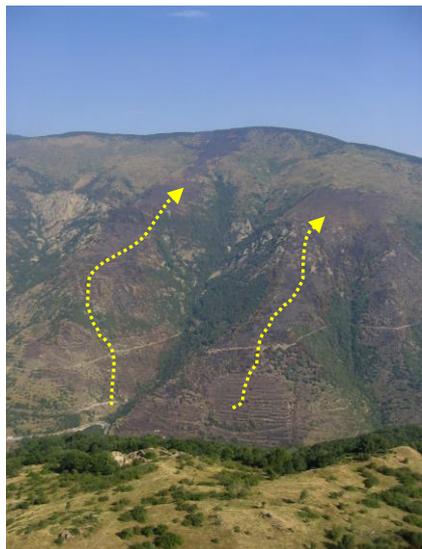


Comme démontré ci avant, ces feux de friches peuvent être rapides sur certaines séquences (1500 - 2000 m/h hors sautes de feu). Les vitesses observées sur ces feux sont du même ordre de grandeur que celles observées sur les feux de forêts.

Dans la zone de plaine ; le vent et la pente sont quasiment constants, seul la rugosité du milieu liée à la végétation influe sur la vitesse de propagation. Il ressort donc que sur les secteurs à forte continuité de friches, des feux rapides sans perte de vitesse peuvent se développer limitant ainsi les opportunités de lutte.

De plus, comme sur le feu de Perpignan de 2013, la propagation du feu est très anarchique, elle est fonction des combustibles rencontrés (haies, talus, boisement...), il n'y a pas de réel axe de propagation. L'évolution de ces feux est très peu prévisible.

3.1.2. Exemples sur les feux de landes et forêt en zone de Montagne :



Incendie de Fontpédrouse - 17/07/2003

Surface brûlée : 200 Ha

Végétation : landes montagnardes et pins sylvestre

Météo : non définie

Sur cet exemple, on voit très clairement l'influence de la pente sur l'axe de propagation, les vitesses d'avancement n'ont pas été calculées.



Incendie de Formiguères - 09/06/2006

Surface brûlée : 54 Ha

Végétation : pins et landes à genêt

Météo : Non définie

Dans cet exemple, c'est encore la pente qui a conduit principalement le feu dans les premières heures. Le feu s'est ensuite développé dans les couches superficielles du sol pendant plusieurs jours.

Incendie de Valcebollère - 16/10/2009

Surface brûlée : 170 Ha

Végétation : landes à genêt purgatif

Météo : Fort vent de nord à nord ouest



Reconstitution REX : *Départ du feu en début d'après-midi le vendredi 16 octobre 2009 suite à un brûlage de papiers au niveau du Mas Carell; développement du feu dans un secteur accidenté avec de très fortes pentes. Le feu est principalement conduit par la pente et le vent tourbillonnant sur le secteur. Un seul accès au feu par la piste des anciennes*

carrières et du mas Carell. Le feu n'est pas maîtrisé avant la tombée de la nuit, il se propage dans la vallée de Valcebollère selon un axe Ouest-Est. L'incendie se propage jusqu'à la ligne de crête à contrevent montant et jusqu'au village de Valcebollère. Dans la nuit la progression du feu est stoppée par une action de feu tactique.

(<http://www.risque-incendie.com/rex/rex66/index.php>)

Incendie de Latour de carol - 09/09/2011

Surface incendiée : 110 Ha

Végétation : Reboisement de pins et accrus feuillus suite à l'incendie de 1986

Météo : Vent faible ou nul



Départ du feu en phase ascendante avec un feu principalement conduit par la pente, après cette première phase, il n'y a pas réellement d'axe de propagation principal. Ces incendies restent difficiles à lire et les notions de vitesses moyennes ne sont pas représentatives. Par secteur et en fonction du relief, le feu peut s'emballer très rapidement pour retomber aussitôt. Sans action de lutte, les flancs s'ouvrent lentement jusqu'à générer une nouvelle zone active.

Les vitesses de propagation calculées sur les feux de montagne sont très variables, la végétation (landes ou forêt), le relief prononcé et les variations locales du vent ne permettent pas de donner des valeurs de vitesses moyennes représentatives.

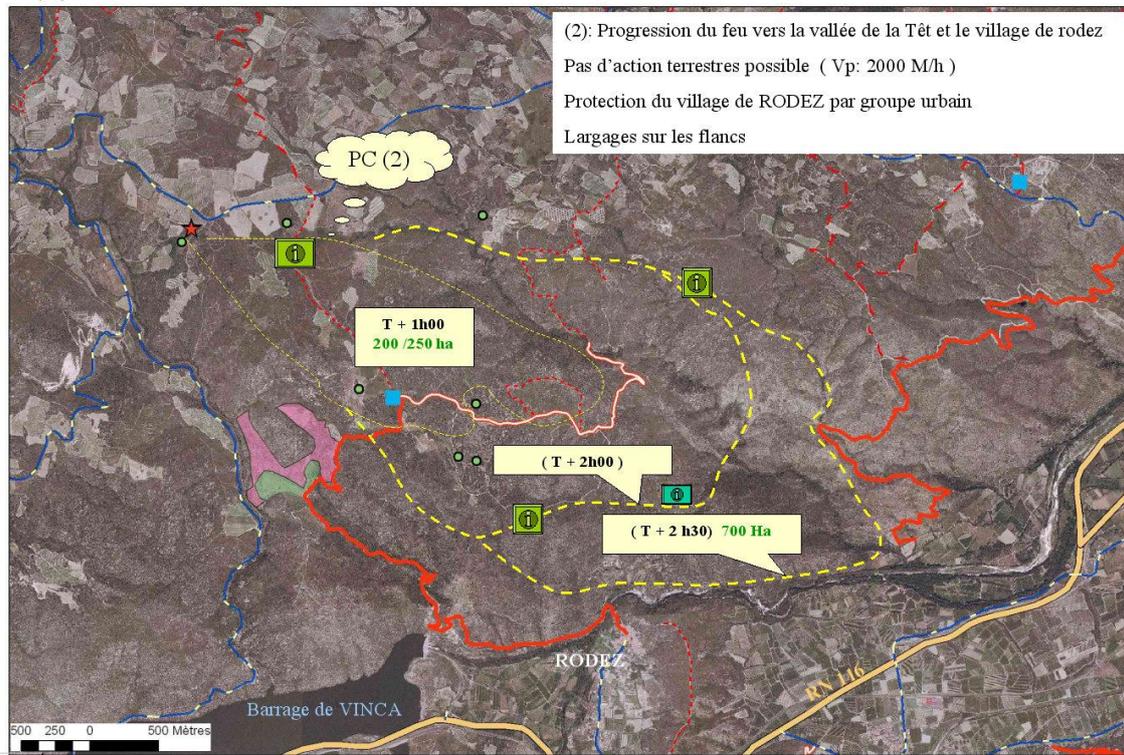
Sur ce type d'incendie, l'accessibilité reste la problématique majeure. Les feux peuvent couvrir plusieurs jours sans progression significative pour repartir à la faveur de conditions météo défavorables. Sur l'échantillon étudié, le facteur pente semble être prédominant.

3.1.3 Exemples sur les feux de forêt et maquis en zone basse méditerranéenne:

Les mesures ci-après ont été réalisées sur des feux par tramontane représentatifs des événements majeurs dans les Pyrénées Orientales. Hormis le feu de Castelnou en 2003 (90 Ha) nous n'avons pas observé durant cette décennie, d'incendie significatif par vent de sud ou sans vent sur la partie basse du département. Les feux par tramontane présentent des caractéristiques de propagation similaires entre les feux (Angle d'ouverture faible, sautes de feu, colonne de fumée inclinée...).

Incendie de Tarerach - 22/08/2005

C'est le plus gros incendie de la dernière décennie dans les Pyrénées Orientales, 1900 Ha incendiés de maquis et chênes vert. La propagation de cet incendie est assez linéaire dans les 3 premières heures (avant les sautes de feu de la Têt et de la RN 116) et permet de calculer des vitesses moyennes d'avancement du front de feu représentative des feux en zone basse. Le vent est orienté au nord-ouest à 30km/h avec des rafales à 72 km/h selon les relevés de la station d'Eus.



Extrait reconstitution REX Tarerach

Sur le plateau de Roupidère, la vitesse calculée sur le terrain est de **2000 m/h.**



Comparaison des valeurs théoriques et terrain :

Si on considère l'abaque pompier qui calcule la vitesse du feu à partir de la formule empirique de 3 % la vitesse du vent, on s'aperçoit que cette formule se vérifie à condition de prendre en compte la vitesse du vent enregistré en rafale et non pas la vitesse moyenne (station d'Eus)

Vitesse du vent en rafale = 72 km/h

Vitesse du feu théorique = 3 % de 70km/h = 2160 m/h

Vitesse du vent moyen = 30 km/h

Vitesse du feu théorique = 3 % de 30km/h = 900 m/h

Incendie de Vingrau - 25/07/2007

Végétation : Garrigue à chêne vert et kermès

Surface incendiée : 180 Ha

Vitesse mesurée = **1000 - 1200 m/h**

Météo = 15 km/h rafales à 35 km/h (source Météo France Perpignan)

Tramontane 10 - 20 km/h en moyenne au sol (REX sur site)



Reconstitution REX 66 : Le feu poussé par une tramontane modérée dans un secteur très peu desservi en piste d'accès s'est développé en quasi propagation libre avant l'intervention des moyens aériens. A t + 2H il menace le mas de Vespella au niveau de la tête du feu dans une végétation de garrigue en mélange avec du Pin d'Alep. Le feu est éclaté dans un secteur accidenté et progresse lentement en fonction du relief et du combustible rencontré. Dans la nuit, à partir de la piste DFCI C20, des pénétrantes militaires et des accès aux vignes les engins au sol ont permis de stopper la progression du feu avant qu'il n'atteigne la D12.

Incendie de Vingrau - 09/08/2011

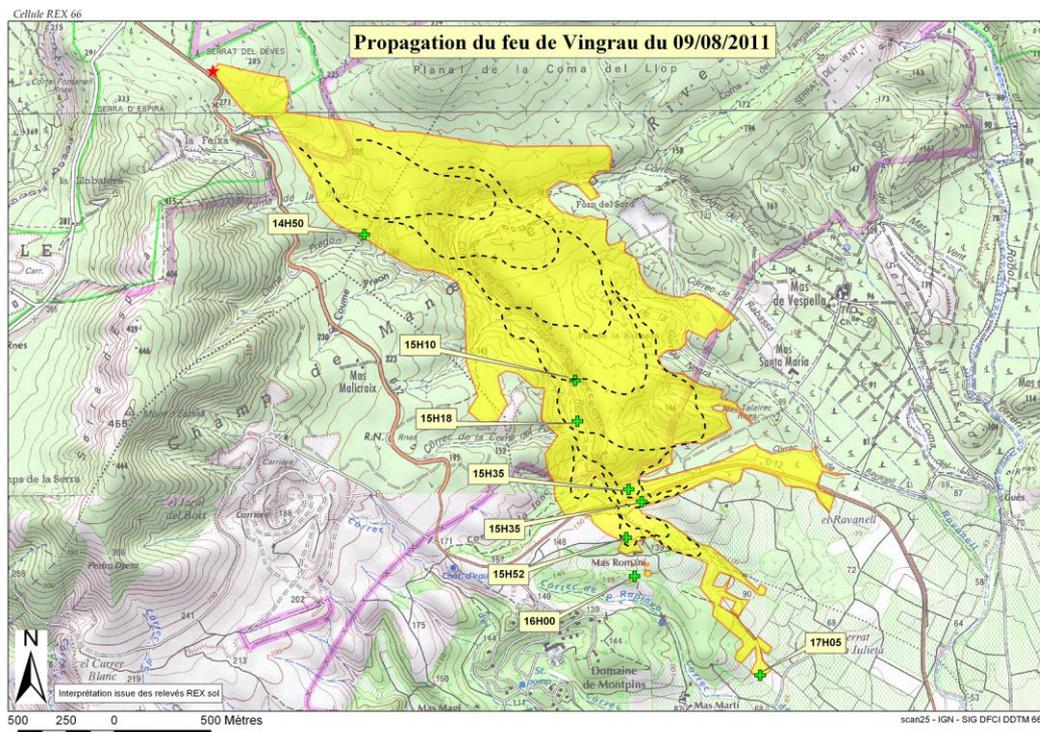
Végétation : Garrigue à chêne vert et kermès

Surface incendiée : 250 Ha

Vitesse mesurée = **2000 - 2500 m/h**

Météo = tramontane 35 km/h en moyenne - rafale à 65 km/h (météo France Perpignan)

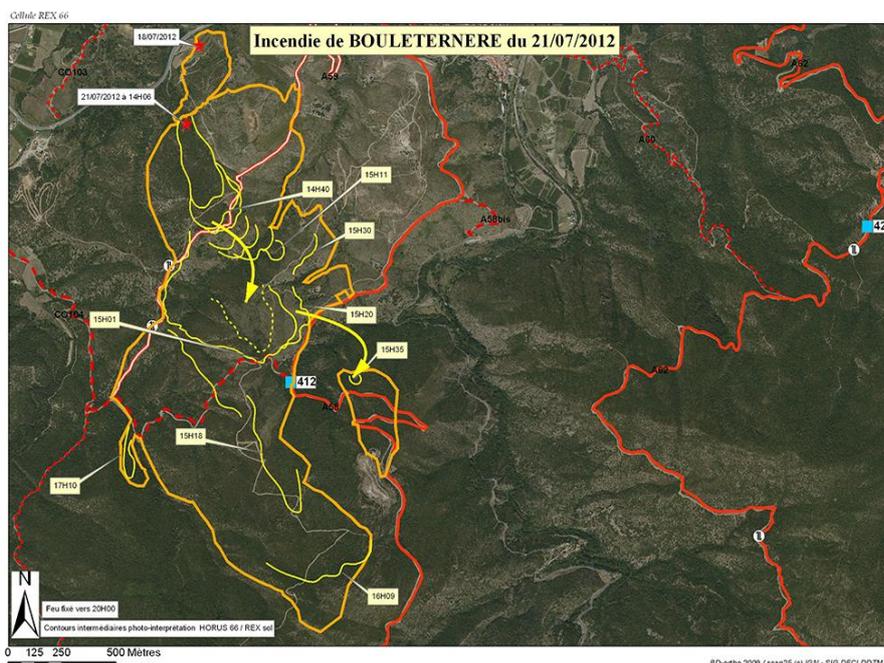
Rafales à 60 km/h - météo REX au sol sur site



Les clichés au sol ne nous permettent pas d'établir une vitesse d'avancement précise dans les premiers instants, les vitesses moyennes (entre 2000 et 2500 m/h) sont estimés à partir d'une extrapolation de photos au sol parfois peu lisibles (fumée et manque de relief). Pas d'avion d'observation sur ce feu.

Incendie de Bouleternère -21/07/2012

Végétation : Maquis bas
Surface incendiée : 170 ha
Vitesse moyenne mesuré =
1000 - 1200 m/h
Météo : 30 à 40 km/h au sol



Les vitesses moyennes calculées sont de l'ordre de 1000m/h mais dans ce secteur vallonné et selon les phases montantes ou descendantes ces valeurs ne sont peut-être pas représentatives.

Comme exposé, nous avons vu que le calcul de la vitesse d'avancement du feu dépend de nombreux paramètres et il est difficile de comprendre l'influence relative de chaque facteur. De manière très pragmatique, nous avons observé ces dernières années des **vitesse de feu moyennes entre 1000 et 2500 m/h**. Nous n'avons pas relevé de valeurs exceptionnelles de plus de 5 km/h comme trouvé dans la littérature (incendie de 2003 dans les Maures). De par notre expérience, nous pensons que, ponctuellement, sur des phases de feux ascendants, les vitesses de propagation peuvent être largement supérieure à ces valeurs moyennes mais que la configuration de nos massifs forestiers avec des changements fréquents de pente dans l'axe de propagation, génèrent des vitesses de feu très variables. La vitesse moyenne, par définition, n'exprime pas réellement ce danger.

La bonne lecture des zones d'accélération et de ralentissement du feu doit nous permettre de placer nos aménagements (pistes et zones débroussaillées) dans les secteurs moins exposés ou les opportunités de lutte seront optimales (chapitre 4).

L'utilisation de logiciel de simulation des vents comme Flowstar a été testé avec succès sur différents sites du Département et permet d'identifier assez clairement ces zones d'accélération du vent. Cet outil pourra être utilisé pour affiner les propositions d'équipements lors de la planification de massif.

3.2 les sautes de feu

La saute de feu est un des éléments de propagation de l'incendie qui est connu des scientifiques et pompiers mais qui, pour l'instant, reste très peu prévisibles. Nous avons pu observer sur cet échantillon de feux, de nombreux cas de sautes de feu que nous tenterons d'exposer et d'analyser. Les sautes de feu ont été observées principalement sur les feux « classiques » en zone basse mais également sur les feux de friches. Nous n'avons pas relevé ou observé directement de saute sur les feux dits de montagne.

3.2.1 Saute de feu sur les incendie en plaine

Dans la zone de plaine, ces feux se développent sur terrain plat, il n'y a pas d'influence du relief. Nous avons vu précédemment que les vitesses de ces feux sont similaires a celles mesurées sur les feux de forêt. Aussi nous avons pu observer, par vent moyens à forts, de nombreuses sautes de feu sur ces milieux.

Incendie de Argelès / Elne
04/08/2006



Incendie de Clairà
11/09/2010



Incendie de Perpignan
11/08/2013



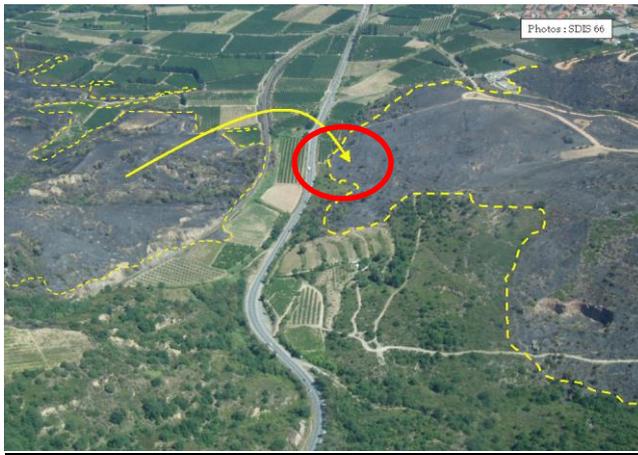
Par vent moyens à forts, nous constatons que de nombreuses sautes sont générées sur ces milieux. Les brandons transportés par la colonne de convection du feu sont réceptionnés sur des milieux herbacés très inflammables provoquant l'allumage de foyers secondaires. Ces phénomènes perturbent grandement le dispositif de lutte même si pour l'instant, nous n'avons pas observé de saute sur de grandes longueurs (distance d'essaimage inférieure à 100 m).

3.2.2 Saute de feux sur les incendies de maquis et forêt en zone basse

Incendie de Tarrerach - 22/08/2005

Météo : Vent de Nord-Ouest à 30 km/h en moyenne ; rafales à 72 km/h (météo France)

Vitesse de propagation moyenne observée : 2000 m/h



Distance et zone de réception de la saute de feu au-dessus de la N116

Sur cet incendie de nombreuses sautes ont pu être observées avec des distances d'essaimage de plus de 100 m.

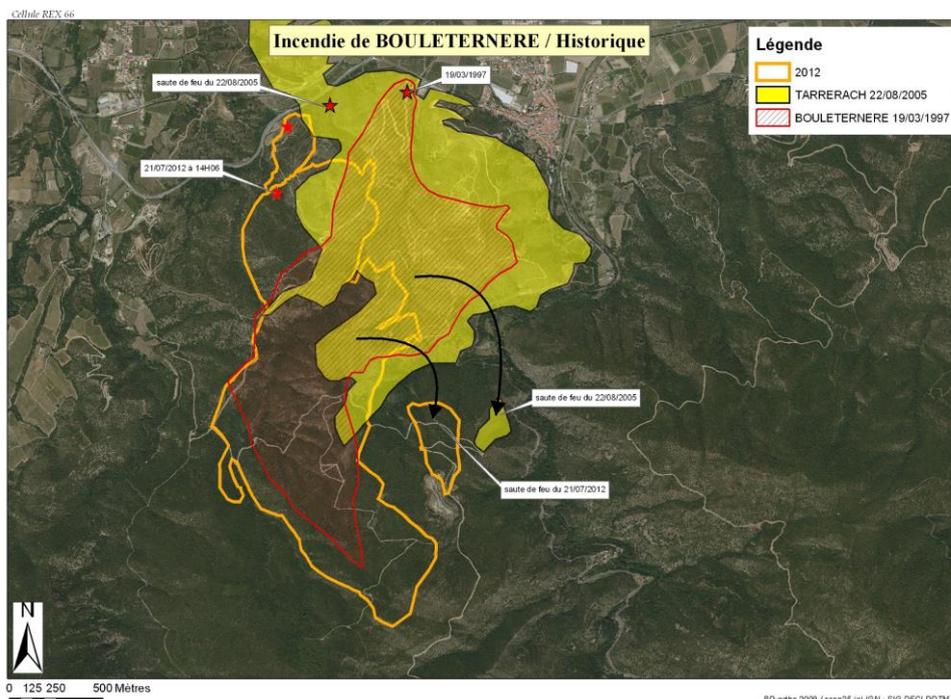
Incendie de Bouleternère - 2005 - 2012

2012 - Végétation : Maquis bas

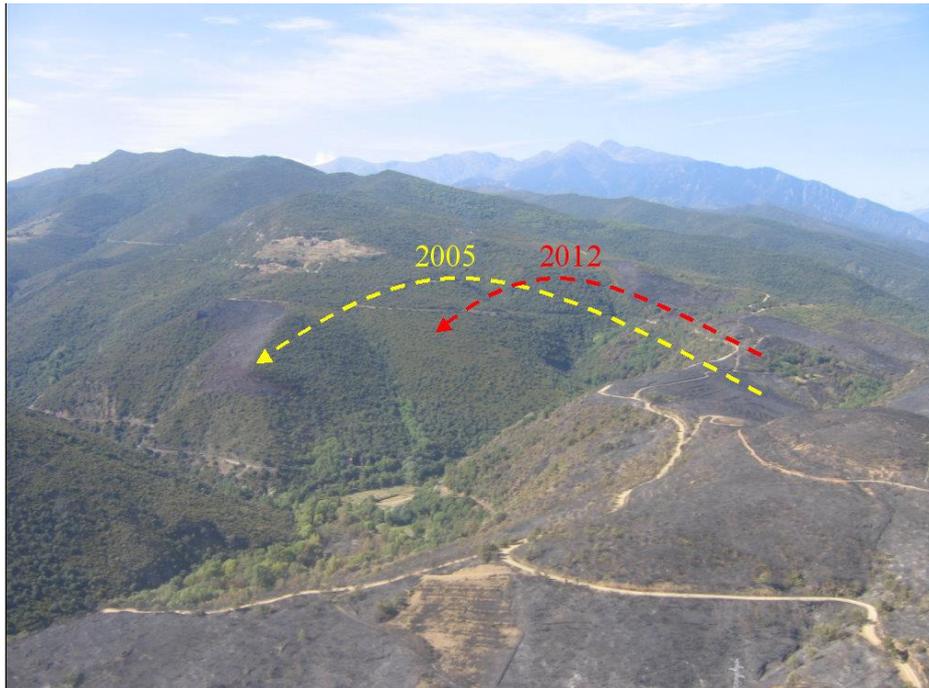
Surface incendiée : 170 ha

Vitesse moyenne mesuré = **1000 - 1200 m/h**

Météo : 30 à 40 km/h au sol



En 2012, l'incendie parti près de la RN 116 a suivi le même couloir de feu que l'incendie de Tarrerach qui a sauté la route. Ces deux incendies présentent des similitudes de propagation et nous avons pu observer sur ces deux feux des sautes quasi-identiques en termes de zone de réception et distance d'essaimage.



Les tracés indicatifs des trajectoires des deux sautes de feux observées en 2005 et 2012 suivent le même axe et les distances d'essaimage sont très similaires (de l'ordre de 500 m).

Incendie de Vingrau de 09/08/2011

Végétation : Garrigue à chêne vert et kermès et pins d'alep

Surface incendiée : 250 Ha

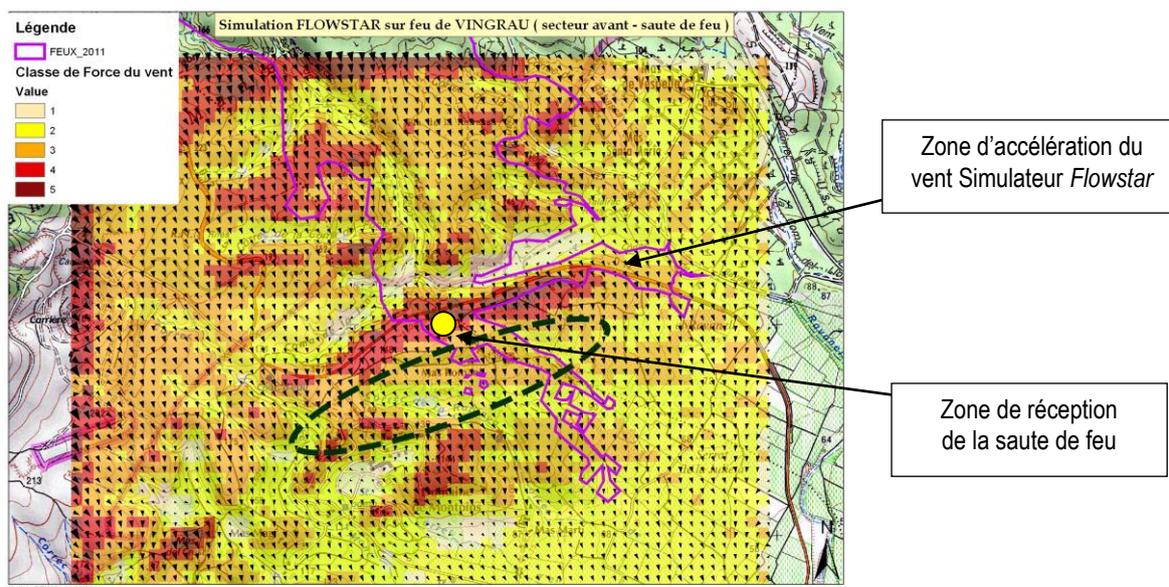
Vitesse mesurée = 2000 - 2500 m/h

Météo = tramontane 35 km/h en moyenne - rafale à 65 km/h (météo France Perpignan)

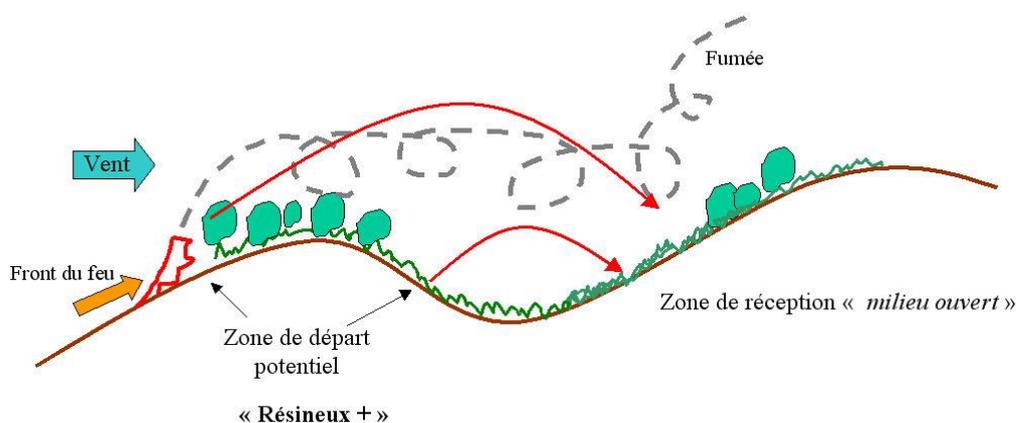
Rafales à 60 kmH - météo REX au sol sur site



Nous avons observé une saute de feu par-dessus la route Départementale, ce secteur correspond à une zone d'accélération du vent qui a été calculée sur le modèle numérique *Flowstar*.



Les sautes de feu sont des phénomènes qui restent encore mal connus des services de lutte et des forestiers. Nous avons pu observer sur cet échantillon de nombreuses sautes de feu et il ressort de ces observations certains indicateurs de prédisposition aux sautes de feu liés principalement à la topographie et aux types de milieu des zones de réception.



Ainsi, comme illustré dans le schéma ci-dessus, la topographie de vallon avec des zones de réception des brandons incandescents au vent, **sur des milieux plutôt « ouverts »** (landes arbustives basses et herbacées principalement) sont des indicateurs favorables à l'apparition de saute de feu. Selon la littérature les résineux génèrent plus de brandons que les feuillus mais nous n'avons pas assez d'événements pour valider ces observations. Les distances d'essaimages sont elles aussi très variables, les sautes de courtes distances (inférieur à une dizaine de mètres) sont très courantes et ont été largement observées, les sautes plus importantes comme celles observées sur le feu de Tarrérach et Bouleternère ont été estimées à environ 500 m.

3.3 La puissance du front de feu

La puissance ou l'énergie dégagée par le front de feu est un des éléments qui caractérise le mieux la dangerosité d'un incendie, c'est la notion d'intensité du phénomène sur une zone donnée. Elle conditionne l'engagement des moyens de secours ou encore le niveau d'impact du feu sur un bâtiment. De nombreux travaux et études scientifiques tentent d'exprimer ou mesurer la puissance d'un feu potentiel à partir de données expérimentales (laboratoire ou brûlages dirigés) pour extrapoler ces valeurs sur des situations réelles et calculer le niveau d'intensité du phénomène en fonction des paramètres de combustibles, pente et météo. Les calculs théoriques de puissance de feu s'appuient principalement sur la formule de Byram selon laquelle :

$P_f = M \times C_s \times V_p$	<p><i>P_f</i>: puissance du front de feu (Kw/m) <i>M</i>: masse de combustible sec (g/m²) <i>C</i>: chaleur spécifique de combustion (J/g) <i>V_p</i>: vitesse de propagation du feu (m/s)</p>
---------------------------------	---

Ces calculs permettent d'exprimer une valeur théorique d'intensité du feu, mais on comprend très bien la difficulté de pouvoir vérifier ces valeurs sur feu réel.

Hormis les enregistrements vidéo et photos qui témoignent de la puissance du feu sur un secteur donné, nous n'avons pas de moyens de mesure de la puissance du feu, cette notion est très subjective, elle est fonction de la sensibilité de chacun des opérateurs. Bien sûr nous pouvons extrapoler des hauteurs ou longueurs de flammes à partir de clichés réalisés sur les fronts de feu mais ces valeurs sont très variables dans le temps et dans l'espace et il nous paraît difficile de tirer des enseignements à partir de ces éléments.

De manière générale, nous avons pu observer que les variations de puissance du feu ou d'intensité sont liées bien évidemment au type de combustible rencontré mais également à la configuration locale du feu. Les notions de tête du feu, de flanc ou de feu à la recule conditionnent principalement le niveau d'intensité du front sur une formation forestière. Ainsi et à titre d'exemple, sur un même peuplement de résineux présentant les mêmes caractéristiques en termes de combustible et de pente (quasi nulle), nous avons observé un impact du feu complètement différent. Les photos ci-après ont été prises sur une même parcelle soumise à l'incendie du feu du Perthus en Catalogne (2012). On voit très nettement la différence d'impact du feu sur le peuplement de pins qui exprime une variation locale importante de la puissance du feu. Sans action de lutte, cette variation peut en partie s'expliquer par la configuration locale du feu et la cinétique d'impact du feu sur la parcelle.

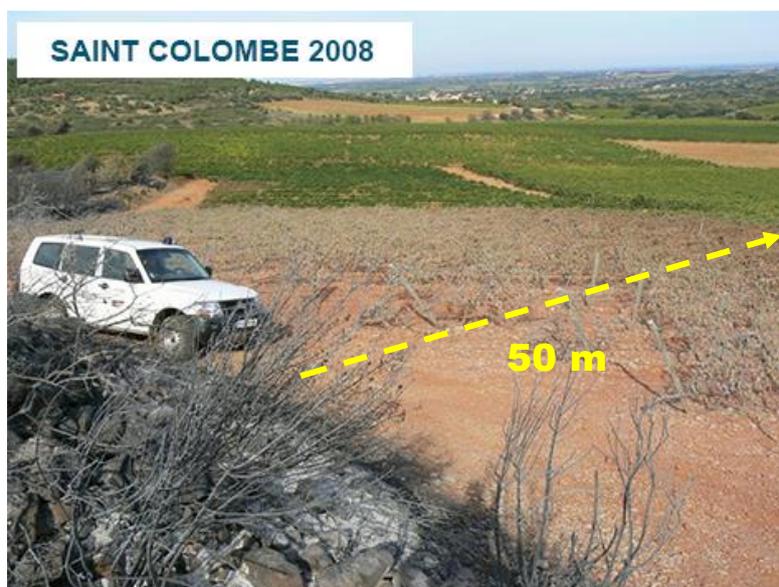


Ces images expriment toute la difficulté de prévision des niveaux d'intensité du feu sur une parcelle donnée selon que le feu soit dans une phase active (tête du feu par exemple) ou moins active (feu de flanc).

Comme illustré précédemment, la puissance du feu peut aussi être évaluée après le passage de l'incendie en fonction de l'impact du feu sur le peuplement ou sur tout autre élément du paysage. Un des « marqueurs » significatif de la puissance du feu sur notre département est la vigne. La vigne est un élément quasiment incombustible qui constitue un pare feu idéal et autant de zones d'appui à la lutte. L'impact du feu sur la vigne est marqué par la destruction des premières rangées de vignes sur une profondeur qui est fonction de la puissance du feu et de la longueur de la flamme. L'impact du feu sur la vigne, principalement dû au rayonnement, a pu être observé sur de nombreux cas de figure permettant une interprétation de la puissance du feu sur une phase donnée. Là encore les critères locaux de configuration du feu (tête du feu, flanc, feu montant...) sont primordiaux sur les variations de puissance sur un incendie donné. Nous verrons qu'il est possible, à partir de configurations similaires, de comparer les puissances de feu dégagées par les peuplements forestiers soumis à l'incendie en utilisant la vigne comme marqueur. Nous avons observé de nombreux cas où la vigne a permis de contenir le feu et nous avons pu mesurer l'impact du feu sur celles-ci :



Ainsi, sur le feu de Saint Colombe en 2008, nous avons observé un impact sur la vigne (détruit et/ou roussi) **jusqu'à 50 m au-delà la limite du peuplement forestier incendié.**



Cette photo a été prise sur le secteur impacté par la tête du feu, le feu était sur une pente *faible descendante dans un peuplement de chêne kermès de moins de 2 mètres de hauteur.*

A travers ces clichés, il est important de sensibiliser le grand public sur le pouvoir calorifique d'un incendie de forêt et mettre en parallèle les mesures de prévention comme le débroussaillage obligatoire autour des habitations et justifier les distances de débroussaillage imposées aux propriétaires d'habitation.

Sur cet autre exemple (*feu de Salses de 2013*), le changement de puissance du feu en quelques secondes, matérialisé par une augmentation significative des hauteurs de flammes peut être expliqué par un changement de végétation sur le front de feu. Ces clichés illustrent encore une fois, les fortes variations locales de la puissance du feu sur un espace temps très court.



Dans le même esprit, certains témoignages pompiers relatent l'apparition de phénomènes extrêmes de changement de comportement du feu appelés embrasement généralisés (EGE) qui restent encore mal connus des pompiers. Des travaux de recherche sur ces phénomènes d'EGE en milieu forestier sont en cours et plusieurs hypothèses sont à ce jour formulées. Nous n'avons encore que très peu de connaissance sur ce phénomène.

L'appréciation du niveau de dangerosité des formations végétales (structuration et espèces) est un élément majeur dans la sécurité des personnels engagés sur le terrain mais il est parfois difficile d'anticiper les changements rapides du comportement du feu.

A travers ces exemples, nous avons vu qu'il y a beaucoup de paramètres qui influent sur le comportement du feu que ce soit en termes de vitesse d'avancement du feu, de puissance ou de mode de propagation. Ces variations peuvent avoir lieu sur des espaces temps très courts et sont difficilement prévisibles.

Nous traduisons ici, la difficulté d'évaluation de la situation par les services de secours sur feu établi mais également la difficulté du choix des implantations des ouvrages DFCI qui sont fonction du scénario de feu envisagé. L'accumulation d'expérience sur les feux historique est, encore une fois, un des moyens d'améliorer notre expertise dans ces deux domaines d'action : la prévision et la lutte. Une lecture fine du type de feu, et une analyse de tous les paramètres rencontrés peut permettre d'évaluer approximativement les changements de comportement du feu et donc les opportunités de lutte sur feu établi. Parallèlement, la planification des ouvrages DFCI à partir de scénarios fiables augmente la pertinence des actions d'aménagement préventifs

A l'image des « *anciens* » ayant acquis une expérience forte au sein des services de lutte, ces travaux s'inscrivent dans un schéma de transfert des connaissances même si il est illusoire de pouvoir compiler dans un document de synthèse, l'ensemble des observations recueillis sur la centaine de feux suivis par les opérateurs REX. D'autres moyens de communication comme des modules de formation à destination des services de prévision et de lutte contre les feux de forêts devront être envisager et feront suite à ces travaux.

4. Efficacité / Utilisation des équipements DFCI soumis à l'incendie

Dans ce chapitre, nous traiterons de l'efficacité des équipements DFCI qui ont été soumis à l'incendie en essayant d'avoir un regard critique sur les objectifs de l'équipement ou de l'ouvrage lors de sa conception et les réalités de terrain rencontrés par les services de secours

A partir des données issues d'un retour d'expérience sur un incendie, plusieurs niveaux d'analyse peuvent se présenter, nous pouvons étudier l'événement de manière globale pour faire ressortir les besoins ou les limites d'utilisation de certains équipements DFCI dans un contexte de feu mais aussi zoomer sur un secteur spécifique, réduit pour étudier plus finement le comportement du feu. Ce travail a déjà été réalisé et synthétisé sous la forme de comptes rendus REX après feu. Nous tenterons ici de **faire ressortir les enseignements généraux** qui ont pu se répéter sur cet échantillon de feux.

Nous traiterons principalement de l'utilisation des pistes DFCI, de l'alimentation en eau, de l'efficacité des coupures de combustibles mais aussi de l'impact du feu sur des zones d'interfaces Forêt - habitat.

4.1 Réflexions sur les pistes DFCI

Le département comprend 2830 km de pistes DFCI référencées dans l'atlas opérationnel, qui sont, pour la quasi-totalité, des pistes multifonctionnelles sans véritable statut juridique DFCI. Ces pistes sont qualifiées dans l'atlas DFCI en 4 catégories selon une classification normalisée basée sur des critères techniques de praticabilité de la piste et de limites de circulation.

Les pistes DFCI, sont classées en catégories en fonction des possibilités de circulation des groupes d'intervention.

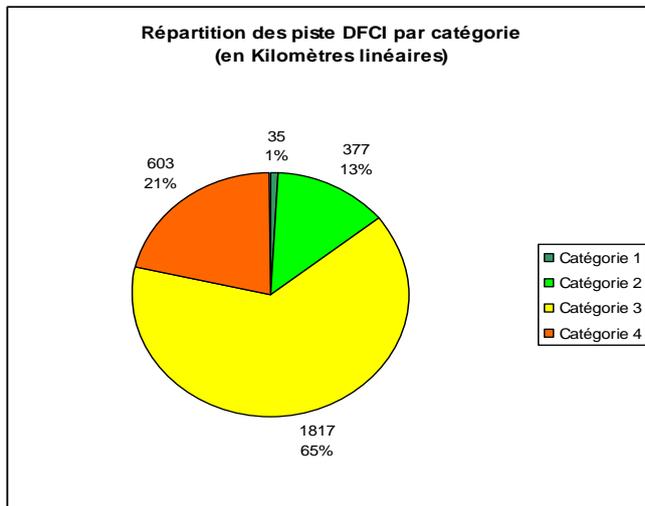
Les catégories retenues sont :

- Catégorie 1 : permet le croisement généralisé des groupes et des possibilités de retournement. Les voies en impasse sont interdites ;
- Catégorie 2 : permet le croisement ponctuel des groupes avec des possibilités de retournement ;
- Catégorie 3 : permet la circulation des groupes, sans qu'il y ait nécessairement possibilité de croisement et/ou de retournement.

Les catégories sont attribuées par tronçon (portion comprise entre deux intersections de voie DFCI ou voie ouverte à la circulation) en fonction de la largeur circulaire, de la fréquence des zones de croisement, de la présence des aires de retournement et des impasses.

Peuvent figurer au réseau utilisable pour la DFCI, en hors catégorie (classe 4), les autres voies multifonctionnelles qui présentent un intérêt opérationnel pour la prévention et/ou la lutte mais qui ne répondent pas aux caractéristiques minimales de la 3e catégorie. Pour autant, la circulation d'un véhicule léger de première intervention doit être possible (porteur d'eau de PTAC \leq 3,5 tonnes).

Source : Guide zonal des équipements DFCI



86 % du linéaire de pistes DFCI du département des Pyrénées Orientales est classé en catégorie 3 ou 4. Il s'agit de pistes multifonctionnelle mais qui présentent un intérêt stratégique pour la lutte contre les feux de forêts.

L'ensemble du réseau est matérialisé sur le terrain par un panneautage spécifique.

L'équipement des massifs en pistes DFCI à un double objectif, il doit permettre d'assurer le transit des moyens de lutte vers le départ du feu le plus rapidement possible en cas de feu naissant mais aussi de permettre la lutte sur feu établi selon les configurations.

Concernant l'attaque des feux naissants, et pour juger de la qualité du réseau, il serait intéressant de pouvoir apprécier le délai d'intervention sur les départs de feu mais cette donnée n'est pas fiable sur l'ensemble de l'échantillon des feux sur la période et reste difficilement exploitable.

Après analyse SIG, on constate que **69 % des incendies en zone DFCI suivis par la cellule REX se trouvent à moins de 250 m d'une piste DFCI** et que par conséquent ce taux élevé exprime une bonne répartition des pistes sur les secteurs incendiés. Par contre, seulement 16 % des incendies se trouvent à moins de 250 m d'une piste de catégorie 1 ou 2. Ce chiffre est un bon indicateur mais n'exprime pas l'efficacité proprement dite des équipements qui doit être étudiée au cas par cas.

A titre d'exemple, le feu de Latour de Carol en 2011 a mis en exergue un problème réel d'accès au feu sur ces zones de montagnes. Les pistes étroites en mauvais état limitent grandement l'engagement des moyens et les chances d'extinction par les moyens classiques terrestres.



Sur ce type de piste de mal calibrées, il est important de prévoir **l'aménagement de places de retournement et/ou croisement** qui, comme pour le feu de Latour de Carol, permettent l'engagement des moyens malgré la très mauvaise praticabilité. Dans ces secteurs où la réfection complète de la piste demande un investissement lourd, le maintien à minima de ces places de retournement conditionne l'opérationnalité de la piste. Le positionnement de ces places de retournement sur l'Atlas revêt une importance capitale en particulier pour les pistes de catégorie 3 et 4.

Comme vu précédemment, 86 % du linéaire de pistes DFCI des Pyrénées Orientales est en catégorie 3 ou 4, ces pistes sont multi-fonctionnelles et ont des statuts et des modes de financement très variés. L'affichage dans l'atlas DFCI et le panneautage sur le terrain de ces pistes, sans véritable statut DFCI, est fonction de la praticabilité de la piste pour les CCF et de l'intérêt DFCI qu'elles représentent.

De par les retours d'expérience, il ressort que :

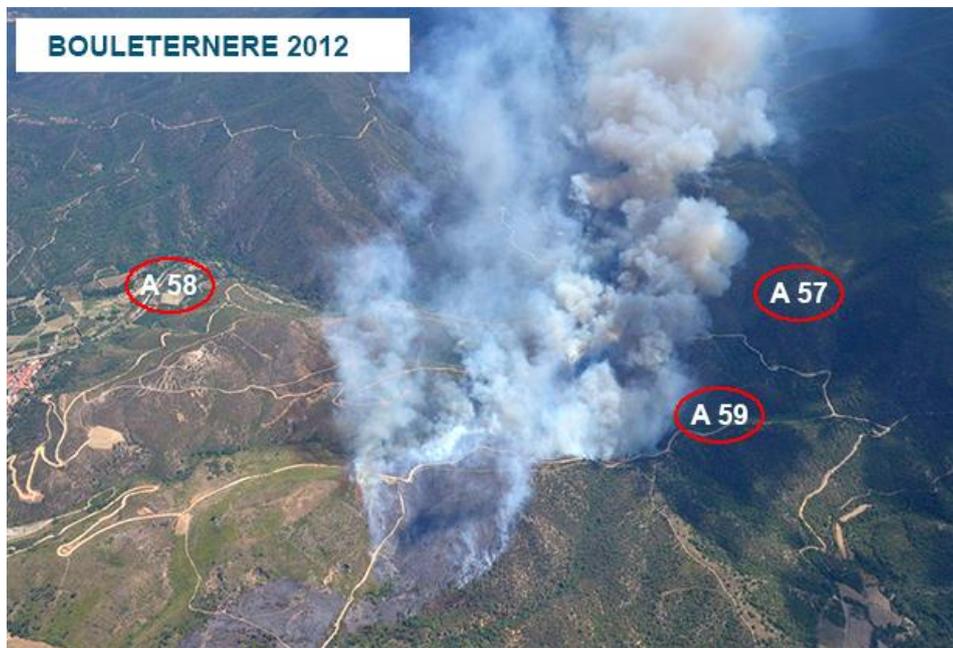
- Le panneautage terrain du réseau de piste est capital. Sans système de GPS, il permet aux services de secours de positionner leurs actions de lutte.
- Les pistes de catégories 3 ou 4, malgré leurs limites de praticabilité, doivent être cartographiées dans l'atlas opérationnel. **Elles ont été largement utilisées sur les feux étudiés.**

Nous avons pu constater, sur le terrain, des problèmes de panneautage des pistes (panneaux manquants, arrachés ou dégradés) qu'il est difficile de résoudre complètement. Le Département ayant pris l'option de panneauter le réseau DFCI avec des panneaux légers, peu coûteux et facilement remplaçables. Cette option demande un entretien régulier par les agents forestiers lors des campagnes de relevés terrain (mise à jour de la BD Atlas DFCI)

Entretien des pistes DFCI :

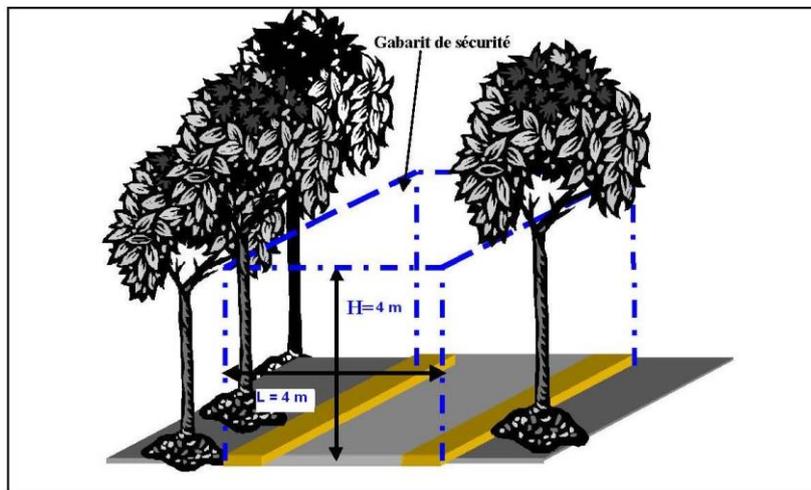
Ce sujet a largement été commenté lors des nombreuses réunions sur les plans de massifs et les retours d'expériences, c'est un point clé de l'efficacité de la stratégie d'aménagement de nos massifs qui peut représenter un investissement financier annuel important. Peu de solutions techniques existent pour limiter l'entretien régulier des pistes, nous ne pouvons que constater les difficultés de circulation rencontrées sur le réseau de pistes et souligner **l'importance capitale de la bonne praticabilité du réseau.**

A titre d'exemple, les engins de lutte sur le feu de Bouleternère (2012) se sont appuyés en partie sur deux pistes en catégorie 1 et 2 (A58, A59). Le retour d'expérience de cet événement a permis de mettre en avant que la stratégie d'équipement du massif sur cette zone poudrière du massif des Aspres avait largement contribué à la limitation de la surface brûlée par l'attaque massive terrestre à partir du réseau de pistes DFCI. L'engagement des moyens au contact du feu n'a été rendu possible que grâce à la bonne conception des ouvrages et aux possibilités de manœuvre offertes par les équipements en place.

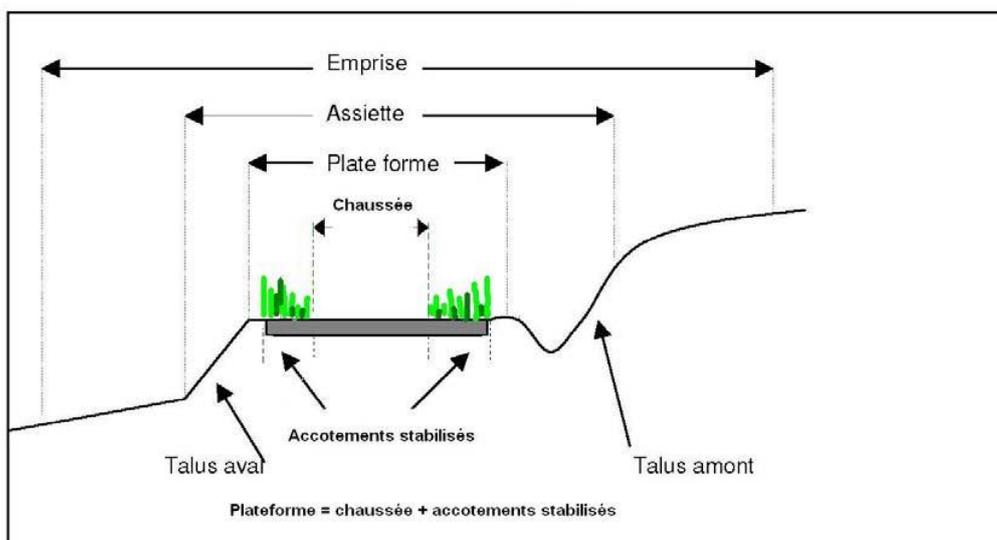


Conception des pistes DFCI :

Rappel : Les critères de conception des pistes DFCI tendent tant que possible vers ceux de décrits pour les catégories 1 ou 2, à savoir une largeur suffisante permettant le croisement généralisé des groupes d'interventions. La bande de roulement doit être libre de tout obstacle sur une largeur de 6 m avec un gabarit de sécurité d'au moins 4 m. De manière générale, les pistes DFCI sont conçus avec une pente moyenne inférieure à 10 % supportant parfois quelques tronçons avec des pentes instantanées de l'ordre de 20 %.



Route forestière en coupe : cas d'une piste non entretenue



Ces pistes peuvent avoir deux objectifs :

- Un objectif de transit des engins vers une zone spécifique (zone de coupures de combustible, points sensibles,)
- Un objectif de lutte selon un scénario de feu envisagé

Les plans d'aménagement des massifs (PAFI), à partir du diagnostic initial, des incendies de références et d'une expertise de l'aléa incendie, identifient les besoins en termes d'ouverture et de mise aux gabarits des pistes. Cependant, de par la variabilité du phénomène et l'incertitude de la zone de départ du feu, il est très difficile de prévoir le type de feu qui impactera l'équipement. Les scénarios de feu par tramontane sont les plus utilisés.

Les retours d'expériences confirment que, dans les conditions de feux montants poussés par la tramontane, les pistes exposées au vent en milieu ou haut de versant ne permettent pas (ou que très rarement) un engagement des moyens sur la tête du feu. Les exemples sont nombreux.



La prise en compte de l'**aérogologie locale et des influences du relief** est un élément important dans la stratégie d'équipement de nos massifs et de l'efficacité de nos stratégies. Ces notions peuvent être en partie appréhendées par les simulations informatiques des flux de vent via des logiciels type Flowstar. Nous avons pu tester sur de nombreux secteurs la cohérence des résultats issus des simulations numériques et des relevés de terrain. La valorisation de cet outil, dans la réflexion sur l'aménagement du territoire ou encore dans l'analyse du comportement du feu nous semble donc particulièrement intéressante.

Concernant le débroussaillage bord de piste, nous n'avons pas d'éléments significatifs issus de l'étude de ces feux et permettant de prescrire des profondeurs de débroussaillage.

Le dimensionnement, la conception et la praticabilité des pistes DFCI avec une plate-forme et une bande de roulement suffisamment large reste un facteur primordial de la réussite des actions de lutte au sol.

4.2 Réflexions sur l'alimentation en eau

La disponibilité en eau est un élément majeur dans la lutte contre les feux de forêt, les services de secours disposent de points d'eau à vocation unique DFCI sous différentes formes (bassin, citernes principalement) qui ont été répartis sur l'ensemble du territoire en fonction des besoins et des priorités. En plus de ces points d'eau spécifiques, d'autres points d'eau dits **points d'eau brute** (eau prélevée dans le milieu naturel et n'ayant pas subi de traitement) sont utilisés par les secours pour limiter le pompage sur les poteaux incendie et donc sur le réseau d'eau potable public. Dans la plupart des cas, il s'agit de point d'eau naturel et de canaux d'irrigation accessibles aux CCF.

Hors urgence, sur les grands feux, il est demandé à la chaîne d'alimentation en eau de s'appuyer principalement sur les points d'eau brute. Nous avons pu constater sur les dernières années un effort important des moyens de secours pour s'alimenter à partir de ces points d'eau brute. Le recensement de ces points d'eau brute dans l'atlas opérationnel à partir des relevés terrain et des informations des chefs de centre a permis une meilleure prise en compte de ces nouveaux points d'alimentation (plus de 100 points d'eau recensés). Aujourd'hui une réflexion est en cours pour cartographier les points d'eau brutes en Plaine du Roussillon et disposer d'un atlas opérationnel à destination des services de secours.



Sur les dix dernières années, hormis le feu de Tarrérach, les incendies que nous avons subi sont de moyenne importance, la disponibilité en eau a toujours pu être assurée via les gros porteurs, nous n'avons pas de cas significatif où le manque d'eau s'est fait ressentir ou que très ponctuellement. Ceci dit, sur la plupart des incendies, il n'y a pas eu de simultanéité d'événements et les gros porteurs (berce ou autres engins de grande capacité) étaient

disponibles. Dans l'ensemble, au cours des incendies observés, **les citernes DFCI de 30 m³ ont été peu utilisées**, les services de secours préférant organiser leur rotation à partir des gros porteurs. Sur les feux étudiés, et hors situation particulière, il est difficile de juger de la disponibilité de la ressource en eau, certains incendies ont nécessité la mise en œuvre d'une chaîne d'alimentation en eau basés sur l'engagement de gros porteurs de type berce qui peuvent assurer le ravitaillement sur les zones isolées.

De manière générale, nous constatons que les citernes à vocation DFCI (30 m³ d'eau) ont été utilisés que pour assurer un tampon entre les premiers engins et la mise en œuvre de la chaîne d'alimentation en eau (berce et noria de camions) ou assurer l'alimentation sur des secteurs non accessible aux gros porteurs.

TAUTAVEL 2007



Alimentation des CCF à partir du point d'eau DFCI n°145 situé sur le plateau de la Deveza en forêt Communale lors du feu de 2007. L'accès limité à ce secteur ne permet pas aux gros porteurs d'effectuer des norias rapides et la citerne DFCI joue pleinement son rôle.

Nous citerons les feux de Tautavel (2007), Bouleternère (2012), Opoul (puits eau brute - 2006), Collioure (2006) sur lesquels des points d'eau DFCI répertoriés dans l'atlas ont été utilisés.

La disponibilité en eau et la diminution des délais de rotation de la chaîne de l'eau sur les incendies doit toujours être recherchée. Cependant, selon les massifs, la stratégie d'équipement en point d'eau est variable, les massifs les plus sensibles sont équipés majoritairement de citernes DFCI aux normes de 30 m³ permettant l'approvisionnement en eau au cœur des massifs, ces citernes doivent permettre de maintenir la disponibilité en eau avant que les norias de camions gros porteur organisent la chaîne de l'eau. Bien sûr, ce dispositif est complété sur les zones de coupures de combustibles qui sont des zones d'appui à la lutte où la disponibilité en eau doit être assurée au maximum.

Remarque sur l'utilisation des citernes par l'HBE :

De nombreuses citernes ont été équipées de trappe HBE pour permettre un pompage par les airs. Nous n'avons pas connaissance d'expérience sur cette manœuvre qui reste délicate, l'HBE préférant s'alimenter sur des points d'eau plus « faciles ». De plus, le système d'aspiration des HBE a évolué ces dernières années et n'est pas toujours compatible avec ce type de manœuvre.

La faible utilisation des citernes DFCI classiques sur la période, ne remet pas en cause leur utilité, en cas de feu important ou pour palier un déficit ponctuel de la chaîne d'alimentation en eau, ces citernes sont une aide précieuse pour les secours. Le choix du positionnement de la citerne (intra-massif) doit cependant être réfléchi à partir de ces observations de terrain.

Aujourd'hui la stratégie d'équipement en point d'eau de nos massifs est basée sur la mise en place de citerne DFCI de 30 m³ en fonction des besoins exprimés lors de la planification de massif (PAFI) et l'utilisation, tant que possible des point d'eau brute. A partir de cette analyse, il semblerait qu'il soit préférable de positionner en priorité les citernes sur des secteurs difficiles d'accès pour les gros porteurs.

4.3 Réflexions sur les coupures de combustibles

Le cloisonnement des massifs forestiers par des grandes coupures stratégiques est un axe fort de la politique départementale de protection de la forêt contre les incendies. Cette politique s'appuie sur un réseau de coupures de combustibles (**sylvo-pastoral**) sous contrat avec des éleveurs qui assurent l'entretien des ouvrages DFCI via des aides de l'Etat, de l'Europe et de la Région. Il a toujours été recherché, dans ces dispositifs, une solution économique liée à l'élevage ou la production de liège par exemple, pour assurer la pérennité de l'ouvrage et optimiser les moyens financiers.

Sur les parties hautes du département, certaines zones de coupures de combustibles sont aussi entretenues par des séquences de **brûlages dirigés** avec l'appui de financements publics.

Du point de vue de l'objectif DFCI, ces ouvrages sont conçus pour ralentir la propagation du feu et servir de zones d'appui à la lutte sur des incendies de grande ampleur dans le but de limiter les surfaces détruites via un cloisonnement stratégique du massif. Ces coupures de combustibles ne sont pas « hermétiques » au feu, ce sont des zones d'appui à la lutte qui doivent permettre aux services de secours de lutter le plus efficacement possible contre les grands incendies.

Le cas particulier de la vigne :

Nous traiterons également ici, des incendies qui ont impacté un autre type de coupure : **la vigne**.

Cultivée en méthode traditionnelle et entretenue, la vigne est reconnue comme un pare feu idéal (hors saute de feu, mèches combustibles et vignes en culture biologique). Dans notre Département, les secteurs viticoles représentent des zones d'ancrages qui sont autant d'opportunités de lutte et d'aménagement pour définir un maillage du massif forestier. Contrairement aux zones sylvo-pastorales, la vigne permet de contenir le feu sans action de lutte et permet ainsi aux moyens de secours de se concentrer sur d'autres objectifs. De nombreux incendies ont impacté des vignes hors dispositif DFCI qui ont permis de contenir le feu sur certaines zones. Les grands incendies sur les Corbières et la Côte Rocheuse ont tous impacté des vignes.

Année	Commune	Date	Surface Ha	Présence de coupures	Type
2000	Port-Vendres	27/08/2000 20:00	500	Oui	Vignes - DFCI et non DFCI
2001	Le Boulou	07/09/2001 14:29	350	Oui	Sylvo-pastoral DFCI
2003	Fontpédrouse	17/07/2003 11:45	200	Non	nul
2005	Camélas	22/07/2005 14:10	240	Non	nul
2005	Tarerach	22/08/2005 14:13	1970	Oui	Sylvo-pastoral DFCI
2006	Collioure	31/05/2006 15:12	220	Oui	Vignes DFCI et non DFCI
2006	Opoul-Périllos	10/08/2006 19:40	300	Oui	Vignes non DFCI
2007	Vingrau	25/07/2007 16:44	210	Oui	Vignes non DFCI
2008	Collioure	30/09/2008	60	Oui	Vignes DFCI
2009	Valcebollère	16/10/2009 14:08	170	Non	nul

2011	Vingrau	09/08/2011 12:37	250	Oui	Vignes non DFCI
2011	Latour-de-Carol	09/09/2011 15:58	110	Non	nul
2012	Bouleternère	18/07/2012 17:00	170	Non	nul
2012	Le Perthus (Espagne)	22/07/2012	13000	Oui	Sylvo-pastoral DFCI

Il ressort très schématiquement de cet historique, que **la vigne joue un rôle majeur dans la limitation des surfaces parcourues par les feux.** Plus particulièrement sur les secteurs des Fenouillèdes, de la Côte Rocheuse et des Corbières, la vigne permet de limiter significativement l'ampleur des feux., les exemples sont nombreux.



Hormis le dispositif sur les **vignes pare-feu de la côte rocheuse** (300 Ha plantés), dans les années 1995- 2000, qui est venu compléter un secteur viticole déjà bien implanté, la culture de la vigne ne dispose pas de crédits DFCI spécifiques. Son développement s'appuie sur une politique agricole dissociée des enjeux de protection de la forêt. Ceci étant dit, à travers les nombreux cas étudiés par la cellule REX, il nous a paru important de rappeler l'importance de la vigne sur notre territoire et le lien très fort entre le maintien des zones viticoles et la protection des forêts contre l'incendie.

Parallèlement, sur le secteur de la plaine du Roussillon où la déprise viticole entraîne une augmentation considérable des surfaces combustibles (hors secteur forestiers), des feux de plus en plus importants se développent menaçant directement de nombreux enjeux humains (habitations, camping, habitat légers...)

Retour d'expériences sur les coupures de combustibles soutenues par des crédits DFCI :

Sur les 12 « grands » incendies (>100 Ha) suivis depuis 2000, trois ont impacté des dispositifs de coupures de combustibles soutenus par des financements DFCI et mis en œuvre dans le cadre de la politique Départementale de protection des forêts.

1. Le feu de Port-Vendres en 2000 qui s'est développé dans un secteur viticole aménagé en vigne dites « pare-feu »
2. Le feu du Boulou en 2001 qui a impacté une zone de coupure de combustible sylvo-pastorale sous contrat Article 19 (contrat éleveur- Etat sur un dispositif DFCI)
3. Le feu de Tarréach en 2005 qui a touché en partie un secteur aménagé en Article 19

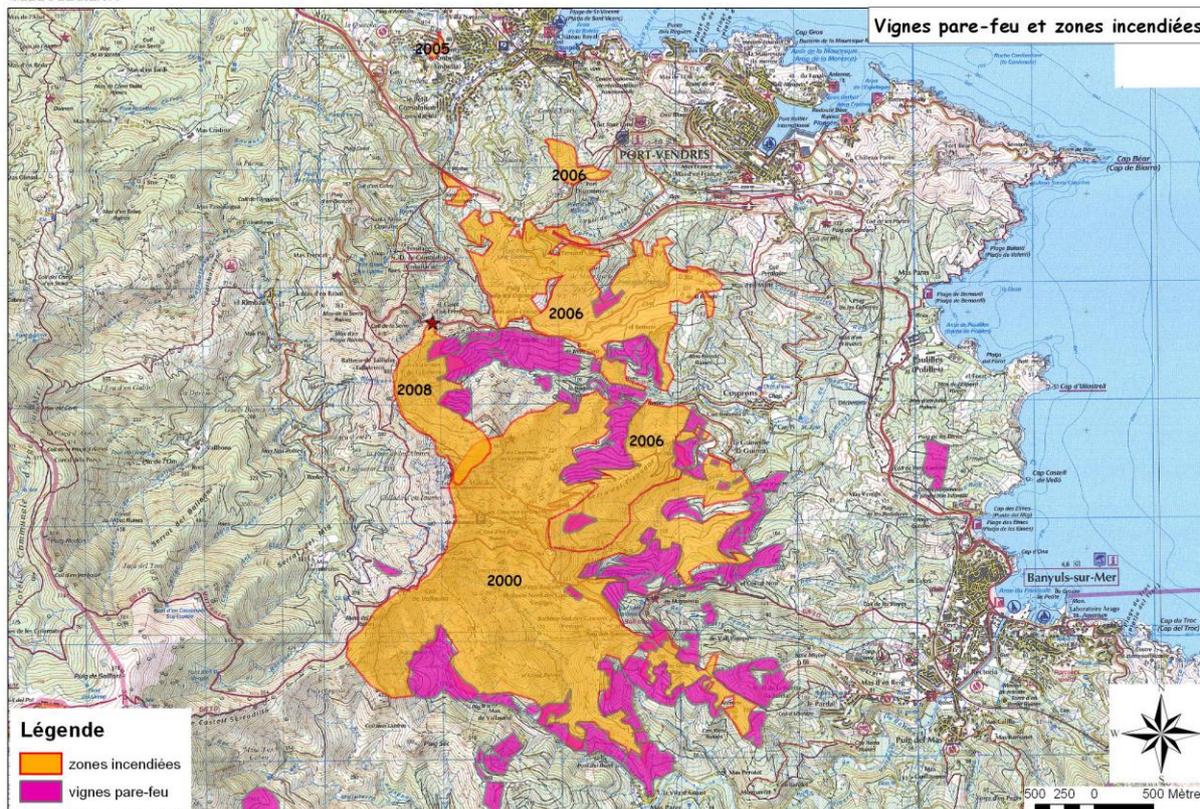
Pour les 2 premiers incendies, les circonstances de l'incendie et l'utilisation de ces coupures de combustibles par les services de secours ont été analysés via des retours d'expérience multi-services. L'impact du feu de Tarrérach sur la zone de coupure n'a pas été finement analysé et ne sera donc pas détaillé.

Pour le feu de Port-Vendres en 2000, **les vignes pare feu et les vignes classiques ont montré tout leur efficacité pour lutter contre des incendies violents** poussé par une forte tramontane sur des secteurs accidentés où l'intervention des secours reste toujours délicate. Comme envisagé, ces vignes ont coupé la propagation du feu et permis de concentrer les pompiers sur des zones réduites.

Dans le même esprit, le feu de Collioure en 2008 (60 ha) a été contenu sur le flanc gauche par des vignes implantés avec les crédits DFCl (vignes pare-feu), **elles ont clairement permis une action de lutte efficace sur la tête du feu.**

Ces incendies ont aussi mis en avant l'importance du **traitement des mèches combustibles** à travers ces coupures. En effet, aussi hermétique que peut être la zone viticole, la présence de talus enherbés ou de bandes combustibles diverses permet au feu de se propager à travers ces zones et peut annuler toute l'efficacité d'une grande coupure à partir d'un point réduit de passage du feu. Ces observations ont aussi été formulées lors des retours d'expériences des grands feux dans le var en 2003 qui ont franchi de nombreuses zones d'appui. La deuxième limite clairement identifiée est la **saute de feu** par-dessus l'ouvrage DFCl qui est très difficile à prévenir mais dont les conséquences sont identiques, à savoir l'annulation de l'effet « coupure ».





En ce qui concerne, le feu du Boulou en 2001, l'incendie a suivi une trajectoire conforme aux prévisions des aménagistes avec une propagation rapide par tramontane qui est venu impacter une zone de coupe sylvo-pastorale équipée en point d'eau et piste DFCI. La coupe était bien entretenue avant le passage du feu sur la zone, elle était positionnée en crête, **perpendiculaire à l'axe de propagation**, pour contrecarrer ce type de feu par tramontane. Le retour d'expérience a montré que la coupe a ralenti la progression du feu ainsi que son intensité (arbres roussis) mais n'a pas permis de positionner les engins à l'avant du feu. Les conditions de sécurité et notamment **l'importance du panache de fumée** sur la zone a exclu toute attaque terrestre sur la tête du feu.



Nous reprendrons les observations de René COUOUR ingénieur pastoraliste en charge du suivi de ce contrat en 2001 :

« Cet incendie confirme ce que nous avons toujours dit : Une coupe pastorale est d'abord une ligne de défense, il y faut des pompiers, elle n'arrête pas le feu toute seule.

Par contre le facteur fumée n'avait pas été envisagée à sa conception et c'est pourtant ce qui semble l'avoir rendue in-opérationnelle. »

Cet événement illustre toute la difficulté pour les aménageurs de concevoir et positionner les zones d'appui à la lutte, de nombreux facteurs rentrent en ligne de compte et de la combinaison de ces facteurs, favorables et défavorables, dépend la réussite de l'opération. Le sur-dimensionnement de ces ouvrages avec des profondeurs de débroussaillage importantes (plus de 100 m) est la condition minimum à l'engagement des moyens terrestres à l'avant du feu. Dans le même esprit, nous considérons que la diminution de biomasse à l'intérieur du peuplement forestier dans les zones limitrophes de la coupure est primordial pour assurer les conditions minimum de sécurité et l'engagement des moyens terrestres sur la coupure. Les préconisations concernant l'implantation de la bande de roulement sur la coupure en tenant compte de la combinaison des effets de pente et des effets du vent dominant en privilégiant les positions de crête militaire nous semblent pertinentes.

Même s'il est toujours difficile d'extrapoler des préconisations techniques générales à partir d'exemples ponctuels, la mise en œuvre des principes de conception des zones de coupure élaborés par le RCC apparaissent comme satisfaisant pour lutter contre les feux d'intensité moyenne.

Pour compléter ces travaux, nous constatons que, **la lutte à partir de moyens terrestres sur des ouvrages linéaires perpendiculaires à l'axe de propagation, lors d'incendies à cinétique rapide (feu montant ou à plat et tête du feu), est quasiment impossible à l'avant du feu.** A partir d'un certain seuil de puissance du feu, ces ouvrages, aussi bien conçus soient-ils, sont in-opérationnels (cas le feu du feu du Perthus de 2012).



Les clichés réalisés lors du feu du Perthus en 2012 expriment au mieux cette position, de nombreuses zones agricoles (coupures) ont largement été franchies. Certes ces zones n'ont, pour la plupart, pas été défendues mais les vitesses d'avancement, l'intensité des fumées et les puissances de feu développées ne permettent pas d'envisager quelconque action sur la tête du feu. Sur ce type d'événement, les secours se concentrent uniquement sur la protection des points sensibles et l'évacuation des personnes.

Dans ce cas de figure, seuls les **principes d'auto-résistance des peuplements forestiers et des habitations** (bâtiments résistant au feu, débroussaillage réglementaire strict, normes de sécurité...) peuvent présenter une réponse adaptée à ce type d'événement catastrophe.

Sur ce sinistre important (13 000 Ha hors territoire Français), une partie des actions de lutte sur l'arrière du feu, au niveau de la zone transfrontalière, a été confiée aux services de secours Français avec, pour objectif, d'éviter un retour du feu le lendemain vers le territoire Français (changement de vent annoncé). Dans ce contexte, **les pompiers Français ont pu s'appuyer sur des coupures de combustible planifiées lors du projet coopération**

transfrontalière PRINCALB et qui avaient été réalisées juste avant la campagne estivale. Ces coupures de grande ampleur (170 Ha) avaient été réfléchies pour contrecarrer un feu par tramontane qui partirait de l'autoroute A9 avec un scénario similaire à celui du feu de 1986.

Coupure "Pla de l'arca" printemps 2012



Sur le secteur dit du « Pla de l'Arca », les Catalans ont réalisés au printemps 2012, d'importants travaux de débroussaillage (mécaniques et manuels) permettant de limiter la propagation du feu et de préparer le terrain à la lutte. Dans le contexte du feu du 22 juillet 2012 et contrairement aux scénarios de feu attendu sur cet ouvrage, c'est un feu remontant à contre vent qui est venu impacter cet équipement.

COUPURES DE COMBUSTIBLES



Suivant l'objectif de limiter la propagation du feu vers la France, les pompiers Français ont utilisé cet ouvrage pour réaliser une manœuvre de feu tactique en appui des pistes. Cette opération a permis de bloquer l'évolution du flanc gauche à l'arrière du feu et de sécuriser ainsi la zone transfrontalière.



Ce cas de figure, atypique sur plusieurs points, met en avant l'utilisation du feu tactique par les services de secours dans les opérations d'extinction. Cette technique de lutte, officialisée via la loi de modernisation de la sécurité civile en 2004, peut également s'appuyer sur des ouvrages DFCI, comme ce fut le cas en 2012 sur le feu du Perthus, et doit être pris en compte dans la stratégie d'équipements des massifs.

Les enseignements issus de ces travaux sur le comportement du feu et sur l'identification des zones d'accélération et de décélération du feu sont aussi une base de travail pour adapter nos concepts d'aménagistes en adéquation avec l'évolution des techniques de lutte.

4.4 Réflexions sur la protection des habitations :

De nombreux travaux sur la résistance au feu des habitations ont fait l'objet de publications. Dans la plupart des cas, ces travaux s'intéressent à la résistance des matériaux vis à vis du feu qui peut être étudiée soit par des séries de test en laboratoire soit par des analyses après incendie. Les analyses après incendie qui restent tout de même riche en enseignements sont difficiles à appréhender du fait de la complexité du phénomène et des variables d'impact du feu sur la maison souvent mal connus.

Quelques études locales comme par exemple, les travaux de retour d'expérience sur le feu sur Plan de Latour en 2003 (Var - massif des Maures) ont permis de mettre en avant l'influence significative du débroussaillage obligatoire sur la protection de l'habitat en comparant l'impact du feu sur plus d'une centaine d'habitations. Ceci dit, hormis ces quelques travaux de référence, il reste encore beaucoup de connaissances à acquérir sur le sujet.

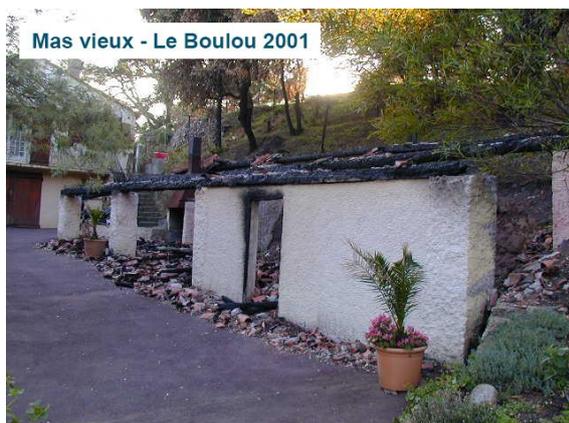
Sur la période d'étude, **nous n'avons eu que très peu d'incendies ayant impacté des habitations**, certaines ont été parcourues par le feu mais sans impact significatif sur l'habitation. De plus, comme pour toute analyse locale et pour juger correctement de l'influence de tel ou tel facteur dans la résistance de l'habitation, il faudrait pouvoir prendre en compte l'ensemble des paramètres. Les notions de défense de l'habitation par les pompiers (sol ou aérien), d'état de la végétation environnante avant le feu, d'éléments combustibles en contact avec l'habitation, d'ouvertures sur l'habitation et bien sûr du type d'incendie qui impacte la maison sont autant d'éléments qui restent difficiles à contextualiser. Malgré ces limites, nous tenterons d'apporter quelques éléments d'analyses.

4.4.1 Impact du feu sur des habitations « classiques » en zone forestière

Par habitations classiques, nous entendons des habitations traditionnelles en dur qui constituent majoritairement les zones résidentielles et les mas traditionnels présents dans la zone forestière ou en interface forêt - habitat.

Comme évoqué ci-avant, peu d'habitations ont été impactées par le feu durant ces dernières années sur le Département, et il est difficile de tirer des enseignements significatifs sur un si faible nombre d'événement. Cependant nous citerons les cas suivants :

- **Le feu du Boulou en 07/09/2001** qui a impacté le « mas vieux » au niveau d'une annexe de type garage, le mas principal a été épargné.



Nous n'avons que très peu d'éléments concernant la défense de ce mas par les services de secours, le mas se situait en tête du feu avec un feu plutôt descendant poussé par une tramontane forte. Les habitants du mas ont été évacués. L'environnement du mas était en partie composés d'espace ouverts et bénéficiait d'un entretien proche de l'habitat.

- **Le feu de Collioure du 30/09/2008**

Dans ce cas de figure, c'est encore la partie annexe du mas qui a été détruite, il s'agissait de la partie la plus exposé au feu montant avec un stockage d'éléments en bois, plastique et tôles. Les grands pins devant l'habitation n'ont pas complètement brûlés. Il n'y avait pas de débroussaillage autour du mas et la végétation environnante est composée de maquis bas typique de la zone de la côte rocheuse.

Mas taillefer - Collioure 2008



Mas taillefer - Collioure 2008



Nous supposons que **la position du mas en retrait dans le talus** a permis d'éviter en partie le rayonnement du feu sur la maison. Les chéneaux en plastique n'ont pas fondu sur la bâtisse principale. Les habitants ont été évacués.

Mas taillefer - Collioure 2008



● Le feu de Collioure du 13 juillet 2005

Il s'agit ici d'un petit incendie en zone résidentielle parti d'une voiture en feu qui n'a parcourue que 2 ha mais qui est rapidement venu buter sur une ligne d'habitation de type lotissement. Le feu est montant poussé par le vent dans une végétation de type maquis à chêne liège. Il s'agit de la zone d'éclosion avec un front de feu réduit mais qui a impacté directement 2 habitations et 3 voitures en parking.



Dans ce cas de figure et malgré un front de feu réduit (départ du feu), le feu a rapidement pris de la puissance en se propageant sous forme de feu total. La propagation du feu en cime a impacté directement les maisons au niveau des fenêtres. Les volets plastique ont fondu et les rideaux intérieurs ont brûlé occasionnant des dégâts intérieurs. Un garage avec des poutres en bois a été détruit.

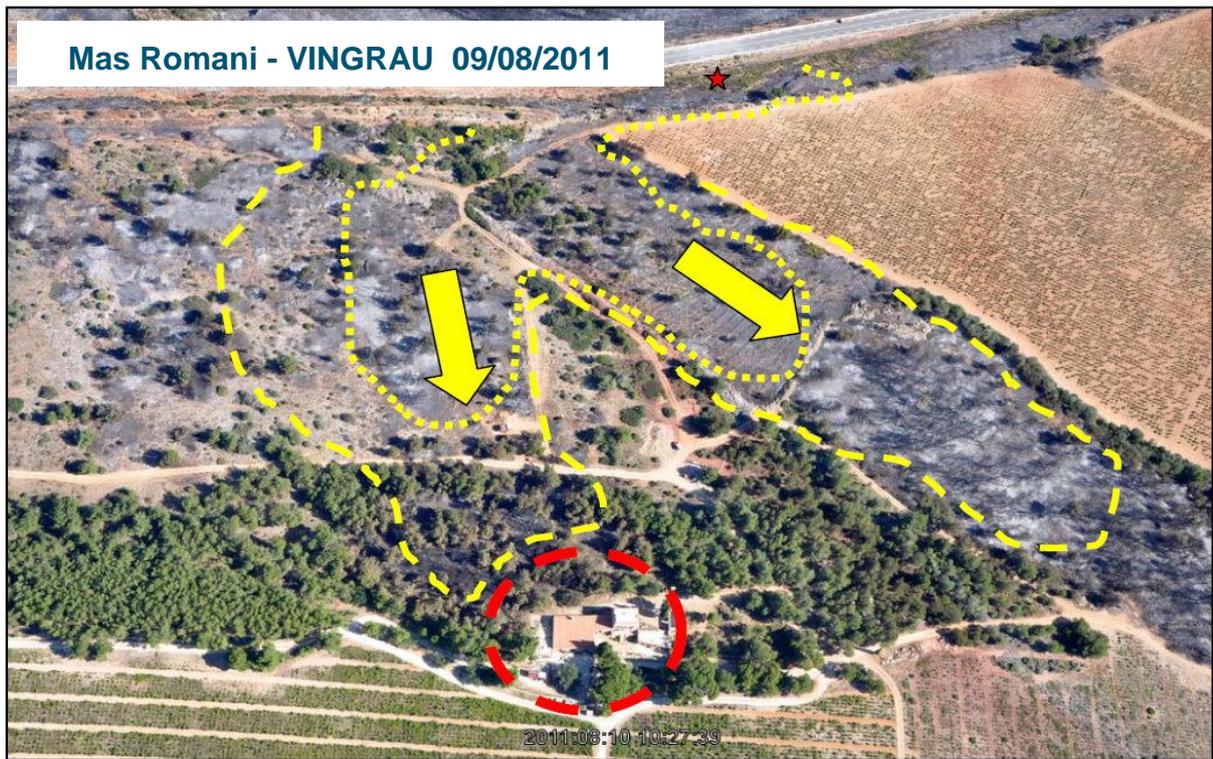


4.4.2 Habitations parcourues par le feu mais non impactées

Il s'agit ici d'évoquer les cas de figure où le feu est venu au contact de l'habitation (environnement direct) mais n'a pas occasionné de dégâts significatifs sur la maison. Nous ne reprendrons pas ici l'ensemble des cas de figure rencontrés sur la période mais seulement ceux sur lesquels nous avons des éléments d'analyse pertinents

● le feu de Vingrau du 09/08/2011

Cet incendie a parcouru 250 Ha, le Mas Romani a été menacé par le feu suite à une saute sur la Départementale, il se trouvait dans l'axe de propagation avec une végétation environnante de pins d'Alep.



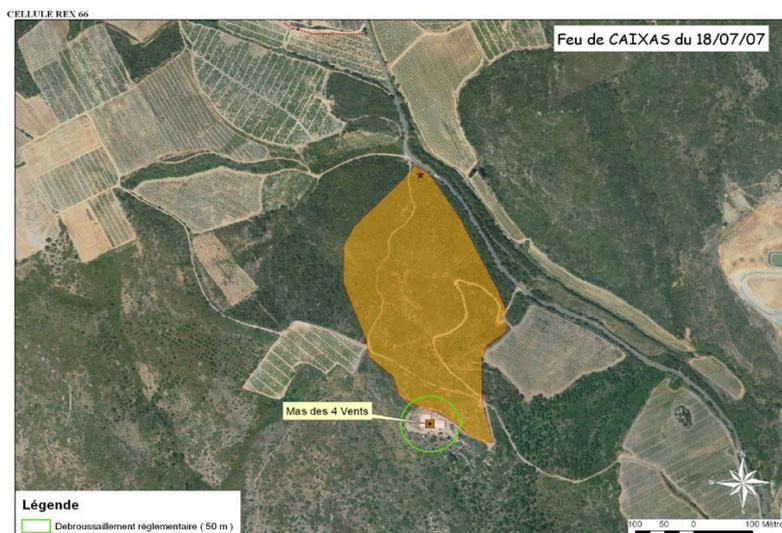
La strate arbustive varie en fonction de la densité du peuplement autour de l'habitation, les zones plus claires qui laissent entrer la lumière ont une strate arbustive plus dense. La strate arbustive a été complètement consommé par le feu alors que les arbres autour de l'habitation n'ont que partiellement brûlé (roussi) ou ponctuellement sans générer un feu total (strate arbustive et arborée).



Au niveau de l'intervention des secours, L'habitation a été défendue par plusieurs **largages déterminants de trakers et de canadiers et un GIFF au sol**, on notera que l'engagement du GIFF a été facilité par la présence de vignes au sud de l'habitation malgré un accès non débroussaillé et peu sécurisant. Le débroussaillage était non conforme.

- **le feu de Calce du 03/07/2007**

8.5 Ha brûlés et une habitation menacée : le mas des 4 vents

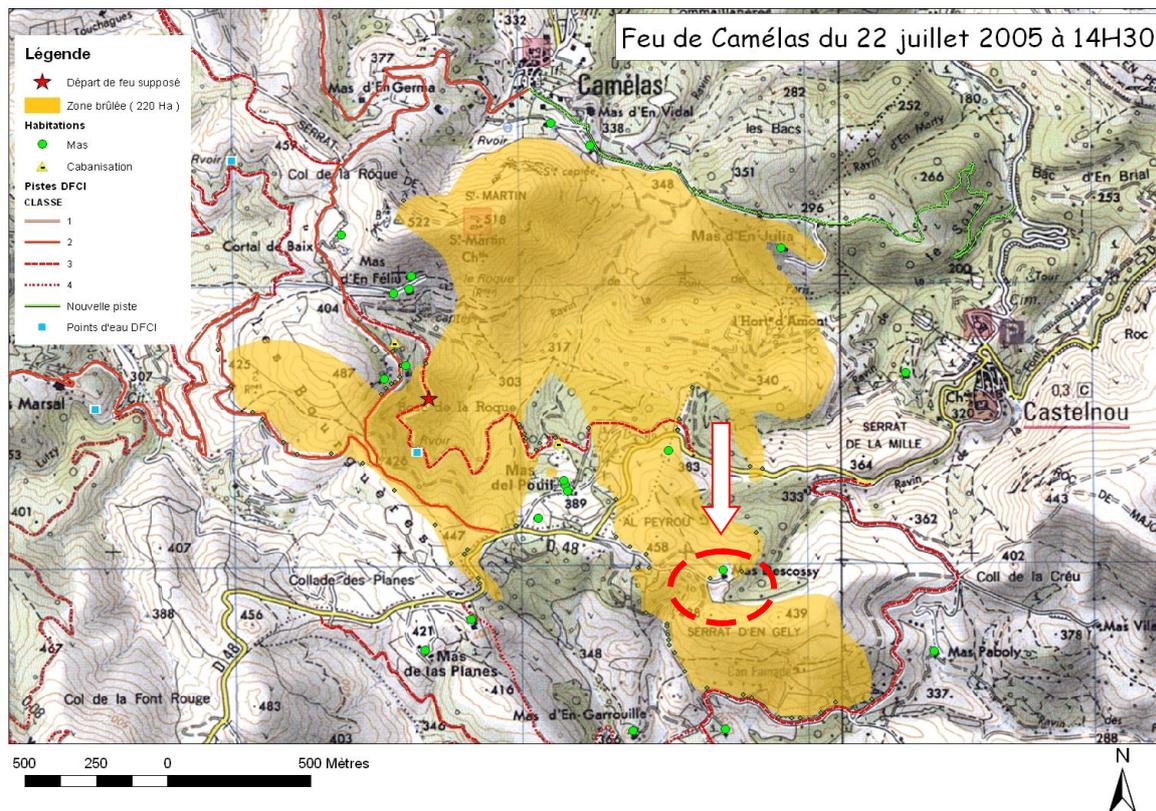


Feu poussé par la pente et par la tramontane (faible à modérée) qui a rapidement menacé une habitation située sur un « mamelon » particulièrement exposé au vent. Les secours se sont positionnés en protection de l'habitation grâce à un accès hors-piste, l'accès principal étant fermé par une chaîne. La maison est en partie débroussaillée (qualité moyenne dans un taillis de chênes verts rabougris) + un terrassement qui a permis de manœuvrer correctement devant la maison malgré un accès difficile



● **Le feu de Camélas du 22/08/2005**

Cet incendie de 220 Ha a menacé plusieurs maisons dont deux ont été parcourues par le feu sans impact intérieur. La plupart ont pu être défendu par les pompiers (sol et aérien) sauf pour le mas Descossey qui a bénéficié d'une protection passive via un débroussaillage exemplaire. Sept mas traditionnels ont été défendus avec succès dont le mas Julia et le mas del Pouil.



Comme représenté sur la carte, le feu est venu buter sur le mas Descossey, il s'agissait d'un feu montant qui a sauté la route Départementale pour se développer dans une zone boisée de maquis à chêne liège.

Quelques minutes avant le feu



Sur cette photo, qui a été prise quelques minutes avant l'arrivée du feu sur la maison, on peut noter l'exemplarité du débroussaillage et de l'entretien des abords de la maison.

Après le feu



Cette maison n'a pas été défendu mais n'a subi aucun dégât du fait de son débroussaillage et de type de matériaux de construction (mas traditionnel et volet bois fermés)

4.4.3 Habitations parcourues et/ou impactées sur les feux de friches.

Ces dernières années, nous avons souvent mis l'accent sur la dangerosité des ces feux de friches qui menacent rapidement des enjeux humains et des habitations. Sans être exhaustif, nous reprendrons ici quelques exemples.

● Le feu de Canohès du 06/08/2006

Incendie de 6 Ha qui a menacé plusieurs habitations et détruit une maison abandonnée.



- **Le feu de Perpignan du 30/07/2011**



Un incendie de petite surface qui menace directement plusieurs habitations dans un secteur résidentiel de type lotissement. **Les haies séparatives ont brûlé** avec une partie du jardin sans impacter les maisons.



- **Le feu de Perpignan du 09/10/2011**

Le même cas de figure que celui du 30 juillet 2011 avec un feu de petite surface en zone commerciale de Perpignan. Ici, le feu a impacté une maison en détruisant une partie des volets et stores. La **haie de cyprès** a été le vecteur principal du feu sur la maison.



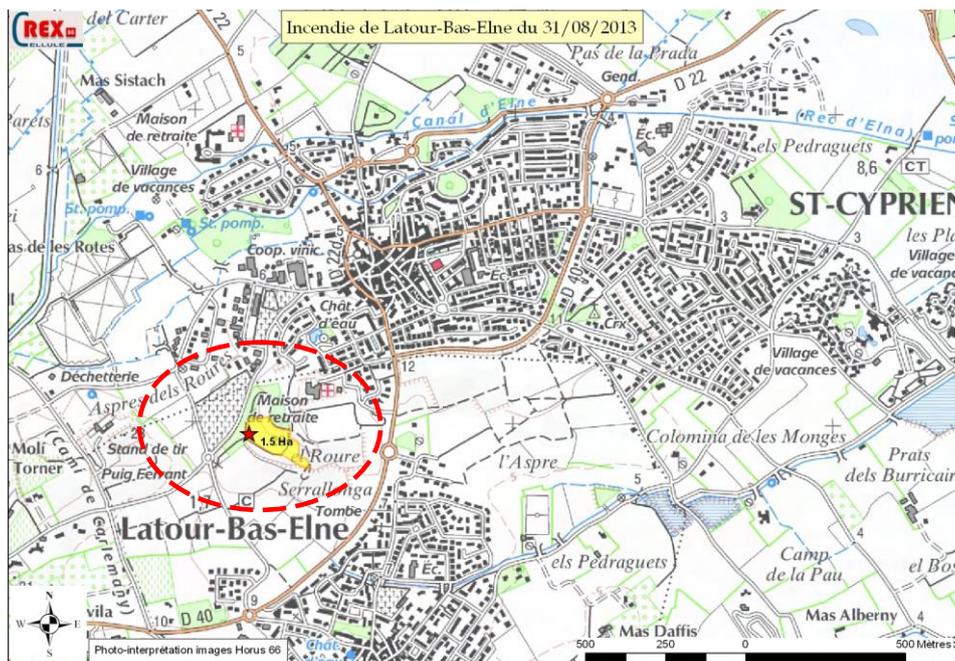
- **Le feu de Perpignan du 13/08/2013**

Incendie de 16 ha dans l'agglomération de Perpignan qui a menacé plusieurs habitations, encore une fois, les haies de cyprès très explosives permettent de propager le feu sur l'habitation.



- **Le feu de Latour Bas Elne du 31/08/2013**

1,5 Ha incendiés en périphérie de lotissement, le feu est venu buter sur les clôtures en parpaing sans impacter l'environnement de la maison.



4.4.4 Impact du feu sur des Habitations légères :

Les feux qui ont impacté des zones de camping ou d'habitations légères de type caravanes et mobile-home ont encore démontré que **ce type d'habitat n'apporte aucune résistance au feu.**



4.5.5 Événement atypique « inexplicable » :

Pour illustrer toute la difficulté d'analyse de l'impact du feu ou de la résistance au feu d'une habitation, il nous a semblé intéressant d'évoquer le cas d'une habitation de loisir qui a été parcouru par le grand feu de Tarrérach en 2005. Cette habitation située en haut de versant exposé à la tramontane dans une configuration critique de feu montant a résisté au passage du feu. L'environnement direct composé d'un espace de loisir et d'arbre d'ornement (mimosas) n'a été touché que partiellement.



Rappelons que cet incendie a été le plus destructeur sur la période avec près de 2000 Ha brûlés. Sur cette phase, le feu avait franchi la RN116 par saute et se développé sur le versant des Aspres en soirée.

Dans cet exemple, hormis une défense par des largages aériens, il est bien difficile de comprendre à posteriori comment cette habitation a pu résister au passage du feu ?

Ces exemples montrent que le niveau d'impact du feu sur la maison dépend de nombreux facteurs liés principalement à l'**environnement rapproché de la maison**, à la présence de moyens de lutte et au type de feu. Bien évidemment et comme démontré sur le feu de Camélas en 2005, l'**application stricte du débroussaillage obligatoire autour de l'habitation** peut permettre de préserver l'habitation mais il faut cependant rester prudent par rapport à cette approche. La diversité de structures de l'environnement rapproché de la maison (combinaison de plantes ornementales, annexes, matériels divers...) font qu'il est difficile d'évaluer la puissance du feu arrivant sur la maison. **Cet environnement rapproché reste cependant le vecteur principal de la pénétration du feu dans la maison**, les différents cas d'étude sur les feux de friches ont démontré que des petits feux d'herbes et de broussailles peuvent exploser au niveau de l'habitation par le biais des haies de cyprès et autres combustibles présents au contact de la maison et endommager celle-ci.

5. Conclusions et perspectives d'évolutions du REX

Par ce travail de synthèse, nous avons voulu afficher quelques résultats et enseignements issus du suivi et de l'analyse des incendies de ces dix dernières années. Au delà de l'acquisition d'expérience par les opérateurs de la cellule REX sur le comportement et la propagation du feu, ces travaux offrent une base de connaissance inestimable que ce soit pour la prévention, la lutte, ou la recherche.

Dans le domaine de la prévention deux aspect majeurs peuvent être mis en avant.

L'un touche à la communication et à la sensibilisation. Il est en effet beaucoup plus facile de sensibiliser des élus ou des usagers à un risque et à la conduite à tenir pour s'en préserver quand on parle d'événements concrets qui sont déroulés localement.

L'autre porte sur l'aménagement du territoire. Plus un phénomène est connu de façon précise plus il est facile de définir les équipements nécessaires pour le maîtriser ou tout au moins pour en réduire l'impact. Les connaissances apportées par le REX permettent ainsi de rationaliser nos investissements par un meilleur positionnement et dimensionnement des équipements de prévention (pistes, points d'eau, coupures de combustible). Par ailleurs en zone de plaine ce travail a permis de mettre en évidence la nécessité d'engager des mesures appropriées pour répondre à la problématique des feux de friches.

Dans le domaine de la lutte, l'apport du retour d'expérience est tout aussi important et ressort du même mécanisme : une connaissance précise d'un phénomène permet d'affiner les stratégies d'intervention et d'assurer une meilleure protection aux intervenants. Ce type d'apport n'a pas fait l'objet de développement dans ce document car il reste du domaine interne aux services de lutte.

Dans le domaine de la recherche la précisions des données fournies par une observation en temps réel du déroulement des feux peut, à titre d'exemple, permettre une évolution significative des simulateurs d'incendie. Cela repose en effet sur une meilleure appréhension des vitesses de propagation du feu ou encore par une connaissance plus précise du rôle important joué par les sautes de feu.

Un autre enseignement majeur fourni par cette cellule et son mode de fonctionnement repose sur le lien dynamique qu'elle apporte dans la coopération inter-services prévention/lutte. L'analyse croisée des retours d'expériences dans un climat de confiance réciproque et une diffusion de l'information entre les services permet de mieux appréhender l'événement et les problématiques de chacun.

Avec le temps il est apparu de plus en plus évident que cette cellule REX66 avait un rôle plus opérationnel à jouer. Le recul qu'elle peut avoir sur les feux, la précision des informations qu'elle recueille ou encore la base de données historiques dont elle dispose constituent une aide essentielle à la prise de décision opérationnelle. Cet apport a d'ailleurs été valorisé ces dernières années par l'intervention des opérateurs REX, en collaboration avec la cellule anticipation du SDIS, lors des exercices de pré-campagne.

Des marges de progression importantes existent encore que ce soit dans l'évolution des techniques d'acquisition de données ou dans l'exploitation des informations recueillies.

Ceci étant, malgré ses multiples intérêts, ce dispositif reste très fragile.

Son mode de fonctionnement est fortement liée aux personnes présentes. Avec le temps les acteurs de la cellule REX ont tissé, en son sein et avec ses partenaires, des relations de confiance, de respect et dans certains cas même d'amitié qui contribuent grandement aux résultats obtenus.

Par ailleurs son financement repose sur une programmation budgétaire annuelle du Conservatoire de la Forêt Méditerranéenne (CFM) dont les priorités d'actions sont discutées chaque année. Il faut ajouter, à ces moyens financiers, la mise à disposition des personnels du SDIS66 intégrés à la cellule.

Des démarches ont déjà été engagées pour consolider l'existence et l'activité de cette cellule. Elle est figure à l'ordre d'opération feu de forêt arrêté par le Préfet et ses missions y

sont clairement identifiées. Elle fait l'objet d'une fiche spécifique dans le cadre du PDPFCI (Plan départemental de protection des forêts contre les incendies)

Il semble cependant nécessaire d'aller plus loin ; une évolution structurelle devra, sûrement, être envisagée avec une redéfinition des objectifs, missions, statuts et fonctionnement de la cellule.

Vincent GUILLEMAT
Syndicat des forestiers privés des Pyrénées Orientales
vincent.guillemat@foretpriveefrancaise.com

Ils ont dits :

Daniel BOURGOUIN

Chef du service forêt

Direction Départementale des Territoires et la Mer des Pyrénées Orientales

daniel.bourgouin@pyrenees-orientales.gouv.fr

En synthèse il ressort comme une évidence que le bilan de cette cellule de retour d'expérience unique en son genre de par sa composition (équipage mixte : pompier/forestier) et de par son mode d'intervention en temps réel sur les incendies est des plus positifs. Cette cellule met en évidence l'apport d'un travail partenarial entre les services chargé de la prévention et ceux chargé de la lutte.

Cette cellule ressort comme un élément incontournable du dispositif départemental de prévention des feux de forêt et offre une marge évidente de progression dans le traitement des sinistres par son apport au niveau de l'anticipation. Il importe d'assurer sa pérennité en lui donnant un statut plus formel et en assurant de façon stable son financement. Une reconnaissance préfectorale sous la forme d'un protocole, semblable à celui donné à la cellule de recherche des causes incendie, pourrait être une première étape.

Anaïs GAUTIER

Expert RETEX SDIS 66 - Responsable du Laboratoire de Management et de Pilotage des organisations (LaMaP) - Centre d'Etude et de Recherche Interdisciplinaire de la Sécurité Civile (CERISC-ENSOSP)

anaïs.gautier@ensosp.fr ou anaïs.gautier@sdis66.fr

Cette cellule m'a permis de développer une approche organisationnelle du retour d'expérience afin d'étudier la gestion des opérations de lutte en feux de forêts. C'est donc pour une raison scientifique que j'ai pu l'intégrer progressivement afin d'enrichir mon travail de thèse en sciences de gestion. La connaissance et la compétence qu'elle m'a permis de développer au fil des années et des opérations contribue grandement à la fonction que j'occupe aujourd'hui au sein de l'Ecole Nationale Supérieure des Officiers de Sapeurs-Pompiers (ENSOSP). Cette cellule représente un observatoire de l'action collective unique en son genre et elle dispose de toutes les capacités nécessaires pour devenir un outil d'aide à la décision en opération et à la réflexion post-intervention. A l'heure où la fabrication des connaissances et leur capitalisation sont devenues une composante indispensable du processus d'amélioration continu des organisations, son rôle est plus que jamais essentiel pour la DDTM, le SDIS et la préfecture du département des Pyrénées-Orientales. Ainsi, elle constitue un modèle à développer dans d'autres territoires pour vulgariser la pratique du retour d'expérience et la production des connaissances afin d'améliorer la performance des services publics et de favoriser une culture opérationnelle de l'inter-service.

Christophe LANDRIEAU

Chef du groupement des services opérationnels
SDIS66

christophe.landrieau@sdis31.fr

En droite ligne de la stratégie nationale de lutte contre les feux de forêts qui définit comme principe fondamental l'approche globale de l'ensemble des services, les acteurs de la lutte dans le département des Pyrénées-Orientales ont créé il y a plusieurs années cette cellule Rex à même de recueillir l'ensemble des informations sur les feux existants. Constituée de forestiers et de sapeurs-pompiers, elle permet une aide en temps réel au commandant des opérations de secours à la fois sur la connaissance du végétal et du terrain, mais également du comportement des sinistres précédents. Ensuite, à froid, elle étudie et met en lumière les caractéristiques qui peuvent servir dans la définition des mesures préventives, dans la formation des intervenants et dans l'adaptation de la prévision.

Ce partage des cultures est indispensable dans le cadre de l'amélioration permanente des dispositifs de lutte et se doit de perdurer.

Contacts et renseignements :

Vincent GUILLEMAT

Syndicat des Forestiers Privés des Pyrénées Orientales

vincent.quillemat@foretpriveefrancaise.com

Daniel BOURGOUIN

Direction Départementale des Territoires et de la Mer des Pyrénées Orientales

daniel.bourgouin@pyrenees-orientales.gouv.fr

Serge PEYRE (chargé de mission DFCI)

Département des Pyrénées Orientales

serge.peyre@cd66.fr

Contributeurs :

Nicolas BROU

Services opérations – SDIS66

nicolas.brou@sdis66.fr

Crédits photos :

Daniel BOURGOUIN - DDTM66

Pauline CROMBETTE - SDIS 66 (HORUS)

Vincent GUILLEMAT - Syndicat des Forestiers Privés 66

Jacques MOYA - SDIS 66

Nicolas MERLET - SDIS66 (HORUS)

Jean François GALTIE - SDIS 66

Centre de secours Maureillas - Incendie du Boulou

Centre se de secours de ILLE SUR TET - Incendie de Port-Vendres

Philippe NEVEU - DDTM66 - Incendie de Fontpédrouse