

Un système d'information pour le suivi et l'évaluation des aménagements de défense de la forêt méditerranéenne contre les incendies

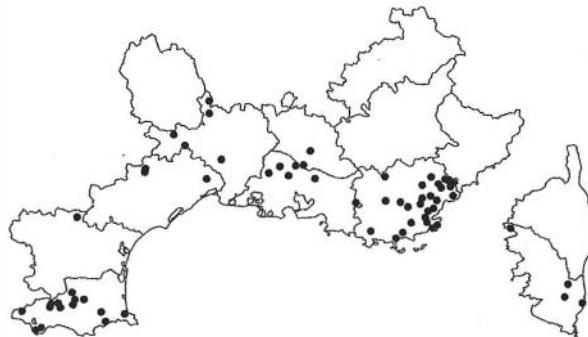
par Michel ETIENNE * et Eric RIGOLOT **

Le Réseau Coupures de Combustible (RCC) regroupe les chercheurs, les gestionnaires, les agences de développement pastoral et les services de lutte intéressés par une réflexion commune sur les aménagements de défense de la forêt contre les incendies. Créé en 1992, il facilite les échanges entre les organismes partenaires et assure le suivi d'une soixantaine d'aménagements DFCI répartis sur 8 départements de la zone rouge (voir carte ci-contre). Des groupes de travail ont été créés pour faire avancer la réflexion et les connaissances sur les différents aspects des aménagements DFCI : comportement face aux incendies, démarche de conception et de réalisation, coût de l'aménagement et de son entretien, efficacité de la coupure pour la lutte contre l'incendie, intérêt pastoral des coupures.

L'ensemble de la réflexion est basée sur une connaissance parfaite des principales caractéristiques de chaque coupure, renseignées et annuellement mises à jour dans le cadre d'un système d'information liant une base de donnée relationnelle (DFCI) et un système d'information géographique (CARTORESO). Après avoir décrit le type de suivi réalisé par les différents partenaires du Réseau, la structure de la base de données et les liens avec le SIG sont présentés. Les principaux types de sorties demandés par les gestionnaires sont ensuite discutés et illustrés à partir de quelques exemples concrets.

L'échantillon

63 opérations d'aménagement DFCI ont été sélectionnées en fonction de leur représentativité sur le plan écologique (type de peuplement forestier et arbustif, type de substrat), et technique (modalité d'ouverture et d'entretien de la coupure, type de pâturage) à partir d'un large éventail de situations inventoriées et proposées par les différents partenaires du Réseau. De plus, chaque aménagement devait couvrir une surface suffisante pour avoir un sens en terme de prévention des incendies, garantir une certaine pérennité d'existence en



Répartition des aménagements DFCI suivis par le réseau.

particulier en terme d'entretien et bénéficier de l'appui d'un gestionnaire capable de fournir avec précision l'historique et le calendrier des travaux exécutés depuis la mise en place de l'aménagement.

Les organismes de développement ou les gestionnaires de coupures assurent annuellement le **suivi léger** de la dynamique de ces 63 aménagements, sur la totalité de leur emprise, en mesurant le niveau d'embroussaillement de la coupure, l'état des améliorations pastorales, et le niveau de raclage de l'herbe par les troupeaux. L'INRA assure annuellement le **suivi fin** de la dynamique du combustible sur 235 parcelles réparties sur 28 aménagements en mesurant la structure et la composition des strates basses (arbustes, herbe et litière), l'impact du pâturage sur la broussaille, et l'état du couvert arboré.

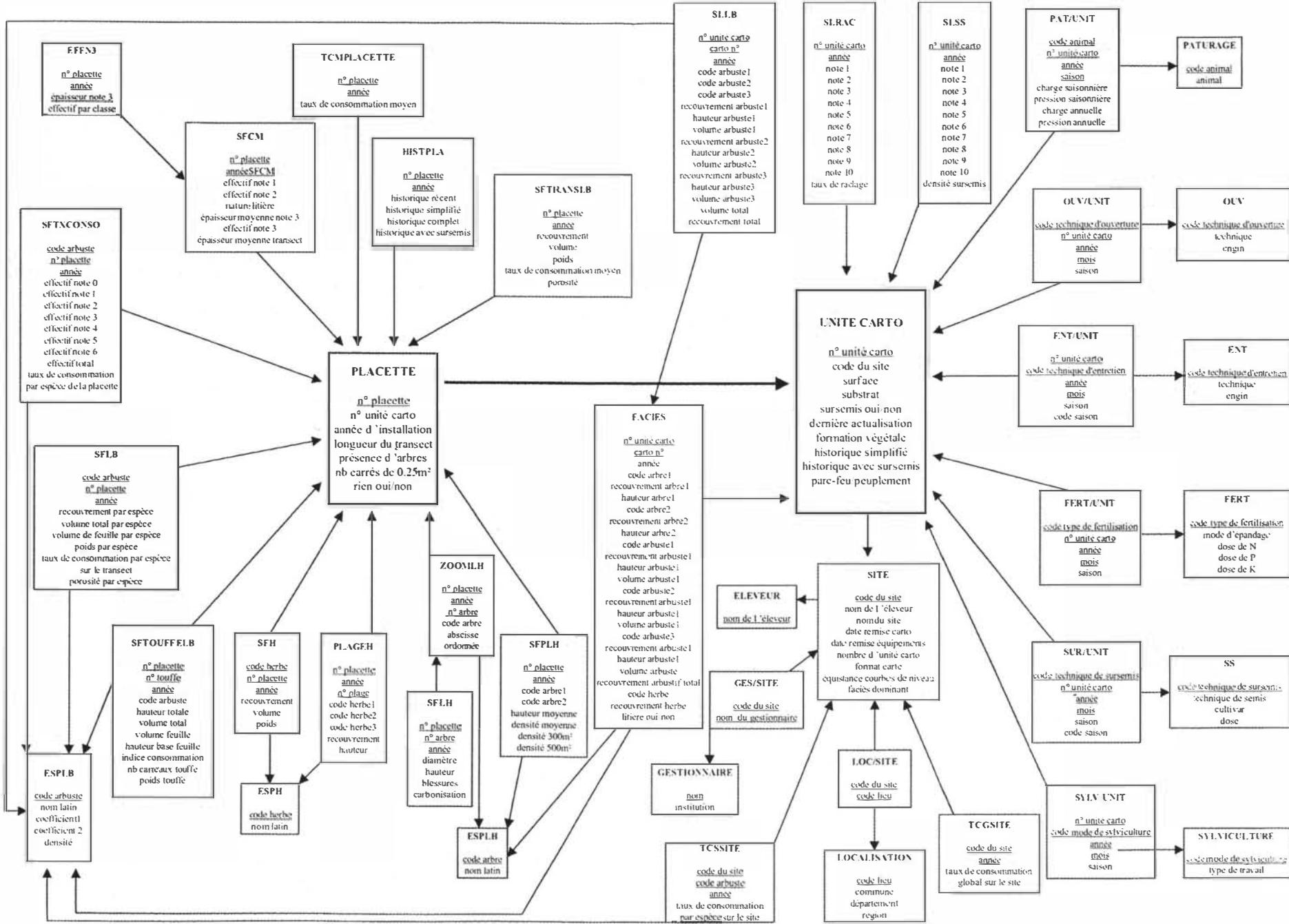
La Base DFCI

La base de données a été construite sous Microsoft ACCESS à partir d'un modèle conceptuel (voir schéma page suivante) structuré autour de l'entité de base du suivi léger (l'unité cartographique) et de l'entité de base du suivi fin (la placette).

Chaque **unité cartographique** est renseignée par des caractéristiques permanentes liées à sa localisation (table SITE et adjacentes), par les indicateurs mesurés annuellement dans le cadre du suivi léger (tables SL*) et par des informations sur les travaux (tables */UNIT) au fur et à

* INRA, Site Agroparc 84914 Avignon Cedex 9

** INRA Avenue Vivaldi 84000 Avignon



mesure de leur mise en place (pâturage, ouverture, entretien, fertilisation, semis ou sylviculture). La structure et la composition globale de la végétation de chaque unité cartographique est décrite environ tous les 5 ans (table FACIES).

Chaque **placette** est renseignée par les indicateurs mesurés annuellement dans le cadre du suivi fin (tables SF*) qui se décompose en une description précise des caractéristiques de la strate arborée (tables *LH), de la strate arbustive (tables *LB), de la strate herbacée (tables *H) ou de la litière (tables SFCM) et par le taux de consommation des principales espèces arbustives (table SFTXCONSO).

Un certain nombre de procédures automatiques permettent d'analyser les données rentrées et d'en tirer des indicateurs synthétiques qui sont collectés dans des tables spécialement créées à cet effet. Les principaux indices calculés sont le recouvrement, le volume et le poids des arbustes (tables SFLB et SFTRANSLB), l'historique des traitements (table HISTPLA), les taux de consommation moyen par espèce, par placette ou par site (tables TC*) ou les caractéristiques dendrométriques de la strate arborée (table SFPLH).

Le SIG RESOCARTO

Les données cartographiques ont été digitalisées et stockées sous MAP INFO sous la forme de trois couches thématiques superposables à volonté : une carte des courbes de niveau, une carte des équipements et une carte des unités de végétation. Les données originales proviennent de fonds au 1/10 000° renseignés par les gestionnaires soit directement à partir des cartes topographiques soit à partir de photographies aériennes agrandies. Un lien direct entre certains champs de la base de données DFCI et la base de donnée RESOCARTO a été établi. Il permet d'exporter de façon automatique les indicateurs les plus couramment utilisés par les partenaires du Réseau et de créer, après mise à jour de la base RESOCARTO, des cartes

thématiques à la demande des gestionnaires.

L'automatisation totale de ces procédures autorise une restitution annuelle en temps réel de documents cartographiques aussi divers que la carte des infrastructures et des équipements, la carte de dynamique d'embroussaillement, la carte de dynamique des améliorations pastorales, la carte de l'état des peuplements forestiers, la carte des travaux d'ouverture et d'entretien ou la carte des fertilisations et semis. Elle devrait également permettre dans un délai relativement court de proposer des analyses spatiales plus poussées de certains critères en combinant par exemple des données sur le combustible avec des données sur la topographie ou sur la forme de la coupure.

Les indicateurs synthétiques

Les principales sorties brutes de la base DFCI sont résumées et commentées dans les tableaux ci-après. Elles sont regroupées sur des états mis en forme selon le souhait des partenaires du Réseau et régulièrement analysées collectivement afin d'améliorer les connaissances de chacun, d'établir un certain nombre de règles de gestion et d'améliorer certaines pratiques de gestion courante des coupures de combustible.

Tab. I : Site	AVE
Année	1998
Espèce	Ea
TCSsite effectif	31 %
Animal	B
TCGsite	18 %

En 1998, sur le site des Avelans (Les Issambres, Petites Maures), le taux de consommation moyen de la bruyère arborescente par des bovins calculé à partir de 129 individus était de 31% pour un taux moyen global toutes espèces arbustives confondues de 18%.

Tab. II : Placette	AVE 15
Année	1998
Espèce	Ea
Tcspécifique	37 %
effectif	25
Animal	B
TCM placette	18 %

En 1998, sur la placette AVE15 du site des Avelans (Les Issambres, Petites Maures), le taux de consommation moyen de la bruyère arborescente par des bovins calculé à partir de 25 individus était de 37%, pour un taux moyen toutes espèces arbustives confondues de 18%.

Tab. III : Placette	AVE15
Année	1998
Historique	D4I3L2D3
Recouvrement	9 %
Volume	299 m ³ /ha
Poids	503 kg/ha
Porosité	19

En 1998, sur la placette AVE15 du site des Avelans (Les Issambres, Petites Maures), la strate arbustive couvrait 9% de la surface, occupait un volume de 299 m³/ha correspondant à une phytomasse aérienne de 503 kgMS/ha pour un indice de remplissage de 19 sur 100. Cette placette a été ouverte par broyage mécanique (D), suivi 4 ans plus tard par un incendie (I), traité trois ans plus tard par dessouchage (L), complété 2 ans après par un nouveau broyage qui avait, en 1998, 3 ans d'ancienneté.

Tab. IV : Placette	AVE15
Année	1993
Espèce	CL
densité	260 tiges/ha
DAPm	15.2 cm
Hm	7.6 m

Lors de l'inventaire forestier effectué en 1993, la placette AVE15 du site des Avelans (Les Issambres, Petites Maures), était dominée par du chêne liège à 260 tiges/ha, d'une hauteur moyenne de 7,6 m et de 15,2 cm de diamètre moyen.

Analyse des données de la base

Différentes publications ont été réalisées à partir des données de la base et de traitements statistiques complémentaires. Elles portent essentiellement sur :

- la dynamique d'embroussaillement selon les itinéraires techniques d'entretien

- formations à ciste de Montpellier

Lambert B. 1995. Evolution du phytovolume du ciste de Montpellier selon différentes modalités d'emploi du feu. Analyse du comportement des cistaies de moyenne montagne méditerranéenne aux brûlages dirigés à objectif sylvopastoral. Document S.I.M.E., Réseau des équipes de brûlage dirigé, 18 p.

Legrand C. 1993. Regeneration of two *Cistus* species after prescribed burning. In Fire in Mediterranean Ecosystems, Trabaud L. and Prodon R. (eds). Commission of the European Communities, Ecosystems Research Report 5, Brussels, :183-192.

Rigolot E., Etienne M. 1996. Impact of fuel control techniques on *Cistus monspeliensis* dynamics. Proceedings of the 13th Conference on Fire and Meteorology : International Perspectives on Landscape Fire, 27-31 October, 1996, Lorne, Australia, :72-79.

- autres formations

Etienne M. , Mas I., Rigolot E. 1994. Combining techniques of fuel reduction for fuel-break maintenance in the French Mediterranean region. Proceedings 2nd International Conference on Forest Fire

Research, 21-24 November 1994, Coimbra, Portugal, II : 713-721.

Etienne M., Legrand C., Armand D. 1991. Stratégies d'occupation de l'espace par les petits ligneux après débroussaillage en région méditerranéenne française. Exemple d'un réseau de pare-feu dans l'Esterel. Annales des Sciences Forestières, 48 : 667-677.

Jacqueau E. 1995. Effet des techniques d'ouverture et d'entretien de coupures de combustible sur les formations arbustives méditerranéennes. Mémoire INAPG, Paris, 41 p.

- l'impact du pâturage sur la broussaille selon le système d'élevage

Derzko M. 1993. Impact du pâturage sur la strate arbustive des coupures de combustible en région méditerranéenne. Mémoire ENSA, Montpellier, 33 p.

Mas I. 1993. Pastoralisme, prévention des incendies et documents d'aménagement forestier. Application au massif des Maures. Mémoire FIF-ENGREF, Nancy, 73 p.

Etienne M., Derzko M. and Rigolot E. 1996. Browse impact in silvopastoral

systems participating in fire prevention in the French Mediterranean region. In : Western European silvopastoral systems, Etienne M. (ed.), INRA, Paris, : 93-102.

- la dynamique de la couverture morte selon le couvert forestier

Rigolot E. and Etienne M. 1996. Litter thickness on tree covered fuel-break maintained by grazing. In Western European Silvopastoral Systems. Etienne M. (ed.), INRA, Paris, :111-122

- la composition botanique et les substitutions d'espèces selon les itinéraires techniques d'entretien

Legrand C., 1992. Régénération d'espèces arbustives méditerranéennes par rejets ou semis, après brûlage dirigé et pâturage. Conséquence sur la dynamique d'embroussaillage. Thèse, Université de Droit, d'Economie et de Sciences d'Aix-Marseille, 91 pp.

Rigolot E., Etienne M. and Lambert B. 1998. Different fire regime effects on *Cytisus purgans* community. In Fire management and landscape ecology. Trabaud L. (ed), IAWF, pp.137-145.



Un réseau ouvert pour en savoir plus

UN RESEAU INTER-ORGANISMES, REGROUPANT DES PARTENAIRES DIRECTEMENT IMPLIQUES

ACFV : Association des Communes Forestières du Var
 Cellule technique DFCI du département de l'Aude
 CERPAM : Centre d'Etudes et de Réalisations Pastorales Alpes-Méditerranée (Ingénieurs des départements des Bouches du Rhône, du Var et du Vaucluse)
 Chambre d'Agriculture de l'Aude
 DDAF : Direction de l'Agriculture et de la Forêt de la Corse du Sud, du Gard du Var et du Vaucluse,
 INRA : Institut National de la Recherche Agronomique - Centre d'Avignon (Unité de Prévention des Incendies de Forêt et Unité d'Ecodéveloppement)

ODARC : Office de Développement Agricole et Rural de Corse
 ONF : Office National des Forêts de Corse du Sud, du Gard, des Pyrénées Orientales, du Var et du Vaucluse
 SIME : Service Interchambres d'Agriculture Montagne Elevage (Ingénieurs des départements de l'Aude, de l'Hérault, du Gard et des Pyrénées Orientales)
 SIVOM des Maures et du Centre Var
 SDIS : Service Départemental d'Incendie et de Secours du Var, du Vaucluse et de la Corse du Sud
 CEMAGREF : Division agriculture et forêt méditerranéennes

UNE PROBLEMATIQUE MEDITERRANEENNE ANCREE SUR DES AMENAGEMENTS DFCI VARIES

Les régions méditerranéennes confrontées régulièrement aux incendies de forêts, développent depuis longtemps une politique de prévention. De nombreuses techniques d'intervention sont utilisées, et testées sur les coupures de combustible au sein des massifs forestiers.

Dans le cadre du Réseau, une soixantaine d'opérations d'aménagement DFCI sont inventoriées sur le Var (28), les Bouches du Rhône (6), le Vaucluse (2), le Gard (5),

l'Hérault (3), l'Aude (1), les Pyrénées Orientales (14) et la Corse du Sud (4) avec leurs principales caractéristiques :

- historique et calendrier des travaux exécutés
- itinéraires techniques appliqués
- type de peuplement forestier protégé
- place des activités agricoles et forestières
- autres usages

UN SUIVI ANNUEL DE L'EVOLUTION DES AMENAGEMENTS

Un suivi par les organismes de développement ou les gestionnaires de coupures de la dynamique de ces aménagements et une restitution annuelle de documents cartographiques :

- infrastructures et équipements
- dynamique d'embroussaillement
- dynamique des améliorations pastorales,
- état des peuplements forestiers

Un suivi par l'INRA de la dynamique du combustible selon différents itinéraires techniques sur des aménagements couvrant les situations écologiques les plus typiques (235 parcelles réparties sur 28 sites).

- dynamique d'embroussaillement
- dynamique de la couverture morte,
- impact du pâturage
- impact sur les arbres

Et pour faciliter les échanges et la réflexion sur . . .

LE CHOIX DES MEILLEURS ITINERAIRES DE CONTROLE DU COMBUSTIBLE

Un large éventail de peuplements arbustifs types...

Garrigues à chêne kermès
 Garrigues à chêne vert
 Landes à genet purgatif
 Maquis à bruyères et arbousiers
 Maquis à cistes
 Taillis de chêne blanc ou chêne vert

... sur lesquels 6 techniques d'intervention sont combinées dans le temps

Broyage
 Pâturage contrôlé
 Traitement chimique
 Dessouchage
 Brûlage dirigé
 Améliorations pastorales

L'EFFICACITE DES COUPURES

Le groupe de travail " Efficacité des coupures de combustible " vise à évaluer le comportement attendu des ouvrages de prévention des incendies de forêt selon différents scénarios d'incendies et de conditions météorologiques. Il est en train de mettre au point une méthode d'évaluation de l'efficacité intrinsèque de la coupe ainsi que de la facilité d'y développer des actions de luttes efficaces et en sécurité. L'évaluation se focalise actuellement à l'échelle d'un segment de coupe de combustible. Pour ce faire les approches par modélisation et à dires d'experts sont utilisées et confrontées. Cette recherche réalisée dans le cadre du GIS prévention des incendies de forêt débouchera à terme sur des propositions d'amélioration de la conception des aménagements DFCI.

L'INTERET PASTORAL DES COUPURES

La grande majorité des coupures suivies par le Réseau étant entretenues par des troupeaux, le groupe de travail " Intérêt pastoral des aménagements D.F.C.I. " a pour but d'appréhender les potentialités pastorales des coupures et l'impact des animaux sur la dynamique de la végétation. Il analyse actuellement les modalités de conduite des troupeaux sur les coupures (unités de gestion, gardiennage, parcs, intensités de pâturage...), et les niveaux de valorisation pastorale par unités de gestion (effectifs, chargement, complémentation, stade physiologique des animaux, ...). Le croisement de ces données permettra de déterminer la valeur pastorale des coupures pâturees, la pérennité de la ressource, la productivité des troupeaux, ainsi que l'impact des animaux sur les végétations à maîtriser.

L'EVALUATION ECONOMIQUE DES COUPURES DE COMBUSTIBLE

Le groupe de travail " Analyse économique " cherche à connaître le coût des coupures et les moyens de financement utilisés afin de pouvoir comparer sur des bases similaires le coût global d'un aménagement DFCI ou d'un itinéraire technique.

Il a déjà produit un document méthodologique de collecte des données, proposant une méthode homogène de calcul du coût d'un aménagement DFCI et de ses composants, ainsi qu'un barème standard des coûts des différents travaux élémentaires. Sur la base de ce document, le groupe travaille actuellement sur une analyse comparative des coûts de différentes coupures réparties sur l'ensemble du Réseau.

LE RETOUR D'EXPERIENCE SUR LES COUPURES SOUMISES A INCENDIE

Le groupe de travail " Retour d'expérience ", vise à analyser le comportement des ouvrages de prévention face à un incendie réellement subi. D'ores et déjà, une méthode de collecte d'informations et d'analyse a été mise au point et validée à partir de 6 retours d'expérience.

De plus, un certain nombre de résultats pratiques ont été acquis et des pistes de réflexion ont été identifiées. Ces enseignements restent à être vérifiés et complétés par l'étude de nouveaux cas. Ils permettront, à très court terme, d'influer sur les principes de base qui président à la conception des coupures de combustible, comme à leur entretien.