

Association française de pastoralisme

pastum

Numéro spécial

Brûlages dirigés



Brûlages dirigés



Association française de pastoralisme

PASTUM NUMÉRO SPÉCIAL

BRÛLAGES DIRIGÉS

1998



Réseau des équipes de brûlage dirigé

Pastum

Bulletin de l'Association française de pastoralisme
CIHEAM-IAM.M, 3191 route de Mende, 34093 Montpellier Cedex 5

Responsable de la publication : G. L'Homme
ENITAC, dépt Agriculture et Espaces, BP 45, 63370 Lempdes
Numéro double 51-52, Septembre 1998

Impression : Éditions Mimosa, 36 av. Pasteur, 34470 Pérols

Tirage 1500 exemplaires

Dépôt légal septembre 1998

Référence : *Brûlages dirigés*. Pastum n° 51-52, AFP - Réseau des équipes de brûlage dirigé, 1998, 121 p.

© AFP 1998

ISSN 1154-4449

ISBN 2-912962-01-3

©Le code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Le non-respect de cette disposition met en danger l'édition, notamment scientifique. Toute reproduction, partielle ou totale, du présent ouvrage, est interdite sans autorisation de l'éditeur ou du Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC), 3 rue Hautefeuille, Paris 6^e

Ont participé à l'élaboration de ce numéro spécial :

Articles : Maria Assumpcio Abel, François Binggeli, Olivier Bonnard, Laurent Doveil, Yvon Duché, Samuel Dumas, Gilles Dusserre, Johanna Faerber, Alexandra Gaulier, Franck Guarnieri, Roger Guay, Gérard L'Homme, Bernard Lambert, Catherine Legrand, Jean-Paul Métailié, Pere Pons, Nadine Ribet, Éric Rigolot, Sophie Sauvagnargues, Martine Teuma, David Vauché

Coordination : Didier Buffière

Relecture scientifique : André Bornard, Didier Buffière, André Dorée, Bruno Msika, Éric Rigolot
Édition, maquette et mise en page : Bruno Msika (Aster&d)

Crédits photos

	pages
DDAF 65	Couverture
Éric Rigolot	Couverture, 80, 129
Johanna Faerber	Couverture, 32, 34, 37, 72, 73, 76
Catherine Legrand	60
Parc des volcans d'Auvergne	19
Parc des volcans d'Auvergne/Soisson	14
Jean-Paul Métailié	24, 26, 28
Bernard Lambert	50, 62, 100
Michel Étienne	Couverture
Bruno Msika	58
Pere Pons	100
INRA-PIF	88
Gargallo	100

Dessins

page 102 : Pepus

page 106 : H. Fanjul (avec l'aimable autorisation de Forêt Méditerranéenne)

**Cet ouvrage est publié avec le concours
du Conservatoire de la forêt méditerranéenne**

Sommaire

Un petit faible pour le feu ... dirigé, ou les vertus pastorales de l'écobuage (Gérard L'Homme)	3
LE FEU PASTORAL, UN SAVOIR, UNE PRATIQUE SOUS SURVEILLANCE.....	5
Il court, il court... Point de vue ethnologique sur les pratiques du feu pastoral dans le parc naturel des Volcans d'Auvergne et ailleurs (Nadine Ribet)	7
Crémades, écobuages et brûlages dirigés. Les avatars de la pratique du feu dans les Pyrénées (Jean-Paul Métailié)	17
DU FEU PASTORAL AU BRÛLAGE DIRIGÉ	23
La callune et le feu dans les Pyrénées. Le modèle de la lande pastorale d'estive (Jean-Paul Métailié, Johanna Faerber)	25
Arrêtés préfectoraux et développement du brûlage dirigé. Cas des départements de l'Entente (François Binggeli, Alexandra Gaulier)	31
La réalisation d'un brûlage dirigé. Principes de base et mise en œuvre (François Binggeli)	35
LE BRÛLAGE DIRIGÉ, ÉLÉMENT D'UNE GESTION PASTORALE ACTUALISÉE.....	41
Pâturages méditerranéens : Évolution d'une cistaie selon différentes modalités d'emploi du feu (Bernard Lambert)	43
Pâturages méditerranéens : Impact du brûlage dirigé et du pâturage sur la croissance de la bruyère arborescente (Catherine Legrand)	49
Landes oro-méditerranéennes : Brûlage dirigé et pâturage dans les landes à genêt purgatif (Éric Rigolot, Bernard Lambert)	55
Landes atlantico-montagnardes : Rôle du feu et possibilités de gestion par brûlage dirigé en moyenne montagne pyrénéenne (Johanna Faerber).....	63
LE FEU ET LE PÂTURAGE, DES OUTILS DE LA PFCL.....	71
La dent de l'animal et la langue du feu Une gestion pyro-pastorale en préparation à la lutte contre les incendies de forêt dans la presqu'île de Saint-Tropez (François Binggeli)	73
IMPACTS ÉCOLOGIQUES DES BRÛLAGES DIRIGÉS	79
Les effets du brûlage dirigé sur le sol (Éric Rigolot)	81
Comportement du feu en brûlage dirigé : températures et impact sur les bactéries (Sophie Sauvagnargues <i>et al.</i>)	87
Évaluation des impacts d'un brûlage dirigé sur la faune d'un maquis méditerranéen (Pere Pons, M ^e Assumpcio Abel)	93
Impact des brûlages dirigés sur les populations de perdrix grise des Pyrénées (Samuel Dumas <i>et al.</i>)	97
BRÛLAGES DIRIGÉS : NOUVELLES CONNAISSANCES ET ORGANISATION PROFESSIONNELLE.....	105
BDSYSTÈME une base de données sur le brûlage dirigé ... et le premier pas vers un système d'aide à la décision (Alexandra Gaulier <i>et al.</i>)	107
Le réseau national des équipes de brûlage dirigé (Éric Rigolot)	113
Formation de responsables de chantiers de brûlage dirigé (Yvon Duché)	119

Un petit faible pour le feu ... dirigé, ou les vertus pastorales de l'écobuage

P^r Gérard L'Homme

Président de l'Association française de pastoralisme

Les articles présentés dans ce numéro spécial répondent, je pense, à la plupart des questions concernant la pratique du feu à des fins herbagères et environnementales.

« *Le cycle millénaire du feu d'entretien [est] totalement différent de celui des feux de défrichement* » (Métailié). « *L'usage pastoral du feu est une permanence historique* » (Ribet). Depuis toujours, le feu dirigé, l'écobuage, font donc partie des techniques utilisées par les pasteurs.

L'évolution des conditions socio-économiques qui conduisent à l'extensification de l'utilisation des espaces pastoraux mène progressivement à la réinsertion du feu dans les pratiques pastorales, et plus largement dans les pratiques d'aménagement de l'espace. Des groupes d'intervention se structurent : commissions départementales, cantonales ou de vallée, cellules d'intervention professionnalisées, etc. Le feu apparaît comme une solution efficace, peu coûteuse et respectueuse de l'équilibre des systèmes agro-écologiques lorsqu'il est pratiqué selon des règles strictes. À titre d'exemple, le n° 33 de *Pastum* en janvier 1994 publiait une traduction du code de brûlage de la bruyère tel que pratiqué en Écosse. C'est un exemple qui montre que l'on peut gérer de façon durable l'équilibre de la végétation pour l'élevage, mais aussi pour la faune sauvage, en utilisant le feu dirigé.

Le feu n'est qu'un des outils de gestion de la végétation et il convient de le replacer dans un raisonnement plus global : quelle végétation et pour quels usages ? Pour ce qui est des surfaces destinées au pâturage, n'oublions pas que c'est la pression de pâturage qui conditionne de façon essentielle l'évolution de la végétation. On ne devrait donc pas parler de feu ou de moutons, mais de feu **ET** de moutons, et d'autres herbivores ... *la langue du feu et la dent du mouton* !

Face à cette demande croissante de réhabilitation du feu, et sachant qu'il existe un projet de loi sur la forêt qui devrait modifier le Code forestier, les pasteurs demandent à être entendus. La nouvelle réglementation devra avoir la sagesse de ne pas intégrer uniquement le point de vue forestier : le pâturage contrôlé n'est plus l'ennemi du Code forestier, le brûlage dirigé ne l'est pas davantage. Ces pasteurs devront pouvoir gérer l'écobuage sur l'espace pastoral. Il faut une réglementation simple, claire, intégrant le multi-usage des grands espaces, un très large dialogue est nécessaire.

Le feu pastoral dans ces conditions sera une pratique reconnue permettant, associé au pâturage et aux techniques mécaniques, d'assurer le maintien de la diversité des milieux. Il sortira de la clandestinité et pourra être géré dans toute la diversité des situations socio-économiques et environnementales rencontrées.

Je ne peux vous quitter sans remercier Didier Buffière pour son remarquable travail de coordination. L'on doit beaucoup à ses qualités et ses convictions de pastoraliste.

Bonne lecture ... au coin du feu ?

**LE FEU PASTORAL,
UN SAVOIR,
UNE PRATIQUE
SOUS SURVEILLANCE**



Chaîne des Puys, dominée par le Puy de Dôme.

On distingue la partie plane de l'estive ovine collective des Fontêtes, seul espace ouvert situé au pied du Puy des Gouttes dont les pentes étaient régulièrement brûlées jusqu'en 1993.

Il court, il court...

Point de vue ethnologique sur les pratiques du feu pastoral dans le parc naturel des Volcans d'Auvergne et ailleurs

Nadine Ribet, *ethnologue*

avec la collaboration de Martine Teuma, *agent pastoraliste*

Parc naturel régional des Volcans d'Auvergne, Montlosier, 63970 Aydat

L'usage pastoral du feu est une permanence historique mal révélée par la considération que lui réservent aujourd'hui l'administration et les instances scientifiques dans leur ensemble. Les pratiques différenciées du feu pastoral, dont les connaissances mobilisées sont anciennes et sans cesse réactualisées, sont très largement méconnues et dénoncées dans leurs modalités contemporaines. Elles n'en demeurent pas moins pertinentes mais semblent nécessiter un ajustement tant d'un point de vue technique que social. Une telle situation rend compte d'un processus historique qui emprunte à différents domaines.

C'est d'abord un problème de considération des savoirs paysans, de leur accès, de leur circulation et de leur partage. C'est aussi l'affrontement de deux rationalités, celle d'une normalisation administrative qui s'appuie sur le droit, et celle de communautés montagnardes sous-tendues par des dispositifs coutumiers et leurs usages locaux. C'est enfin un enjeu de maîtrise territoriale qui engage un système de représentations de l'espace montagnard.

Le feu pastoral, appelé communément « écobuage »², demeure une pratique actuelle pour l'entretien et le renouvellement de surfaces pâturées de façon extensive sur les estives du parc naturel régional des Volcans d'Auvergne.

LE FEU PASTORAL, UNE TECHNIQUE SANS NOM ?

En tant que technique, le feu pastoral n'existe pas. Il faut entendre par là qu'il n'existe pas officiellement dans l'histoire des techniques. Loin de signifier l'absence de pratiques du feu pastoral, cet écart nous renvoie au statut même de celles-ci. Contrairement à toute technique spécifique et identifiée comme telle, l'usage pastoral du feu n'a pas de nom, sinon celui récent de « feu pastoral » (Métaillé, 1981) qui semble le plus indiqué, mais qui est un terme descriptif et extérieur aux acteurs pastoraux. Ces derniers, dans leur mode de désignation, n'ont pas recours au qualificatif « pastoral » ; ils insistent sur l'action qui prévaut à travers les expressions « faire le feu » ou « faire brûler » et non pas sur la fonction pastorale qui est leur identité propre. Différentes vocations du feu sont par ailleurs connues sous des termes techniques : l'essartage et l'écobuage comme techniques agricoles procédant à un défrichement respectivement en forêt et sur la lande. On peut avancer une hypothèse sur le glissement sémantique à propos du

¹ Cet article est issu d'une recherche ethnologique en cours, dans le cadre du programme national « Savoir-faire traditionnels et pratiques innovantes pour l'entretien des paysages agricoles » initié par la Fédération des parcs naturels régionaux avec le soutien du ministère de l'Agriculture. Le parc des Volcans d'Auvergne est *pilote* pour les thématiques propres aux paysages de moyenne montagne. Il reprend et prolonge le texte « Technique agraire ou sinistre écologique, le feu pastoral dans le parc naturel des Volcans d'Auvergne », *Revue d'Auvergne*, octobre 1997.

² Le vocable « écobuage » désigne, dans le langage courant et de manière impropre, l'usage du feu pastoral. Aussi dans les extraits d'entretiens, le terme *écobuage* utilisé par les éleveurs en activité doit être entendu comme désignant cette pratique. Étant donné que l'écobuage est une mise en valeur agricole (et non pastorale) de terres cultivées, le terme sera utilisé dans ce texte pour désigner celle-ci. En revanche, nous parlerons de feu pastoral ou de brûlage pastoral pour la pratique qui nous intéresse ici. Sur cette question de terminologie agraire, voir Métaillé, 1981.

terme « écobuage » pour désigner le feu pastoral. Il s'agit vraisemblablement de phénomènes multiples et combinés, notamment d'une superposition des espaces exploités et d'une généralisation des étapes techniques. En effet, les cultures temporaires, obtenues après défrichement par le feu de la lande collective (écobuage), interviennent sur cet espace fréquenté par les troupeaux.

« *Le terrain d'élection de ce mode de culture [les champs d'écobuage] est la lande communale du « village ». La coutume l'y autorise. Les intérêts du troupeau vont dans le même sens : le feu améliore pour un temps très court la bruyère et il est bien difficile parfois de distinguer sur la lande brûlée la part de l'incendie pastoral et celle de l'écobuage.* » (Fel, 1962)

Pour ce qui est des étapes techniques de l'écobuage¹ — les « rôtisses » en Auvergne —, elles connaissent un grand nombre de variantes selon les époques et les régions, voire même l'abandon de l'une d'elles, ainsi la construction des fourneaux remplacée par un feu courant sur des mottes suffisamment combustibles. De fait, la technique du feu courant n'est pas l'apanage du feu pastoral. En outre, il est probable que ce glissement se renforce au moment où la pratique des écobuages périclité avec l'arrivée de nouveaux moyens de fertilisation, d'amendement et un recul de la pression démographique. Le seul usage agricole du feu de nos jours consiste au brûlage des chaumes. Le terme officiel d'écobuage² échoit alors à la pratique non officielle (le plus souvent illicite et dénigrée) du feu pastoral. Dès lors, cette dernière entre dans un peu plus de légalité mais n'en reste pas moins très méconnue. Loin d'être anecdotique, ce problème de terminologie agraire est récurrent à tout propos tenu sur le feu et ses usages. Ainsi, l'emprunt au vocabulaire agricole pour désigner une technique pastorale nous renvoie à la place du système pastoral au sein des structures agraires et plus précisément des communautés pastorales montagnardes en butte à l'expansion de l'État par le biais de son administration forestière.

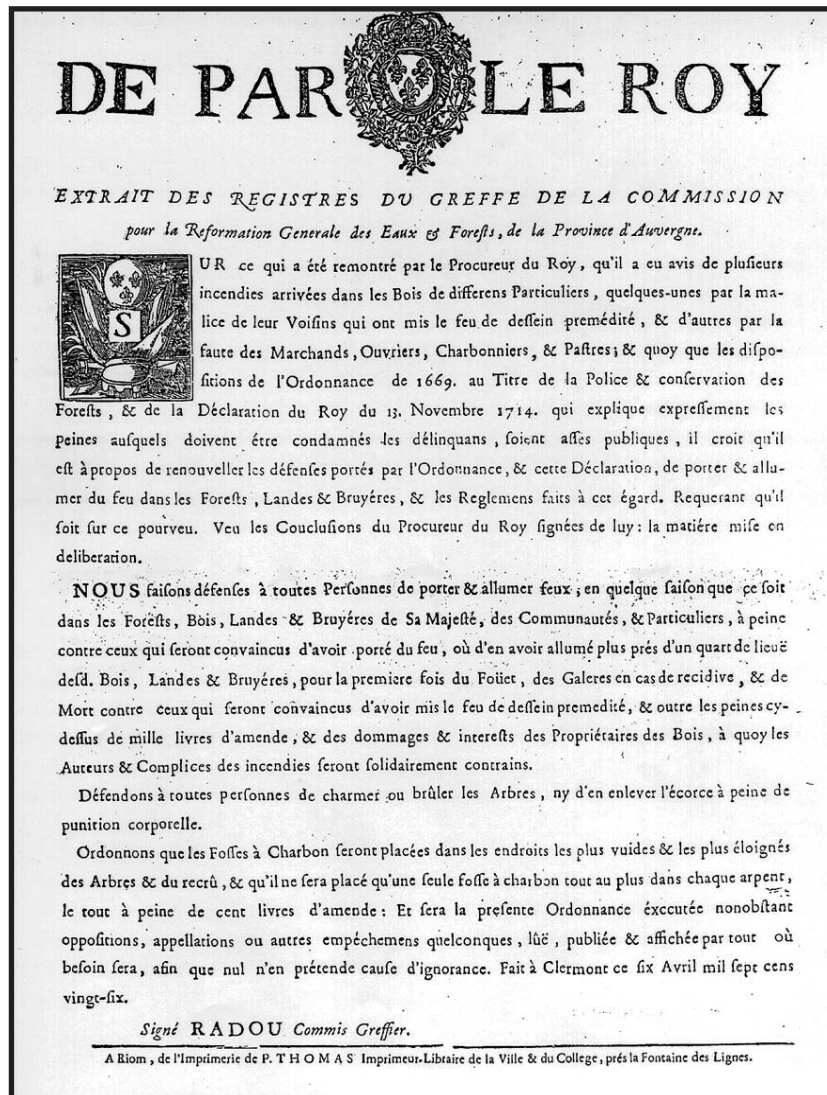
LES TRACES DE L'HISTOIRE

Quand bien même les pratiques du feu pastoral ne concernent pas les espaces boisés, c'est à travers l'intervention de l'État pour la gestion des forêts que se découvre une partie de leur histoire. L'action réformatrice des forêts, amorcée par l'ordonnance de Colbert en 1669 et suivie de ses avatars tels que la création de l'administration des Eaux et Forêts puis la promulgation du Code forestier en 1827, ou encore les lois de 1860 et 1882 sur le reboisement et la *restauration des terrains de montagne*, vise à généraliser ce qui apparaît comme le *bon usage* des forêts et de ses produits. Cette vaste entreprise s'élabore à l'encontre du développement d'activités proto-industrielles consommatrices de bois, ainsi que des pressions qu'exercent les populations rurales sur les forêts par le biais des défrichements, du passage des troupeaux et divers usages. Au rang des accusés, la pratique du feu ne tient qu'une place mineure, mais celle-ci fournit l'occasion d'insister sur le caractère archaïque des pratiques paysannes compte tenu des menaces qu'elles font peser sur les bois. Les montagnes et leur utilisation deviennent alors le théâtre d'un conflit entre les tenants des droits d'usage traditionnels et les partisans du droit individualiste que les procédures de cantonnement favorisent. À travers la délimitation et la consignation par écrit du territoire par les agents arpenteurs, c'est toute une connaissance fine et concrète du milieu par les communautés agro-pastorales qui se trouve compromise ; et la pratique du feu pastoral en relève.

« *L'enjeu était clair pour les communautés pastorales : la normalisation de l'espace signifiait l'avènement d'un autre ordre social. Aussi, les communautés pastorales tentèrent de préserver leurs usages et leurs représentations de l'espace et du temps, au besoin en les recodant dans la terminologie administrative dominante.* » (Palu, 1992)

¹ Voir à ce sujet l'ouvrage de François Sigaut (1975), notamment les descriptions de cette opération appelée « écobuage » et les origines étymologiques dérivées du terme *égobuer*, de *gobe* qui signifie *motte de terre*. L'origine du terme *écobuage* est ainsi très liée au travail de la terre et à sa mise en culture.

² On peut parler de terme officiel à propos de l'écobuage dans le sens où il s'agit du terme en vigueur dans l'administration contemporaine (malgré les confusions nombreuses), et qui trouve sa véritable définition au sein des sociétés royales d'Agriculture du XVIII^e siècle.



Archives départementales Puy-de-Dôme, C7255

Le discours et l'action de l'administration forestière, qui nient toute rationalité aux pratiques des paysans de la montagne, façonnent l'idée que la montagne est sous tutelle (Larrère, 1995), et contribuent à justifier son intervention, y compris dans des opérations d'améliorations pastorales pour lesquelles le recours au feu sera pratiqué quand par ailleurs les populations locales en sont sanctionnées (Métaillé, 1981 ; Buffière, 1991 ; Faerber, 1995).

La pratique du feu pastoral peut alors être définie par des acteurs (pastoraux), par une action (« faire brûler »), qui recouvre des modalités techniques, et par un espace (destiné au pâturage). Elle se distingue en cela d'une technique dont les séquences opératoires sont dissociables de l'opérateur et le plus souvent du milieu. On peut considérer qu'il serait erroné et abusif de parler de technique à propos de la pratique du feu pastoral. Si le feu courant est une technique, le feu pastoral est plus justement une pratique, dont on parle historiquement en terme d'usage. Les archives livrent quelques précisions sur les modalités et le contexte de cette pratique du feu pastoral¹. En 1731, un mémoire est adressé à l'intendant d'Auvergne depuis les élections d'Aurillac et de Mauriac (Cantal), sur les incendies causés dans les bois de la province par l'imprudence des bergers qui mettent le feu aux bruyères. Ce mémoire, ainsi que la correspondance qu'il a suscitée, attestent d'une antériorité de la pratique du feu pastoral (il est déjà question d'usage) et fournissent une somme de renseignements sur les motifs et les auteurs de celle-ci, ainsi que diverses modalités se rapportant à son utilisation. Ces documents décrivent cet usage pour mieux en présenter les reproches qui lui sont faits, à savoir la menace qu'il fait peser sur les forêts d'Auvergne « régulièrement ravagées par des incen-

¹ Les archives ne sont pas des données (dont le sens serait immanent) mais des sources qu'il convient d'interpréter (donner du sens) en en rappelant le statut. Les archives ne livrent de l'histoire de cette technique que des données éparées (liées aux aléas de la conservation), sur un support écrit là où on a affaire à un savoir-faire non formalisé. Qui plus est, la conservation d'archives est le fait de l'administration, et à ce titre, consignait les aspects qui rentrent dans le cadre d'une gestion administrative du territoire.

dies ». Plutôt que les griefs, nous retiendrons ici les précisions utiles à la connaissance de la pratique du feu pastoral. Le mémoire expose que « *les bergers font usage de mettre le feu aux bruyères et dans le temps où la sécheresse les rend les plus combustibles (...). Le prétexte de ces boute-feux est que les bestiaux à laine et à cornes y trouvent mieux à paître.* » Une lettre de Mauriac du 19 avril 1731, relate que « *c'est un usage de mettre le feu dans cette saison sur les cousteaux [coteaux], tertres et bois taillis en vue de faire croître plus de pacage.* » Toujours à l'attention de l'intendant, une lettre en provenance d'Aurillac en date du 20 juillet de la même année, nous apprend que « *lorsqu'on met le feu aux bruyères, il y vient l'année d'après une herbe tendre, et la bruyère même qui repousse, fait que les bestiaux paissent dans ces lieux-là avantageusement pendant deux ou trois ans.* »

Les principes de la pratique sont exposés : la saison, fin de l'hiver ou commencement du printemps pour la sécheresse de la végétation (sa combustibilité), les espaces pastoraux au relief ingrat (pentes, tertres et enrochements), au bénéfice des ovins comme des bovins, lesquels trouvent un pacage amélioré au-delà d'une saison. Les bergers assurent ainsi un renouvellement de l'herbe et des bruyères consommées préférentiellement par les troupeaux.

La réponse de l'intendant d'Auvergne est rédigée à Riom (Puy-de-Dôme), le 28 juillet 1731 ; il écrit :

« l'auteur de ce mémoire se trompe assurément quand il dit qu'il est inutile de brûler les bruyères. Il y a une bonne partie de la province qui n'aurait presque point de récolte si on se départait de cet usage, et après qu'on a semé une première année en seigle et une autre en avoine, la même terre produit pendant plusieurs années un pacage excellent et ce n'est qu'après que les bruyères ont surmonté qu'on recommence à brûler et à ouvrir la terre. »

En outre, il informe les destinataires de son courrier qu'à l'occasion de la Réformation générale des Eaux et Forêts de la province d'Auvergne, il a fait rendre une ordonnance le 26 avril 1726 qui renouvelle les dispositions de l'ordonnance de 1669 et de la déclaration de 1714. Celle-ci fait le constat du rôle des pâtres, entre autres, dans les problèmes d'incendies (portés à la connaissance du Roi) qui affectent les bois.

« Sur ce qui a été remonté par le Procureur du Roy, qu'il a eu avis de plusieurs incendies arrivées dans les Bois de differens Particuliers, quelques-unes par la malice de leurs Voisins qui ont mis le feu de dessein prémédité, & d'autres par la faute des Marchands, Ouvriers, Charbonniers, & Pastres (...) Nous faisons défenses à toutes personnes de porter & allumer feux, en quelque saison que ce soit dans les Forests, Bois, Landes & Bruyères de Sa Majesté, des Communautés, & Particuliers, à peine contre ceux qui seront convaincus d'avoir porté du feu, où d'en avoir allumé plus près d'un quart de lieuë desd. Bois, Landes & Bruyères, pour la première fois du Foüet, des Galeres en cas de recidive, & de Mort contre ceux qui seront convaincus d'avoir mis le feu de dessein prémédité, & outre les peines cy-dessus de mille livres d'amende, & des dommages & interests des Propriétaires des Bois, à quoy les Auteurs & Complices des incendies seront solidairement contrains. »¹

On note la sévérité des peines encourues, mesurées à l'aune de la gravité du délit, en dépit desquelles l'utilisation du feu pour le renouvellement des parcours s'est maintenue. Il importe alors de s'intéresser aux raisons de cette permanence historique qu'affiche cette pratique. La première que nous pouvons avancer est d'ordre social à travers la permanence et les ajustements de l'organisation villageoise. La seconde, que nous ne ferons qu'aborder touchant aux limites de notre discipline, relève de sa pertinence technique, qui, nous le verrons, est largement subordonnée à la dimension précédente. En effet, des pratiques *altérées* du feu pastoral observables à quelques occasions aujourd'hui, fournissent à ses détracteurs inconditionnels les arguments d'une condamnation sans appel. Or, elles ne sont pas des « survivances archaïques », mais bien dans ce cas, le résultat d'une désorganisation de la structure sociale qui était porteuse des connaissances requises à l'utilisation du feu pastoral dans un milieu donné, ainsi que des modalités de leur transmission.

¹ A.D. Puy-de-Dôme, extrait des registres du greffe de la commission pour la Réformation générale des Eaux & Forests, de la province d'Auvergne, (C 7258).



Structure bocagère dans le fond de la vallée de l'Impradine, au-delà de laquelle les animaux (bovins, équins) sont mis en estive sur les biens sectionnaux entretenus par le feu jusqu'aux crêtes (Cantal).

LA TRAVERSÉE DE L'HISTOIRE

On peut déceler à travers cette correspondance du XVIII^e siècle, un malentendu entre l'objet du mémoire et des lettres qui l'accompagnent, et l'activité à laquelle l'intendant d'Auvergne fait référence. La confusion, formulée dans la réponse de l'intendant sur la pratique de l'écobuage et celle du feu pastoral, relève de celles qui sont signalées plus haut. Il est probablement question dans son propos de l'ouverture aux troupeaux des champs d'écobuage au repos. En effet, on a affaire, au sein des systèmes de type agro-pastoral, à une interaction entre les unités d'exploitations agricole, pastorale et forestière, et c'est bien dans la cohérence et la solidarité des communautés villageoises que la persistance de la pratique du feu pastoral trouve une première explication. Le rappel des grands principes de l'organisation des structures agraires spécifiques à quelques massifs du parc des Volcans permet d'identifier les espaces supports des feux pastoraux, et de qualifier leur statut et leur valeur au regard de la société rurale dans son ensemble, tant dans la hiérarchie des terroirs que dans les rapports sociaux qui la sous-tendent.

Le feu pastoral dans la chaîne des Puys (monts Dôme) était le feu des bergers, de ceux qui, en charge du troupeau de village sur les terres communales¹, brûlaient quelques zones de leur propre initiative afin d'assurer une pousse d'herbe très appréciée des moutons. Le brûlage de lande est littéralement un engraissement de pâtures qui n'a d'autre raison que le soin apporté au troupeau. La notion de soin, saisie dans sa dimension technique — sanitaire et alimentaire — est au fondement de cette pratique. L'honneur et la renommée d'un berger sont attachés à l'état du troupeau, autrement dit à l'aptitude de celui-ci à faire « profiter » les bêtes. C'est dans la maîtrise de son espace qu'il peut exceller dans cet art nourricier. Il a la libre gestion des parcours qu'il met à profit en organisant, dans le temps et dans l'espace, des « circuits ». « *Il [le berger] met ainsi en œuvre une véritable science du parcours permettant le meilleur croît de son troupeau, en fonction d'une utilisation optimum de l'espace pâturé* » (Vincent & Prival, 1983). Le feu pastoral est intégré dans cette « science du parcours », et explicitement revendiqué comme une technique à vocation nourricière. Le feu était pratiqué dans les puys pour offrir une diversité de parcours, moins dans la composition de l'herbage que dans sa qualité et le calendrier de pâturage : les espaces brûlés conféraient une herbe précoce et appétente.

¹ Village et communaux sont les termes vernaculaires utilisés pour désigner respectivement la section de commune et ses terres sectionnales.

Si les bergers étaient les porteurs de feu (exclusifs), c'est la communauté villageoise dans son ensemble qui trouvait bénéfique aux brûlages dans la mesure où elle était *propriétaire* des bêtes qui profitaient alors d'une pâture améliorée. Cette solidarité d'intérêt des habitants, voire une certaine complicité de leurs représentants et des autorités locales, ont contribué à faire du feu pastoral un feu d'où le sujet est absent. Autrement dit, la connaissance de l'auteur (ou des auteurs) d'un feu pastoral relevait de la connivence générale, afin de protéger un régime d'usages locaux ainsi que ses protagonistes contre une réglementation issue de l'Administration centrale¹. Au début du siècle, un rapport de gendarmerie, rédigé à la suite d'un incendie intervenu sur des communaux de la chaîne des Puys (Puy-de-Dôme) dans les premiers jours de mai, relate l'absence de soutien des habitants dans la lutte contre le *sinistre* en soulignant l'intérêt de ceux-ci dans cette affaire. Un commentaire, non équivoque, accompagne la description de l'événement dans ces termes « [...] *le feu a surtout détruit broussailles et bois mort. [...] il arrive fréquemment aux paysans de la région de mettre le feu dans les landes pour détruire les broussailles et les herbes sèches, de façon à améliorer les pacages.* »² Aujourd'hui encore, on peut constater, et c'est presque une règle, que les rapports dressés au terme de toute intervention des sapeurs-pompiers ne mentionnent jamais la cause supposée de l'incendie (il s'agit alors d'un sinistre), ce qui évite de dire, avec la cause, le coupable. Ce mode de régulation des sociétés locales, sinon des sociétés rurales avec le *monde urbain*, rend compte des rapports complexes qui lient des hommes à un espace et des hommes entre eux. En outre, la maîtrise du feu consacre une maîtrise de l'espace qui assure la perpétuation d'un modèle, sinon communautaire, du moins commun aux sociétés agro-pastorales.

Il faut souligner le régime foncier dans les finages villageois de la chaîne des Puys, où la prépondérance des biens sectionnaux participe d'une organisation bipolaire du territoire avec les *terres*, espace privé cultivé, et la lande commune, espace dévolu au pâturage. Le berger était le maître absolu du troupeau et du territoire qu'il exploitait dans l'intérêt de ses moutons. Un va-et-vient journalier permettait un transfert d'éléments fertilisants du parcours collectif vers le domaine privé, celui des *propriétaires*, avec un système de rotation codifié du parc sur les *terres* cultivées. Un *propriétaire* ne pouvait utiliser le « communal », qu'en y envoyant un nombre de bêtes équivalent à celui qu'il était en mesure d'hiverner, c'est-à-dire de soigner à partir de ses ressources fourragères propres. L'interaction entre ces deux unités agraires est double : d'une part l'apport de fumure sur les *terres* par le biais du « parcage nocturne » du troupeau de village, d'autre part l'autorisation d'un pâturage sur les *terres* au repos (en jachère ou après récolte). Ici, la communauté de biens pour l'espace pastoral se double d'une communauté d'intérêt entre agriculture et élevage.

Chaque massif, au sein de ce qui est aujourd'hui le parc des Volcans d'Auvergne, a son modèle d'organisation original qui sont autant de réponses aux mutations de la société rurale dans la conservation ou l'abandon de la pratique du feu pastoral. Selon que les bouleversements affectent ou non le régime foncier, les systèmes de production et les fonctions sociales qu'ils génèrent, cette pratique se trouve empiriquement affinée, bien maîtrisée et conséquemment bien intégrée à la société locale, ou au contraire gravement émoussée et compromise dans sa transmission. Avec la clôture des « estives » de la chaîne des Puys, la surveillance des troupeaux n'est plus de mise. La fonction de berger disparue, c'est aux *propriétaires* qu'incombe l'entretien de ces surfaces. Ils ont à leur tour organisé des brûlages, là où se perpétuait une organisation collective (ailleurs les sectionnaux étaient allotis et la pratique abandonnée), pour n'y renoncer que très récemment dans le cadre des mesures agri-environnementales³. La prohibition (contractuelle) d'un savoir-faire traditionnel gèle ses processus de transmission et accélère sa perte. De plus, le pâturage ne suffit pas à entretenir ces landes à callune (fausse bruyère) et genêt où la dynamique végétale est forte, et les moyens alternatifs pour leur exploitation extensive peu nombreux. Déprise, dynamique d'enfrichement et reboisement en résineux ont modifié le milieu rural dans lequel les feux pastoraux se pratiquaient. Si ce scénario est général à tout le territoire, dans des proportions variables, il n'a pas le même effet sur les conditions d'utilisation du feu pastoral en raison de systèmes spécifiques dans lesquels elles s'insèrent. Ces conditions, en dépit de leur diversité, se rassemblent autour de motifs, de modalités et d'effets communs, historiquement établis.

¹ La pratique du feu pastoral n'a pas laissé de traces dans les usages locaux, contrairement à la codification villageoise des usages de l'eau, ce qui laisse à penser qu'elle est l'affaire du berger et non pas une organisation collective, et en tout état de cause, l'objet d'une entente tacite.

² A.D. Puy-de-Dôme, (M 5528)

³ Les mesures agri-environnementales dont les recommandations institutionnelles préconisaient l'interdiction de l'écobuage sans autre forme de justification, mesure qui a été retenue dans la plupart des cas, faute de connaissance suffisante.

SAVOIRS CONTEMPORAINS DU FEU PASTORAL ET PROCESSUS DE TRANSMISSION

Historiquement, l'usage du feu pastoral est passé des pâtres et des bergers aux éleveurs. Si l'usage demeure, il n'en est pas de même des connaissances qu'il requiert. Dans la chaîne des Puys, la transmission du savoir-faire restait une affaire de bergers. Celle-ci a trouvé un terme avec l'exercice de ceux-là, et les éleveurs organisés collectivement ont fait récemment appel aux services des pompiers pour réaliser les brûlages qu'ils avaient toujours vus faire. Mais la *culture du feu* des pasteurs est bien différente de celle des secours civils dont le recours prend l'allure d'un désaveu de maîtrise pour ceux qui revendiquent le feu pastoral comme un usage local, c'est-à-dire avant tout un usage transmis, éprouvé par le temps et consacré par la tradition. En effet, l'art du feu des pasteurs n'est pas un art pompier. L'excellence de la maîtrise ne réside pas dans l'extinction mais dans la conduite, c'est-à-dire dans la pertinence des mises à feu, dans cette gestion de la part du feu. Avec le passage de cet usage entre les différents acteurs pastoraux — pâtres (gardiens occasionnels ou permanents mais non professionnels), bergers (professionnels non seulement de la garde mais du soin des troupeaux) et éleveurs (dont l'activité dépasse le soin des bêtes) —, la transmission des savoir-faire entre ces différentes *catégories de pasteurs* n'est pas pensable de façon automatique et complète. La pratique du feu pastoral, pour s'être affinée empiriquement, n'en est pas moins détériorée aujourd'hui, émoussée dans les ruptures successives qui ont affectées les communautés pastorales. Seuls demeurent quelques *îlots* de connaissances et de pratiques sinon intégrées, du moins insérées dans la société locale.

En regard des risques évidents du feu pastoral pour l'environnement avec l'emploi d'un feu courant, en regard de la réglementation drastique qui vise à les limiter, il faut que ce procédé recouvre des avantages considérables pour les populations montagnardes qui l'emploient de *temps immémoriaux*. Les problèmes d'environnement mettent souvent en présence des énoncés pratiques et empiriques avec des énoncés scientifiques et techniques, dont le poids social est inégal aux dépens des premiers (Rémy, 1995). Les considérer comme deux modes de connaissance dans leur rapport au contexte social, permet de requalifier et de conférer une place à tous ces savoir-faire, savoirs efficaces et pluriels, ni totalement techniques ni totalement empiriques, sortes de *mixtes* entre des savoirs fortement individualisés et des pratiques collectives, qui relèvent d'un génie inventif dont l'enjeu est l'adaptation des hommes à leur milieu. La pratique du feu pastoral met en œuvre des savoirs procéduraux, et non des savoirs propositionnels (Delbos & Jorion, 1984), qui résultent d'un mode d'acquisition par « voir-faire » et expériences. Il est alors difficile de rendre compte de leur apprentissage, sinon par cette formule relevée chez un moutonnier du Cantal : « *J'ai appris derrière mes parents* », pour revendiquer la maîtrise du feu pastoral comme une pratique qui s'exerce, qui s'acquiert plus qu'elle ne s'apprend. Cela explique la raison pour laquelle il n'y a pas de séquences techniques notifiées ou décomposées point par point dans le récit de la pratique, comme un enchaînement précis et ordonné de propositions sous forme de chaîne opératoire. Ce sont ces savoirs procéduraux, traditionnels et locaux, qui sont victimes à la fois de réglementations globales impropres à considérer les particularités d'un système agro-pastoral intégré, ainsi que d'une formation agricole normative et centrée sur des modèles d'exploitation intensive dénués de toute pertinence en zone de montagne.

L'état des savoirs contemporains de la pratique du feu pastoral peut-être présenté ici dans un souci de synthèse impropre à cet objet, mais dont le mérite est de faire apparaître que le feu pastoral court toujours...

« *Le feu qu'on fait nous n'est pas ardent comme l'incendie !* »¹

Les qualificatifs attribués au feu révèlent une familiarité, une proximité à l'élément, voire un apprivoisement qui engage le corps.

« *J'aurais un petit faible pour le feu.* »

« *Le feu, on le promène, on l'emmène, ça fait suer en bras de chemise.* »

¹ Tous les extraits non référencés de ce chapitre sont issus d'entretiens conduits auprès d'éleveurs et de bergers en Auvergne. Ils sont livrés ici dans un anonymat convenu lors de nos rencontres et suggéré par le caractère encore *délicat* que recouvre le sujet. Que leur contribution soit ici saluée et remerciée.

On accède à la maîtrise du feu en incorporant une gestuelle, une connaissance fine du milieu ainsi que les rapports sociaux qui lui sont associés. Il faut rappeler que le feu pastoral est toujours utilisé en combinaison avec un pâturage, et les effets du premier sont mesurés à travers l'association au second.

Les fonctions qui sont prêtées à l'emploi du feu consistent à lutter contre l'envahissement « sauvage » de végétations indésirables et à renouveler l'herbe en éliminant la *bourre* (herbes sèches, refus) et les ligneux. Les déterminants de la pratique forment un ensemble de facteurs communs à tous les acteurs du feu : c'est en fonction de l'état de la parcelle, tant par sa situation (exposition) et sa topographie que son état d'envahissement.

« Le seul moyen de lutter efficacement contre cet envahissement sauvage qui transformerait notre montagne d'estive en lande, c'est de passer par l'écobuage... - monts Dore. »

La question du relief accidenté et de la faible rentabilité des espaces pastoraux fait du feu un outil incontournable.

« Le feu est utile parce qu'on ne peut pas aller jusqu'au sommet du puy avec le gyrobroyeur. C'était plus rapide, beaucoup moins onéreux... - chaîne des Puys. »

« Tout le monde faisait brûler pour nettoyer, pour détruire la ronce, le genêt, ça faisait propre - chaîne des Puys. »

Le nettoyage est récurrent dans le registre des vertus du feu ; ces notions de « nettoyage » et de « propreté » renvoient à une fonction sanitaire, voire hygiénique du feu (lutte contre les parasites externes) ; elles opèrent aussi un partage dans une représentation du territoire, où rien n'est plus étranger aux paysans que la nature comme concept. Une autre détermination, qui pour être moins technique et plus sociale n'en est pas moins importante : *« Je l'ai toujours vu faire [le feu] »*. La reconduction de pratiques traditionnelles ne garantit pas un transfert de connaissances ; celles-ci rentrent pourtant dans les modalités des pratiques contemporaines dont la proximité avec les préconisations institutionnelles est remarquable. C'est la gestion du risque qui sous-tend implicitement ces modalités. En premier lieu, la saison des feux pastoraux, à la fin de l'hiver, retient des critères de sécheresse (de combustibilité) de la végétation et de moindre sensibilité de l'environnement (humidité, neige). L'enjeu d'une régularité de la pratique introduit la notion de cycle de brûlage afin d'éviter l'accumulation de broussailles qui rend les feux très ardents. Aussi, la préparation des brûlages consiste essentiellement dans la réalisation de pare-feu.

« Alors on bornait la forêt des Eaux et Forêts, la section de Jassat [dans les monts Dore], il fallait pas aller faire brûler les résineux, on faisait une bande de feu qu'on allumait à contre pente, c'est-à-dire on commençait en haut et puis en descendant on éteignait à mesure, on faisait brûler une bande de 5-6 mètres, 10 peut-être, tout le long de la forêt, à 5 ou 6 et on éteignait avec des genêts à balai, on tapait sur les flammes, alors quand cette bande était brûlée, pas de problème, à l'opposé et avec un peu de vent d'ouest, un petit air d'ouest, on allait mettre le feu à l'autre bout et comme c'était brûlé là-bas le feu n'allait pas plus loin. Et sur les côtés, il y a le ruisseau en bas et puis au mois de mars là-bas en bas c'est à peine dégelé, le feu risquait pas d'aller plus loin, et plus en haut c'est des prés de fauche en bordure du plateau. »

Les pare-feu utilisés peuvent aussi être *naturels* et le fractionnement des surfaces à brûler est la règle. Tout cela participe d'une culture du feu qui préconise de le maintenir à échelle humaine, d'autant que là où prévaut la petite propriété privée ou encore un système de *montagne* afférent à l'exploitation, mais également dans le cas des bergers de village sur les sectionnaux, les acteurs du feu travaillent individuellement.

Enfin, les conditions requises de mise à feu mobilisent des paramètres aussi nombreux que la nature de la végétation, le temps, et surtout le vent. La connaissance des vents est essentielle quant à leur force, leur nature, leur provenance, leur direction, mais aussi leur caractère. *« Le vent du midi est traître, il est imprévisible. Là-haut, il faudrait un vent d'est, mais il n'y en a pas souvent. »* Le rôle du vent va être déterminant dans le choix du mode de conduite par rapport à la pente. *« Le feu monte toujours, il descend plus difficilement. »* Ces différentes options sont retenues dans un partage entre la puissance du feu et son impact d'un côté, et de l'autre les préoccupations de sécurité. En effet, un feu qui « court » avec le vent et la pente a un impact moins fort sur le sol (il ne « cuit » pas la terre), mais il est plus difficile à maîtriser. *« Il faut éviter qu'il y ait du vent parce que ça propagerait, il faut un temps*

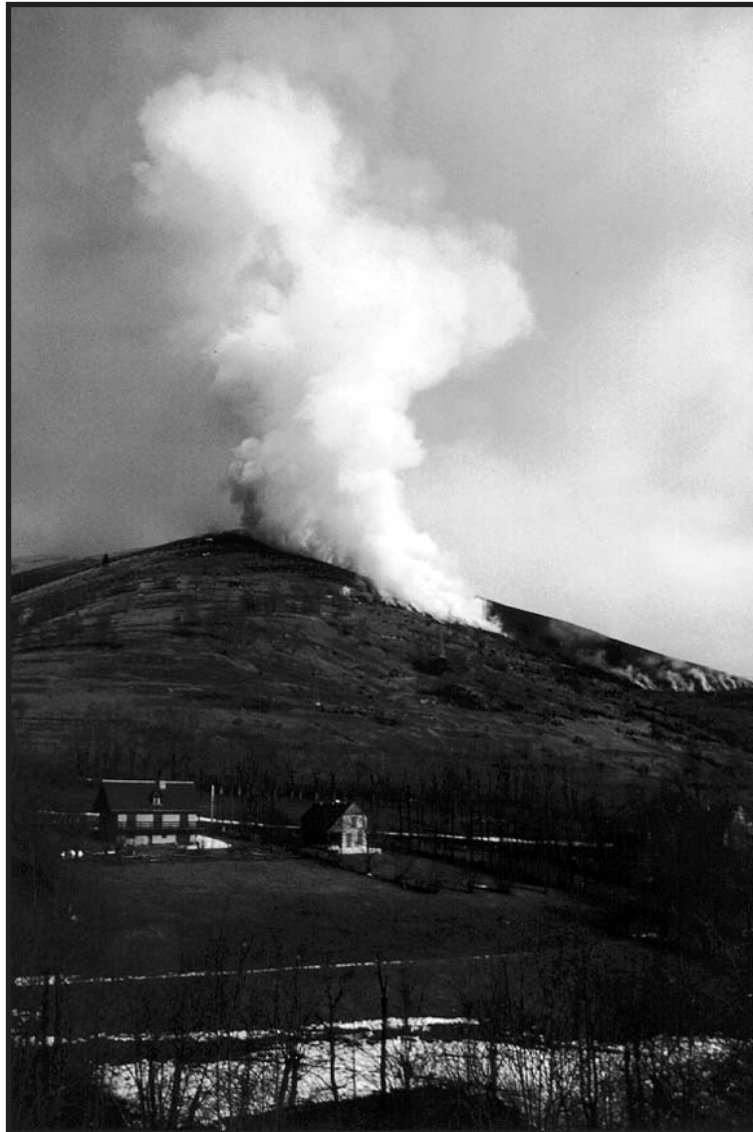
calme et au contraire plus c'est calme, plus les flammes montent verticalement et plus elles chauffent dans leur périphérie. » Le matériel nécessaire à la mise à feu, au contrôle, à la conduite et à l'extinction est très rudimentaire, caractère qui doit être rapporté à la prépondérance de tous les autres facteurs. D'autant que le choix d'une mise à feu participe d'un mode de conduite et de maîtrise.

On en conviendra, les processus de transmission sont au cœur des pratiques du feu pastoral, comme de tout procédé technique. Si les conditions sociales de sa transmission ne sont pas préservées, c'est toute sa pertinence technique qui est mise à mal. Et si la réhabilitation technique du feu pastoral apparaît nécessaire, la sauvegarde et/ou l'invention des modalités de sa transmission sont fondamentales à sa réhabilitation sociale, et par là même à son efficacité comme outil de gestion durable. Autrement dit, un savoir-faire n'est rien sans un pouvoir-transmettre.

Pour le reste, il court, il court...

Références

- Buffière (D.),** *Contribution à la mise en place de la commission locale d'écobuage du canton d'Argelès-Gazost*, DEA géographie et aménagement, univ. Toulouse-Le Mirail, 1991.
- Delbos (G.), Jorion (P.),** *La transmissions des savoirs*, MSH, Paris, 1984.
- Faerber (J.),** *Le feu contre la friche. Dynamiques des milieux, maîtrise du feu et gestion de l'environnement dans les Pyrénées centrales et occidentales*. Thèse doct. géographie, univ. Toulouse II, 1995.
- Fel (A.),** *Les hautes terres du Massif central*, PUF, Paris, 1962 (p. 28-29).
- Larrère (R.),** *La RTM, de la prise en charge de la protection par l'État à la gestion négociée des risques*. Rapport au ministère de l'Environnement, contrat 2606A, 1995.
- Métailié (J.P.),** *Le feu pastoral dans les Pyrénées centrales*, CNRS, Paris, 1981.
- Palu (P.),** « Dispositif coutumier et patrimoine d'État en pays de Soule », in *Le pouvoir de protéger. Approches, acteurs, enjeux du patrimoine en Aquitaine*, textes réunis par Y. Lamy, MSHA, 1992.
- Rémy (E.),** « L'élaboration d'un savoir naturaliste », *Études Rurales* n° 137, 1995, p. 55-72.
- Sigaut (F.),** *L'agriculture et le feu*, Mouton, Paris, 1975.
- Vincent (J.F.), Prival (M.),** « Les bergers de village dans la société traditionnelle de Margeride », *La Margeride, la montagne, les hommes*, INRA, 1983, p. 309.



**Brûlage traditionnel de lande à callune (« écobuage ») sur une soulane, altitude 1 300 m.
Poubeau (Haute-Garonne), 1983.**

Crémades, écobuages et brûlages dirigés

Les avatars de la pratique du feu dans les Pyrénées

J.P. Métailié

GÉODE-UMR 5602, CNRS, Maison de la Recherche, Univ. Toulouse-Le Mirail, 5 allée Machado
31058 Toulouse Cx 1

LES ORIGINES INCERTAINES DU FEU DANS LES PYRÉNÉES

Il est pour l'instant bien difficile de retracer les origines des brûlages pastoraux dans les Pyrénées, dans leur sens actuel d'entretien des pâturages. Les recherches récentes en histoire de l'environnement (Galop, 1997) montrent que les premières colonisations estivales en haute montagne, dès le néolithique ou le début du bronze, n'ont que très peu transformé la végétation. Les premiers pasteurs exploitaient vraisemblablement les pelouses et landes naturelles de l'étage subalpin ; il y a déjà des traces de brûlages, mais la pratique reste encore discrète. Ce n'est qu'à partir de la grande vague de colonisation du bronze moyen et final que des déforestations importantes et des traces de feu nombreuses (charbons) apparaissent dans les séquences palynologiques en altitude ; les origines du feu pastoral se confondent donc avec les feux de défrichement en lisière des estives et sur les soulanes¹ indispensables pour le pâturage de demi-saison. Dès cette époque, la pression anthropique va substituer aux bois, des landes dont la dynamique naturelle enclenchera le cycle millénaire du feu d'entretien, totalement différent du cycle des feux de défrichement et d'essartage, qui continuent de se développer parallèlement dans le reste de l'espace (Sigaut, 1975).

Même aux époques récentes, à partir du XVII^e siècle, la *lisibilité* du feu pastoral est faible dans les Pyrénées : sa banalité a fait qu'on n'en retrouve guère de traces dans les archives, même forestières, où domine toujours le problème des défrichements. Il faut attendre le XIX^e siècle — et la fin du feu agricole — pour que l'on commence à voir les forestiers se préoccuper spécifiquement de ces brûlages pastoraux. La logique de ces feux, telle qu'elle a perduré jusqu'à la mi-XX^e siècle, s'intègre à celle du système pastoral, dans lequel les forêts étaient considérées comme des pâturages, indispensables en hiver et au printemps ; on « nettoyait » donc les forêts, en particulier les boisements de soulane, chênaies ou hêtraies éclaircies où la strate herbacée était abondante. On a là, évidemment, un des nœuds du conflit séculaire avec les forestiers, qui va devenir de plus en plus important au fur et à mesure que ceux-ci vont entreprendre d'imposer leur modèle de gestion forestière et étendre les plantations. Mais, contrairement à ce que l'on pourrait croire, l'attitude des autorités face au feu du berger n'a jamais été univoque ; elle a balancé en permanence depuis un siècle entre la répression et les tentatives d'apprivoisement. Trois moments institutionnels peuvent être individualisés depuis le XIX^e siècle, traversés par cette ambivalence.

LE TEMPS DU CODE FORESTIER

La première contradiction se noue au cours du XIX^e siècle. Pendant la période qui a suivi la promulgation du Code forestier, l'administration s'est consacrée dans les Pyrénées au cantonnement des droits d'usages et à la mise en place des aménagements, afin d'imposer une gestion de l'espace séparant pastoralisme et forêt. Or, le feu, en dépit des prohibitions du Code, était considéré par les communautés comme intrinsèquement lié au droit de pacage : un droit d'u-

¹ Équivalent de « adret » (versant sud).

sage occulte, en quelque sorte, incompréhensible pour les forestiers. Les carnets journaliers des préposés montrent cette réalité : en hiver, ils passaient souvent des semaines en surveillance exclusive des écobuages, luttant contre les départs de feu, imposant en pleine nuit la réquisition des villageois réticents à leur apporter de l'aide.



Mise à feu du premier chantier expérimental de la cellule d'écobuage de l'Ariège. Anciennes cultures en terrasses envahies par le genêt à balais et la fougère aigle. Goulier (Ariège), 1991.

Attitude tendue et discours de plus en plus répressif en furent les conséquences ; il fallut d'ailleurs donner un nom à cette pratique, que les montagnards, semble-t-il, se bornaient à appeler « le feu » (« foc », « huoc », « crémade », etc., dans le domaine occitan), alors qu'ils avaient une terminologie complexe pour les essartages¹. C'est dans la terminologie française du feu agricole que les forestiers allèrent chercher « écobuage », qui s'appliquait au défrichage des landes et pelouses, au moyen d'une houe, l'écobue (Sigaut, op. cit.). L'usage administratif a imposé petit à petit le terme, qui est aujourd'hui passé dans le langage courant, avec une utilisation impropre (cf. N. Ribet, ce volume).

L'affrontement sur la question du feu s'aggrave à la fin du siècle, au fur et à mesure que se développe le mouvement pour le reboisement et la restauration des terrains en montagne. On en arrive alors à de véritables anathèmes sans nuances : « *C'est vraiment trop demander à l'instinct pillard vis-à-vis de la chose commune qui sommeille dans l'esprit de tout pasteur nomade que de compter qu'il usera jamais du feu sans en abuser. Il brûle pour brûler, rallumant par atavisme le traditionnel incendie des Pyrénées.* » (Fabre, 1904) ; « *La monomanie de l'incendie est restée dans les traditions et dans les mœurs* » (Guenot, 1900).

Or, parallèlement, les forestiers des services d'amélioration pastorale, qui tentent de leur côté de rénover l'économie montagnarde, font du feu un de leurs outils privilégiés pour la gestion des parcours : « *Les écobuages, avec ou sans extraction des arbustes qui occupent le sol, sont des plus usités et doivent, judicieusement pratiqués, accroître notablement la production fourragère des vacants pyrénéens* », trouve-t-on dans un rapport au préfet de l'Ariège en 1904. L'inspecteur de Foix avoue par ailleurs que ce genre de travaux d'amélioration était le seul que les communes acceptaient sans contestations... Des centaines d'hectares étaient ainsi brûlés chaque année à l'initiative de l'administration, dans toute la chaîne des Pyrénées.

Ces contradictions continuèrent de se manifester pendant longtemps : en 1945, toujours en Ariège, on vit l'inspec-

¹ voir aussi à ce sujet : H. Amouric, *Le feu à l'épreuve du temps*, 1992, qui signale la distinction, en Provence, entre le feu agricole maîtrisé (taillade) et le feu échappé, l'incendie (usclade).

teur de Foix, rendu furieux par des incendies répétés, demander un châtiment exemplaire : « *Cette enquête sévère devra tendre à arrêter tous les coupables, même s'il n'y a pas d'aveux de leur part. [...] J'accuse ici tous les bergers ou pâtres de la Barguilière, et je demande qu'il soient enfermés à titre d'exemple, comme représentant un danger public. On met bien en prison les criminels, on enferme les fous... Les bergers de la Barguilière doivent être traités de la même manière !* » (Métailié, 1981). À la même époque, l'inspecteur chargé des améliorations pastorales met en place un vaste programme de rénovation de ces pâturages de Barguilière, qui devait utiliser largement les écobuages (Métailié, 1995)... Ces excès et ces contradictions furent pour beaucoup dans la confusion longtemps entretenue autour de la question des écobuages, et dans la clandestinité dans laquelle la pratique a plongé.

LE TEMPS DES ARRÊTÉS PRÉFECTORAUX

Après la guerre de 1914-18, dans un contexte de dépopulation accélérée et d'allègement des tensions sur l'espace sylvopastoral, l'administration commence à se préoccuper de réglementer la pratique. On peut déjà noter, dès cette époque, l'influence directe du problème des feux dans les départements méditerranéens : les premiers arrêtés y sont pris à la fin du XIX^e siècle, et renforcés dès le début des années 1920. Peu après, les premiers arrêtés dans les Hautes-Pyrénées, le Tarn, etc., sont établis sur un modèle très proche. Mais la grande vague de réglementation correspondra aux années 1960-70.

À partir de la création de l'Office national des forêts (ONF), les forestiers ne s'occupent plus de pastoralisme et retrouvent une unité d'action et de discours. Au même moment, la dépopulation des montagnes et la diminution des troupeaux les amènent à croire que le feu était définitivement devenu un archaïsme condamné par la surabondance de pâturages. L'aggravation parallèle des incendies méditerranéens a généralisé une appréciation négative sans nuances, largement partagée par une opinion de plus en plus pénétrée par les arguments des forestiers.

Les années 1960-70 connaissent une fièvre réglementaire dans tous les départements pyrénéens, produisant une variété étonnante de textes. En dépit d'une base commune : Code forestier, Code rural, Code des communes, les arrêtés s'avèrent n'avoir aucune homogénéité dans leurs dispositions pratiques, d'un département à l'autre, d'un arrêté à l'autre. Dans un cas il s'agit d'une simple *déclaration* qui est demandée, tantôt cinq jours, tantôt quinze jours à l'avance ; dans un autre, c'est une *autorisation* qui doit être demandée à la direction départementale de l'agriculture et de la forêt, jusqu'à un mois à l'avance. Les périodes de réglementation du feu varient aussi dans chaque département, ainsi que les dispositions et le personnel requis (cf. Binggeli & Gaulier, ce volume). Outre leur inadéquation aux conditions locales (comment prévoir des conditions propices au feu des semaines à l'avance ?), ces arrêtés possèdent surtout deux caractéristiques communes :

- leur rédaction est confuse, véritable nid de procédures juridiques, et fait référence de façon maladroite à diverses lois et réglementations d'aspect menaçant, ce qui les rend rébarbatifs et renforce leur apparence prohibitive ;
- dans les faits, ils ne servent à rien : les déclarations sont très rares ; en Ariège, pratiquement les seules qui aient été faites pendant longtemps émanaient d'agriculteurs de la plaine voulant brûler des chaumes. La situation est à peu près identique dans les autres départements.

Dans l'esprit des forestiers aussi bien que des paysans, le feu avait depuis longtemps pris la forme d'un interdit total, d'un tabou, quels que soient la lettre ou le fond des textes. Il faut imaginer le nombre de sermons auxquels un éleveur s'exposait à tous les échelons administratifs, lorsqu'il essayait d'officialiser son opération, pour comprendre son désir de tranquillité — et de clandestinité.

LE TEMPS DES COMMISSIONS LOCALES

Les dégâts provoqués par ce blocage institutionnel ne tardent pas à devenir évidents, leur ampleur étant proportionnelle à la dégradation socio-économique frappant les vallées. On assiste, à partir des années 1970, à une sorte de

méditerranéisation du feu pyrénéen, selon un cercle vicieux caractéristique : dans un contexte d'enrichissement accéléré, le feu reste un outil nécessaire mais de moins en moins contrôlé et de plus en plus dangereux. D'une part, l'accroissement de la biomasse provoque des feux violents et destructeurs, en particulier pour la forêt et les plantations nouvelles ; les dégâts, les interventions spectaculaires des pompiers ou des gendarmes et les interdictions ne font bien entendu que renforcer les mises à feu clandestines dans les circonstances les plus propices à une propagation rapide. D'autre part, les mutations biogéographiques aggravent l'impact du feu et diminuent son efficacité pastorale ; les enjeux se sont aujourd'hui déplacés vers les bas-versants, où il est fréquent que la végétation évolue défavorablement après des feux non suivis d'aménagement : on entre alors dans le cycle de *la broussaille pyrophile*.



Ligne d'allumage d'un brûlage dirigé au moyen de la torche. Le Merviel (Ariège), 1997.

Le déblocage de la situation a été le fruit de la conjonction de deux phénomènes. En premier lieu, les acteurs du développement et de l'aménagement ont compris que l'on ne pouvait se passer du feu comme outil d'entretien ou de reconquête des pâturages ; le feu ayant été réhabilité en tant que technique adaptée à la montagne, il devenait nécessaire de mieux le connaître et de le gérer dans un milieu changeant. Dans un second temps, les sécheresses hivernales des années 1987 à 1990, et leur série d'incendies graves, ont mis les administrations devant l'évidence : la répression ne servait à rien, pas plus que la réglementation telle qu'elle était conçue ; les élus, ayant à payer de lourdes factures d'interventions de pompiers, appuyèrent les tentatives de résolution de la question.

En quelques années, des Pyrénées-Orientales jusqu'aux Pyrénées-Atlantiques, s'opère une réinsertion du feu dans les pratiques d'aménagement de l'espace, sous des formes différentes selon les départements : cellule d'intervention professionnalisée, commission départementale, commission cantonale ou de vallée. Une concertation réelle se met en place, à très grande vitesse si l'on se réfère au poids du tabou qui pesait sur le feu il y a encore quelques années. Ce moment privilégié n'est pas propre aux Pyrénées : une véritable révolution culturelle se produit au cours des années 1980 dans les milieux administratifs ou scientifiques s'occupant de la forêt en France : les idées d'utilisation et de contrôle du feu, fort communes et anciennes dans les pays anglo-saxons où il n'a pas a priori une image de désastre écologique, se sont répandues et ont changé les attitudes. Parallèlement, la richesse des études pastoralistes a permis de mettre en évidence la logique des systèmes d'exploitation traditionnels : part du feu ou part du mouton, la raison du pasteur commence à être entendue. De leur côté, les montagnards, confrontés à la désagrégation de leur

société et de leur cadre de vie, prennent la mesure de leur incapacité croissante à maîtriser leur espace. Cette évolution générale, accentuée par l'enfrichement, le poids des activités non agricoles dans l'usage de la montagne et la multiplication des acteurs, a entraîné un changement profond des rapports à l'espace et aux risques. Le feu, pratique archaïque, est devenu un révélateur des problèmes de la gestion contemporaine de l'espace montagnard.

Références

Amouric (H.), *Le feu à l'épreuve du temps*, 1992.

Fabre (L.A.), « Les incendies pastoraux et les associations dites « forestières » dans les Pyrénées centrales », *III^e Congrès du Sud-Ouest navigable*, 1904.

Galop (D.), *La forêt, l'homme et le troupeau. 6000 ans d'anthropisation des Pyrénées, de la Garonne à la Méditerranée*, Thèse univ. Toulouse, 1997, 330 p.

Guenot (S.), *La destruction des forêts pyrénéennes*, Lagarde & Sebille, Toulouse, 1900, 100p.

Métailié (J.P.), « L'invention du pâturage : la naissance du sylvopastoralisme et son application en Ariège (1860-1914) », *Pays pyrénéens et pouvoirs centraux (xvi-xx^e siècles)*, Foix, 1995, p.189-207.

Métailié (J.P.), *Le feu pastoral dans les Pyrénées centrales*, CNRS, Toulouse, 1981, 294p.

Sigaut (F.), *L'agriculture et le feu*, Paris, Mouton, 1975, 320 p.

**DU FEU PASTORAL
AU BRÛLAGE DIRIGÉ**



**Site expérimental d'Ercé, Tuc de la Coume (vallée de Garbet, Ariège, 1 400-1 500 m).
Novembre 1990, cinq mois avant le brûlage.**

La callune et le feu dans les Pyrénées

Le modèle de la lande pastorale d'estive

J.P. Métailié, J. Faerber

GÉODE-UMR 5602, CNRS, Maison de la Recherche, Univ. Toulouse-Le Mirail, 5 allée Machado
31058 Toulouse Cx 1

LES CALLUNAIES PYRÉNÉENNES : DES LANDES HOMOGENES ET STABLES

La plupart des estives pyrénéennes ne sont pas constituées de pelouses mais de landes à Éricacées et Génistées, où la callune représente l'élément commun et souvent dominant. Les callunaies composent un des grands paysages pyrénéens, d'apparence très uniforme sur de larges espaces.

La lande *vraie*, où la proportion de callune est supérieure à 50 %, est surtout liée à une situation climatique en étage montagnard supérieur (avec un optimum entre 1 400 et 2 000 mètres d'altitude) et à la dominance des substrats géologiques acides (schistes primaires et roches métamorphiques, mais on les rencontre aussi sur les calcaires ou calcschistes primaires, aux sols décalcifiés). Cette localisation donne dans tous les cas un complexe pédologique très pauvre, un cortège floristique simplifié (une vingtaine d'espèces en moyenne) et une lande dense. La callune y est associée à *Vaccinium myrtillus* et *Genista pilosa* dans le centre et l'est de la chaîne, à *Erica vagans* et *Ulex minor* vers l'ouest. La flore pastorale est composée pour l'essentiel de *Festuca rubra*, *Nardus stricta*, *Agrostis capillaris*, *Avenula marginata*, *Anthoxanthum odoratum*, *Deschampsia flexuosa*, accompagnées de quelques Légumineuses (*Trifolium repens*, *T. alpinum*, *Lotus corniculatus*, *Lathyrus montanus*) ; les secteurs à forte valeur pastorale au sein des landes sont limités aux pelouses de reposoirs et de replats bien fréquentées (les *jasses*) où l'on trouve *Dactylis glomerata* et divers *Poa*.

L'amplitude écologique de la callunaie déborde cependant du montagnard atlantique pour offrir de nombreux faciès d'un bout à l'autre de la chaîne : on la rencontre depuis 800-1 000 m jusqu'à 2 200-2 300 m d'altitude, dans toutes les expositions, depuis les versants méditerranéens du Conflent et du Canigou jusqu'aux hautes montagnes basques. Dans les bas versants, la callunaie prend la forme de landes-pelouses avec *Pteridium aquilium* et *Brachypodium pinnatum*, tandis qu'en altitude elle se mélange avec *Festuca eskia*, la fétuque endémique des pelouses subalpines. Dans les vallées méditerranéennes, la callune voisine avec *Cytisus purgans*, tandis que dans les vallées basques on peut la trouver avec *Ulex europaeus*, *U. nanus*, *U. gallii*, *Erica vagans* et *Erica ciliaris*.

Du point de vue historique et pastoral, l'unité des callunaies est évidente : elles sont pour la plupart le produit d'un déboisement de la hêtraie-sapinière montagnarde et des pinèdes subalpines. Les recherches éco-historiques ont montré que la date de création de ces landes était très variable, s'échelonnant depuis l'âge du bronze jusqu'au XVIII^e siècle, sans que leur composition semble différer significativement d'un cas à l'autre (mais un réel travail d'analyse reste à faire, appuyé sur les données en histoire de l'environnement, pour arriver à déterminer d'éventuels indices phyto-écologiques d'ancienneté des pâturages)¹. Leur évolution actuelle est apparemment caractérisée par une remarquable stabilité sur la durée du XX^e siècle, dans toutes les Pyrénées centrales et occidentales où la hêtraie-sapinière ne recolonise pratiquement pas les landes abandonnées (mais on verra que leur dynamique interne peut être importante). Par contre, dans les Pyrénées de l'est à partir de la haute Ariège, les callunaies sont souvent en voie de

¹ Quelques indices botaniques de l'âge des pâturages peuvent être avancés sans grand risque d'erreur, en liaison avec les datations fournies par les recherches archéologiques, palynologiques et d'histoire des forêts. La présence du gispet (*Festuca eskia*) dans les pâturages de basse estive, en-dessous de 1 700 m d'altitude, signale par exemple une pastoralisation très ancienne, correspondant probablement aux premières surfaces colonisées. À l'inverse, la persistance de *Ilex aquifolium* marque un déboisement relativement récent, c'est-à-dire postérieur aux XV^e-XVI^e siècles.

reboisement par le pin à crochets, qui est très conquérant même dans les pâturages encore bien exploités, dans son étage bioclimatique ou en substitution de l'ancienne hêtraie-sapinière.



Exemple typique de soulane pyrénéenne fréquemment brûlée. Terrasses enfrichées en partie basse surmontées par les pâturages intermédiaires sous-exploités. Axiat, mai 1993.

LE CYCLE DU FEU DANS LES CALLUNAIES ET SON ÉVOLUTION ACTUELLE

Le feu reste un des facteurs majeurs de la dynamique des callunaies pyrénéennes, jouant un rôle fondamental tant dans leur stabilité que dans le maintien de leur potentiel pastoral. L'ancienneté de la pratique est très variable : dans les landes subalpines naturelles (au-delà de 2 000-2 200 m), qui furent exploitées par les premiers éleveurs dès l'âge du bronze ou même le Néolithique final, on peut considérer que le feu a probablement été utilisé depuis 3 à 5000 ans pour favoriser la pousse de l'herbe. Dans la zone potentielle de la forêt, son ancienneté peut remonter également à l'âge du bronze, et n'est jamais inférieure à 300 ou 400 ans, les derniers déboisements pastoraux remontant aux XVII^e-XVIII^e siècles.

Le cycle du feu dans les callunaies et son évolution récente (périodicité, rôle dans la dynamique pastorale) est probablement aujourd'hui le type de brûlages le mieux connu dans les Pyrénées et le plus simple à prévoir (Métailié, 1981 ; Faerber, 1995).

Dans la gestion *traditionnelle* des estives et du feu, qui a généralement disparu dans les années cinquante-soixante mais s'est maintenue par endroits jusqu'à nos jours¹, les brûlages étaient répartis sur l'ensemble des landes, avec rotation d'une dizaine d'années correspondant à la vitesse moyenne de reconstitution d'un couvert ligneux suffisant pour permettre le passage des flammes. La callune, rajeunie par le feu et le pâturage, conservait une forte dynamique de repousse qui maintenait le rythme de ce cycle ; sa traduction spatiale (une mosaïque de petites surfaces brûlées

¹ On ne rencontre plus guère cette gestion intensive que dans quelques estives béarnaises, et dans les pâturages basques où la lande est plutôt composée de divers *Ulex*.

à différentes dates) est encore clairement visible sur les premières photographies aériennes en 1942-48. On avait à cette époque un paysage homogène de callunaies jeunes et assez clairsemées, bien pâturées par de nombreux troupeaux de taille réduite qui étaient conduits par des bergers veillant à exploiter toutes les parties de l'estive.

Depuis 30 à 40 ans, le cycle du feu a été complètement perturbé par la baisse de la pression pastorale et surtout la quasi-disparition des pratiques de gestion des pâturages dans de nombreuses estives. On avait des brûlages en rotations courtes (5-10 ans), dispersés et de petite surface (1 à 5 ha) ; on voit aujourd'hui des feux espacés (15-20 ans) et de grandes dimensions (20-100 ha), dans des landes parcourues par des troupeaux moins nombreux et pâturant librement. En raison de la dynamique lente de la végétation à l'étage montagnard, on pourrait penser que les conséquences sur l'évolution des landes ont été faibles. En fait, on commence à voir apparaître les effets significatifs de cette mutation.

D'un côté, la libre circulation de troupeaux non gardés, dans un espace qui n'est pratiquement plus brûlé, a créé un contraste très fort entre quelques zones attractives (replats, reposoirs, etc.) où le surpâturage élimine la callune, et la majorité des landes qui ne sont que parcourues et se densifient, voire commencent à entrer dans un stade de sénilité. Trois grands types d'évolution sont alors rencontrés sur le terrain :

- dans la majorité des cas, la callunaie vieillit mais le maintien d'une pression pastorale minimale et de quelques feux épisodiques, et l'inertie propre à la lande, suffisent à bloquer la dynamique à un stade qui peut encore durer plusieurs dizaines d'années sans grands changements ;
- dans les situations de basses soulanes, en dessous de 1 400 m, la callune est en compétition avec des espèces très concurrentielles comme *Pteridium aquilinum* ou *Brachypodium pinnatum*. Pâturage intensif et brûlages de faible intensité favorisaient la persistance des landes à callune (et *Erica vagans* dans les Pyrénées occidentales), dont ils maintenaient la vitalité. Aujourd'hui, les brûlages de forte intensité, dans une biomasse importante et vieillie, favorisent la fougère et le brachypode, qui ont souvent éliminé les bruyères au cours des dernières décennies¹ ;
- dans les ombrées humides, le rajeunissement périodique et l'assèchement provoqués par le feu étaient indispensables à la callunaie. Ces zones ont été les premières à ne plus être brûlées car les mises à feu y sont difficiles et demandent une intervention au bon moment. La myrtille et le rhododendron, ainsi que le genévrier, ont aujourd'hui tendance à remplacer les callunes séniles. Cette évolution peut être rapide, et il n'est pas rare de rencontrer des pâturages qui étaient bien exploités jusque dans les années trente-quarante, et qui sont aujourd'hui de denses broussailles totalement imbrûlables et sans valeur pastorale. Ces milieux humides sont par contre propices à la recolonisation arborée, et l'on rencontre souvent des bouleaux, sorbiers et sapins près des forêts.

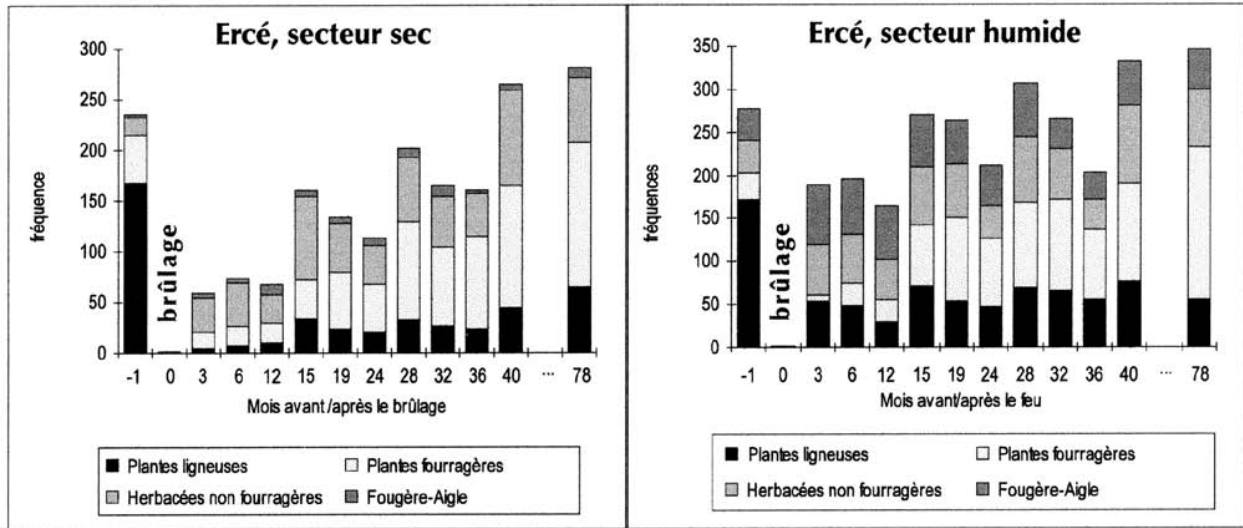
D'un autre côté, le vieillissement des callunaies offre paradoxalement des possibilités intéressantes dans le cadre d'une relance de la gestion des pâturages et des feux. En effet, la vitalité et la capacité de repousse des callunes est faible au-delà de 20 à 30 ans d'âge. Dans ces cas, un feu bien conduit (c'est-à-dire lent et intense, et assez tard en fin d'hiver quand les réserves des ligneux sont les plus faibles) permet d'obtenir un impact durable, surtout si le pâturage est bien organisé par la suite (clôture ou gardiennage). Il n'est pas rare que la plupart des souches de callune soient alors tuées ; après une ou deux années de dénudation importante, due à la faible proportion initiale d'herbacées dans la lande dense, la recolonisation par les plantes fourragères peut être spectaculaire, et de longue durée.

Un exemple significatif de cette dynamique est celui d'Ercé, en Ariège, où l'évolution d'un pâturage a pu être suivie depuis sa mise à feu en 1991, dans le cadre de la commission expérimentale départementale d'écobuage.

Il s'agit d'une lande d'estive située dans le haut Couserans, sur une soulane entre 1 350 et 1 750 mètres d'altitude (Tuc de la Coume) ; la partie brûlée correspond à la zone basse, en dessous de 1 550 mètres. La mise à feu a été réalisée en mars 1991, après au moins 25 ans sans brûlage. Le recouvrement de la callunaie était de près de 100 %, en mélange avec *Genista pilosa* dans les parties sèches, *Vaccinium myrtillus* dans les secteurs plus humides expo-

¹ Dans les Pyrénées occidentales, les apiculteurs, pour lesquels la bruyère est une ressource appréciée, ont ainsi noté des régressions significatives qui restent à quantifier. Les photographies au sol (archives des naturalistes et géographes, cartes postales, etc.), qui permettent des déterminations souvent précises des milieux végétaux, prouvent le même phénomène dans plusieurs vallées des Pyrénées centrales.

sés à l'ouest, et présence de fougère. Le brûlage a été intense, dans une phytomasse importante (autour de 25 t/ha dans les secteurs secs) composée pour une partie élevée de branches sèches de callune. L'impact sur la callune fut très fort : 4 ans après le feu, sa fréquence ne dépassait toujours pas 2-3 % du taux initial. Le septième été après le feu, la callune commence lentement à réapparaître dans les secteurs secs (fréquence autour de 16 %), mais les jeunes pousses sont fortement broutées par le bétail. Le genêt pileux a régénéré plus rapidement mais n'atteint aujourd'hui que les 2/3 de sa fréquence initiale. Parallèlement, les plantes herbacées ont progressé largement, avec une augmentation significative des espèces fourragères. La valeur pastorale des surfaces (au sens de Daget & Poissonet) est passée, pendant la période d'observation, de 4,4 points (état initial), à 18,4 points (septième été après le brûlage).



Contribution des plantes ligneuses, herbacées non fourragères, et fourragères, à la végétation de deux types de landes basses à callune : callune et genêt à balai (à gauche) ; callune, myrtille et fougère (à droite).

Dans les secteurs plus humides, l'avenir de la callune semble compromis, sa fréquence plafonnant à 2 % (contre 78 % à l'état initial). La myrtille a régénéré beaucoup plus vite grâce à sa progression par rhizomes, mais n'atteint pas ses valeurs initiales. L'aspect du peuplement est aujourd'hui celui d'une lande-pelouse, avec une valeur pastorale autour de 17 points (contre 2,3 à l'état initial).

CONCLUSION : PROSPECTIVE DES CALLUNAIES PYRÉNÉENNES ET GESTION DES FEUX

Les connaissances actuelles sur la dynamique des callunaias et des feux permettent de proposer quelques conclusions et des orientations prospectives pour les décennies à venir.

D'un côté, les points de transformation critique des espaces pastoraux sont bien cernés. Les *ombrées humides*, notamment à basse altitude, peuvent évoluer rapidement (20-30 ans) vers des landes à rhododendron, genévrier, etc., à très faible valeur pastorale, propices au reboisement et imbrûlables. Ces espaces demanderaient des investissements importants (et souvent démesurés dans le contexte actuel) pour être réutilisés. Là où cette évolution n'est pas trop avancée, et si un usage pastoral est prévu, il est encore possible de la contrecarrer par des brûlages. Il se pose cependant un problème d'organisation et de dérogation à la réglementation, car ces feux ne sont possibles en général qu'en fin d'été (septembre), lors de sécheresses. Or la période autorisée par les arrêtés préfectoraux ne commence qu'en novembre, voire décembre, et les moments de sécheresse sont en général l'objet d'interdiction totale.

Dans les Pyrénées orientales, la *dynamique du pin à crochets* pose également un problème de transformation rapide des espaces pastoraux. Là aussi, dès que des porte-graines sont présents et qu'un semis est constaté, l'évolu-

tion vers la pinède est prévisible en 20 ou 30 ans, accompagnée d'ailleurs d'une progression conjointe des rhododendrons et genévriers. La pression du bétail ne suffit pas à enrayer cette dynamique, et des feux d'entretien sont indispensables. Mais comme ils sont à réaliser dans des zones où les forêts sont par définition importantes et combustibles, les précautions doivent être maximales. Par ailleurs, les besoins et objectifs pastoraux doivent être clairs, car le brûlage de recrûs forestiers n'est pas facilement admis par les autres usagers de la montagne.

Dans ces deux cas, le maintien de callunaies pastorales semble compromis à moyen terme.

D'un autre côté, l'inertie de la majorité des landes à callune dans les Pyrénées centrales est un fait, et un avantage pour toute gestion prospective. *Abandonner* une lande de haute soulane pendant 20 ou 30 ans ne pose pas de gros problèmes : on a même vu que sa remise en exploitation pouvait aboutir à un pâturage intéressant en très peu de temps (Ercé). Ce constat relativise les conséquences du sous-pâturage que l'on constate partout : la ressource n'est pas irrémédiablement perdue. Dans une situation de faible pression pastorale, les conditions de gestion du feu restent habituellement favorables : on est en zone supra-forestière, avec peu de risques induits ni de difficultés de contrôle. La repousse des ligneux est lente, et des interventions espacées suffisent pour maintenir un certain stock fourrager. Tout cela facilite l'organisation des brûlages et la perpétuation à moindre frais d'une pratique de feux « en mosaïque », selon un cycle d'une dizaine d'années, qui stabilise le milieu et offre une valeur pastorale minimale.

En fait, le principal problème de conservation du potentiel pastoral des estives se pose non dans les callunaies mais au niveau des *jasses* incluses dans les landes. Un inventaire mené en Ariège a montré que ces zones de pelouses, qui représentent à peine 10 % de la surface des pâturages, concentrent 40 à 60 % de leur valeur pastorale. Souvent situées en bas de versant, près des forêts et sur des sols profonds, ces pelouses subissent une dynamique d'embroussaillement rapide par sarothamne, genévrier, fougère-aigle, suivis par les arbustes pionniers (noisetiers, bouleaux, houx, sorbiers, etc.). On peut donc voir disparaître en quelques années l'essentiel de la ressource d'une estive, sans que l'aspect général semble avoir changé. C'est dans ces zones que se pose le réel enjeu des prochaines années, où le feu ne peut d'ailleurs être qu'un des outils disponibles, en parallèle avec d'autres moyens de débroussaillage, mécaniques ou chimiques, et une nécessaire réorganisation du pâturage.

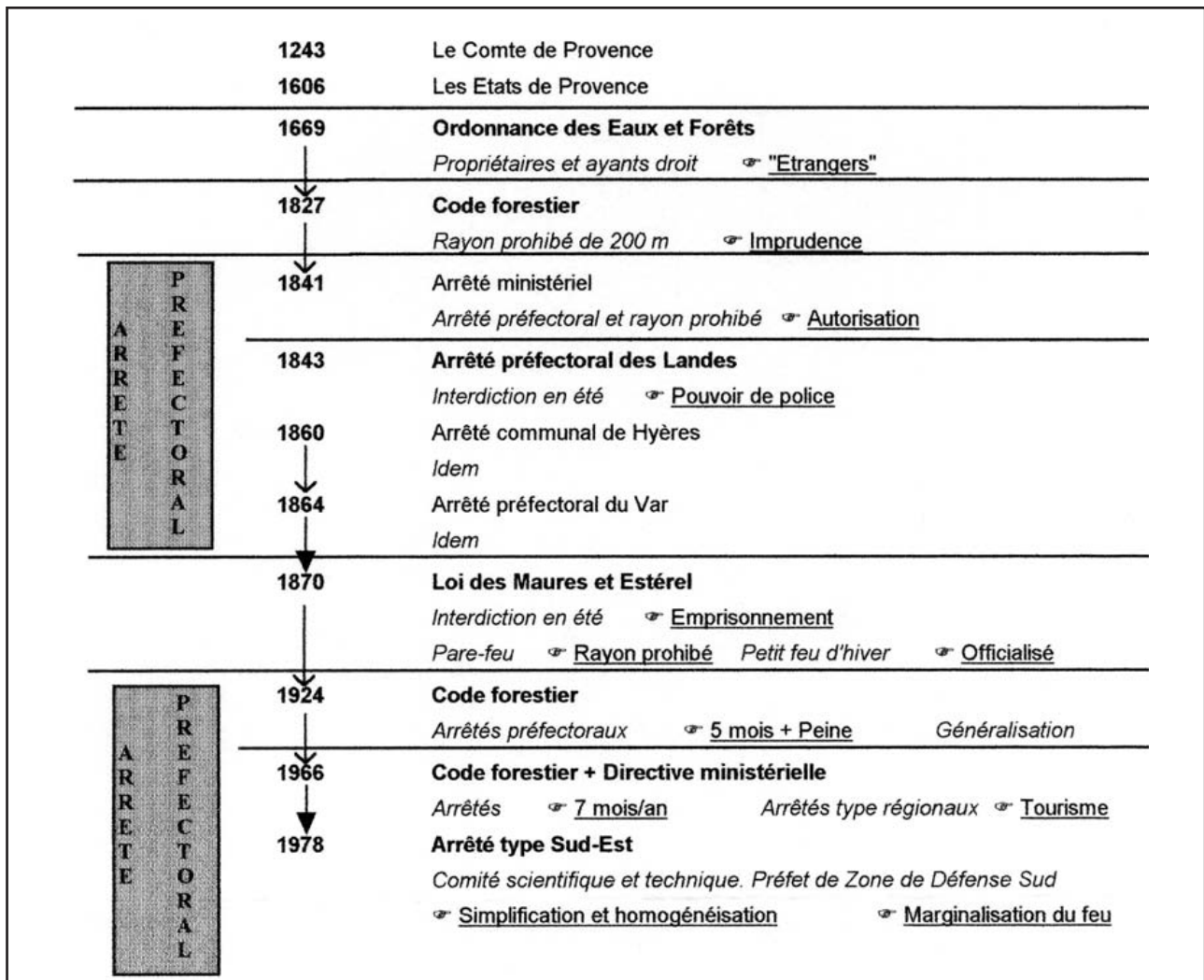
**Maîtrise d'une ligne d'arrêt
d'un brûlage dirigé dans une
lande à bruyère au moyen de
battes à feu. Ercé (Ariège), 1991.**



Références

Métaillié (J.P.), *Le feu pastoral dans les Pyrénées centrales*, CNRS, Toulouse, 1981.

Faerber (J.), *Le feu contre la friche. Dynamiques des milieux, maîtrise du feu et gestion de l'environnement dans les Pyrénées centrales et occidentales*. Thèse doct. géographie, univ. Toulouse II, 1995.



Quelques dates importantes de la réglementation sur l'emploi du feu

(d'après Espaces méditerranéens, juin 1997, *Arrêtés préfectoraux et brûlage dirigé*)

Arrêtés préfectoraux et développement du brûlage dirigé

Cas des départements de l'Entente

François BINGGELI, Alexandra GAULIER

Espaces méditerranéens, Les Bayles, 83670 Fox-Amphoux

Cette étude répondait à une demande des praticiens de terrain et a été menée dans le cadre du groupe de travail « brûlage dirigé » du Comité scientifique et technique de l'Entente interdépartementale en vue de la protection des incendies de forêt.

HISTORIQUE DE LA RÉGLEMENTATION DE L'EMPLOI DU FEU

Pour mieux savoir où l'on est et où il serait souhaitable d'aller, il est opportun de savoir d'où l'on vient, avec 750 ans d'évolution en matière de réglementation et de législation sur l'emploi du feu, depuis les premières sanctions prises par le comte de Provence en 1243.

En 1606, l'interdiction d'emploi du feu prononcée par les États de Provence constitue la première intervention d'un pouvoir supérieur à celui des communes et des seigneurs. En 1669, une ordonnance des Eaux et Forêts interdit à toute personne autre que les propriétaires et ayants droit « d'allumer du feu dans les forêts, landes et bruyères ». En 1827, le Code forestier reprend cette mesure pour protéger le propriétaire des imprudences d'autrui, mais ne s'applique pas à ce dernier, car il n'a « aucun intérêt à s'incendier lui-même ».

En 1860, le maire de Hyères prend un arrêté municipal d'interdiction absolue d'écobuage en été, mais cette mesure ne peut être reprise par les autres maires en raison de fortes pressions sociales. En 1864, cela motive le préfet du Var à prendre un arrêté préfectoral de même nature, en vertu de ses seuls pouvoirs de police. En 1870, puis 1893, cet arrêté préfectoral devient la « loi des Maures et de l'Estérel », qui limite le droit de propriété en s'inscrivant dans le cadre du Code Napoléon, lequel stipule qu'il convient « de ne pas nuire à autrui ». Elle officialise aussi le « petit feu d'hiver » qui désigne le brûlage dirigé forestier à vocation de DFCI¹, pratiqué à très large échelle.

En 1921, le rapport Antoni affirme à propos des arrêtés préfectoraux que « la réglementation devra être aussi simple et aussi claire que possible. Tout abus de réglementation, comme aussi une réglementation trop compliquée, conduirait à des résultats décevants. »

En 1976, un rapport officieux indique que le broyage va remplacer le feu dans la gestion de l'espace rural et forestier. En 1978, le préfet de Zone de défense Sud diffuse à tous les préfets des départements de l'Entente un arrêté préfectoral type préparé par le CTGREF (futur CEMAGREF)², sous la direction du Comité scientifique et technique. Cette initiative est destinée tant « à simplifier et homogénéiser » les arrêtés départementaux, qu'à limiter l'usage du feu dans la gestion des espaces sensibles. Les arrêtés préfectoraux actuels dans le Sud-Est sont tous issus de 1978.

¹ Défense des forêts contre l'incendie

² CTGREF : Centre technique du génie rural des Eaux et Forêts

CEMAGREF : Centre national du machinisme agricole, du génie rural, et des Eaux et Forêts

LES ARRÊTÉS PRÉFECTORAUX ACTUELS, DES CONTRAINTES POUR LE DÉVELOPPEMENT DU BRÛLAGE DIRIGÉ

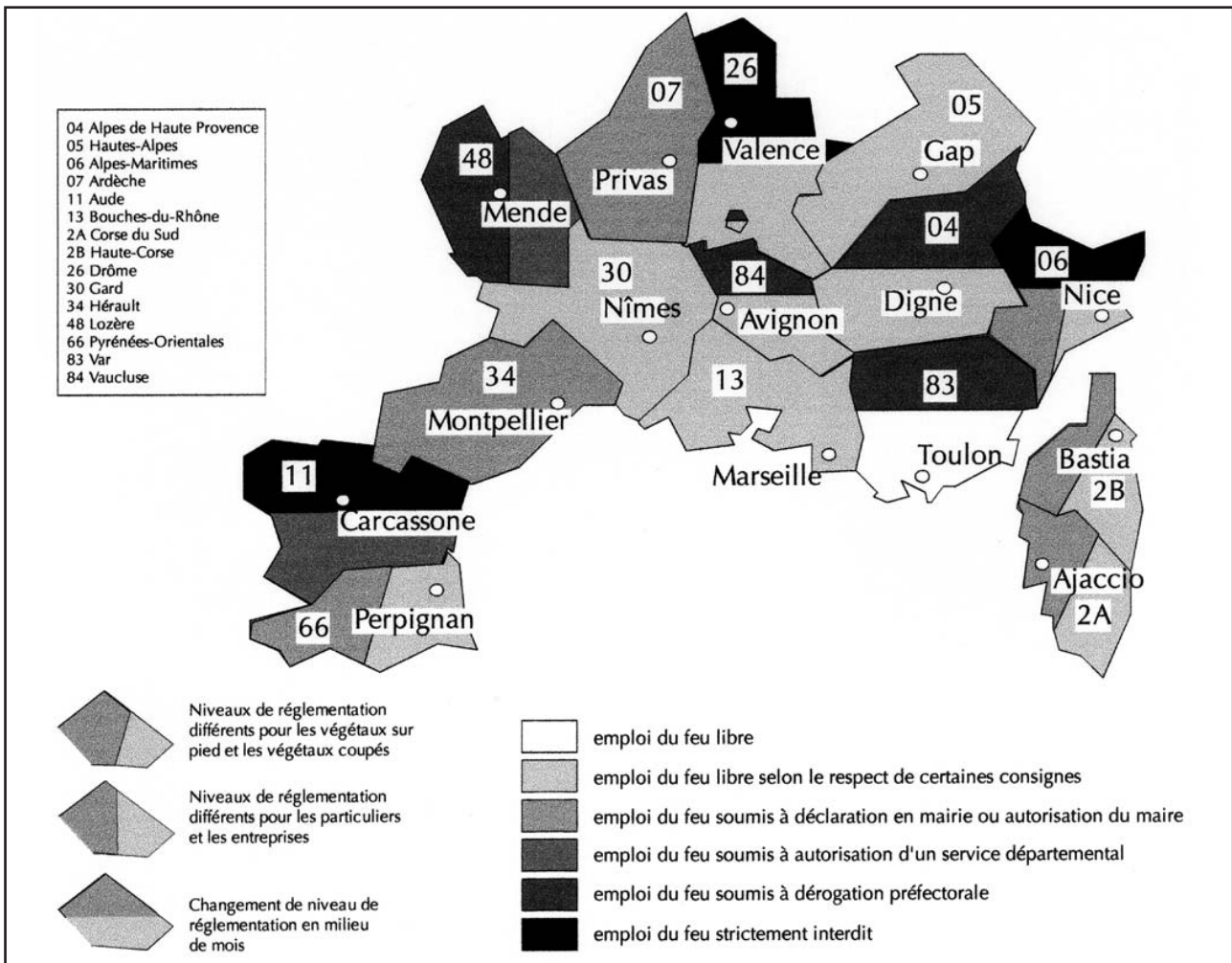
L'étude s'est intéressée aux mesures qui peuvent concerner l'utilisation du brûlage dirigé, c'est-à-dire à celles sur l'emploi du feu par un propriétaire ou son ayant droit, dans les bois, forêts, landes et maquis (jusqu'à une distance de 200 m autour de ces végétations sensibles).

Cette analyse détaillée a montré que, parmi la grande diversité des arrêtés préfectoraux de la zone de l'Entente, aucun ne permet réellement la pratique du brûlage dans de bonnes conditions.

Des niveaux et des périodes de réglementation extrêmement variés

Cette étude met en évidence la diversité des niveaux de réglementation :

- emploi du feu libre ;
- emploi du feu libre selon le respect de certaines consignes (météo, ...) ;
- emploi du feu soumis à déclaration en mairie ou autorisation du maire ;
- emploi du feu soumis à autorisation d'un service départemental (DDAF¹, SDIS²) ;
- emploi du feu soumis à dérogation préfectorale ;
- emploi du feu strictement interdit.



Les niveaux de réglementation dans les départements de l'Entente, mois d'octobre.

(d'après Espaces méditerranéens, juin 1997, Arrêtés préfectoraux et brûlage dirigé)

¹ DDAF : Direction départementale de l'agriculture et de la forêt

² SDIS : Service départemental d'incendie et de secours

³ DERF : Direction de l'Espace rural et de la Forêt du ministère de l'Agriculture

La carte ci-dessous est une photographie de la situation du mois d'octobre (à partir des textes en vigueur en 1996). Elle est le reflet de l'extrême hétérogénéité des périodes d'application de ces niveaux de réglementation entre départements.

En ce qui concerne les demandes d'autorisation ou les dépôts de déclaration, les contraintes pour les praticiens du brûlage dirigé varient en fonction :

- de la complexité pour obtenir les autorisations : organisme ou personne qui délivre l'autorisation et validité de l'autorisation ;
- de la durée et du moment de l'année où l'emploi du feu est réglementé par une demande d'autorisation ;
- des délais de dépôt et de la durée de validité de ces autorisations.

Les consignes concernant l'emploi du feu

En plus de ces niveaux de réglementation, les arrêtés préfectoraux précisent des consignes quant aux conditions d'utilisation du feu, avec de fréquentes définitions de valeurs seuils. Souvent ces consignes existent même dans le cas d'une utilisation *libre* du feu. Pour un même département, elles peuvent différer selon le niveau de réglementation.

Le tableau ci-dessous compare, à partir de quelques exemples, les consignes contenues dans les arrêtés préfectoraux à celles qui sont fixées par le cahier des charges accompagnant la note de service de la DERF³ du 8 avril 1994 (concernant la mise en œuvre du brûlage dirigé dans les périmètres où les travaux ont été déclarés d'utilité publique), ainsi qu'à celles que se sont fixées les équipes de brûlage dirigé en signant la charte du brûlage dirigé (cf. article de Rigolot en fin d'ouvrage).

Il met en évidence l'extrême hétérogénéité de ces consignes qui ne cadrent pas forcément avec la pratique du brûlage dirigé telle qu'elle est définie dans le cahier des charges ou dans la charte du brûlage dirigé.

Comparaison des consignes concernant l'emploi du feu contenues dans les arrêtés préfectoraux de la zone de l'Entente avec celles du cahier des charges et de la charte du brûlage dirigé

Type de consigne	Arrêtés préfectoraux	Cahier des charges	Charte du brûlage dirigé
<i>Conditions météo</i>			
Vitesse de vent limite à l'allumage	vent nul - pas de limite	Respecter les prescriptions des arrêtés préfectoraux Prescription des conditions météo souhaitées	Prescription des plages et des ambiances météo
Vitesse de vent limite de conduite du brûlage	vent nul - 20 - 40 - 80 km/h - pas de limite	Relevés avant et pendant brûlage	Relevés au début du brûlage, au zénith et en fin d'intervention
<i>Conduite du chantier</i>			
Heure limite pour l'allumage	10 h - de jour - pas de limite	Pas de consigne	A indiquer au CODIS ¹
Heure limite pour l'extinction	10 h - 11 h - 15 h - 16 h - de jour - pas de limite	Pas de consigne	Indiquer l'heure d'extinction estimée au CODIS
Dimensions des brûlages de Végétaux sur pied	5 ha - 10 ha - clois. < 1 ha - clois. < 10 ha - pas de limite	Indiquer la superficie	Pas de consigne
Brûlage de végétaux coupés	en tas - pas de consignes	Pas de consigne	Pas de consigne
Largeur de la bande débroussaillée	2 - 5 - 10 - 20 m - pas de consignes	Réaliser les travaux qui s'imposent	Tout mettre en œuvre pour rester maître de la situation
<i>Sécurité du chantier</i>			
Moyens en personnel	pas de consigne - 2 hom. - 3 hom. - 3 hom. + 1 véhicule - 1 hom/2 ha - 1 hom/10 ha	2 personnes minimum	2 personnes minimum

(« Arrêtés préfectoraux et brûlage dirigé », Espaces méditerranéens, juin 1997)

¹ codis : Centre opérationnel départemental d'incendie et de secours

L'avis du groupe de travail « brûlage dirigé »

Ce groupe de l'Entente, composé d'institutionnels et de praticiens, propose quelques recommandations pour une réglementation départementale sur l'emploi du feu adaptée à la pratique du brûlage dirigé réalisé dans de bonnes conditions. Mais il estime souhaitable de ne pas distinguer la pratique du brûlage dirigé des emplois traditionnels du feu au niveau départemental, cette distinction pouvant les marginaliser, voire les rendre clandestins. Le groupe de travail préférerait qu'une réflexion soit menée pour distinguer le brûlage dirigé des autres emplois du feu, non plus au niveau de la réglementation territoriale, mais au niveau législatif, dans le Code forestier.

AU-DESSUS DES ARRÊTÉS PRÉFECTORAUX, LA LOI ...

La loi et le feu : un retard à l'allumage ?

En dehors des déclarations d'utilité publique, les grandes lignes directrices du dispositif législatif et réglementaire actuel sur l'emploi du feu datent des XVII^e et XIX^e siècles. Elles sont d'ordre répressif puisque prises pour protéger les propriétaires et la collectivité des actes malveillants et surtout de l'imprudence et de l'insouciance. La limitation du droit de propriété a en particulier été instaurée parce que l'intérêt général et le fait de « ne pas nuire à autrui » étaient prioritaires.

Mais parallèlement, on reconnaissait le rôle essentiel des propriétaires qui étaient alors de fait les principaux acteurs de la prévention, car la protection active de leurs biens, en particulier par l'emploi du feu, était économiquement vitale.

Aujourd'hui, pour résorber les mises à feu pastorales sauvages, et surtout pour aménager les massifs forestiers sensibles par brûlage dirigé, c'est la collectivité qui le plus souvent se substitue aux propriétaires en utilisant le feu au titre de l'intérêt général, mais en jonglant avec les textes.

Depuis 150 ans, le Code forestier avait deux ennemis : l'animal et le feu. Le contexte socio-économique ayant changé, le législateur a reconnu la gestion par « pâturage contrôlé » en forêt. Qu'en sera-t-il pour le brûlage dirigé ?

La réalisation d'un brûlage dirigé

Principes de base et mise en œuvre

François Binggeli

Espaces Méditerranéens, Les Bayles, 83670 Fox-Amphoux

Un brûlage dirigé est une opération raisonnée qui se déroule en phases successives selon trois niveaux de tâches élémentaires : la description du milieu, les dispositions opérationnelles et l'évaluation. Ces tâches correspondent aux trois parties — respectivement verte, bleue et jaune — de la fiche INRA « Brûlage dirigé » (8^e version).

Cette fiche est un excellent guide qui permet non seulement d'évaluer le travail réalisé, mais surtout d'intégrer avant mise à feu tous les paramètres en action de façon à opérer le jour le plus propice dans les meilleures conditions de sécurité, d'efficacité et de coût.

Les flammes et la fumée ne sont donc que la partie visible d'une chaîne d'événements qui se complètent dans le temps, avant, pendant et après brûlage. L'expérience rassemblée sur le terrain selon ce canevas est ici développée.

LA PRÉPARATION DU TERRAIN

Le principe de base du brûlage dirigé est de contenir le feu dans un espace défini. Pour délimiter le périmètre du chantier, on a tout intérêt à s'appuyer sur des barrières naturelles : route, piste, sentier, layon du bétail ou de la faune, ruisseau, muret, barre rocheuse, neige, terre de culture, zone de faible combustibilité (zone de parcours intensif, brûlage précédent...). On peut aussi jouer sur le différentiel d'état physiologique (brûler des touffes de genévrier sur un tapis d'herbe verte), sur le niveau hydrique du combustible (rosée, sous-bois ombragé) et sur celui de l'air (brume ou brouillard matinaux, versant non ensoleillé).

Ces barrières feront souvent l'objet d'un petit travail complémentaire, mais l'effort portera surtout sur les lisières les plus sensibles. La meilleure préparation consiste à supprimer le combustible par débroussaillage sur une largeur de 2 à 3 fois la hauteur de la végétation concernée. Cette opération est idéalement complétée par un décapage ou un grattage du sol à la lame de bull, à la charrue à disque ou au râteau. L'eau, éventuellement additionnée de mousse ou de retardant, peut éviter cette phase préparatoire. Cela dépend de l'endroit et des moyens en personnes et en matériel. Mais l'optimum est de disposer de lisières les plus incombustibles possible et de garder le potentiel en eau pour le traitement d'éventuels débordements ou sautes.

Avant brûlage, il faut toujours avoir à l'esprit que le feu fait de la fumée ! et que le vent la pousse sur les lisières les plus sensibles : la réduction de la visibilité limite la portée du regard, handicape la détection de débordements éventuels, et le cas échéant, rend l'intervention plus délicate : présence de chaleur, d'air pollué, voire toxique... D'où l'intérêt de lisières bien faites. Cela concerne en particulier les herbes sèches et la litière qui, une fois asséchées par l'air chaud, peuvent s'embraser et conduire le feu hors du périmètre réservé plusieurs minutes ou heures après la mise à feu.

En peuplement forestier, il est nécessaire de nettoyer le pied des arbres à écorce fine (chêne vert, châtaignier, arbousier...) pour éviter l'échauffement léthal du cambium par les flammes, par convection ou par rayonnement.

Avant la mise à feu, il est impératif de faire le tour du site à pied pour s'assurer de la bonne préparation et y repérer les points faibles.

LES MODES DE CONDUITE DU FEU

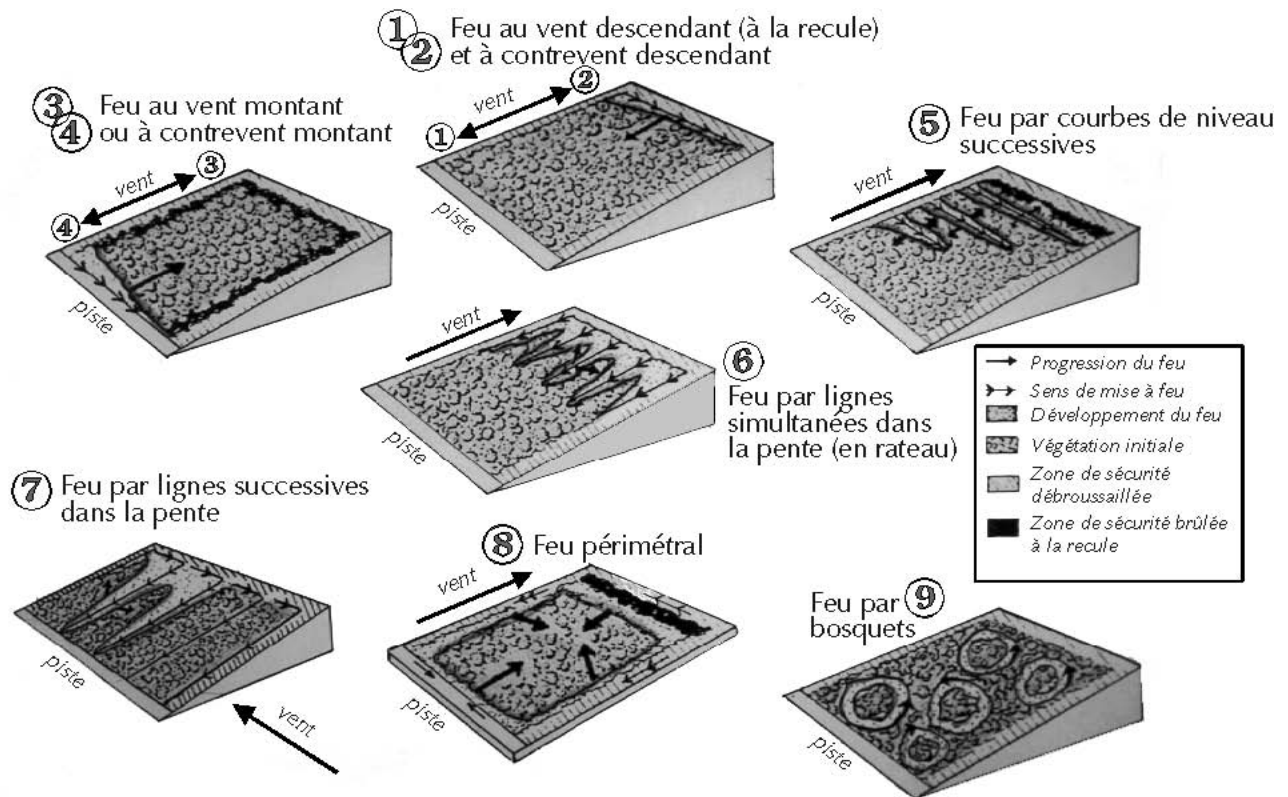
Dans un massif entièrement combustible, un brûlage dirigé est conduit de façon à contrarier la dynamique naturelle de propagation du feu, telle qu'elle s'exprime lors d'un incendie : celui-ci est poussé par le vent et s'accélère dans les pentes montantes. En règle générale, la mise à feu a lieu au point le plus haut et à contrevent. Appuyé sur un sentier ou un layon débroussaillé, le feu est alors contraint de se développer à la recule, les flammes couchées sur la partie déjà brûlée. De cette façon, il est possible de créer un excellent *pare-feu* brûlé tout au long de cette lisière supérieure qui est la plus susceptible de débordements. À la sécurisation amont succède celle des lisières latérales pour éviter de se faire déborder par les côtés.

À partir de là, on peut laisser se propager le feu à la recule en veillant à ce que le front de feu reste rectiligne, particulièrement en milieu forestier. On l'appelle « **feu à contrevent descendant** » (voir schéma). Il convient d'éviter que se forment des poches non brûlées où le feu pourrait s'engouffrer en montant et abîmer les arbres. Si le vent est perpendiculaire au versant, le front sera en courbes de niveau. Si le vent souffle latéralement, le front sera en oblique, selon un compromis entre l'effet de pente et la vitesse du vent. L'arrivée du feu en partie basse risquant de se faire en dentelle avec plusieurs points de contact, on a tout intérêt à réaliser un contre-feu à très faible puissance pour toujours réceptionner le brûlage en un seul endroit à la fois. Le feu descendant est généralement lent, de l'ordre de 5 à 30 m par heure selon les milieux. La surface traitée sera donc directement proportionnelle à la longueur horizontale du front de feu.

Pour aller plus vite, et si une plus forte puissance de feu ne pose pas de problème, on peut aussi procéder de haut en bas de la parcelle à des allumages montants par bandes successives. Il s'agit de « **feu par courbes de niveau successives** ». La largeur entre chaque ligne d'allumage est fonction de la charge en combustible, de son humidité, de l'heure de la journée, du risque global (attention au cumul des flammes en parties haute et latérales lors de la rencontre de deux fronts de feu), etc. Cette pratique permet de traiter des surfaces importantes (plusieurs dizaines d'hectares par jour). Elle s'applique surtout aux landes et maquis bas. Lorsqu'elle est utilisable en forêt, la largeur entre les lignes n'est généralement que de 1 à 5 m, en raison du fort dégagement énergétique qui peut menacer la strate arborée.

Le feu au vent descendant et le feu par courbes de niveau successives sont donc les plus employés. D'autres pratiques de mises à feu sont aussi utilisées dans le même esprit de gain de temps ou parfois pour faire face à des situations topographiques ou météorologiques particulières (se reporter aux schémas) :

- le « **feu au vent montant** » ③ : le plus facile à allumer. Intéressant dans des landes délimitées par des rochers ou de la neige. Utilisable également après avoir réalisé un premier brûlage supérieur à la recule. En conditions sèches avec une forte pente, on approche la vitesse d'un incendie de forêt, jusqu'à 1 000 à 2 000 m/h ;
- le « **feu au vent descendant** » ① et le « **feu à contrevent montant** » ④ : à manier l'un et l'autre avec prudence. Pour personnel entraîné ;
- le « **feu par lignes simultanées dans la pente** » (en râteau) ⑥ : travail laborieux en forte pente si l'équipe doit monter et redescendre à plusieurs reprises ;
- le « **feu par lignes successives dans la pente** » ⑦ : permet de travailler avec un vent latéral ;
- le « **feu périmétral** » ⑧ : excellent par vent nul ou pour traiter des parcelles isolées sans risque de propagation dans le voisinage ;
- le « **feu par bosquets ou taches** » ⑨ : pour réaliser un brûlage alvéolaire, ou parce que le combustible est hétérogène.



Les différents types de conduite du brûlage dirigé.

LES LEVIERS DE COMMANDE

La conduite du feu est faite d'une multitude de subtilités et d'éléments qui interagissent et sur lesquels il est possible d'intervenir pour piloter et diriger le brûlage avec la finesse souhaitée :

- l'heure d'allumage,
- le moment d'extinction,
- la largeur du front,
- la vitesse de propagation,
- la forme et l'orientation du front,
- le nombre de fronts successifs,
- la distance entre les lignes,
- l'allumage par points,
- le refroidissement avec de l'eau,
- l'utilisation d'adjuvant : moussant et retardant,
- la brumisation par jet diffusé,
- la pratique du contre-feu,
- la dispersion,
- l'étouffement,
- les outils d'allumage : torche à combustible liquide, torchère à gaz, lance-flammes, râteau avec herbes sèches, tiges d'asphodèle, briquet...
- le taux de mélange essence/gazole du combustible utilisé pour les torches,
- la température,
- l'humidité de l'air,
- l'hygrométrie du combustible et du sol,

- le vent,
- le rayonnement solaire,
- le brouillard, la bruine, la pluie.

LES « DIX COMMANDEMENTS » DU BRÛLEUR

Le responsable de brûlage a tout intérêt à intégrer quelques éléments essentiels d'organisation, de santé et de psychologie :

1. Le porteur de torche est seul maître à bord. S'il ne *se sent pas* de conduire le feu, il n'allumera pas, quels que soient les ordres éventuels de sa hiérarchie ou le contexte du jour. Il évitera de même la course au rendement.
 2. En cas de fatigue individuelle ou de groupe, il *baissera la voile*.
 3. Il veillera à une bonne et régulière alimentation en eau du personnel.
 4. Il disposera d'une réserve en nourriture pour cas de force majeure ou d'oubli individuel.
 5. Le brûlage est comparable à une discipline sportive de compétition : il convient de soigner l'esprit d'équipe et l'entraînement individuel.
 6. L'hygiène de travail et de vie est fondamentale pour celui qui pratique le brûlage dans la durée.
 7. « Dans le doute, abstiens-toi » : excellent principe pour limiter les incidents.
 8. Rien n'est jamais acquis : attention à trop de sûreté de soi.
 9. En cas d'incident, jouer la transparence et la rapidité pour ne point laisser place à la rumeur.
 10. Le brûlage est une activité difficile, fatigante et à responsabilité. Un cadre de travail harmonieux et une souplesse de fonctionnement sont indispensables pour agir sereinement et efficacement.
-

**LE BRÛLAGE DIRIGÉ,
ÉLÉMENT D'UNE GESTION
PASTORALE ACTUALISÉE**



Pyrénées-Orientales. Quatre ans après incendie, 55 cistes par m²



Pyrénées-Orientales. Cinq ans après un incendie suivi de deux brûlages dirigés, vers l'éradication des cistes...

Pâturages méditerranéens : Évolution d'une cistaie selon différentes modalités d'emploi du feu

Bernard Lambert

Service interdépartemental montagne élevage Languedoc-Roussillon (SIME), Domaine de Saporta 34970 Lattes

Dans les Pyrénées-Orientales, le déclin prononcé des activités agro-pastorales s'est engagé dès la fin du XIX^e siècle. Si les terrasses de cultures non arrosables et les parcours du piémont furent les premières à être abandonnées, les parcours de montagne ont vu leur utilisation fortement décroître. Or, en l'absence des menus travaux quotidiens des bergers, de la culture et du pacage des animaux, la dynamique naturelle de la végétation conduit progressivement les pelouses sèches à évoluer vers des landes fermées pré-forestières. Cette transformation des parcours en friches et broussailles induit deux demandes concurrentes :

- face au grand incendie de 1977 (17 000 ha sur les Aspres et le Conflent) et à celui de 1986 (plus de 2 000 ha), les structures responsables de l'aménagement et de la protection du territoire (direction départementale de l'Agriculture, Office national des Forêts) essaient de protéger le manteau forestier en cours de reconstitution (reboisement ou boisement naturel) ;
- les éleveurs de la zone (300 familles regroupant 30 000 ovins et 15 000 bovins) déjà utilisateurs des estives limitrophes, souhaiteraient développer leur élevage en tirant parti des surfaces vacantes de la moyenne montagne, maintenant mises à leur disposition grâce à une politique foncière audacieuse : association syndicale autorisée et association foncière pastorale (ASA et AFP).

Aussi est-il envisagé de créer de grandes coupures vertes à l'échelle des massifs forestiers, et de demander aux éleveurs locaux d'en assurer la gestion.

Le débroussaillage mécanique ou chimique étant trop coûteux sur de vastes surfaces, voire impossible techniquement, au vu des fortes pentes et des nombreuses terrasses, les pouvoirs publics ont encouragé dès 1984 la mise en place d'une cellule de brûlage dirigé, afin d'initier et d'encadrer cette technique traditionnelle, maintenant rénovée par les Anglo-Saxons.

Jusqu'ici ces brûlages ont porté sur deux grands types de milieux : landes à genêts purgatifs en altitude et cistaies en zone basse, l'ensemble totalisant 7 000 ha répartis sur 400 parcelles.

Au terme des 13 campagnes écoulées, l'équipe qui réalise les brûlages observe de plus en plus des réactions très différentes de la même végétation, selon les parcelles brûlées. *Il semblerait que sur un même milieu, les différentes conditions d'ambiance lors de la mise à feu, les techniques de conduite du front de flamme, comme les pas de temps entre deux brûlages successifs, induisent des dynamiques divergentes de la végétation.*

En 1991, un dispositif devant permettre la vérification de cette hypothèse fut mis en place sur un milieu homogène (ciste de Montpellier), avec des brûlages contrastés, bien caractérisés et reproductibles.

Les premiers résultats obtenus sont discutés dans cette communication.

PRÉSENTATION DU SITE : LIEU-DIT BOHÈRE, PRADES

Altitude et surface Zone de piémont du massif du Canigou. La zone expérimentale de 200 ha s'étage entre 500 et 700 m d'altitude

Topographie **Cône de déjection.** Dépôt fluvial et torrentiel de plus de 200 m d'épaisseur, cailloutis et blocs provenant du déman-

et roche nue tèlement des gneiss du Canigou (80 % de gneiss, micachistes et matrice fine de sable et d'argile). Exposition sud-est, pente moyenne de 20 à 30 %

Formation végétale **Cistaies :** ciste de Montpellier (4 à 7 pieds/m², 50 à 60 cm de haut, 40 % de recouvrement) + brachypode rameux avec un recouvrement de 20 à 50 %, avec accessoirement des lambeaux de taillis de chêne blanc, de chêne vert, voire des futaies de pin maritime (présence sporadique de chêne-liège et de châtaignier).

Histoire agraire récente Les photos aériennes de 1942, 1952 et 1962 sont fort semblables. Elles témoignent que l'abandon de la culture dans cette zone, malgré le grand nombre de terrasses que l'on peut encore y voir, est déjà ancien. Si l'usage des feux pastoraux jusqu'en 1952 est manifeste, les photos suivantes enregistrent une lente cicatrisation du milieu jusqu'au grand incendie d'août 1976 qui parcourut toute la zone. Notre champ d'action a donc porté sur une cistaie âgée de 12 à 30 ans selon les parcelles.

Gestion pastorale Pâturage tournant (en parcs) d'ovins taris, de novembre à fin mai et de bovins allaitants d'avril à début juin. Effectifs respectifs : 250 brebis-mères et 50 vaches, sur 120 ha.

LES SCÉNARIOS D'OUVERTURE TESTÉS

21 parcelles homogènes vis-à-vis du feu (faciès assez proche en nature et volume de combustible) et d'une surface (5 à 15 ha) correspondant à ce qu'il est possible de brûler en une journée (conditions météorologiques stables) par un exploitant et sa famille, furent délimitées sur le terrain.

Nous avons pratiqué des feux montants ou descendants, par lignes successives, en râteau et, en phase d'entretien, par taches, par lignes, ou par feu montant ¹.

De plus, un incendie survenu en août 1985 sur une parcelle contiguë complète ce dispositif de manière fortuite. Il nous est ainsi possible de comparer les effets de plusieurs types de feux contrôlés et d'un incendie, le tout combiné avec le pâturage.

Quatre à quatorze mois après le passage du feu, chacune des parcelles a été intégrée au dispositif pastoral (pâturage tournant d'octobre à juin) et a subi des brûlages d'entretien, voire pour certaines, des travaux du sol et des semis.

MÉTHODE DE SUIVI

- Ligneux : transects permanents de 20 m x 0,50 m (sur les 40 mises en place nous continuons à en suivre plus de 15) (Étienne & Legrand, 1994).
- Herbacées : méthode CEPE/CNRS Montpellier, lignes de lecture de 20 m de long (Daget & Poissonet, 1971).

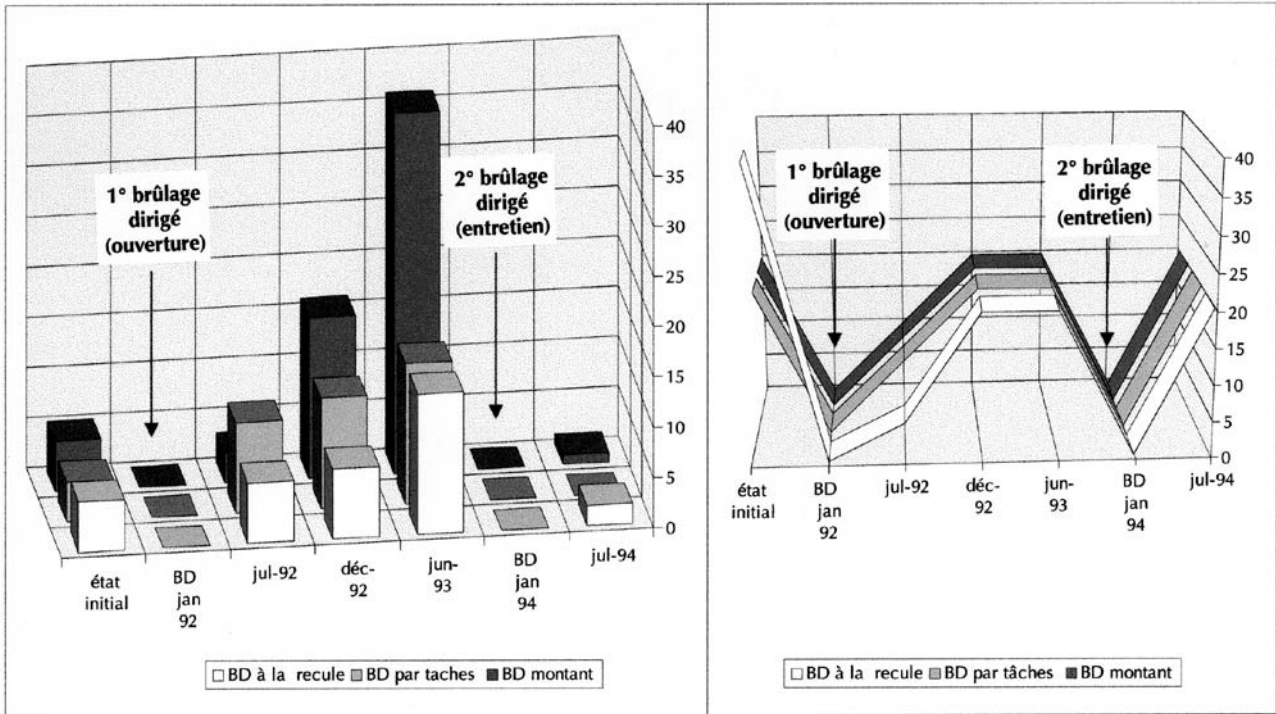
RÉSULTATS

La forte combustibilité du milieu dicte la conduite à tenir

L'importance des éléments fins (8 t/ha sur une masse totale de 16 t), et leur bonne répartition dans les plans horizontaux et verticaux, ont rendu les mises à feu aisées (inflammabilité).

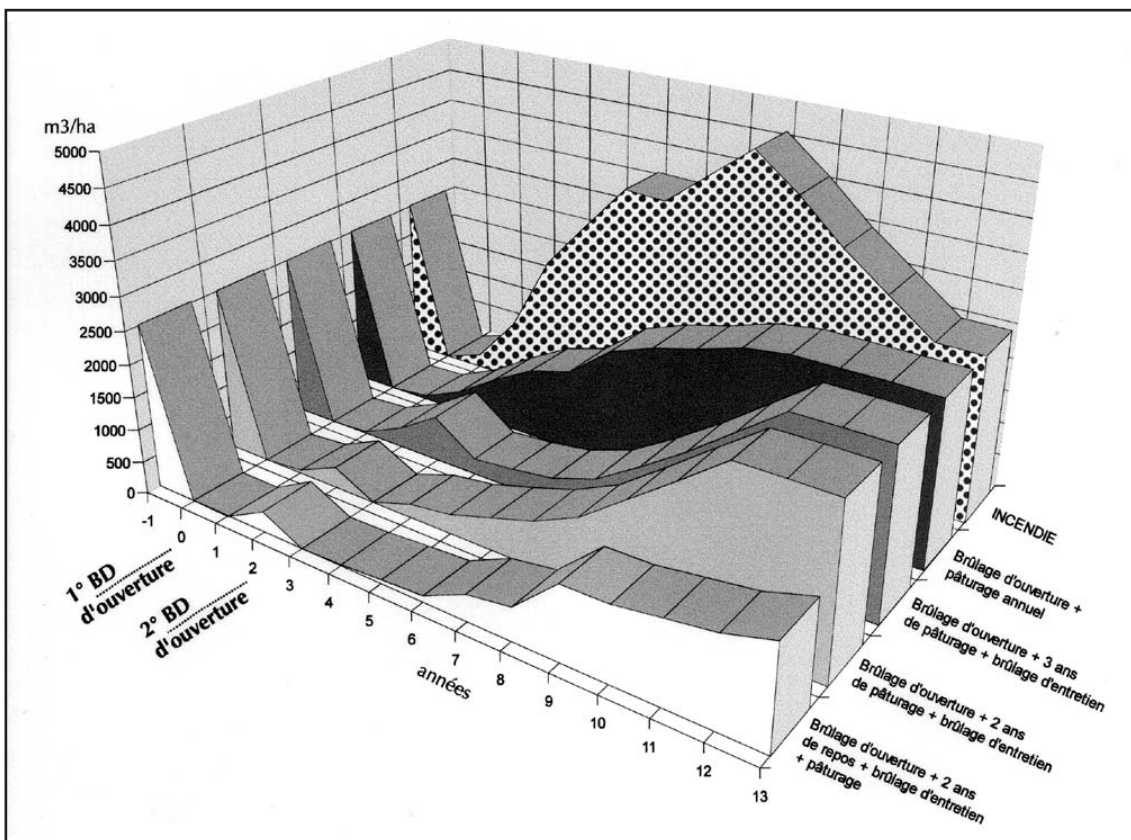
Toutefois, dans la vieille cistaie, l'importance et la finesse du combustible mort (13 t/ha, diamètre < 10 mm) génèrent une forte combustibilité du milieu. De ce fait, selon la présence ou non d'un manteau forestier et de moyens de sécurité conséquents, différentes conduites de mise à feu peuvent être utilisées (tabl.1).

¹ Pour une explication des termes techniques, voir l'article précédent (Binggeli)



Évolution du nombre de pieds de ciste après les brûlages d'ouverture.

Recouvrement des herbacées après les brûlages d'ouverture (en %)



Évolution du phytovolume de ciste selon l'itinéraire technique

Tableau 1 : Caractéristiques des brûlages selon le mode de conduite du feu

FEU À LA RECALE - contre-pente 30 % - contre-vent 2 à 3 m/sec	Caractéristiques du front de flamme	FEU MONTANT - pente 30 % - vent 2 à 3 m/sec
20 - 50 m/h	vitesse du front	200 m/h
< 1 m	hauteur des flammes	> 2 m
3 min	temps de résidence	< 1 min
< 300 kw/m	puissance du front	> 1500 kw/m
pas de dégâts sur les frondaisons, légère brûlure côté amont quelques décimètres au-dessus du collet (rayonnement des flammes)	dégâts sur les chênes blancs	embrasement des arbres (feuilles marcescentes forte mortalité des arbres)
facile à contrôler avec pelles et seaux-pompes	sécurité	difficile à contrôler au sommet des parcelles et latéralement ; suppose la confection de layons de sécurité (8 à 10 m) ou l'emploi de moyens de lutte (pompiers)

Les effets à court terme du brûlage dirigé d'ouverture obligent à recourir à des traitements complémentaires ultérieurs pour maîtriser les semis de cistes

Feu montant, feu à la recule, feu par taches... Malgré les différences notables en termes de puissance de feu et de temps de résidence, les variations enregistrées sur un même traitement sont plus fortes qu'entre les traitements. Aussi, dans tous les cas :

- à la fin du printemps qui suit l'emploi du feu montant, le tapis herbacé retrouve déjà la moitié de sa valeur initiale ;
- si toutes les broussailles furent détruites, le nombre de pieds de cistes au m², un an et demi après le feu d'ouverture, est bien supérieur à celui enregistré lors de l'état initial, et la germination se poursuit bien au-delà¹ du troisième printemps après le feu d'ouverture.

Par contre, la germination de l'ajonc est plus laborieuse. Effective après le 2^e printemps suivant le feu d'ouverture, elle se poursuit les années suivantes. Ainsi tout porte à envisager des brûlages d'entretien dès le 2^e ou 3^e hiver après le feu d'ouverture, afin de vidanger la banque de graines du sol des adventices (cistes, ajoncs...), ou de faire appel à d'autres techniques (phytoctides, débroussaillage...).

De l'importance d'une bonne couverture de Graminées pour conduire des brûlages d'entretien efficaces (feu de chaumes)

À l'expérience, il est apparu que la réalisation d'un brûlage d'entretien, deux à trois hivers après le feu d'ouverture, impliquait :

- la pratique d'un feu montant, poussé par le vent, par temps sec (humidité relative de l'air < 50 %) ;
- un combustible suffisant (> 1,5 t MS/ha) réparti de façon homogène (> 40 % de recouvrement) et sec sur pied.

En corollaire, cela suppose de contrôler fortement le pâturage, voire de l'interdire sur les zones les plus pauvres, afin que le tapis herbacé puisse reconstituer une litière suffisante et non tassée.

Si ces conditions sont réunies, les brûlages d'entretien assurent :

- une destruction à 100 % des porteurs de graines de ciste et d'ajonc ;
- une reconstitution du tapis herbacé en moins d'un printemps.

¹ Estimation du nombre de graines de cistes viables enfouies dans les premiers horizons du sol : sur 45 placettes de 0,50 m², dix carottages de 5 cm d'épaisseur furent réalisés. Les 45 barquettes de terre furent mises en conditions propices à la germination (19°C, humidité du sol constante, lumière, etc.) Lorsque la germination fléchissait, les barquettes étaient passées à l'étuve et au tamis, puis de nouveau arrosées et maintenues à température constante. Cette période d'observation a duré 2 fois 120 jours (au printemps 1991 et 1992). Au terme de ces deux périodes (et par lassitude...) l'expérience fut stoppée !
Nous avons totalisé : 8966 graines de cistes germées/m² avec un écart type de 1073 !

APPRÉCIATION À MOYEN ET LONG TERMES DES EFFETS SUR LA CISTAIE DES DIFFÉRENTES SÉQUENCES TECHNIQUES INTÉGRANT LE FEU

L'incendie ... reste une référence en termes de vitesse de cicatrisation du milieu (< 4 ans).

- année 2 : > 25 cistes au m² ;
- année 3 : le milieu est déjà refermé et *impraticable* ;
- année 6 : le volume de cistes a dépassé l'état initial.

Brûlage dirigé d'ouverture + pâturage : durée de la cicatrisation < 7 ans.

Malgré un nombre de cistes au m² plus faible, la dynamique de cicatrisation de la cistaie reste puissante et rapide. Sept années après le brûlage dirigé d'ouverture, le phytovolume initial est récupéré et le tapis herbacé régresse.

Brûlage dirigé d'ouverture + repos pendant 2 ans + brûlage d'entretien et ouverture au pâturage.

10 ans après le feu d'ouverture :

- le ciste plafonne à la moitié de sa valeur initiale en volume, et à 10 % du nombre initial de pieds au m² ;
- l'ajonc par contre ne semble pas affecté par le traitement et retrouve son niveau initial (1400 m³/ha). Toutefois, il est facile de le détruire, compte tenu de son inflammabilité ;
- le recouvrement herbacé est toujours au-dessus du niveau initial.

CONCLUSION, SYNTHÈSE

La comparaison des évolutions du phytovolume de ciste, selon les différentes modalités de gestion intégrant le brûlage dirigé, nous permet de formuler un certain nombre de recommandations ; celles-ci s'adressent en particulier aux services DFCI et pastoraux.

- quels que soient les traitements et la réserve de graines dans le sol, la *banque* est suffisante pour que le milieu retrouve tôt ou tard son état initial ;
- l'itinéraire technique le moins fugace et qui permet de maintenir le plus longtemps le milieu à l'état de landine¹ ou de pelouse reste le suivant :
 - * *brûlage dirigé d'ouverture en privilégiant les feux montants pour limiter les effets sur le tapis herbacé ;*
 - * *deux à trois ans de repos (nécessité d'accumuler suffisamment de combustible fin) ; ne pas aller au-delà, car ensuite la banque de graines va se reconstituer ;*
 - * *deuxième brûlage dirigé d'entretien (ou destruction des pieds de cistes adultes grâce à l'emploi de phytocide) ;*
 - * *pâturage ou repos : 2 à 4 ans ;*
 - * *deux ans de repos et à nouveau brûlage dirigé (ou traitement des plages de cistes au phytocide).*

¹ Lande basse ouverte favorable au pâturage.

Références et bibliographie

- Boulet (C.).** *Bilan floristique d'une garrigue de chêne kermès soumise à deux types de perturbations contrôlées. Contribution à la reconnaissance au stade plantule de quelques unes des espèces observées.* Thèse doct. Aix-Marseille III, 1985, 160 p.
- Daget (P.), Poissonet (J.).** « Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application ». *Annales d'agronomie* n° 22(1), 1971, p. 5-41.
- Étienne (M.), Legrand (C.).** *A non-destructive method to estimate shrubland biomass and combustibility.* Internat. conf. on forest fire, Coimbra, Portugal, 1994.
- Juhren (M.C.).** « Ecological observations on Cistus on the Mediterranean vegetation », *Forest science* n° 12, 1966, p. 415-426.
- Lambert (B.).** *Présentation et bilan de 10 années d'intervention de la cellule de brûlage dirigé des PO,* SIME, Montpellier, 1994, 20 p.
- Legrand (C.).** *Étude comparée de la régénération spontanée de la strate ligneuse dans une forêt incendiée et sur un pare-feu arboré soumis à des feux contrôlés,* DEA Écologie, Aix-Marseille III, 1987, 30 p.
- Oustric (J.).** *Contribution à l'étude de la germination de trois espèces de cistes : Cistus albidus, Cistus monspeliensis et Cistus salvifolius,* DEA USTL Montpellier, 1985, 35 p.
- Oustric (J.).** *Le feu et l'écophysologie de la germination de quelques espèces des garrigues du Bas-Languedoc,* Mémoire ENITA Dijon, 1984, 65 p.
- Trabaud (L.).** « Changements structuraux apparaissant dans une garrigue de chêne kermès soumise à différents régimes de feux contrôlés », *CÉcol. Appl.* n° 5(2), 1984, p.127-143.
- Trabaud (L.).** *Impact biologique et écologique des feux de végétation sur l'organisation, la structure et l'évolution de la végétation des zones de garrigues du Bas-Languedoc,* Thèse Doct. État CNRS, 1980, 288 p.
- Trabaud (L.).** *Les combustibles végétaux dans le département de l'Hérault,* Document CEFÉ-CNRS, 1971, 78 p.
- Vuillemin (J.), Bulard (C.).** « Écophysologie de la germination de *Cistus albidus* L. et *Cistus monspeliensis* L. », *Natur. Monsp. Ser. Bot.* n° 46, 1981, p. 1-11.

Pâturages méditerranéens : Impact du brûlage dirigé et du pâturage sur la croissance de la bruyère arborescente

Catherine Legrand

IARE, parc scientifique Agropolis, 34397 Montpellier Cedex 5

Pour réfléchir aux besoins réguliers et coûteux d'entretien des pare-feu et coupures de combustibles dans le cadre de la prévention des forêts contre les incendies, des études comparatives ont été menées pour mesurer la vitesse de repousse de la végétation ligneuse, en fonction de différentes techniques éventuellement associées : débroussaillage, brûlage dirigé, pâturage...

L'exemple d'une espèce rejetant de souche est analysé ici ; il s'agit de la bruyère arborescente (*Erica arborea*), une des espèces codominantes des maquis sur terrain siliceux.

MATÉRIEL ET MÉTHODES

Pour le suivi de la bruyère, deux parcelles expérimentales présentant chacune deux types de faciès ont été implantées dans la forêt domaniale de Palayson (Var) ; le faciès appelé « ériçai » est nettement dominé par *Erica arborea*, accompagnée de *Myrtus communis*, de *Phillyrea angustifolia* et de *Pistacia terebinthus*, le faciès appelé « mixte » est codominé par la bruyère et les cistes (*Cistus monspeliensis* et *C. salvifolius*).

La première parcelle a fait l'objet d'un brûlage dirigé de printemps (28/03/1989), suivi d'une fertilisation et d'un sursemis d'automne (26/09/1989).

La seconde parcelle a fait l'objet d'un brûlage, d'une fertilisation et d'un sursemis d'automne (05/10/1989) et a été partiellement mise en défens. Les doses utilisées ont été de 200 kg.ha⁻¹ de phosphate d'ammonium 18/46 en ouverture puis en entretien annuel, et de 30 kg.ha⁻¹ de graines de trèfle souterrain variété Mountbaker semées à la volée. Les deux parcelles ont ensuite été intégrées dans un circuit de pâturage et utilisées au printemps et à l'automne par un troupeau ovin-viande (parcs mobiles).

Afin de comparer l'effet du brûlage à celui du débroussaillage, une troisième parcelle a été installée sur un faciès dominé par la bruyère, ayant subi un débroussaillage d'ouverture, suivi d'un entretien 3 ans plus tard. Ce faciès est fertilisé annuellement et pâturé selon le même calendrier que précédemment. Son suivi n'a pu être réalisé qu'à la suite du débroussaillage d'entretien.

L'étude de la dynamique arbustive a été faite à l'aide d'une méthode non destructive originale (Étienne & Legrand, 1994). Les transects sont implantés dans les faciès de manière à en être représentatifs, leur longueur de 20 m permettant de bien prendre en compte l'hétérogénéité naturelle de la végétation. Ils délimitent un rectangle de 10 m² (20 m x 0,5 m), ce qui permet d'identifier et de cartographier sur un formulaire pré-quadrillé toute touffe arbustive couvrant plus de 100 cm², et de préciser sa hauteur moyenne totale à 5 cm près. À l'aide du quadrillage, il est possible de calculer la surface (S') de chaque touffe. L'interprétation directe du transect permet alors de connaître, pour chaque espèce rencontrée sous la bande :

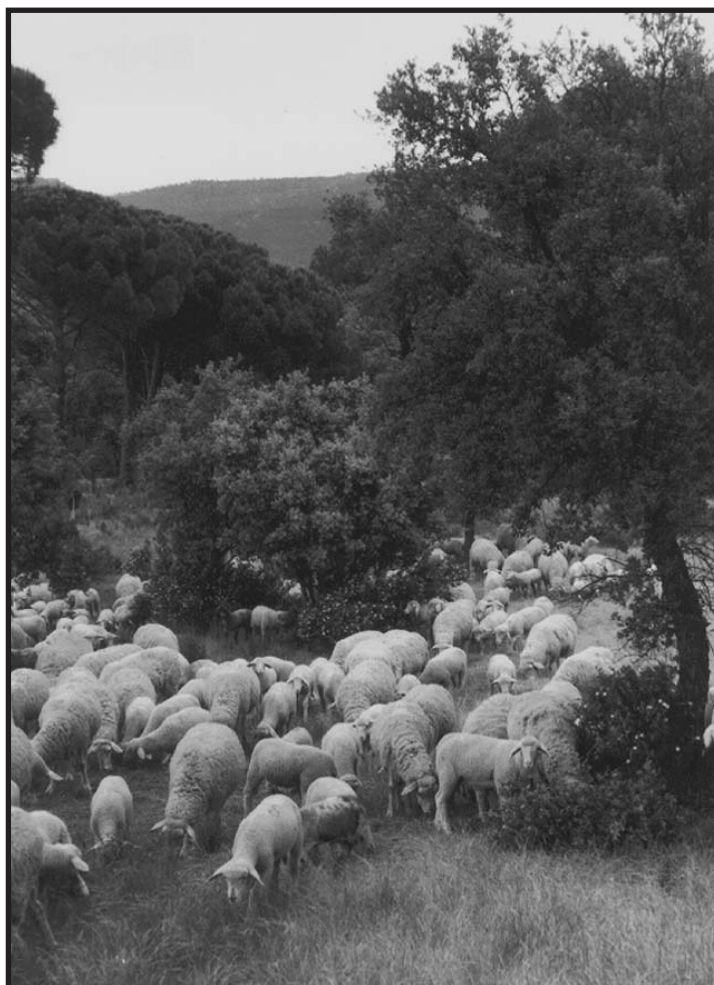
- le recouvrement $R=0.1 \sum S_i$ [S_i en dm^2 , R en %]
- le phytovolume total $VT=\sum(S_i \times H_i)$ [H_i en dm, VT en $m^3 \cdot ha^{-1}$]

Afin de supprimer le poids du recouvrement initial R_i qui est gênant pour effectuer des comparaisons entre faciès, le volume peut être corrigé par celui-ci (VT/R , R en %), ce qui équivaut à imaginer tous les faciès avec un recouvrement initial de 100%. À Palayson, les brûlages ayant été irréguliers sur les parcelles, une partie de la végétation a été épargnée, ce qui a conduit à corriger les états initiaux, en ne prenant en compte que les touffes ayant réellement brûlé.

Enfin, il est possible de transformer le phytovolume en phytomasse à l'aide de régressions puissance pour les individus de 1 à 5 ans (Armand *et al.*, 1993). Pour les touffes âgées de bruyère, une autre abaque a été utilisée (Ferrando & Giacometti, 1986) : $P = 0,77V + 160,27$, avec $P =$ poids de la touffe (kg), $V =$ volume (m^3).

Les mesures ont été réalisées juste avant les traitements et servent alors d'état initial. Elles sont renouvelées chaque année, début juin, avant le début de la période critique pour les incendies.

Les résultats sont exprimés en fonction du nombre de saisons de végétation après le traitement initial ; pour la bruyère arborescente, les études phénologiques (Aubert, 1976 ; Floret *et al.*, 1989) permettent de considérer deux saisons de végétation par an (printemps et automne).



Var. Pâturage sur coupe de combustible alvéolaire

RÉSULTATS ET DISCUSSION

L'hétérogénéité de l'occupation spatiale de la bruyère au sein des différents faciès avant traitement est importante (tabl.1). Les recouvrements et les phytomasses obtenus à Palayson paraissent assez faibles, comparés à ceux fournis par la littérature (Ferrando & Giacometti, 1986 ; Mesléard, 1987), ce qui peut être attribué à la méthode d'évaluation de la phytomasse, mais également à certaines caractéristiques des sites ou des faciès :

- origine du peuplement (abandon, incendie) ;
- part de la bruyère dans les peuplements (inférieure à celle des maquis corses) ;
- hauteur, recouvrement et âge de la formation ;
- conditions climatiques (pluviométrie).

Tableau 1 : Recouvrement total de la végétation (R_i), phytovolume (V_i), phytomasse (P_i), hauteur moyenne (H_i) et part de la bruyère arborescente au recouvrement total (PR_i) avant traitement.

Faciès	brûlage	R_i (%)	V_i ($m^3 \cdot ha^{-1}$)	P_i (t MS. ha^{-1})	H_i (cm)	PR_i (%)
ériçaie	mars	29,1	3 273	5,2	70	47
mixte	mars	19,5	2 880	5,6	110	35
ériçaie	octobre	34,4	4 279	6,4	70	6
mixte	octobre	21,2	2 719	6,1	70	48

La bruyère arborescente a une repousse assez faible, les recouvrements et phytomasses atteignant respectivement moins de 10% de la surface et moins de 1 t MS. ha^{-1} 4 ou 5 saisons après les brûlages (tabl.2).

Tableau 2 : Recouvrement (R), phytomasse (P), hauteur (H), et récupération du volume initial de bruyère arborescente (RV) à Palayson, 5 saisons de végétation après le brûlage de mars, 4 saisons après celui d'octobre.

Faciès	traitement	R (%)	P (t MS. ha^{-1})	H (cm)	R/V (%)
ériçaie	b. mars + pâtu	6,3	0,5	39	23
mixte	b. mars + pâtu	9,6	0,7	39	24
ériçaie	b. oct. + def	3,3	0,2	24	5
mixte	b. oct. + pâtu	4,6	0,2	20	2

b. : brûlage, pâtu. : pâturage, def. : mise en défens

Bien qu'il y ait un décalage d'une saison entre les deux parcelles, et que de ce fait les chiffres ne soient pas tout à fait comparables, on observe une repousse plus importante après le brûlage de mars qu'après celui d'octobre. Selon toute vraisemblance, la différence apparaissant entre les deux faciès brûlés en mars provient de l'écart entre les volumes initiaux corrigés.

Que ce soit 2 ou 4 saisons après le brûlage d'octobre, la différence de repousse de la bruyère entre le faciès en défens et le faciès pâturé est nette, bien que relativement faible (environ 500 $m^3 \cdot ha^{-1}$) et l'écart entre les deux courbes reste constant. Par contre, les hauteurs moyennes des touffes à 4 saisons (tabl.2) ne sont pas statistiquement différentes.

La repousse de la bruyère arborescente semble donc fortement dépendante de la saison de mise à feu et du pâturage.

SAISON DE TRAITEMENT

La notion de date ou saison de traitement est liée à des conditions climatiques, susceptibles d'agir sur la dynamique arbustive selon différentes voies :

- les conditions météorologiques des jours précédents et au moment du brûlage orientent le type de conduite de feu, ses caractéristiques (vitesse de propagation, chaleur émise, pourcentage de la surface ayant été parcourue) et par là, son impact direct (combustion) ou différé (dessèchement) sur la végétation ;
- le nombre de jours de la période active de croissance ;
- l'effet du gel sur les jeunes rejets dans le cas d'un brûlage d'automne.

De plus, l'effet du traitement a une efficacité variable selon le stade phénologique, qu'il s'agisse du débroussaillage (Étienne *et al.*, 1988) ou du brûlage (Kauffman & Martin, 1990).

**Var. Un an après brûlage dirigé,
repousses de bruyère.**

PÂTURAGE

À Palayson, le pâturage du sous-bois a un double objectif : limiter l'embroussaillage et en même temps, nourrir un troupeau ovin. Cela sous-entend la création et la gestion d'un tapis herbacé afin d'améliorer la ressource fourragère, et une conduite particulière des animaux afin de maximiser leur impact sur les ligneux.

La densité du tapis herbacé a une influence directe sur la croissance de la bruyère : en effet, plus le recouvrement herbacé est fort, plus l'accroissement des touffes est faible (Legrand, 1992).

Ce résultat rejoint des constatations similaires après débroussaillage, où la succession de débroussaillages et de pâtures entraîne une réduction considérable de la croissance de la bruyère, voire sa disparition totale (Joffre & Casanova, 1983 ; Armand *et al.*, 1993).

L'herbe joue également un rôle indirect sur la croissance des ligneux, puisque la densité du tapis herbacé influe sur la consommation des ligneux (Combiér, 1990). L'abroustissement reste toutefois également lié à la pression pastorale, au stade phénologique et à l'âge de l'arbuste.

Contrairement aux résultats attendus, la persistance sur pied des structures ligneuses non consommées n'a pas diminué l'accessibilité des rejets pour les animaux (Legrand, 1992).

COMPARAISON BRÛLAGE-DÉBROUSSAILLEMENT

En volume corrigé, la repousse de la bruyère après débroussaillage est comparable à celle observée sur le faciès mixte brûlé en mars, malgré une différence de volume initial de plus de 6 000 m³.ha⁻¹. Or, de précédents travaux (Étienne *et al.*, 1991) ont mis en évidence une diminution de la vigueur de la repousse au fur et à mesure des débroussaillages sur des faciès améliorés et pâturés. Ainsi, le brûlage entraîne une repousse de bruyère arbores-



cente moindre que le débroussaillage mécanique, mais ce résultat mériterait d'être confirmé.

CONCLUSION

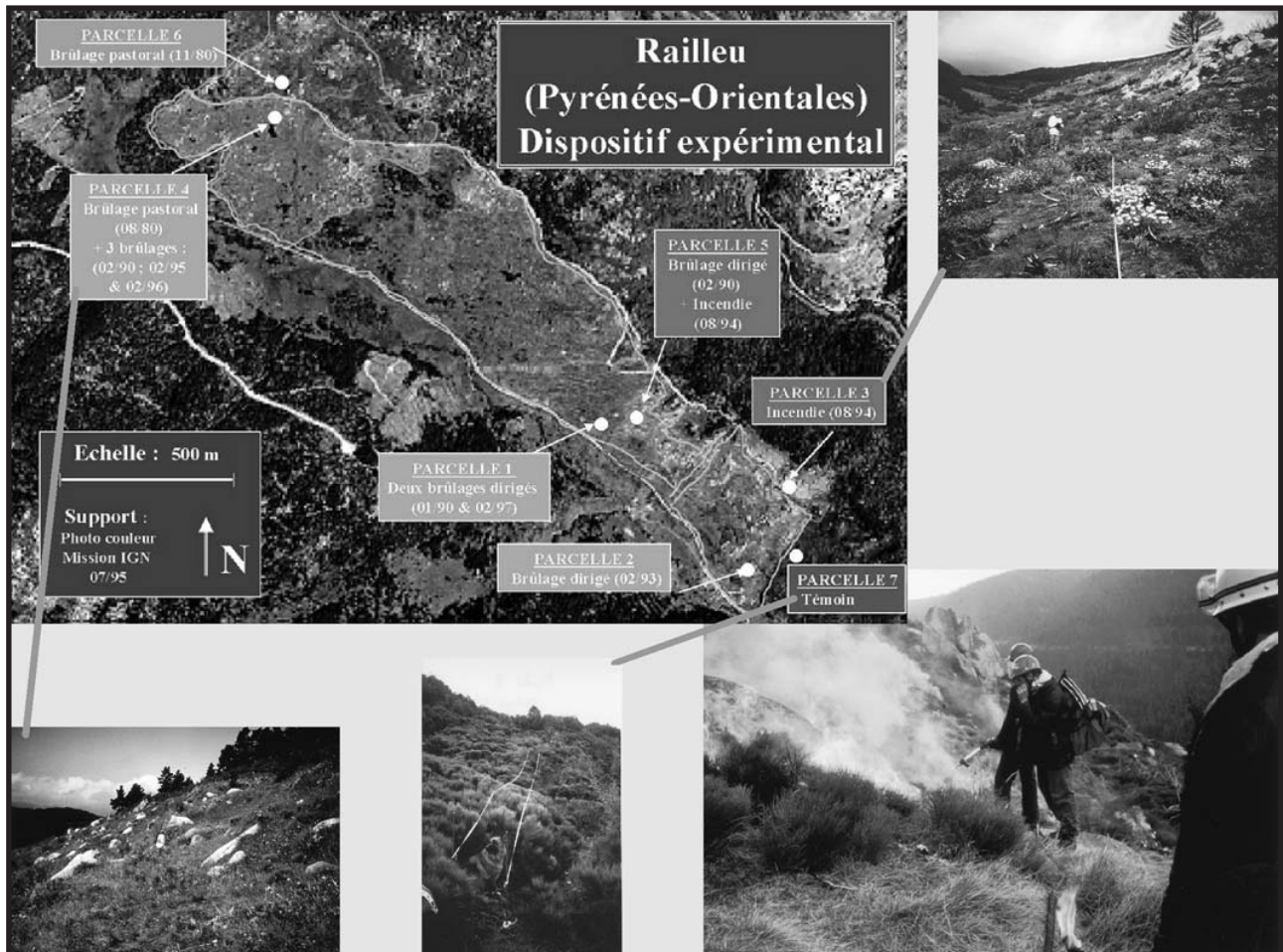
La capacité de régénération par rejets ou par semis des espèces arbustives influence fortement la dynamique de réembroussaillage dans des milieux ouverts par le brûlage dirigé et entretenus par le pâturage.

Contrairement aux cistes qui se reproduisent par semis, et dont les régénérations sont très denses après brûlage, mais dont la vitesse de colonisation est faible durant les premières années de croissance, les espèces à rejets, comme la bruyère, le chêne kermès et certains genêts, ont une repousse rapide. Celle-ci est liée à la persistance de leur appareil racinaire leur permettant de puiser l'eau et les éléments minéraux en profondeur, ainsi qu'à leur éventuelle capacité à stocker des réserves (lignotubers ou rhizomes).

La dynamique de croissance des principales espèces arbustives est un élément de connaissance primordial permettant de prévoir la rapidité d'embroussaillage et d'établir un diagnostic d'efficacité des techniques sur le plan DFCL. Il s'agit de raisonner en termes de réduction immédiate du combustible, mais également de vitesse de réaccumulation, et de proposer des itinéraires techniques d'entretien, permettant de planifier au mieux l'enchaînement des opérations en fonction du type de milieux et des objectifs assignés aux coupures (Legrand *et al.*, 1994).

Références

- Armand (D.), Étienne (M.), Legrand (C.), Valette (J.C.).** « Phytovolume, phytomasse et relations structurales de quelques arbustes méditerranéens », *Annales des Sciences Forestières* n° 50, 1993.
- Aubert (G.).** *Les Éricacées en Provence. Répartition, édaphologie, phytosociologie, croissance et floraison.* Thèse écologie Aix-Marseille III, 1976, 286 p.
- Combiér (N.).** *Consommation d'espèces arbustives méditerranéennes par un troupeau ovin sur pare-feu.* Mém. ENITA, Clermont-Ferrand, 1990, 42 p.
- Étienne (M.), Legrand (C.), Armand (D.).** « Stratégie d'occupation de l'espace par les petits ligneux après débroussaillage en région méditerranéenne », *Ann. Sci. For.* 48 (6), 1991, p. 667-677.
- Étienne (M.), Legrand (C.).** « A non-destructive method to estimate shrubland biomass and combustibility », *International Conference on Forest Fire Research*, Coimbra Portugal, 1994.
- Étienne (M.), Napoléone (M.), Hubert (B.), Jullian (P.), Lachaux (M.).** *Six années d'entretien de pare-feu par des moutons,* INRA-SAD Avignon, 1988, 90 p.
- Ferrando (J.), Giacometti (N.).** *Méthodes d'évaluation de la phytomasse épigée de trois espèces : Cistus monspeliensis, Erica arborea, Arbutus unedo. Deux exemples d'application.* Mém. MST, univ. Corte, 1986, 38 p.
- Floret (C.), Galan (M.J.), Le Floc'h (E.), Romane (F.).** « France », in *Plant phenomorphological studies in Mediterranean type ecosystems*, Orshan ed., 9-97, 1989.
- Joffre (R.), Casanova (J.B.).** « Le développement des ressources fourragères des parcours en Corse de l'intérieur », *Fourrages* n° 93, 1983, p. 51-84.
- Kauffman (J.), Martin (R.).** « Sprouting shrub response to different seasons and fuel consumption levels of prescribed fire in Sierra Nevada mixed conifer ecosystems », *For. Sci.* n° 36 (3), 1990, p. 748-764.
- Legrand (C.), Étienne (M.), Rigolot (E.).** « Une méthode d'aide au choix des combinaisons techniques pour l'entretien des coupures de combustible », *Forêt Méditerranéenne*, n° 15-4, 1994.
- Legrand (C.).** *Régénération d'espèces arbustives méditerranéennes par rejet ou semis après brûlage dirigé et pâturage. Conséquence sur la dynamique d'embroussaillage,* Thèse d'écologie, Aix-Marseille III, 1992.
- Mesléard (F.).** *Dynamique après perturbation de peuplements de deux Éricacées (Arbutus unedo et Erica arborea) en Corse.* Thèse écologie, USTL Montpellier, 1987, 146p.



Dispositif expérimental de Railleu (Pyrénées-Orientales). Vue générale et détail de quelques placettes.

Landes oro-méditerranéennes : Brûlage dirigé et pâturage dans les landes à genêt purgatif

Eric Rigolot ¹ & Bernard Lambert ²

¹ INRA, Unité de recherches forestières méditerranéennes, avenue A. Vivaldi, F-84000 Avignon

² Service interdépartemental montagne élevage, 3 rue du Soleillé, F-66500 Prades

INTRODUCTION

Le brûlage dirigé est de plus en plus utilisé en région méditerranéenne française comme outil de prévention des incendies et de gestion des espaces naturels. Les objectifs de son utilisation sont variés : réduction du combustible, amélioration du pâturage, ou de l'habitat de la faune sauvage. La surface totale traitée chaque année atteint 10 000 ha.

Une part prépondérante des surfaces traitées concerne les landes des zones de montagnes méditerranéennes faisant l'objet d'une utilisation pastorale. Dans la partie orientale des Pyrénées et dans la partie sud du Massif central, les landes traitées par le brûlage dirigé sont essentiellement dominées par *Cytisus purgans*. Il s'agit d'une espèce arbustive que l'on rencontre essentiellement sur les substrats acides des milieux montagnards arides au-dessus de 1 000 m d'altitude (Fridlender, 1991). Or les effets des brûlages dirigés sur les communautés à *Cytisus purgans* sont encore peu connus, en particulier l'impact de la répétition des brûlages sur la dynamique des peuplements. Aussi, depuis 1996, un dispositif de suivi a été mis en place afin de déterminer le ou les scénarios de gestion les plus adaptés pour atteindre les objectifs assignés à ce type de milieu, ainsi que d'identifier des indicateurs d'évolution du milieu utiles pour juger de la pertinence du choix de gestion.

MÉTHODE

Conditions expérimentales

Le dispositif expérimental de Railleu est localisé dans le département des Pyrénées-Orientales à l'extrémité est de la chaîne pyrénéenne. Il est situé dans l'étage de végétation montagnard entre 1 500 et 1 600 m d'altitude, à la limite supérieure de la série mésophile du pin sylvestre, comme en atteste la présence de forêts de pin à crochets en face nord. Le versant étudié, d'une surface totale d'environ 115 ha et d'exposition sud-ouest, est occupé par des landes ouvertes à genêt purgatif de recouvrement inférieur à 60 %, plutôt hautes (hauteur > 80 cm). Les plages ouvertes sont occupées par des pelouses mésophiles à *Festuca rubra* et *Agrostis vulgaris*.

Histoire récente du site

Les photos d'archives ainsi qu'un travail d'enquêtes mené auprès de personnalités de la commune de Railleu, ont permis d'établir les faits suivants (tabl.1) : au début du siècle, toutes les terrasses du versant étaient occupées par

des cultures céréalières (seigle essentiellement), et les meilleures terres de piémont par des cultures vivrières (pomme de terre, choux...), alors que les espaces alentours étaient parcourus de façon extensive par des troupeaux ovins. Sur la photo aérienne de 1952, on repère encore quelques traces de ces terrasses cultivées, mais le système traditionnel est en pleine déprise. Cette période marque le début de l'envahissement du versant par la lande à genêt purgatif.

Tableau 1 : Histoire récente du site de Railleu

Événements	Localisation	Dates
Abandon de la culture	Généralisé	Années 50
Brûlage pastoral	Partie ouest du versant	Hiver 1980
Brûlages dirigés d'ouverture	Partie ouest/est	Fév. 90 / Janv. 93
Incendie	Partie est du versant	Août 1994
Brûlages dirigés d'entretien	Partie ouest	Fév. 95 / Janv. 96 / Janv. 97

Entre les années soixante-dix et le début des années quatre-vingt, le versant est utilisé par un élevage bovin extensif qui ne parvient pas à maîtriser l'embroussaillage.

Le brûlage pastoral ¹ de l'hiver 1980 n'a pas été contrôlé et s'est propagé sur toute la partie ouest de la zone expérimentale.

Au début des années quatre-vingt-dix, le site devient une *estive collective* retenue par le Syndicat d'élevage Cerdagne-Capcir comme zone de transhumance pour génisses de reproduction. Le versant expérimental appartient à un ensemble pastoral plus vaste de 1 600 ha environ, qui fait aujourd'hui l'objet de mesures agri-environnementales pour le maintien de la qualité paysagère et le développement des zones d'estive. Le site accueille chaque année entre 340 et 400 génisses de 1 à 2 ans, originaires de tout le département. La gestion se fait par parcs de 30 à 40 ha chacun. Après une phase de montée en puissance, la gestion du site a atteint en 1996 son niveau de croisière avec 400 bovins qui sont menés par deux vachers. En 1997, le site a accueilli au total 20 000 journées-pâturage pour une surface totale de 145 ha, ce qui représente plus de 170 JUGB/ha ⁽²⁾. Il s'agit donc d'un mode de pâturage relativement intensif.

La mise en place d'une gestion pastorale raisonnée du site s'est accompagnée de l'usage du brûlage dirigé comme outil de reconquête de l'espace embroussaillé puis d'entretien régulier du versant. Les brûlages dirigés sont réalisés par la cellule technique des Pyrénées-Orientales dirigée par le Service interdépartemental montagne élevage (Lambert & Parmain, 1990).

La partie ouest de la zone d'étude a été ouverte par le brûlage dirigé en 1990 et la partie est, en 1993. Le brûlage d'ouverture de 1990 a essentiellement parcouru la zone du brûlage pastoral de 1980, mais a aussi commencé à rouvrir, sur le flanc est, la lande abandonnée depuis plus de cinquante ans.

L'incendie de 1994 ne s'est pas superposé au brûlage pastoral de 1980. Il s'est partiellement superposé au brûlage de 1990 et s'est développé au-delà en amont sur la zone de lande vieillie.

Les brûlages d'entretien ³ de 1995, 1996 et 1997 n'ont concerné que la partie ouest du versant, celle qui avait été touchée par le brûlage pastoral de 1980. Cette répétition annuelle du brûlage d'entretien est avant tout motivée par la volonté de réduire le risque d'incendie suite au feu de l'été 1994.

¹ Brûlage pastoral : opération non documentée d'incinération de végétaux sur pieds réalisée par l'éleveur lui-même sans faire appel à la cellule technique de brûlage dirigé.

² JUGB = Journée de pâturage unité gros bétail.

³ Les brûlages dirigés d'entretien succèdent aux brûlages dirigés d'ouverture et sont aussi réalisés par la cellule technique départementale.

Les objectifs de gestion du versant sont donc clairement pastoraux, mais pour cet étage de végétation, des préoccupations de prévention des incendies de forêts sont de plus en plus présentes. En effet, la pression des incendies s'intensifie ces dernières années puisque six sinistres sont à déplorer dans le secteur depuis 1974. Le site expérimental lui-même a été touché en 1980 et 1994. L'objectif de prévention des incendies est assuré d'une part par des opérations de réduction du combustible par le brûlage dirigé et le pâturage, et d'autre part en assistant les éleveurs locaux dans la réalisation d'opérations de brûlages pastoraux afin d'éviter que le feu ne leur échappe.

Cet historique complexe, riche en cas de figures contrastés, a permis d'asseoir notre dispositif de recherche.

Dispositif expérimental et mesures

Ce versant présente l'intérêt de permettre la comparaison des effets sur la dynamique végétale de situations contrastées fréquemment rencontrées dans ce type de milieu :

- un mode de gestion raisonné combinant le pâturage bovin et les brûlages dirigés périodiques ;
- des incendies sauvages affectant partiellement la zone ;
- un abandon du milieu.

Le dispositif expérimental a été installé pendant l'été 1996. Après une cartographie complète du site, fondée sur l'analyse de photos aériennes, 7 parcelles ont été retenues en fonction de leur histoire :

1. Deux brûlages dirigés en 1990 et 1997 ;
2. Un seul brûlage dirigé d'ouverture en 1993 ;
3. Un incendie en 1994 ;
4. Un brûlage pastoral en 1980 + trois brûlages périodiques (1990, 1995 et 1996) ;
5. Un seul brûlage dirigé d'ouverture en 1990 et un incendie en 1994 ;
6. Un brûlage pastoral seul en 1980 ;
7. Un témoin (pas d'intervention depuis 1940).

Toutes ces parcelles sont incluses dans le même parc de gestion pastorale qui a été intensivement pâturé par des génisses en 1996 et 1997 comme indiqué ci-dessus.

Sur chaque parcelle, un transect bande de 20 x 0,5 mètres a été installé afin de suivre annuellement l'embroussaillage arbustif et herbacé, ainsi que la couverture morte (Étienne & Legrand, 1994). L'embroussaillage arbustif est suivi au moyen du phytovolume arbustif en m³/ha ⁽¹⁾.

Une adaptation de la méthode dite du « double mètre » (Daget & Poissonet, 1971a) a été appliquée en examinant l'identité des espèces présentes à l'aplomb de 100 points distribués tous les 20 cm le long de la ligne du transect ou en notant le cas échéant la présence de sol nu. Ces mesures permettent de caractériser les diverses espèces par leur fréquence spécifique, FS (nombre de points où chaque espèce est présente), qui peut être assimilée à un pourcentage de recouvrement (Godron, 1968). Le pourcentage du sol nu et le recouvrement herbacé, RH, sont calculés en appliquant cette méthode. Ces mesures permettent aussi de calculer la contribution spécifique, CS, qui est le rapport des fréquences spécifiques : $CS_i = FS_i \times 100 / \sum_i FS_i$. La valeur pastorale, VP, de la strate herbacée est ensuite calculée en utilisant un indice de qualité fourragère spécifique IS_i (Jouglet *et al.*, 1992 ; Dorée, 1995) selon la formule suivante : $VP = 0,2 \times RH \times \sum_i CS_i \times IS_i$ (Daget et Poissonet, 1971b). L'indice de qualité fourragère spécifique, IS_i, est divisé en six niveaux, et la valeur pastorale, VP, varie entre 0 et 100.

¹ Pour plus de détails voir l'article de Legrand dans ce volume .

Autour de chaque placeau et sur une surface d'observation d'au moins 64 m², une liste de toutes les espèces présentes a été établie pour mesurer la richesse floristique (Braun-Blanquet, 1932 ; Lemée, 1967).

La fiche de chantier de brûlage dirigé a été systématiquement remplie à l'occasion de chaque opération de brûlage dirigé (Rigolot et al., 1996).

PREMIERS RÉSULTATS

Les brûlages dirigés

En brûlage d'ouverture, les conduites montante et descendante se distinguent nettement, en termes tant de vitesses moyennes de propagation que de hauteurs moyennes des flammes (tabl.2). Or la conduite descendante n'est utilisée que sur une part réduite du chantier de brûlage afin de réaliser les bandes de sécurité périmétrales. En ouverture, l'essentiel de la parcelle est donc traité avec des bandes de feu montant de forte puissance (1990 et 1993).

Tableau 2 : Caractéristiques des brûlages dirigés sur le site de Railleu

Date front	Numéro de parcelle	Conduite du feu	Hauteur flamme (m)	Vitesse du (m/h)
02/90	1	Montante	10-12	700-900
	4	Montante	2.5	250
	4	Descendante	0.5	20
01/93	2	Montante	10-12	700-900
	2	Descendante	2-3	250-300
02/95	4	Par tâches	2	-
01/96	4	Par tâches	1	-
01/97	1	Par tâches	2	-

Lors des brûlages d'entretien, il n'est plus possible de mener une conduite de feu par bandes montantes successives comme escompté. Le manque de continuité, à la fois dans la strate herbacée (du fait de la pression pastorale constante sur ce versant), et entre les jeunes touffes de genêt, ne permet pas une conduite régulière du feu. De plus, les jeunes touffes de genêt n'ont pas encore reconstitué la nécromasse très combustible présente dans les landes plus âgées. Les trois dernières interventions peuvent s'apparenter à celles que pratiquaient les bergers avant la déprise rurale. Il s'agit d'une pratique du feu de type *jardinage*, facile à mettre en œuvre : elle se déroule dans un milieu sécurisé car discontinu et globalement peu combustible. Dans ces conditions, une personne seule peut maintenir une parcelle à un très faible niveau de combustibilité, en ne traitant à chaque fois, et éventuellement en plusieurs passages par an, que le combustible disponible. Les brûlages dirigés d'entretien (1995, 1996 et 1997) sont donc de faible puissance.

L'embroussaillage

Le tableau 3 donne les phytovolumes mesurés en juillet 1996 et 1997 sur les différentes parcelles suivies.

Les parcelles 1, 6 et 7 permettent de suivre la dynamique naturelle des formations à genêt purgatif. Dans une première phase (parcelle 1), on observe un accroissement rapide en volume, de l'ordre de 500 m³/ha/an. Cet accroissement est tout de même relativement faible, compte tenu de la faible dynamique naturelle de ce type de milieu. Puis la croissance du genêt atteint un plateau au bout d'une quinzaine d'années (parcelle 6). Enfin une phase de sénescence succède à la précédente (parcelle 7), avec réouverture de la lande qui est ici accélérée par la forte pression pastorale récente. Ce stade de sénescence est concomitant d'un stade présylvatique avec l'envahissement progressif par les pins à crochet.

Tableau 3 : Phytovolumes (m³/ha)

Parcelles	1996	1997
1. Deux brûlages dirigés en 1990 et 1997 + pâturage	2851	238
2. Un brûlage dirigé en 1993 + pâturage	483	594
3. Incendie en 1994 + pâturage	206	459
4. Brûlage pastoral 1980 + 3 brûlages (1990, 1995 et 1996) + pâturage	235	324
5. Un brûlage dirigé en 1990 et incendie en 1994 + pâturage	10	1
6. Un brûlage pastoral 1980 + pâturage	6103	6253
7. Témoin (pas d'intervention depuis 1940 sauf pâturage)	8786	7150

Le brûlage dirigé de 1997, même par tâches, réduit de façon spectaculaire l'embroussaillage de la parcelle 1.

Le pourcentage de sol nu

Cet indicateur reflète le degré d'exposition du sol aux risques d'érosion.

Les pourcentages de sol nu les plus élevés se rencontrent sur les parcelles 3 et 5 incendiées en août 1994 (tabl.4). La parcelle 3 qui n'avait pas été traitée préalablement par le brûlage dirigé avant l'incendie est en voie de cicatrization, mais a encore un fort pourcentage de sol nu (45 %), trois saisons de végétation après l'incendie. Cinq mois seulement après le brûlage dirigé d'entretien de 1997 (parcelle 1), le pourcentage de sol nu n'est que de 12 %. Les faibles pourcentages de sol nu de la parcelle 4 en 1996 et 1997 montrent que la fréquence du feu n'augmente pas le pourcentage de sol nu, pourvu que les brûlages soient de faible intensité.

Tableau 4 : Pourcentage de sol nu (%)

Parcelles	1996	1997
1. Deux brûlages dirigés en 1990 et 1997 + pâturage	0	12
2. Un brûlage dirigé en 1993 + pâturage	15	8
3. Incendie en 1994 + pâturage	73	45
4. Brûlage pastoral 1980 + 3 brûlages (1990, 1995 et 1996) + pâturage	8	6
5. Un brûlage dirigé en 1990 et incendie en 1994 + pâturage	29	25
6. Un brûlage pastoral 1980 + pâturage	0	0
7. Témoin (pas d'intervention depuis 1940 sauf pâturage)	0	2

Le brûlage dirigé et l'incendie ont des conséquences très différentes sur le pourcentage de sol nu. Le brûlage dirigé, réalisé dans de bonnes conditions, réduit l'embroussaillage tout en préservant le tapis herbacé, alors que l'incendie supprime durablement toute repousse d'herbe. Les conséquences de l'incendie sont donc, de surcroît, défavorables aux objectifs de gestion pastorale du site. Le pourcentage de sol nu est un bon indicateur de l'intensité et de la sévérité du feu. Ces résultats illustrent bien la différence de magnitude entre l'incendie et le brûlage dirigé même répété.

La richesse floristique

Dans ces landes dominées par le genêt purgatif, l'essentiel de la richesse floristique est assurée par les espèces de la strate herbacée. Les espèces dominantes sont *Festuca rubra*, *Dactylis glomerata*, *Agrostis vulgaris*, *Phleum asperum*, *Achillea millefolium* et *Helianthemum vulgare*.

Les communautés de *Cytisus purgans* présentent des richesses floristiques assez élevées (tabl.5). L'ouverture partielle de landes anciennes de genêt purgatif par une forte pression pastorale augmente la richesse floristique en permettant l'installation de plantes annuelles (parcelle 7). La répétition de deux fortes perturbations, un brûlage dirigé

d'ouverture et un incendie (parcelle 5), se traduit par une forte baisse de la richesse floristique qui ne se reconstitue que lentement : trois saisons de végétation après l'incendie, la richesse floristique n'est que de 35. En revanche, trois saisons de végétation après l'incendie de 1994, toutes les espèces végétales des parcelles voisines ont de nouveau recolonisé la parcelle 3. Cette bonne richesse floristique est obtenue malgré un fort pourcentage de sol nu, car les touffes d'herbe sont très clairsemées, le recouvrement herbacé n'étant que de 34 %.

La richesse floristique ne permet pas de discriminer le brûlage dirigé de l'incendie.

Tableau 5 : La richesse floristique

Parcelles	1996	1997
1. Deux brûlages dirigés en 1990 et 1997 + pâturage	49	52
2. Un brûlage dirigé en 1993 + pâturage	47	49
3. Incendie en 1994 + pâturage	42	47
4. Brûlage pastoral 1980 + 3 brûlages (1990, 1995 et 1996) + pâturage	50	58
5. Un brûlage dirigé en 1990 et incendie en 1994 + pâturage	25	35
6. Un brûlage pastoral 1980 + pâturage	50	52
7. Témoin (pas d'intervention depuis 1940 sauf pâturage)	38	44

La valeur pastorale

La parcelle 3, incendiée en 1994, a toujours une valeur pastorale particulièrement faible (tabl.6), même si la richesse floristique est maintenant rétablie. En effet, les meilleures Graminées pastorales ont un plateau de tallage superficiel (fléoles et dactyles) et sont donc sensibles au feu. Les moins bonnes Graminées ont un rhizome traçant plus profond (agrostide et fétuque rouge) et résistent au passage du feu (Métailié, 1981).

La meilleure séquence technique sur le critère de la valeur pastorale est celle de la parcelle 4 qui combine des brûlages fréquents mais de faibles intensités et une forte pression pastorale. Cette séquence technique permet la pleine valorisation des potentialités pastorales du site, par suppressions répétées de la concurrence arbustive.

Tableau 6 : La valeur pastorale (note sur 100)

Parcelles	1996	1997
1. Deux brûlages dirigés en 1990 et 1997 + pâturage	34	40
2. Un brûlage dirigé en 1993 + pâturage	34	34
3. Incendie en 1994 + pâturage	3	3
4. Brûlage pastoral 1980 + 3 brûlages (1990, 1995 et 1996) + pâturage	50	54
5. Un brûlage dirigé en 1990 et incendie en 1994 + pâturage	27	35
6. Un brûlage pastoral 1980 + pâturage	18	9
7. Témoin (pas d'intervention depuis 1940 sauf pâturage)	34	36

La valeur pastorale semble être un bon indicateur de la sévérité des perturbations subies par ce type de milieu, et discrimine bien les effets des brûlages dirigés périodiques et de ceux de l'incendie.

CONCLUSIONS

Outre le phytovolume arbustif, déjà proposé par de nombreux travaux pour évaluer la combustibilité des formations végétales (Étienne & Legrand, 1994), cette étude a permis d'identifier deux indicateurs intéressants de l'évolution de ce type de milieu :

- la **valeur pastorale** permet d'évaluer l'adéquation entre les potentialités du milieu et l'objectif de gestion qui lui est assigné ;
- le **pourcentage de sol nu** caractérise le risque d'érosion des sols et de pertes de fertilité induites.

Ces indicateurs sont des outils de diagnostic de la pertinence des séquences techniques appliquées par le gestionnaire ou de la sévérité des perturbations accidentelles subies par le milieu.

Cette étude confirme les résultats d'autres travaux qui montrent que l'itinéraire le mieux adapté au double objectif de gestion pastorale et de prévention active des incendies, passe ici par des séquences techniques combinant brûlages dirigés périodiques et pâturage (Buffière *et al.*, 1995 ; Faerber, 1995 ; Lambert & Parmain, 1990 ; Rigolot, 1997). Le milieu est d'abord ouvert par un premier brûlage d'autant plus puissant que le site est abandonné depuis longtemps. La gestion pastorale réinvestit la zone et contribue à son entretien extensif. Le brûlage d'ouverture ayant été relativement sévère, un temps de reconstitution du milieu de quelques années doit être assuré. Un second brûlage d'entretien est à réaliser trois ans après l'ouverture si l'on souhaite minimiser le risque d'incendie, ou 5 à 6 ans après, avec un risque d'incendie plus élevé.

Une fois assurée la phase de réouverture du milieu, on peut opter, soit pour des brûlages *en plein* assez espacés dans le temps en conservant un aléa incendie non nul, mais peu dommageable, soit pour une gestion par le feu très serrée de type *jardinage*, avec des passages touffe à touffe pratiquement chaque année qui maintiennent au plus bas l'aléa incendie. Pour trancher entre ces deux options, et préciser le cas échéant l'intervalle de repasse en brûlage dirigé le plus adéquat, il convient de suivre ce site durant le nombre d'années nécessaire en confrontant ces deux types de régime de feu.

La non-intervention conduit progressivement à la fermeture du milieu et à un arrêt complet de toute pratique pastorale. Ce scénario de vieillissement mène à un stade présylvatique. Le pâturage par les cervidés s'est substitué au pâturage ovin qui a décliné au milieu du siècle, mais n'offre pas une pression de prélèvement susceptible d'avoir des effets significatifs sur le milieu. Le milieu tend à s'homogénéiser structurellement et sa diversité floristique diminue. La combustibilité de la formation végétale augmente de façon concomitante.

L'incendie constitue le scénario catastrophe du point de vue tant écologique que pastoral. Deux ans après cette perturbation, le sol est nu à 70 % et l'appétence du milieu est nulle.

Remerciements

Cette étude a été financée par le ministère de l'Environnement et de l'Aménagement du Territoire, direction de la prévention des pollutions et des risques, sous-direction de la prévention des risques majeurs.

Références

- Braun-Blanquet (J.).** *Plant Sociology*, New York, Mc Graw Hill Book, 1932, 439 p.
- Buffière (D.), Faerber (J.), Le Caro (P.), Métaillé (J.P.).** « Des « écobuages » aux feux dirigés dans les Pyrénées centrales et occidentales », *Revue d'Analyse Spatiale Quantitative et Appliquée* n° 32, 1995, p. 103-110.
- Daget (P.), Poissonet (J.).** « Une méthode d'analyse phytologique des prairies. Critères d'application », *Annales Agronomiques*, n° 22(I), 1971a, p. 5-41.
- Daget (P.), Poissonet (J.).** « Un procédé d'estimation de la valeur pastorale des pâturages », *Fourrages* n° 49, 1971b, p. 31-40.
- Dorée (A.).** *Flore pastorale de montagne*, Cemagref, 1995, 207p.
- Étienne (M.), Legrand (C.).** « A non-destructive method to estimate shrubland biomass and combustibility », 2nd *International Conference on Forest Fire Research*, 21-24 November 1994, Coimbra, Portugal, B25 (I), 1994, p. 425-434.
- Faerber (J.).** *Le feu contre la friche. Dynamiques des milieux, maîtrise du feu et gestion de l'environnement dans les Pyrénées centrales et occidentales*. Thèse de Doctorat géographie et aménagement, université Toulouse-Le Mirail, 1995, 363 p.+annexes.
- Fridlender (A.).** *De l'étude systématique des genêts à la compréhension des landes à genêts. Approche méthodologique pour une étude des feux pastoraux dans les landes à genêts*. DEA géographie, université Toulouse-Le Mirail, 1991, 124p.
- Godron (M.).** « Quelques applications de la notion de fréquence en écologie végétale », *Oecologia Plantarum*, n° 3, 1968, p. 185-212.
- Jouglet (J.P.), Bornard (A.), Dubost (M.).** *Éléments du pastoralisme montagnard*. Cemagref, Études (Montagnes 3), 1992, 165p.
- Lambert (B.), Parmain (V.).** « Les brûlages dirigés dans les Pyrénées-Orientales. De la régénération des pâturages d'altitude à la protection des forêts », *Revue Forestière Française*, n° 42, 1990, p. 141-155.
- Lemée (G.).** *Précis de biogéographie*, Masson, Paris, 1967, 538p.
- Métaillé (J.P.).** *Le feu pastoral dans les Pyrénées centrales (Barousse, Oueil, Larboust)*. CNRS, 1981, 294p.
- Rigolot (É.).** *Étude sur la caractérisation des effets causés aux écosystèmes forestiers méditerranéens par les brûlages dirigés et répétés. Exercice 1996. Rapport final*. Ministère de l'Environnement, 1997, 37p.+ annexes.
- Rigolot (É.), Gaulier (A.), Vauché (D.), Guarnieri (F.).** « Toward a Prescribed Burning Decision Support System for the French Mediterranean Region », *13th Conference on Fire and Meteorology: International Perspectives on Landscape Fire*. October 27- October 31, 1996, Cumberland Conference Center, Lorne, Australia.

Landes atlantico-montagnardes : Rôle du feu et possibilités de gestion par brûlage dirigé en moyenne montagne pyrénéenne

Johanna Faerber

GEODE, UMR 5602 CNRS, université de Toulouse II, 5 allée A. Machado, 31057 Toulouse
Fax. 05 61 50 42 75, <faerber@univ-perp.fr>

INTRODUCTION

Dans les Pyrénées centrales, la gestion des zones intermédiaires est aujourd'hui le facteur clé d'un aménagement paysager et pastoral. À proximité immédiate des villages, ces landes de moyenne montagne se composent de deux milieux nettement différents en ce qui concerne leur origine : d'un côté, les anciennes terrasses de culture, de statut foncier privé, abandonnées en général au cours de la première moitié de notre siècle. De l'autre côté, les zones intermédiaires *classiques*, anciens pacages communaux de mi-saison. Situés le plus souvent entre 800 et 1 600 m d'altitude, les deux types de milieu sont colonisés aujourd'hui par le même type de végétation : la sarothamnaie, lande à *Pteridium aquilinum*¹ et/ou *Cytisus scoparius*², peuplement de dégradation ou de succession progressive de la série du hêtre.

Proches ou même identiques dans leur composition floristique, l'origine différente des landes se traduit surtout par la vigueur de leur strate à genêt et/ou à fougère : sur les sols épais et fertiles des anciennes terrasses de cultures, les genêts peuvent former des peuplements impénétrables, et la fougère atteint couramment des densités supérieures à 40 crosses par m² et une hauteur avoisinant 1,80 m. Par suite, la strate herbacée y est en général nettement plus faible, n'atteignant que 10 à 20 % de recouvrement et constituée le plus souvent par des espèces supportant bien l'ombrage (*Holcus mollis*). Toutefois, ces différences dans le détail se traduisent par une réponse identique des deux types de landes aux mesures de gestion et notamment au feu ; elles peuvent donc être considérées de ce point de vue comme une seule unité.

Dans le système pastoral traditionnel, les zones intermédiaires furent des surfaces essentielles dans le circuit du bétail. Fortement exploitées, leur entretien ne posait pas vraiment de problèmes. Les brûlages périodiques, nécessaires pour éliminer les ligneux, empêcher l'accumulation d'une couche épaisse de fougère et favoriser la croissance des herbacées, étaient réalisés par une communauté rurale riche en main-d'œuvre. La proximité des forêts induisait localement des tensions avec les forestiers sans pour autant conduire à de véritables conflits.

Aujourd'hui, la situation est fondamentalement différente. D'un côté, l'abandon des terrasses de cultures a conduit à une augmentation considérable des superficies disponibles pour le pacage de mi-saison. D'un autre côté, le cheptel a fortement diminué au niveau local. Enfin, des modifications du circuit pastoral incluant un séjour prolongé au siège de l'exploitation (agnelage au printemps...), et une montée parfois directe sur les estives d'été, ont

¹ La fougère aigle, que nous nommerons simplement fougère.

² Le sarothamne ou genêt à balais, que nous appellerons simplement genêt.

réduit la durée du pâturage dans les zones intermédiaires. Il en résulte que des zones sensiblement plus grandes sont parcourues aujourd'hui par un cheptel moins nombreux pendant une période plus courte, ce qui ne pouvait avoir comme résultat qu'un enrichissement prononcé.

Parallèlement, des questions de concurrence dans l'utilisation de l'espace qui se sont cristallisées autour de la politique de l'administration forestière (notamment des reboisements RTM et FFN¹) ont créé au cours des décennies un climat de méfiance entre les principaux acteurs en montagne et conduit à un alourdissement de la réglementation du feu — avec pour seul résultat une dérive des brûlages vers la clandestinité et un nouveau renforcement des réglementations (voir article de J.P. Métailié dans ce volume).



**Le site expérimental de Goulier, trois ans après le brûlage, juillet 1994.
Au premier plan, régénération de la lande à fougère et genêt. En arrière plan, transformation de la
lande à fougère et genêt en broussaille de genêt par brûlage puis *défougerisation* chimique.**

Ainsi, on se retrouve aujourd'hui confronté à un double problème : à la difficulté de gérer les zones intermédiaires enrichies, de sauvegarder des éléments d'un paysage traditionnel et de maintenir leur intérêt pastoral, s'ajoute le problème des feux non contrôlés, particulièrement dangereux à cause de la phytomasse importante de ces zones et de la proximité de forêts et de bâtiments. Il semble évident que ce deuxième problème ne pourra être résolu sans trouver une solution au premier, éliminant ainsi toute motivation d'une mise à feu clandestine.

SITES D'ÉTUDE ET MÉTHODES

Le présent article résume les résultats des recherches menées à différentes échelles depuis 1989 et visant à étudier les possibilités d'une gestion des zones intermédiaires par le brûlage dirigé, et notamment l'impact du feu sur la végétation. Il s'appuie sur des relevés effectués périodiquement avant et après des brûlages dirigés hivernaux sur quatre sites situés en Ariège (Goulier : 1 250-1 400m, Ascou : 1 400-1 550m) et dans les Hautes-Pyrénées (Arbest/Les Angles : 600 m, Soum del Mont/Pibeste : 800 m), ainsi que sur des multiples observations effectuées sur des versants

¹ Restauration des terrains de montagne ; Fonds forestier national.

parcourus par des feux non contrôlés. L'impact du feu sur la végétation a été étudié en termes de composition floristique, évolution physionomique et valeur pastorale. Des inventaires qualitatifs (relevés floristiques selon la méthode *classique* de l'école zuricho-montpelliéraine) ont été combinés avec des analyses quantitatives réalisées sur des lignes permanentes de 10 m de longueur et de 100 points de lecture, permettant d'évaluer l'évolution de la valeur pastorale des landes incinérées.



État initial. Lande monospécifique à genêt à balai. Parcelle Ascou 2, janvier 1992.

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Impact du feu sur la diversité floristique

L'analyse de l'impact du feu sur la végétation montre que sur le long terme le brûlage ne provoque pas de modifications notables de la composition floristique : la régénération de la lande se fait à partir des espèces déjà présentes à l'état initial. Les quelques *disparitions* enregistrées sur certaines parcelles ne concernent que des espèces qui n'étaient présentes avant le feu que sous forme d'un ou deux individus ; en général, ces espèces persistent à proximité de la surface relevée.

Ce constat est d'autant plus remarquable qu'il ne concerne pas seulement les surfaces pastorales traditionnelles mais aussi des landes sur d'anciennes terrasses de culture qui n'avaient jamais été brûlées depuis l'abandon de l'agriculture et leur recolonisation par la sarothamnaie. Toutefois, il faut remarquer que les landes à fougère et genêt sont en général floristiquement très pauvres, ne comportant souvent pas plus de 30 espèces.

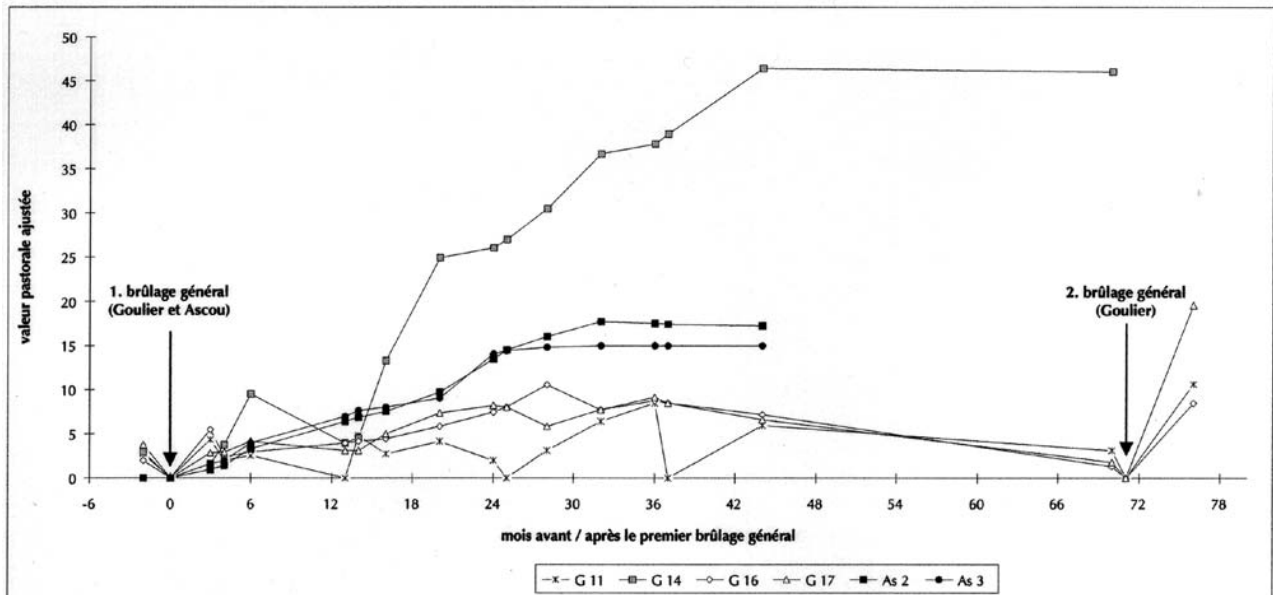
Cependant, s'il n'y a que peu de modifications de la composition floristique, le feu entraîne parfois des variations considérables de l'abondance de certains taxons. Il est à noter que les modifications les plus importantes se produisent dans les landes monospécifiques denses à *Cytisus scoparius* : c'est dans ces peuplements que les conditions de croissance (luminosité, concurrence interspécifique...) sont les plus profondément modifiées par le feu. Ainsi, on a constaté sur plusieurs parcelles expérimentales une progression sensible par germination et par multiplication végétative de *Rumex acetosella*, *Linaria repens*, *Teucrium scorodonia*, *Centaurea nigra*, *Clinopodium vulgare*, *Viola*

arvensis et *Viola cornuta*. Toutefois, ces progressions restent limitées dans le temps : quatre années après le feu, les fréquences spécifiques se rapprochent des valeurs initiales. Dans les landes à fougère, physionomiquement peu ou pas influencées par les brûlages, les variations sont en général beaucoup plus faibles.

Il est à noter que le feu peut entraîner indirectement un enrichissement de la flore. En effet, le brûlage se traduit toujours par une ouverture du milieu, par la disparition de la couche de fougère morte et par la destruction des ligneux. Fréquemment, le brûlage est à l'origine d'une réutilisation d'un espace qui était perdu pour le pastoralisme depuis des décennies. Dans ce cas, le passage du bétail consécutif aux brûlages peut alors introduire des nouvelles espèces, notamment des Légumineuses comme *Trifolium repens*, *T. pratense*, *T. arvense* ou encore *Lotus corniculatus*. Ainsi, sur la plupart des parcelles étudiées, la richesse floristique est, deux et trois ans après le feu, légèrement supérieure aux valeurs initiales.

Impact du feu sur la valeur pastorale

Dans les landes à genêt et à fougère, l'impact du feu sur la valeur pastorale s'apprécie à trois niveaux bien distincts.



Évolution de la valeur pastorale ajustée¹ des landes à *Pteridium aquilinum* et *Cytisus scoparius*

Légende

* Landes mixtes à fougère et genêt :

G11 : brûlage en 1991, 1992, 1993, 1994 et 1997 ;

G14 : brûlage en 1991, défougerisation 6 mois après brûlage et fort piétinement ;

G16 et G17 : brûlage en 1991 et défougerisation 26 mois après brûlage ; deuxième brûlage en 1997 ;

* Landes à genêt :

As2 et As3 : brûlage en 1992 et pression pastorale moyenne

D'abord, le feu améliore d'une façon globale les conditions de croissance des herbacées, en éliminant la couche épaisse de fougère morte et en réduisant temporairement la couverture de la strate ligneuse. Ce fait se traduit par une augmentation du nombre de plantes fourragères sur la quasi-totalité des parcelles observées. L'ampleur du phénomène est très variable, la progression s'échelonnant entre 10 et 100 %. En général, la progression est d'autant plus importante que le recouvrement initial était faible : dans le cas extrême d'une lande dense à fougère avec une fréquence initiale de plantes fourragères entre 1 et 10 (sur 100 contacts), les valeurs après le feu s'élèvent à 30 à 100 contacts, soit plus de 10 fois les valeurs initiales. Notons que la progression peut varier d'une espèce à l'autre, mais ces différences aléatoires ne semblent pas traduire une tolérance plus ou moins prononcée des différentes espèces

¹ La valeur pastorale ajustée est calculée à partir de la formule classique initiée par Daget et préconisée par le CEMAGREF de Grenoble, ajustée par un coefficient de recouvrement et un coefficient d'accessibilité.

au feu. Aucune Graminée n'est systématiquement favorisée ou défavorisée par le feu.

Le feu n'augmente pas seulement la fréquence des plantes fourragères, il les rend aussi plus accessibles pour le bétail.

En effet, dans les landes à *Cytisus scoparius*, le faible intérêt pastoral des peuplements âgés s'explique surtout par la densité des landes qui les rend impénétrables pour le bétail. L'importance primordiale du feu consiste alors dans la destruction des genêts, objectif réalisé progressivement dans les trois années suivant le feu avec la désintégration des branches mortes de genêt. En général, les parcelles jadis impénétrables sont fréquentées par le bétail dès le premier été ou automne suivant le feu ; trois ans après le brûlage, environ 85 % de la surface des parcelles est accessible pour le bétail.

Dans les landes mixtes à fougère et genêt, l'impact du feu est moins visible : la fougère, entièrement souterraine au moment du brûlage, n'est nullement affectée par le feu, et les peuplements de régénération sont physiologiquement assez semblables aux peuplements initiaux dès l'été suivant. L'impact du feu se traduit essentiellement par une réduction de la quantité de litière. Cette réduction persiste plusieurs années dans le cas des landes à forte accumulation de litière à l'état initial : 3 années après le feu, les prélèvements ne chiffrent la phytomasse aérienne à Goulier qu'à 11 à 13,5 tonnes par hectare, tandis que les valeurs avaient atteint 16 à 18 t/ha à l'état initial. Un brûlage annuel maintient la phytomasse de la litière à des valeurs voisines de 7 à 8 t/ha.

Outre la progression des espèces fourragères déjà évoquée, la réduction de la litière améliore l'accessibilité du potentiel fourrager au printemps : en effet, le bétail refuse en général de rechercher le fourrage entre les frondes sèches et les tiges coupantes de la fougère morte, surtout si elles n'ont pas été complètement aplaties par la neige.

Enfin, l'intérêt pastoral des surfaces incinérées s'explique aussi par l'appétibilité des jeunes pousses de Graminées pour le bétail : le bétail recherche activement les surfaces fraîchement brûlées. Cet effet est particulièrement prononcé si le brûlage ne concerne que des superficies réduites (parcelles expérimentales de quelques centaines de m²), et s'il s'agit d'espèces à limbes durs à l'état adulte (surtout *Brachypodium pinnatum*, mais aussi *Molinia caerulea*). L'influence de l'appétibilité sur l'intérêt pastoral des landes étant difficile à chiffrer, elle n'a été prise en compte que pour les deux espèces indiquées, via une modulation de l'indice de qualité fourragère (0,5 pour les limbes durs, 1,5 pour les feuilles fraîchement poussées).

Compte tenu de ces trois phénomènes, la valeur pastorale augmente sur toutes les parcelles étudiées dans les années suivant le feu. Toutefois, l'ampleur de cette progression varie fortement en fonction du type de lande. Dans les landes à fougère, la valeur pastorale se situe, deux ans après le feu, autour de 5 à 10 points (contre 1 à 4 points à l'état initial). Seules les parcelles ayant subi après le feu une *défougérisation* chimique et une forte pression pastorale évoluent plus favorablement et peuvent même être durablement transformées en prairies.

Dans les landes monospécifiques à genêt, 2 années après le feu, la valeur pastorale avoisine 15 points, contre 0 à l'état initial (lande impénétrable).

Le plus souvent, l'augmentation de la valeur pastorale reste limitée dans le temps : la valeur pastorale baisse 3 à 5 ans après le brûlage, si l'effet bénéfique du feu n'est pas complété par une pression pastorale forte ou renouvelée par un nouveau brûlage. Dans ce cas, la litière de fougère s'accumule à nouveau, et les genêts recolonisent l'espace, leur germination étant favorisée par le feu.

Impact du feu sur la diversité paysagère

Le rôle du feu dans la stabilité des zones intermédiaires est indéniable. En effet, les landes à fougère et à genêt sont en situation de transition entre les zones exploitées (champs, prés de fauche ou pâturages) et la forêt : leur boisement est prévisible à moyen terme, s'il n'y a pas d'entretien, qu'il soit mécanique, chimique ou par le feu. La vitesse

de transformation dépend fortement de la présence ou non d'espèces colonisatrices à proximité des parcelles. Sur les surfaces ouvertes, bas vacants ou anciennes terrasses de culture sans présence de haies, la lande manifeste une relative stabilité, pouvant perdurer dans certains cas une centaine d'années. En présence de haies, constituées le plus souvent de frênes, le passage des champs ou prairies à la friche boisée peut se faire en 20-40 ans seulement, ne laissant même parfois guère le temps à la sarothamniaie d'envahir les parcelles abandonnées. C'est ainsi que des villages entiers se retrouvent aujourd'hui « enfermés » par une ceinture de bois, et les possibilités d'une mise en valeur touristique du patrimoine s'évanouissent avec la disparition de paysages traditionnels.

CONCLUSION

Les études menées montrent que le feu peut contribuer au maintien de la diversité des zones de moyenne montagne à deux niveaux :

- à l'échelle parcellaire, le feu n'entraîne directement que de très faibles modifications de la diversité floristique, mais l'ouverture du parcours peut se traduire par un enrichissement de la flore par le bétail ;
- à l'échelle du versant ou des vallées, des brûlages réguliers ou même occasionnels maintiennent l'espace ouvert en stabilisant à long terme les peuplements végétaux des landes. Le type de lande dépend fortement du cycle du feu : des brûlages fréquents (tous les 2-4 ans environ) favorisent la fougère et éliminent à moyen terme le genêt, tandis que des brûlages occasionnels ont tendance à faire progresser la fréquence des genêts. Si l'emploi du feu est contrôlé, une mosaïque de différents types de zones ouvertes et de bois peut être créée. Ainsi, les brûlages dirigés vont dans le sens d'une préservation de la diversité traditionnelle du milieu.

Pour le pastoraliste, le feu — solution efficace, rapide et peu coûteuse — reste le seul moyen de gestion praticable sur les vastes surfaces en montagne pyrénéenne. Toutefois, si la valeur pastorale augmente sur toutes les parcelles expérimentales après le brûlage, l'amélioration reste toujours limitée dans le temps. Il est ainsi clair que l'outil feu n'apportera pas de solution exclusive et définitive au problème de gestion des zones intermédiaires. Les brûlages doivent être complétés par d'autres modalités de gestion (débroussaillage mécanique ou chimique, fertilisation et chaulage, installation de parcs...). Ils doivent être conduits selon des règles strictes, en concertation avec tous les acteurs concernés, afin d'éviter des dégradations des bois en soulane et afin d'optimiser les résultats au niveau tant paysager que pastoral.



Régénération d'une lande-pelouse à brachypode parcourue par un feu puissant (premier été après le feu). Arties, Vicdessos (Ariège), juillet 1991.

Bibliographie

- Buffière (D.), Faerber (J.), Le Caro (P.), Métaillé (J.P.).** « Des « écobuages » aux feux dirigés dans les Pyrénées centrales et occidentales. Évolution et rôle actuels de la pratique du débroussaillage par le feu », *Analyse spatiale quantitative et appliquée* n° 32, 1992, p.103-110.
- Cozic (P.).** « Une méthode de diagnostic pastoral : de la composition de la végétation à la charge animale à préconiser », *Compte-rendu de recherche* n° 211, FAO-CEMAGREF, 1987.
- Faerber (J.).** *Le feu contre la friche. Dynamiques des milieux, maîtrise du feu et gestion de l'environnement dans les Pyrénées centrales et occidentales.* Thèse de doctorat en géographie, univ. Toulouse II, 1995.
- Forgeard (F.).** *Les incendies dans les landes bretonnes. Caractéristiques et conséquences sur la végétation et le sol.* Thèse de doctorat d'État, Rennes, 1987.
- Métaillé (J.P.), Buffière (D.), Faerber (J.), Le Caro (P.).** « Local comitees of prescribed burning and rangeland management in the Central French Pyrenees », *Vth International Rangeland Congress « Rangelands in a Sustainable Biosphere »*, Salt Lake City, 23-28/07/1995.
- Métaillé (J.P.).** *Le feu pastoral dans les Pyrénées Centrales.* CNRS, Toulouse, 1981.
- Rémond (A.).** *La gestion des feux pastoraux en basse montagne : première approche des impacts sur la végétation et recherche d'une méthode d'estimation des risques de propagation appliquée en Soule.* Maîtrise d'aménagement du territoire, univ. de Pau et des Pays de l'Adour, 1994, 101 p.
- Ribeyreix (C.).** *La soulane d'Ascou (Pyrénées ariégeoises). Contribution à l'étude de l'impact des feux courants sur les sols de lande pastorale.* Maîtrise de Géographie, univ. Toulouse II, 1992, 84 p.

LE FEU ET LE PÂTURAGE, DES OUTILS DE LA PFCI



Var. Brûlage dirigé et pâturage bovin. Ramatuelle, presqu'île de Saint-Tropez (Var).

La dent de l'animal et la langue du feu

Une gestion pyro-pastorale en préparation à la lutte contre les incendies de forêt dans la presqu'île de Saint-Tropez

François Binggeli

Espaces méditerranéens, Les Bayles, 83670 Fox-Amphoux

Autrefois, le bétail et le *petit feu* étaient les principaux outils de nettoyage des pinèdes, suberaies et châtaigneraies dans le massif des Maures, dans le Var. Les événements économiques, sociologiques et institutionnels les ont progressivement marginalisés. Un Plan intercommunal de débroussaillage et d'aménagement forestier (PIDAF), mis en œuvre par le Syndicat intercommunal à vocations multiples (SIVOM) du pays des Maures et du golfe de Saint-Tropez, a permis la mise en place de transhumances hivernales et la réhabilitation du feu.

Le pâturage contrôlé et le brûlage dirigé sont donc à nouveau utilisés comme éléments structurants dans l'aménagement d'un espace forestier très sensible aux incendies. L'illustration la plus complète est fournie par le programme intégré *pyro-pastoral* engagé à Ramatuelle, au cœur de la presqu'île de Saint-Tropez.

PAYSAGE ET PERSONNES EN DANGER

Site prestigieux du littoral méditerranéen, l'environnement forestier de Ramatuelle est sans valeur forestière négociable, mais revêt une valeur affective et paysagère considérable pour les résidents comme pour les visiteurs. Quant à ses richesses écologiques, elles sont en partie oubliées, comme les îlots de châtaignier à fruit qui surplombent le village, mémoire vivante d'une ruralité rapidement métamorphosée. Dans les années soixante en effet, on y confectonnait encore le fagot de bruyère que le boulanger troquait contre une brioche. Et on y pratiquait toujours le porte-à-porte pour livrer le lait frais : il y avait des vaches aux portes de Saint-Tropez !

La carte des sinistres qui, ces trente dernières années, ont ravagé les forêts côtières non encore urbanisées de Toulon à Cannes nous montre que la presqu'île de Saint-Tropez est le seul secteur à ne pas — pas encore... — avoir été frappée par une destruction massive. Statistiquement et logiquement, si le pire n'est pas certain, un sinistre majeur est fortement probable, à l'image de l'incendie qui parcourut toute la presqu'île après guerre. Mais vu l'extension depuis lors des zones habitées, il est à craindre que l'histoire ne se répète pas à l'identique, en termes de bilan financier et humain.

Très accidenté, l'environnement de Ramatuelle est certes protégé par les nombreux pare-feu installés et gérés par le SIVOM, en crêtes et en interface entre forêt et village. La baie de Saint-Tropez toute proche est une aire d'écopage idéale pour les Canadair. Mais ni les équipements préventifs — modestes au regard de l'environnement énergétique —, ni les forces de lutte — à la marge de manœuvre limitée en cas de sinistres multiples —, n'offrent de garanties suffisantes en cas d'incendie, compte tenu des nombreuses maisons à protéger de part et d'autre du massif et de la très forte fréquentation estivale. Commune rurale de 2 000 habitants, Ramatuelle devient station estivale avec des pointes de 35 à 40 000 personnes qu'il faudra mettre en sécurité.

UNE SYNERGIE DANS LE TEMPS ENTRE L'ANIMAL ET LE FEU

Après cinq ans d'expérimentations, nous avons mis au point une alternative faite de techniques douces et peu onéreuses. Utilisées dès 1994 comme un art et une science, elles ont permis en deux ans de désamorcer cette bombe à retardement, en aidant cet espace naturel à retrouver ses capacités d'autodéfense.

La gestion entreprise est de nature extensive pour comprimer les coûts. Elle repose sur une synergie d'interventions échelonnées dans le temps, en sept phases :

1. **Le pâturage d'ouverture.** Des génisses des Alpes du Nord viennent hiverner sur la côte varoise de mi-janvier à mi-mai, en transhumance inverse. Installées en forêt dans des parcs électrifiés de forme rectangulaire placés en aval les uns des autres, elles consomment la ressource cellulosique — herbes et jeunes rameaux — tout en défonçant le sous-bois et en piétinant méthodiquement les arbrisseaux, les bois morts et la litière, à la recherche gourmande de feuilles de lierre ou de garance. Sur 100 ha, avec une charge moyenne de 1,5 têtes/ha, elles y créent une multitude de sentiers et de layons en courbes de niveau.

2. **Le brûlage d'ouverture.** Ce micro-cloisonnement du combustible ligneux — bois morts et broussailles en sève — par les vaches est aussitôt mis à profit pour conduire des brûlages dirigés par taches, d'octobre à mai, dans la plage autorisée par l'arrêté préfectoral. Car quand il n'y a plus rien pour nourrir l'animal, il y a encore de quoi alimenter le feu qui achève de *pâturer* le combustible indésirable. Mais l'humus est quant à lui préservé, car le brûlage forestier ne se pratique que sur un sol humide.

En bordure de routes et de pistes, un *rideau* paysager de végétation non brûlée est conservé à hauteur d'homme. À l'intérieur du peuplement, en jouant sur la température de l'air, l'hygrométrie et la vitesse du vent, on obtient la puissance de feu souhaitée pour chaque parcelle, par exemple pour embraser des broussailles, mais aussi pour provoquer une défoliation thermique définitive des branches basses. La base des houppiers est alors rehaussée de un à plusieurs mètres, selon l'intensité de feu choisie.

Sur le même principe que cet *élagage thermique*, on procède parfois à des *éclaircies thermiques* en dévitalisant le collet d'arbres dominés ou en surnombre, en particulier dans les châtaigniers, comme on le ferait avec une tronçonneuse. 60 ha ont ainsi été brûlés en deux ans, à raison de 2,2 journées de travail par ha.

3. **Le pâturage et le brûlage de lissage.** En deuxième année, au fur et à mesure d'une repasse par les animaux avec la même charge qu'initialement, mais dans des parcs plus grands qui s'étendent jusqu'aux maisons, un coup de torche est donné dans les poches où le feu initial ne s'est pas révélé assez puissant au regard de l'objectif assigné. Par ailleurs, les sources sont aménagées pour multiplier les points d'eau pour les animaux.

4. **Le broyage linéaire.** Le long des axes de circulation, le rideau de verdure et les *refus* de brûlage sont abattus ou broyés. Dans ce cas, le brûlage préalable facilite l'intervention des machines dans les fortes pentes et la sécurise sur les anciennes — et donc instables — terrasses de culture grâce à une meilleure visibilité pour les chauffeurs. Le périmètre dispose alors de pare-feu secondaires de sécurité qui créent un maillage entre les ouvrages principaux.

5. **Le pâturage d'entretien.** Après avoir sensiblement diminué la charge en combustibles dangereux, les animaux prélèvent chaque année les repousses herbacées et freinent le développement des rejets ligneux.

6. **Le brûlage d'entretien.** Les refus de pâturage et les accumulations excessives de litière sont ultérieurement incinérés par poches là où cela est nécessaire, selon un rythme propre à chaque faciès de végétation, par exemple après quatre ans pour les sites qui se salissent le plus rapidement.

7. **Le pâturage périphérique.** Des zones tampons de moindre intérêt DFCI ou paysager sont réservées pour y étendre le pâturage en période hivernale ou printanière de sécheresse.

La première année, les phases 1 et 2 d'ouverture par pâturage et brûlage en plein constituent l'investissement. Le milieu est alors quasiment bon au service pour la lutte contre l'incendie. Mais il présente encore quelques aspérités

esthétiques : sol noirci par taches, broussailles desséchées, feuilles roussies sur les branches basses.

La deuxième année, les étapes 3 et 4 avec *lissage* et broyage des *rideaux* sont une transition entre la finition ponctuelle d'ouverture et la mise en régime de croisière de son entretien annuel : le milieu achève sa métamorphose.

Les années ultérieures, les étapes 5 et 6 d'entretien représentent des opérations de routine liées au fonctionnement du projet.

UN OBJECTIF : L'EFFICACITÉ OPTIMISÉE DANS LA LUTTE

Dans ce travail de fond, la pose des clôtures à bétail et chaque *coup de torche* sont décidés de façon à aménager au mieux le terrain en fonction de différents scénarios de lutte. Quel que soit le cas de figure, les ruptures opérées dans la chaîne du combustible doivent pouvoir contrarier structurellement les différentes logiques d'un incendie qui attaquerait ce massif, en fonction de ses caractéristiques topographique, aérologique et écologique :

- **l'attaque sur pare-feu**, avec d'abord un ouvrage de qualité énergétique constante, tout en bénéficiant d'une réduction de la puissance de l'incendie débouchant de la zone d'appui qui se situe en aval de cet ouvrage ;
- **la gestion des sautes de feu** lors du transport aérien de particules incandescentes avec une forêt maintenant facilement pénétrable à 70-80 % ;
- **les largages aériens** avec une forte probabilité d'efficacité, les strates intermédiaires de végétation où couve habituellement le feu ayant été éliminées ;
- **les lignes d'attaques successives** en cas d'échec sur un ouvrage, avec possibilité de s'appuyer sur des pistes secondaires, voire des sentiers ;
- **les longs établissements de tuyaux** aisément et rapidement déployables pour pousser l'eau à l'intérieur du massif et attaquer ainsi les fronts secondaires et latéraux ;
- **le contre-feu**, le cas échéant, utilisable à faible énergie sur les pistes, voire même sur les sentiers et layons de pâturage ;
- **la protection des habitations**, avec un soin particulier apporté à la qualité de l'interface habitat/forêt ;
- **l'évacuation des estivants**, en particulier dans les campings et sur les caps, qui mobilisera les services de lutte en cas de très gros sinistre, laissant la forêt seule face au feu ;
- **l'autorésistance partielle des arbres** : s'il n'était pas possible d'attaquer le feu en forêt avec succès, il est escompté que la dynamique des flammes sera suffisamment cassée pour transformer une partie du brasier initial en un feu courant peu destructeur pour les arbres.

DE L'OBLIGATION DE MOYENS AU CHOIX DE RÉSULTATS

Concernant 60 ha brûlés et 100 ha pâturés, indépendamment de la structure foncière, ce travail a donc permis de mettre au point un outil peu onéreux de gestion énergétique de l'écosystème. Son utilisation à l'échelle d'un petit massif où le risque est extrême exige donc un choix fondamental, à l'image de celui proposé par la Sécurité routière. Le « boire ou conduire » devenant alors *subir l'incendie ou protéger à petit feu*. Avec patience et rigueur, sans attendre un drame majeur, écologique ou humain.

DERRIÈRE LES PLAGES ET LE RIDEAU DE FUMÉE DE RAMATUELLE... ARTICULATION DU PROGRAMME « BRÛLAGE DIRIGÉ » DANS LE MASSIF DES MAURES

L'opérateur

Le syndicat intercommunal à vocations multiples (SIVOM) du pays des Maures et du golfe de Saint-Tropez

avec le concours

d'Espaces Méditerranéens

et en partenariat scientifique

avec l'INRA, Unité de prévention des incendies d'Avignon

Milieu d'intervention

Périmètre : 11 communes qui couvrent 40 000 ha du massif forestier des Maures.

Peuplements : suberaies et maquis dominants, avec peuplements mixtes ou îlots de chêne blanc, chêne vert, châtaignier, pin maritime et pin pignon.

Utilisation du feu : en entretien et en ouverture.

Cadre : souvent en association de techniques : après ou avant broyage, dessouchage, coupe manuelle, phytocide, pâturage...

Travail : sur grandes coupures, zones d'appui aux ouvrages, interfaces urbanisées, plantations, et en plein massif.

Organisation opérationnelle

Moyens humains : une équipe légère et souple, disposant d'une grande capacité d'adaptation au terrain et aux circonstances avec :

- 1 responsable d'équipe ;
- 1 à 2 bûcherons ;
- 1 à 2 ouvriers forestiers polyvalents en renfort occasionnel.

Matériel : un véhicule léger d'appui (de type Landrover) avec :

- un poste de radio par personne ;
- le matériel usuel de brûlage forestier : râtaux, torches d'allumage et carburant, seaux-pompes dorsaux ;
- du petit matériel de forestage ;
- une pharmacie spécifique ;
- une réserve d'eau de 750 l et 70 m de tuyau.

Radio : réseau du SIVOM en lien avec les mairies et les centres de secours.

Bandes de sécurité : pistes, sentiers de randonnée et de chasse, layons des engins, du bétail et des sangliers, avec ratissages complémentaires.

Protection des arbres : grattage de sécurité des châtaigniers, pins maritimes enrésinés et chênes verts. Nettoyage ou utilisation du retardant (incolore) sur chêne-liège.

Extinction : travail à sec préféré, pour raison d'efficacité et de sécurité.

Période autorisée : du 15 octobre au 31 mai, avec de très fortes contraintes réglementaires du 15 mars à fin mai (arrêté préfectoral relatif à l'emploi du feu).

Front de feu : 50 m à 1 km.

Taille journalière des chantiers : 0,2 à 10 ha.

Rendement : 0,3 à 5 ha/personne/journée selon le milieu, la météo, les objectifs et l'état de fatigue.

Travail réalisé depuis 1989 : 300 brûlages dirigés.

Bibliographie

Binggeli (F.). « Devoir d'assistance à paysage en danger : mise en protection de Ramatuelle, programme pyro-pastoral », *Forêt Méditerranéenne*, t. XV, n° 3, 1994, p. 356-357.

Binggeli (F.). *Mise en protection de Ramatuelle : une gestion intégrée pyro-pastorale. Programme 1993-1995*. Rapport final SIVOM du pays des Maures et du golfe de Saint-Tropez, 1994, 24 p.

Binggeli (F.). « 10 ans de brûlage dirigé dans les forêts du massif des Maures », *Forêt Méditerranéenne*, t. XVIII, n° 3, 1997.

Binggeli (F.). « Élagage et éclaircie thermique en DFCI ». *Forêt Méditerranéenne*, t. XVIII, n° 3, 1997.

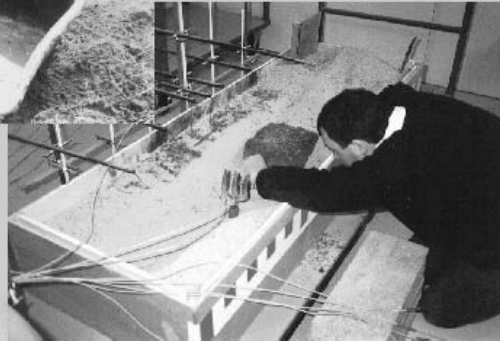
Mairie de Ramatuelle. « Devoir d'assistance à paysage en danger ». *Ramatuelle* (revue municipale), 1993, p. 8-9.

Mairie de Ramatuelle. « Massif forestier de Paillas : protection rapprochée ». *Ramatuelle* (revue municipale), 1994-1995, p. 14-15.

IMPACTS ÉCOLOGIQUES DES BRÛLAGES DIRIGÉS



Prélèvement de la motte sur le terrain.



Les thermocouples sont fichés dans la motte, qui est enterrée dans du sable, puis recouverte de litière.



La position des thermocouples est vérifiée après le brûlage.

Expérimentation INRA - équipe prévention des incendies de forêt

Feux expérimentaux. Étude des transferts thermiques dans le sol.

Les effets du brûlage dirigé sur le sol

Éric Rigolot

INRA, Unité de recherches forestières méditerranéennes, avenue A. Vivaldi, F-84000 Avignon

INTRODUCTION

La compréhension des effets du feu sur les sols des parcours et des forêts fournit les bases pour développer des prescriptions pour l'utilisation efficace du brûlage dirigé. Elle aide à déterminer les situations où les effets des incendies peuvent être minimisés par la pratique du brûlage dirigé.

Des effets catastrophiques des feux non contrôlés sur le sol sont fréquemment observés à la suite d'incendies. Mais certaines situations de brûlage ont des effets sur le sol moins dommageables que ceux des incendies. Il est nécessaire de les évaluer et de les comparer avec les autres techniques de contrôle du combustible. Brûler volatilise l'azote, un élément essentiel de la croissance des plantes ; pourtant, des brûlages périodiques d'intensités faibles ou modérées ont sans doute moins d'impact sur le sol qu'un seul incendie très sévère du fait d'une grande accumulation de combustible.

Le feu détruit la matière organique du sol ; la quantité ainsi que la localisation de la matière organique perdue dépendent de l'intensité du feu. En consommant la matière organique superficielle, le feu diminue la protection du sol minéral, volatilise l'azote en grande quantité et les autres éléments en quantité moindre, transforme les éléments les moins volatils en des formes solubles plus facilement assimilables par les plantes mais aussi plus facilement perdues par lessivage. L'échauffement du sol minéral altère les propriétés physiques, chimiques et biologiques liées à la matière organique du sol. Ces relations générales pourraient laisser penser que les effets du brûlage dirigé sur le sol sont prévisibles ; pourtant, bien au contraire, les effets rapportés dans la littérature sont éminemment variables. Ces variations sont dues à l'intensité du feu, aux températures atteintes, à la composition de la végétation et à sa quantité, à la teneur en eau du sol, et à bien d'autres facteurs pas toujours connus (Wells *et al.*, 1978).

Nous tentons ici de résumer les principales connaissances des effets du feu sur le sol en soulignant à chaque occasion celles qui s'appliquent particulièrement au brûlage dirigé.

TRANSFERTS DE CHALEUR DANS LE SOL (GILLON, 1990 ; GOMENDY, 1992)

Seulement 5 à 15 % de l'énergie libérée pendant la combustion est transmise au sol. De plus, la terre conduit mal la chaleur : la couche de sol concernée par un échauffement significatif n'excède pas 5 à 10 cm d'épaisseur.

Les facteurs contribuant à l'échauffement du sol sont nombreux. Le mode de conduite du feu n'aurait que peu d'influence sur le temps de résidence du feu. En revanche, la conduite à la recule¹ consomme plus profondément la couverture morte, et la conduite en montant la pente et/ou au vent génère des flammes plus longues, et consomme davantage de combustible aérien élevé. La conduite à la recule est donc celle des deux conduites qui chauffe le plus les couches superficielles de l'humus et du sol.

¹ Le feu à la recule est conduit en descendant la pente et/ou à contre vent (voir article de Binggeli au début de ce volume).

La litière et l'humus ont des rôles fondamentaux puisqu'ils peuvent être, selon leur épaisseur, leur structure et leur teneur en eau, soit combustibles et contribuer alors à l'échauffement du sol, soit au contraire isolants. Des conditions de brûlage telles que seule la partie supérieure de ces couches se consume et que la partie inférieure protège les couches superficielles du sol sont à rechercher systématiquement.

La texture, la structure et l'état hydrique du sol dans lequel la chaleur se propage sont aussi des paramètres importants à prendre en compte. L'onde de chaleur qui descend verticalement dans un sol humide crée un mouvement ascendant de vapeur d'eau qui complexifie la modélisation des transferts thermiques dans les conditions naturelles. Bien que meilleur conducteur qu'un sol sec, un sol humide s'échauffe moins facilement car sa masse volumique est supérieure et la vaporisation de l'eau consomme de l'énergie.

Il ressort de la littérature que les effets du feu sur le sol sont essentiellement conditionnés par des seuils de température. Il importe donc de connaître les températures couramment obtenues lors de brûlages dirigés réalisés dans les écosystèmes méditerranéens.

Lors des *brûlages dirigés* expérimentaux réalisés par l'unité de recherche, les températures à différentes hauteurs au-dessus du sol et dans les couches superficielles du sol ont été systématiquement enregistrées au moyen de thermocouples. Lors de brûlages d'entretien, l'élévation de température dans le sol est très faible, bien que les températures de surface soient d'environ 400 à 500 °C (fig. 1a). Lors de certains brûlages d'ouverture, dans des milieux où la phytomasse arbustive est de l'ordre de 10 à 20 t/ha et participe à la combustion, les températures de surface atteignent 900 °C alors que l'onde de température à 5 cm de profondeur dans le sol ne dépasse pas 100 °C (fig. 1b).

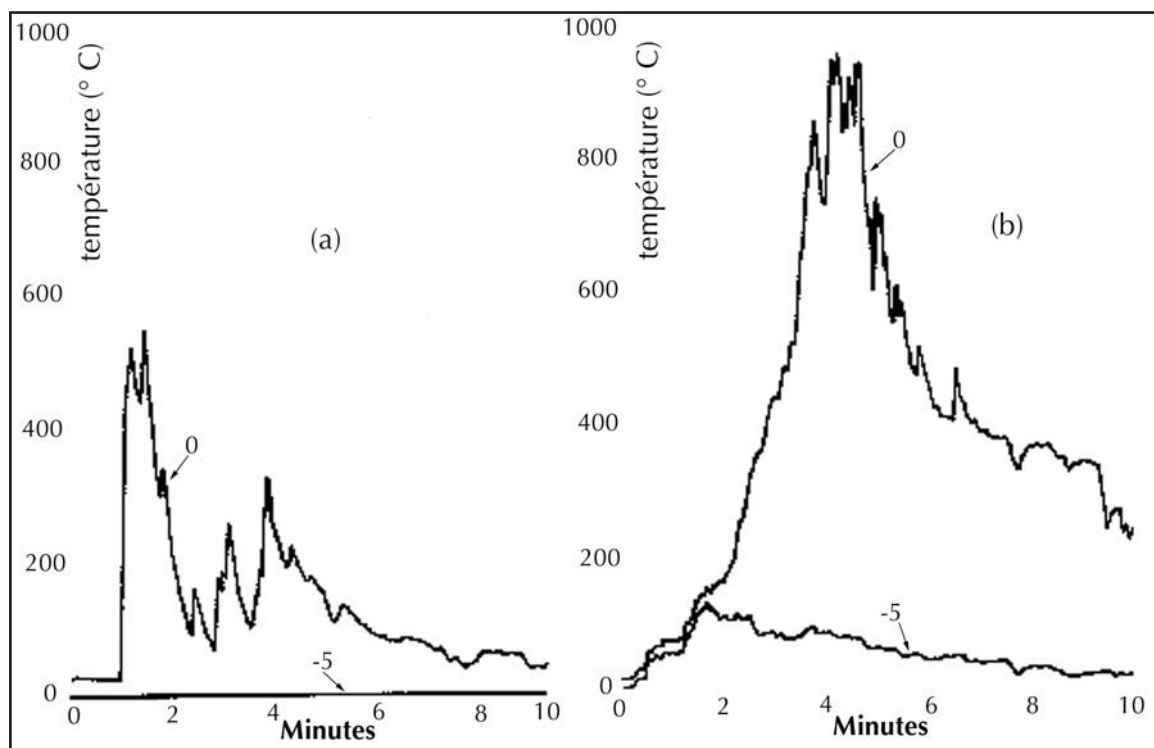


Figure 1 : Températures mesurées par thermocouples à la surface du sol (0) et à 5 cm (-5) : (a) au cours d'un brûlage dirigé d'entretien de pare-feu sous pin d'Alep à la Roque d'Anthéron (Bouches-du-Rhône) b) au cours d'un brûlage dirigé d'ouverture de pare-feu en milieu très embroussaillé sous pin pignon et chêne-liège au Muy (Var) [d'après Gillon, 1990]

Une étude plus fine a été réalisée sur banc thermique au laboratoire (Valette *et al.*, 1994 ; Gillon *et al.*, 1995). Elle visait à déterminer les transferts de chaleur induits dans des carottes de sol prélevées sous peuplement de pin

maritime, en fonction de la charge et de la teneur en eau de la litière, ainsi que de la présence d'une couche de litière fragmentée et d'humus.

Cette étude a montré le rôle isolant de la couche d'humus. Les températures maximales relevées au sein de la couche d'aiguilles et de brindilles mortes se situaient entre 620 et 670 °C, quelle que soit la puissance du feu. Pour les essais dont la puissance par mètre linéaire de feu était faible (25 à 35 kW.m⁻¹), la valeur maximum des élévations de températures par rapport aux températures initiales, atteintes à la limite entre la couche d'humus et le sol minéral, est seulement de 26 °C. L'épaisseur de la couche d'humus n'a joué qu'un rôle secondaire ; en revanche, le taux d'humidité de la couche d'humus a renforcé son effet isolant.

EFFETS SUR LES PROPRIÉTÉS PHYSIQUES DU SOL (GOMENDY, 1992)

Les propriétés physiques du sol qui sont sensibles à la chaleur sont la texture et la stabilité des agrégats, et de ce fait, la porosité, la capacité d'infiltration et la capacité de rétention en eau.

La texture du sol peut être affectée par l'échauffement ; c'est en fait uniquement la fraction de terre fine (particules inférieures à 2 mm) qui est touchée, c'est-à-dire la proportion relative de sable, de limon et d'argile. Elle est modifiée au niveau granulométrique par des températures supérieures à 200 °C, et au niveau minéral au-delà de 400 °C. Ces températures ne sont atteintes que dans le cas de brûlages de rémanents rassemblés en andains ou en tas.

Les particules élémentaires du sol sont agglomérées en formant des agrégats de forme et de taille variées. Une perte de stabilité des agrégats est souvent la conséquence d'une destruction de la matière organique du sol. Mais il faut atteindre des températures supérieures à 170 °C pour que les constituants de la matière organique soient touchés.

La porosité des sols correspond au volume des espaces lacunaires qui peuvent être remplis d'air ou d'eau. Elle peut être affectée soit par le colmatage des pores par les cendres, soit par un affaissement de la structure consécutif à la perte de matière organique. De façon générale, la porosité des sols semble toujours être légèrement affectée par des échauffements significatifs et ne peut être restaurée que par l'activité des organismes du sol sur plusieurs années.

La capacité d'infiltration de l'eau dans le sol, étroitement liée à la porosité du sol, est donc aussi affectée par les cendres qui obstruent les pores. Sa diminution peut également être due à la création d'une couche hydrophobe, mais ce phénomène, répandu pour les sols nord-américains, n'a encore jamais été observé en France à notre connaissance.

La capacité de rétention en eau du sol ou capacité au champ est la quantité d'eau restant dans le sol après ressuyage. Ce paramètre ne diminue que si la matière organique est détruite, ou la texture modifiée. En région méditerranéenne, Bertrand *et al.* (1986) ne notent pas de baisse de ce paramètre dans le cas de brûlages dirigés de puissance modérée.

Giovannini (1997) montre enfin que l'érodabilité des sols, caractéristique liée à l'altération de ses propriétés physiques, est d'autant plus forte et durable que le feu a été intense.

On peut finalement conclure que, si les horizons organiques sont préservés, alors les brûlages dirigés n'ont pas d'effets significatifs sur les propriétés physiques du sol.

EFFETS SUR LES PROPRIÉTÉS CHIMIQUES DU SOL (GOMENDY, 1992)

Tous les auteurs s'accordent à dire qu'à la suite d'un feu, le pH augmente d'une à deux unités au niveau de l'horizon organique et à la surface de l'horizon organo-minéral. Cette élévation est due à l'apport de matériaux alcalins

dans les cendres et à la destruction des acides organiques. Le niveau atteint peut rester stable pendant un an, puis revenir à sa valeur initiale sauf s'il est maintenu par des feux répétés. Le retour à l'état initial est d'autant plus rapide que le brûlage a été de faible puissance.

L'étude de l'impact du feu sur les nutriments du sol peut se faire à deux niveaux :

- en restant au niveau du sol, la disponibilité en nutriments dans le sol augmente du fait de la minéralisation de la matière organique provenant de la végétation brûlée ;
- un bilan plus exact, mais plus complexe doit être fait au niveau de l'écosystème en incluant les pertes en nutriments contenus dans le combustible vivant et mort et les phénomènes de volatilisation sous forme gazeuse ou par convection de fines particules dans les fumées. Les exportations sous forme particulaire dans les fumées ne sont pas des pertes sèches car ces éléments sont redistribués dans les zones environnantes.

L'azote est un élément très étudié du fait de son importance pour la nutrition des plantes. Cet élément est très sensible au feu car il se volatilise à faible température (200 °C). Les pertes en azote seraient proportionnelles à la quantité de matière organique consommée et d'autant plus importantes que le feu est puissant. Les mécanismes de compensation de ces pertes existent, notamment la stimulation des micro-organismes par l'apport de nutriments assimilables, mais ils méritent d'être étudiés plus avant afin de comprendre les capacités de récupération du milieu.

Le soufre est pratiquement aussi sensible à l'échauffement que l'azote puisqu'il se volatilise à partir de 300 °C. Le taux de perte est proportionnel à l'élévation de température au-delà de ce seuil.

Le phosphore est par contre moins sensible à l'échauffement que les éléments précédents : sa température de volatilisation est de 774 °C. Les quelques études réalisées après brûlage dirigé en milieu méditerranéen ont en effet montré que les pertes en phosphore étaient négligeables.

Finalement, lors de la combustion de la végétation et de la couverture morte, les seules pertes sont celles liées à la volatilisation des éléments minéraux. Comme on l'a vu, ils ne doivent pas être négligés et dépendent de la puissance du feu. Mais l'essentiel de la matière organique minéralisée vient enrichir le sol par apport de cendres. Les éléments minéraux contenus dans ces cendres sont facilement mobilisables par la végétation et les micro-organismes du sol. La préservation de l'étage arboré lors des opérations de brûlage dirigé limite les pertes en cendres par érosion aqueuse ou éolienne, et la repousse printanière de la végétation mobilise les éléments minéraux avant drainage par les couches profondes du sol.

Ce domaine de recherche reste à approfondir car les connaissances actuelles sont parcellaires et parfois contradictoires. Il apparaît néanmoins que certains nutriments sont sensibles au passage du feu, même de faible puissance, et qu'il convient de ménager des temps de récupération au milieu lorsqu'il est envisagé d'enchaîner des répétitions de brûlage.

EFFETS SUR LES PROPRIÉTÉS BIOLOGIQUES DES SOLS

Les micro-organismes du sol sont très influencés par l'aération, le pH, la température et la disponibilité en nourriture du sol, et par conséquent, toute perturbation affectant ces propriétés vont agir sur les niveaux de population des micro-organismes du sol, donc sur la fertilité et la productivité du site. Selon l'intensité du choc thermique reçu par le sol, une mortalité directe plus ou moins importante des composants de la microfaune et de la microflore du sol peut être attendue, qui induit une baisse de la capacité de reproduction des populations concernées. À moyen terme, un changement des conditions de milieu peut favoriser ou inhiber certaines populations (Wells *et al.*, 1979).

En effet, d'après Gillon (1990), les changements des conditions microclimatiques régnant à la surface du sol après

la suppression des végétaux combustibles par le feu (hausse de la température des couches superficielles), sont le principal facteur favorisant l'activité des micro-organismes du sol qui immobilisent les éléments minéraux libérés par le brûlage dirigé et limitent donc leur perte. Ainsi, au cours des trois mois qui ont suivi un brûlage dirigé sous pin d'Alep, la biomasse microbienne s'est maintenue plus élevée que dans la zone témoin.

Les dimensions totales de la zone brûlée, et plus encore le taux de parcours du feu ¹, conditionnent les capacités de recolonisation latérale depuis les tâches imbrûlées.

La fréquence des feux influe sur la capacité de récupération du milieu. Il doit être envisagé un temps de cicatrisation plus important après un brûlage dirigé d'ouverture qu'après les brûlages d'entretien qui suivront.

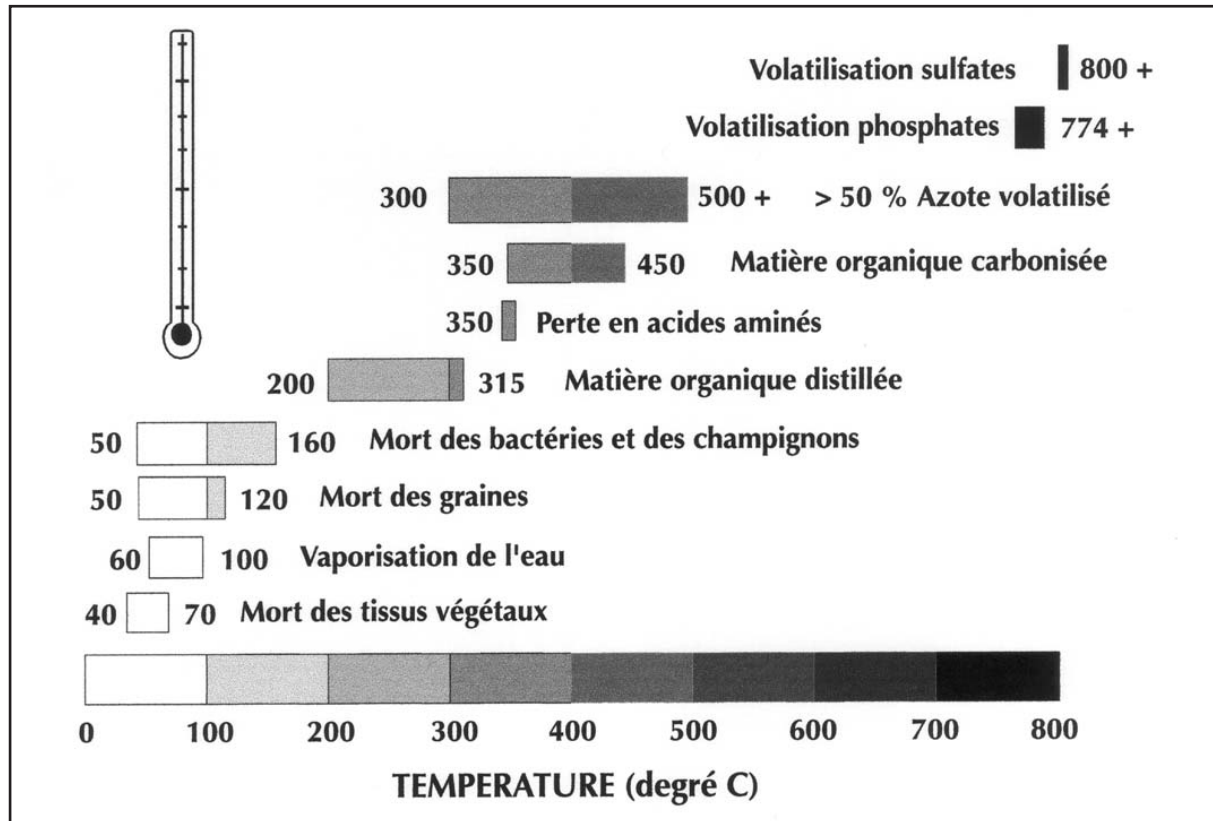


Figure 2 : Fourchettes des températures pour les principaux événements physiques, chimiques et biologiques du sol

CONCLUSION

La figure 2 récapitule les fourchettes des températures pour les principaux événements physiques, chimiques et biologiques du sol.

Il semble que la puissance du brûlage dirigé et le degré correspondant d'exposition du sol minéral à la chaleur soit le principal indicateur permettant d'évaluer les effets sur le sol. Les brûlages de faible intensité facilitent le recyclage de certains nutriments, aident à contrôler certains pathogènes ou inhibiteurs des plantes (phénomènes d'allopathie), et n'augmentent généralement pas l'érosion. En revanche, des feux intenses risquent de volatiliser une quantité excessive d'azote, de détruire la matière organique et d'altérer la structure du sol, autant de facteurs favorables à l'érosion et à la perte de fertilité du sol.

Mais de façon générale, c'est le régime du feu (intensité, dimension, saison et fréquence) qui conditionne sa sévérité en termes d'effets sur le milieu.

¹ Taux de parcours : rapport de la surface réellement brûlée à la surface totale du chantier.

Références

- Bertrand (D.), Birot (Y.), Bouche (M.), Étienne (M.), Gillon (D.), Hubert (B.), Lumaret (J.P.), Maréchal (J.), Shaffer (R.), Valette (J.C.).** *Impact écologique des feux d'hiver contrôlés et des incendies sur les milieux boisés et pâturés en région méditerranéenne.* Contrat CEE n° ENV-805 F (MR), 1986.
- Gillon (D.).** « Les effets des feux sur la richesse en éléments minéraux et sur l'activité biologique des sols ». *Revue Forestière Française* n° spécial « Espaces forestiers et incendies », 1990, p. 295-302.
- Gillon (D.), Gomendy (V.), Houssard (C.), Maréchal (J.), Valette (J.C.).** « Combustion and nutrient losses during laboratory burns ». *Int. J. Wildland Fire* n° 5(1), 1995, p. 1-12.
- Giovannini (G.).** « Post-fire vegetation dynamic and its effect on soil erosion processes », *Atelier international : incendie, paysages et dynamique en région méditerranéenne*, Banyuls/mer, 15-19/09/1997.
- Gomendy (V.).** *Transferts thermiques et modifications physico-chimiques dans les horizons supérieurs du sol lors du passage du feu.* Mémoire de DEA, INRA Avignon - CNRS Montpellier - université Nancy 1, 1992, 27p.
- Rigolot (E.).** « Le brûlage dirigé en région méditerranéenne française », *Rencontres forestiers-chercheurs en forêt méditerranéenne.* La Grande-Motte (34), 6-7/10/1992. INRA, *Les Colloques* n° 63, 1993, p.223-250.
- Valette (J.C.), Gomendy (V.), Houssard (C.), Maréchal (J.), Gillon (D.).** « Heat transfer in soil during very low intensity experimental fires: the role of duff and soil moisture content », *Int. J. Wildland Fire* n° 4(4), 1994, p. 225-238.
- Wells (C.G.), Campbell (R.E.), De Bano (L.F.), Lewis (C.E.), Fredriksen (R.L.), Franklin (E.C.), Froelich (R.C.), Dunn (P.H.).** « Effects of fire on soil. A state-of-knowledge review », National Fire Effect Workshop, Denver, Colorado, 10-14/04/1978, *USDA For. Serv. Gen. Tech. Report WO-7*, 1979, 28p.

Comportement du feu en brûlage dirigé : températures et impact sur les bactéries

Sophie Sauvagnargues*, Gilles Dusserre*, Roger Guay, Olivier Bonnard*, Laurent Doveil***

* Laboratoire de génie de l'environnement industriel, École nationale supérieure des techniques industrielles et des mines d'Alès, 6 av. Clavières, 30319 Alès Cedex

** Laboratoire de microbiologie environnementale, Faculté de médecine, université de Laval (Québec)

Cet article présente les résultats obtenus au cours d'une étude expérimentale des brûlages dirigés, débutée en janvier 1996, dans le département de la Lozère.

*Les brûlages dirigés, conduits par les pompiers, sont en effet l'occasion d'étudier les facteurs et les mécanismes du comportement du feu sur l'espèce *Genista purgans* (genêt purgatif), et tout particulièrement en ce qui concerne les températures atteintes au cours du feu et son impact sur les populations bactériennes du sol.*

INTRODUCTION

L'étude expérimentale, commencée en janvier 1996, avait pour principaux objectifs la mise en évidence et la compréhension des mécanismes et facteurs régissant le comportement du feu lors d'un brûlage dirigé, ainsi que l'estimation des effets du feu sur l'environnement naturel.

Pour ce faire, des études spécifiques ont été menées. Parmi celles-ci, l'une (initiée en janvier 1996) concernait la mesure des températures atteintes au sein des flammes et dans le sol. Une autre, débutée au début de l'année 1997, consistait en un suivi de l'impact du feu sur les populations bactériennes aérobies hétérotrophes (BHA). La prise en compte de ce paramètre est destinée à fournir des éléments de réflexion quant à la stérilisation thermique des sols lors du passage du feu.

L'étude a été menée sur des parcelles aux caractéristiques communes, par souci d'homogénéité des résultats. Les critères de sélection des parcelles sont les suivants :

- genêts (purgatifs principalement),
- hauteur de végétation régulière,
- recouvrement important (90 à 100 %),
- *substratum* siliceux (granites, schistes),
- conditions topographiques homogènes,
- propagation en feu montant (permettant de simuler une situation réelle).

Les placettes, perpendiculaires à l'axe de propagation attendu, mesurent 20 m sur 20 m.

TEMPÉRATURES ATTEINTES AU COURS DU FEU

Deux types de mesures ont été réalisées : au-dessus du sol (litière et feuillage) et dans le sol, chacune d'elles nécessitant des moyens spécifiques.

Au-dessus du sol, les températures ont été données par des peintures thermiques à virage non réversible, appliquées sur des plaques de vitrocéramique et fixées à trois hauteurs (0, 50 cm, 1 m) le long d'un piquet en fer. Elles couvrent une gamme de températures se situant entre 135 et 1 100 °C, et sont comparées après passage du feu à un témoin, donnant des résultats avec une précision d'environ 50 °C.

Concernant les températures dans le sol, une rapide étude bibliographique a permis de montrer que 5 à 15% de l'énergie libérée pendant la combustion est transmise au sol, et seuls 5 à 10 cm superficiels du sol sont concernés par un échauffement significatif (Packham, 1971 ; Dimitrakopoulos & Martins, 1990).

Sous la surface, les températures sont mesurées à l'aide d'indicateurs thermiques irréversibles à cristaux liquides. Ces indicateurs sont collés sur des lames de microscope introduites verticalement dans le sol. Leurs principaux avantages résident dans leur capacité à réagir immédiatement à une excitation thermique. De plus, ils sont faciles à manier et couvrent une gamme discontinue de 32 paliers, entre 37 à 200 °C.

Température des flammes - Résultats

Les résultats montrent une bonne homogénéité des valeurs atteintes respectivement à 50 cm et 1 m où les températures atteignent environ 600 °C (fig.1). Ces zones correspondent respectivement à la densité maximale de végétation et à la hauteur où les flammes sont les plus développées.

À la surface du sol, les températures sont plus hétérogènes (de 155 à 720 °C) car elles dépendent principalement du type de litière et de sa teneur en eau, de l'humidité du sol ainsi que de la hauteur de feuillage de la végétation.

Ces résultats sont en accord avec la littérature : les températures les plus élevées sont observées au niveau où la densité de la végétation est maximale ainsi qu'au niveau du toit de la végétation (ou juste au-dessus). La température décroît ensuite fortement au-dessous et au-dessus de ces zones (Trabaud, 1979).

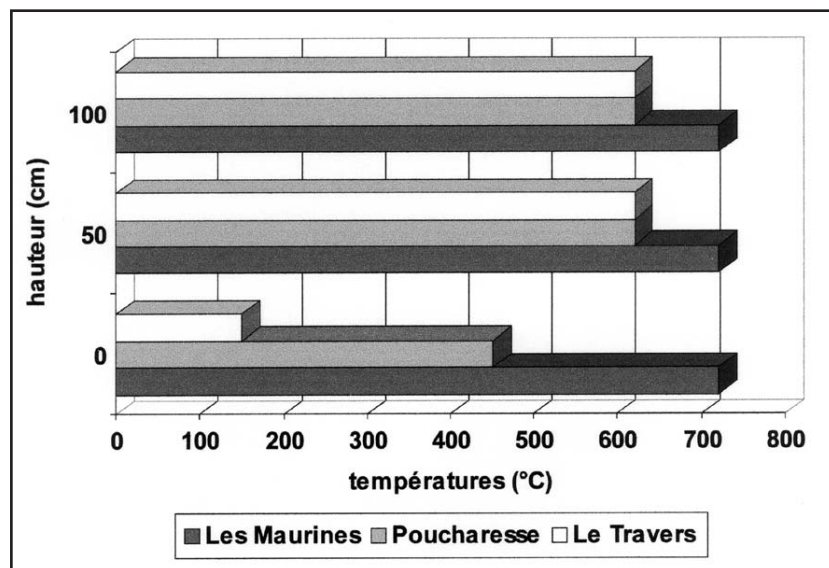


Figure 1 : Exemples de températures atteintes au-dessus du sol en brûlage dirigé. Campagnes 1996 et 1997, Lozère.

Température du sol - Résultats

On note une faible élévation de températures par rapport à celles relevées à la surface (tabl.1). Pour le feu de Pourcharesse, les indicateurs ont relevé près de 40 °C à -1 cm tandis qu'aux Maurines la température atteignait environ 60 °C à -0,5 cm. De manière générale, ces résultats sont conformes à la littérature (Deka & Mishra, 1983 ; Trabaud, 1979 ; Valette *et al.*, 1994). De plus, les valeurs sont inférieures à la température létale des graines (70 °C).

Tableau 1 : Températures atteintes dans le sol en brûlage dirigé. Campagnes 1996 et 1997, Lozère. (nm : non mesuré)

Profondeur	Pourcharesse	Les Maurines
-0,5 cm	nm	Virage entre 54 et 60°C
-1 cm	Virage entre 37 et 40°C	Pas de virage
-3 cm	Pas de virage	Pas de virage
-5 cm	Pas de virage	nm

IMPACT DU FEU SUR LES BACTÉRIES HÉTÉROTROPHES AÉROBIES

L'hypothèse de départ est la suivante. Il existe une relation entre la chaleur atteinte en surface et en profondeur dans les sols et la disparition d'espèces bactériennes et de micro-organismes divers dans ces mêmes sols. La sporulation bactérienne est à considérer dans ces circonstances car elle offre un caractère de résistance thermique prononcée.

L'objectif de cette étude est de développer des indicateurs microbiologiques de la stérilisation des sols consécutive aux feux de forêts.

Protocole expérimental

Les échantillons ont été prélevés par carottage sur une profondeur d'environ 10 à 12 cm et entreposés à 2 °C jusqu'à leur analyse. Les carottes de sol sont divisées en cinq couches ou horizons : 0-2 cm ; 2-4,5 cm ; 4,5-7 cm ; 7-9,5 cm et 9,5-12 cm.

Chacun de ces sous-échantillons est analysé pour déterminer son contenu en bactéries sporulées.

Un gramme de sol est placé dans un tube vissé stérile et recouvert de 9 ml d'eau physiologique stérile. Le contenu des tubes est agité vigoureusement et laissé à décanter pendant 5 minutes. Les suspensions de sols sont portées à 75 °C pendant 10 min afin de détruire les formes végétatives et de permettre l'isolement des *Bacillus* sporulés.

Des *inocula* de 10 l provenant des suspensions de sols pasteurisés ont été striés sur des géloses à l'amidon. Dans ces deux derniers cas, l'incubation est poursuivie à 30 °C pendant 24 à 48 heures.

Résultats et analyses

Le brûlage dirigé de Prentigardes (16/01/97) a permis la mise en place de ces mesures. L'étude a porté sur les dix premiers centimètres de sol, seule partie susceptible d'être affectée par le passage du feu (Trabaud, 1979).

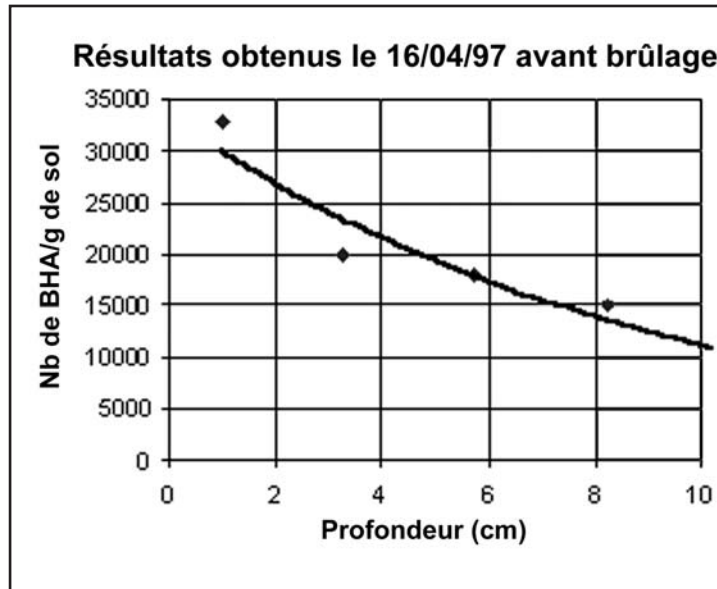
Les mesures réalisées avant brûlage ont montré que la population bactérienne sporulée semble diminuer, dans le sol, selon une fonction exponentielle négative (fig.2), conformément aux résultats issus de la littérature (Trabaud, 1979 ; Albini *et al.*, 1996).

Les prélèvements réalisés juste après le passage du feu montrent l'impact important de celui-ci sur la première couche de sol (fig.3), tandis que les autres horizons présentent toujours une distribution exponentielle de leur population BHA, ce qui tend à prouver qu'ils n'ont pas été affectés par le passage du feu (tabl.2). Ce résultat est conforme

à la littérature (Deka & Mishra, 1983).

Tableau 2 : Nombre de BHA par gramme de sol suivant le niveau et le prélèvement.

Niveau	16/01/97	16/01/97	03/02/97	17/02/97	24/02/97
	témoin				
0 - 2 cm	33 000	11 000	22 000	32 000	34 000
2 - 4,5 cm	20 000	18 000	24 000	22 000	21 000
4,5 - 7 cm	18 000	17 000	18 000	22 000	12 000



7 - 9,5 cm 15 000 8 000 6 000 13 000 14 000

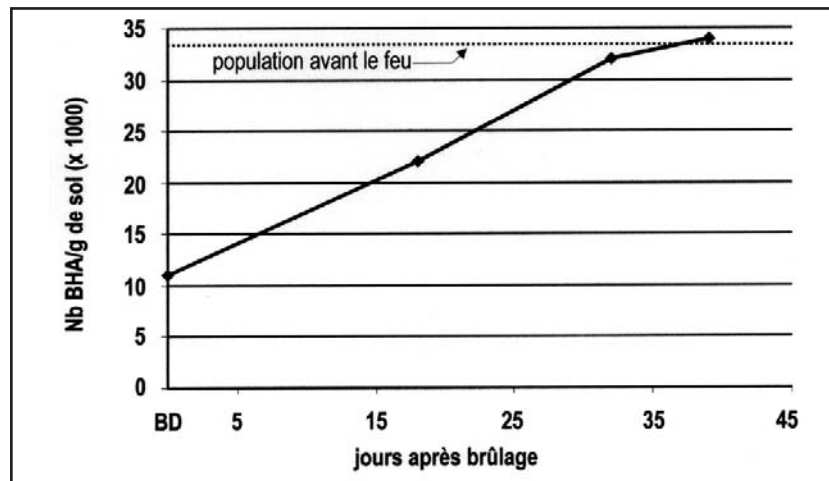


Figure 2 : Distribution des bactéries dans le sol avant le passage du feu. Campagne 1997, Lozère.

Figure 3 : Reconstitution du milieu en micro-organismes dans la couche superficielle du sol (0-2 cm), après le passage du feu. Campagne 1997, Lozère.

De nouveaux prélèvements ont été effectués 2, 4 et 5 semaines après le brûlage. Au bout de 2 semaines, la première couche de sol voyait son nombre de BHA sensiblement remonter. Au bout de quatre semaines, le premier horizon a retrouvé son niveau initial pour se stabiliser à 5 semaines. Le nombre de bactéries augmente, entre le brûlage et la quatrième semaine, de façon linéaire avec une *vitesse de recouvrement* de 650 BHA/jour/g de sol (avec le facteur de corrélation suivant : $R^2=0,998$).

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

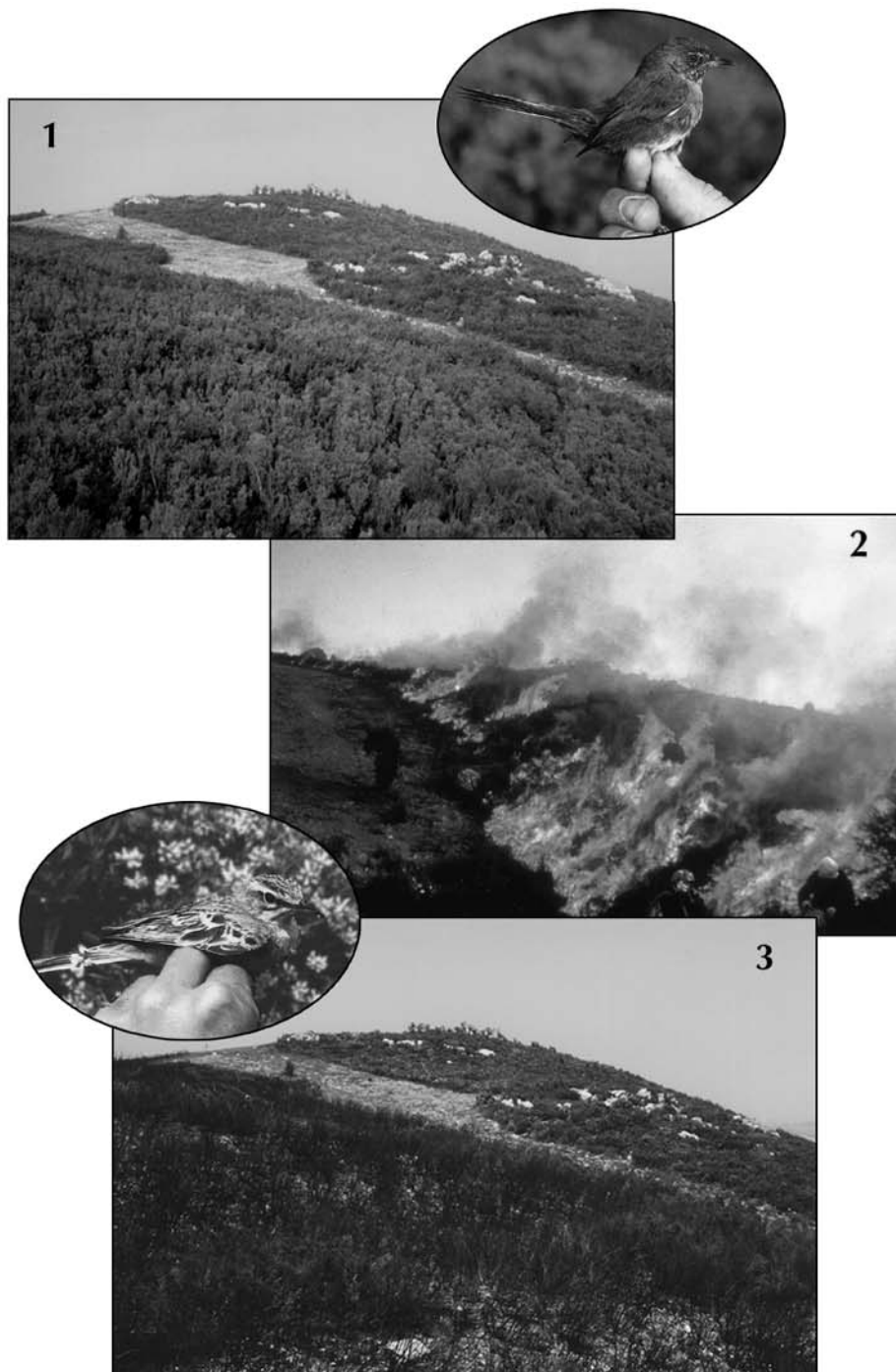
Cette étude du comportement du feu sur le genêt purgatif dans le département de la Lozère, à partir des brûlages dirigés réalisés en hiver et au printemps a permis d'évaluer certains paramètres régissant la propagation du feu (Sauvagnargues-Lesage, 1998).

Le suivi de l'impact des températures dans le sol sur les populations de bactéries Gram-positif sporulées a ensuite montré un net effet du brûlage dirigé dans la couche superficielle du sol (0-2 cm), suivi d'une reprise d'activité relativement rapide : le repeuplement en surface recouvre sa valeur initiale un mois plus tard. Les BHA sont, dans ce cas, réparties selon une exponentielle négative dans sol. Les couches plus profondes ne sont pas significativement affectées par le brûlage.

Ainsi, au vu de ces résultats, il serait intéressant d'appliquer à d'autres brûlages ce principe d'étude, notamment pour apprécier les effets de variation du nombre de BHA selon les saisons. Dans ce cas il conviendra de prélever un échantillon témoin dans une zone non brûlée afin de le confronter à ceux provenant d'une parcelle brûlée.

Bibliographie

- Albini (F.) et al.** « Models for fire-driver heat and moisture transports in soils », USDA Forest Serv. Intermountain Research Station, *Gen. Techn. Report INT-GTR 335*, 1996, 16 p.
- Deka (H.K.), Mishra (R.)**. « The effect of slash burning on soil microflora », *Plant & Soil*, n° 73, 1983, p.167-175.
- Dimitrakopoulos (A.P.), Martins (R.E.)**. « Measuring and modelling soil temperature profiles during simulated wildland fire conditions », *Int. Conf. Forest Fire Research, Coimbra Proceedings*, B.21, 1990, p.1-17.
- Packham (D.R.)**. « Heat transfert above a small ground fire », *Australian Forest Research*, n° 5, 1971, p.19-24.
- Sauvagnargues-Lesage (S.)**. *Contribution à la mise en œuvre d'un système d'information géographique appliqué à la Sécurité civile pour la prévention et la lutte contre les feux de forêts*, Thèse de doctorat, univ. Aix-Marseille I, 1998.
- Trabaud (L.)**. « Étude du comportement du feu dans la garrigue de chêne kermès à partir des températures et des vitesses de propagation ». *Ann. Sci. forest.* n° 36(1), 1979, p.13-38.
- Valette (J.C.), Gomendy (V.), Maréchal (J.), Houssard (C.), Gillon (D.)**. « Heat transfer in the soil during very low-intensity experimental fires: the role of duff and soil moisture content ». *Int. J. Wildland Fires*, n° 4(4), 1994, p.225-237.



1. Maquis à bruyère arborescente de la parcelle des Aspres en 1992. Pare-feu de sécurité en arrière plan (ph. Pons). En médaillon, la fauvette pitchou, oiseau de la strate buissonnante, et le plus abondant dans la parcelle, tant avant qu'après le feu (ph. Gargallo).
2. Brûlage dirigé au vent, par forte teneur en eau de la végétation (ph. Lambert)
3. Le même site que la photo du haut, en 1993, après brûlage dirigé (ph. Pons). En médaillon, le pipit rousseline, oiseau à statut de conservation favorable en Europe, et bénéficiant de l'ouverture du maquis par le feu (ph. Pons).

Évaluation des impacts d'un brûlage dirigé sur la faune d'un maquis méditerranéen

Pere Pons

Laboratoire Arago, université Paris 6, CNRS-URA 2156, 66651 Banyuls-sur-mer Cedex, France
Adresse actuelle : Dept. de Ciències Ambientals, Universitat de Girona, Facultat de Ciències, Campus de Montilivi, 17071 Girona, Catalunya, Espagne

Les années quatre-vingt et quatre-vingt-dix ont connu successivement l'apparition, puis l'expansion du brûlage dirigé en région méditerranéenne française. Outil de gestion du territoire, il est utilisé pour réduire le combustible dans un but de prévention des incendies de forêts, pour ouvrir le milieu avant des travaux agricoles ou forestiers, pour l'entretien des parcours, et *in fine*, pour rompre l'homogénéité des landes et des maquis dans le but de favoriser certaines espèces à intérêt cynégétique ou conservatoire.

L'utilisation sérieuse du brûlage dirigé demande, outre sa bonne maîtrise, une connaissance de ses impacts sur le milieu. Or, si les conséquences du brûlage dirigé sur la végétation ont été étudiées dès le début du développement de la technique en France par les chercheurs de l'INRA d'Avignon, les réponses de la faune sont, par contre, loin d'être bien connues. Pour combler ces lacunes, des recherches sont en cours, dont celles de l'Office national de la chasse sur les conséquences des brûlages en montagne (massif du Carlit, Pyrénées-Orientales) sur les populations de petit gibier, notamment sur la perdrix grise (cf. Dumas *et al.*, 1995 et ce volume).

En 1991, une collaboration entre la Cellule de brûlage dirigé des Pyrénées-Orientales (Service interdépartemental montagne élevage et Office national des forêts) et le laboratoire Arago de Banyuls-sur-mer a permis de lancer une expérience d'analyse des effets d'un brûlage dirigé sur les communautés animales d'un maquis méditerranéen. À cet effet, le suivi avait commencé deux ans avant le feu afin d'évaluer exactement la situation initiale. Les chercheurs du Centre d'écologie méditerranéenne du laboratoire Arago ont étudié les peuplements d'invertébrés endogés (J. Travé), épigés, de la végétation et volants (P. Pons), de petits mammifères (R. Fons et B. Marchand) et d'oiseaux (P. Pons et R. Prodon), dans une parcelle de 8,25 ha dans le massif des Aspres (Pyrénées-Orientales). La parcelle était installée au sein d'une surface à brûler d'environ 12 ha, délimitée par un pare-feu de protection. La végétation constituait un maquis homogène à bruyère arborescente, stade post-incendie datant de 15 ans, parsemé de jeunes chênes-liège.

Entre janvier et mars 1993, quatre opérations successives de brûlage dirigé durent être effectuées en raison des conditions météorologiques très humides. Les quatre feux étaient d'intensité faible à modérée, et à la fin des opérations la parcelle était brûlée à 76 % de sa surface de manière hétérogène.

L'étude des communautés animales s'est poursuivie pendant quatre ans après le feu. Nous résumons ici l'impact du brûlage sur les animaux et en particulier sur les oiseaux (cf. Pons, 1996 et 1998 pour un exposé détaillé des résultats), et ce sur trois pas de temps : l'impact direct dû aux flammes, et les effets à court et à moyen termes (quatre ans).

La mortalité directe par le feu a été nulle ou imperceptible chez les oiseaux et les petits mammifères. Les deux groupes, spécialement les oiseaux, ont de bonnes capacités d'échapper aux flammes, et cela était facilité, dans notre cas, par la faiblesse de la surface et de l'intensité du feu. Des observations préliminaires dans la parcelle suggèrent que les oiseaux ignorent le feu tant qu'il n'est pas très proche. Ils s'envolent alors, pour retourner quelques minutes plus tard sur leurs perchoirs habituels. Par ailleurs, les mises à feu ayant été réalisées hors de la période de repro-

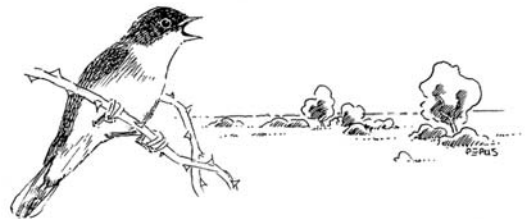
duction des oiseaux, elles n'ont pas affecté les nids. De même, le refuge souterrain des mulots et musaraignes leur évite une destruction. L'échantillonnage des invertébrés après le feu a montré que l'impact direct des flammes a été plus important chez les invertébrés inféodés à la végétation que chez les invertébrés du sol et volants, qui peuvent en partie échapper aux flammes. Néanmoins, des effectifs importants d'invertébrés du feuillage ont pu survivre dans les taches de maquis non brûlé disséminées dans la parcelle.

À court terme la diminution prévisible de l'abondance des animaux n'a lieu que pour les invertébrés du feuilla-



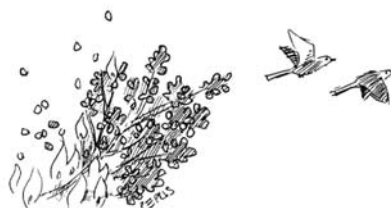
ge, lesquels, un an et demi plus tard, ont récupéré leurs effectifs, notamment en colonisant les repousses des buissons, comme la bruyère ou le chêne kermès. L'abondance des invertébrés terrestres et volants, petits mammifères et oiseaux ne diminue pas sensiblement. Chez les oiseaux la densité globale, calculée par la méthode des plans quadrillés, passe de 17,6 (1991) et 18,2 (1992) couples nicheurs/10 ha avant le feu à 16,7 (1993) couples/10 ha le premier printemps après le feu. Quant à la richesse en espèces, elle reste globalement stable, et augmente même chez les oiseaux. En effet, les 6 espèces nicheuses avant le feu (fauvettes pitchou et mélanocéphale, linotte mélodieuse, merle noir, traquet pâtre et pie-grièche grise) sont toujours nicheuses au premier printemps après le feu et on voit apparaître encore deux colonisateurs de milieux ouverts (alouette lulu et pipit rousseline). De plus, on observe une augmentation des visites des espèces occasionnelles se nourrissant sur la parcelle (rapaces, hirondelles, merle de roche, pic épeiche...).

À plus long terme on note un retour à la situation pré-brûlage chez les oiseaux, c'est-à-dire une augmentation de



la densité des espèces du maquis et une diminution de celle de milieux ouverts. La quatrième année après le feu, la densité globale d'oiseaux (18,8 couples/10 ha en 1996) dépasse la densité initiale avant l'altération de l'habitat. La richesse en nicheurs demeure stable pendant les quatre ans.

Ainsi un brûlage dirigé, doux et spatialement hétérogène, réalisé en saison hivernale, a des effets relativement faibles sur l'abondance et la diversité de la faune de notre maquis à bruyère arborescente. Le retour à la situation précédente est rapide. Cela n'empêche pas des déséquilibres démographiques à plus long terme chez certaines espèces de vertébrés (par exemple chez la fauvette pitchou). Les conséquences de ce brûlage sont en tout cas beaucoup plus douces pour les animaux que celles d'un incendie d'été, intense et sur une grande surface (cf. par exemple Prodon, 1995). Dans le contexte actuel de l'expansion du brûlage dirigé dans le bassin méditerranéen, il nous paraît indispensable d'évaluer leur impact à long terme sur la faune.



Les fourmis d'un maquis soumis à brûlage dirigé

M^a Assumpció Abel et Pere Pons

Dept. de Ciències Ambientals, Universitat de Girona, Facultat de Ciències, Campus de Montilivi, 17071 Girona, Catalunya, Espagne

Les fourmis constituent un groupe de très nombreux invertébrés terrestres. Leur caractère social et leur diversité (environ 9 500 espèces dans le monde) ont éveillé l'intérêt des zoologistes depuis longtemps. Ces dernières années, le suivi des peuplements de fourmis a livré de précieuses données sur la dynamique des écosystèmes.

Le choix des fourmis comme indicatrices de la réponse des invertébrés à une perturbation telle que le brûlage dirigé est justifié par leur rôle écologique :

- une bonne partie des fourmis sont prédatrices d'autres arthropodes ;
- la construction et l'entretien de leurs nids implique de remuer de grands volumes de terre (les fourmis remuent encore plus de terre que les vers de terre) ;
- leur alimentation, granivore pour beaucoup d'espèces, exige le transport de graines de nombreuses plantes.

Ces trois caractéristiques sont importantes afin de comprendre la rémanence du groupe après le feu. La consommation d'individus morts par les fourmis aide au recyclage des cadavres existants. L'excavation de galeries produit un transport vertical de matière organique et inorganique, ainsi qu'une aération du sol. Tout cela contribue à la reconstitution du sol après le feu. Finalement, le transport de graines permet leur dispersion ; en effet, si au lieu d'être mangées, les graines sont oubliées, elles peuvent alors germer alentour du nid des fourmis récolteuses.

De plus, les espèces de fourmis sont, en général, étroitement liées au type de végétation qui constitue leur habitat. On doit donc s'attendre à ce que la modification de la végétation par le feu affecte fortement les peuplements de fourmis.

Nous avons réalisé une étude du peuplement de fourmis dans une parcelle de maquis méditerranéen du massif des Aspres (Pyrénées-Orientales) (Abel & Pons, 1998). Le site fut brûlé dans un objectif pastoral pendant l'hiver 1993, mais également dans le cadre d'une première étude des effets d'un brûlage dirigé sur la faune. Le brûlage était hétérogène, en intensité et en surface. La repousse de la végétation fut rapide après le feu, atteignant des recouvrements importants quelques mois plus tard.

Dix *pitfall traps* furent installés pendant 48 heures dans l'ensemble de la parcelle de 8,25 ha, tandis que deux pièges servaient de témoins à l'extérieur de la parcelle. L'échantillonnage fut répété au printemps, en été et en hiver, en 1991-92 avant le brûlage et en 1993-94 après le brûlage. Un total de 1 750 individus furent capturés, appartenant à 13 espèces, avec dominance de *Lasius niger* (57 % du total) et *Pheidole pallidula* (21 % du total). Avant le feu, l'abondance des fourmis subit des oscillations saisonnières très marquées, avec des minima en hiver. Le modèle saisonnier se maintient après le feu et l'abondance moyenne dans la zone brûlée est toujours supérieure à celle des témoins. L'analyse multivariée du peuplement permet d'éliminer le feu comme facteur de changements dans la composition spécifique ; en fait aucune des espèces présentes avant le feu ne disparaît après celui-ci. L'effet le plus notable est une diminution des effectifs des espèces propres aux habitats fermés, conséquence logique de la diminution du recouvrement végétal. Parmi les raisons qui expliqueraient cette faible réponse du peuplement de fourmis au feu, on peut penser à une régénération rapide de la végétation, au fait que les nids des fourmis sont peu affectés par les flammes, ou encore à la fonction de recolonisation à partir des îlots de végétation non brûlée.

On peut conclure que les effets d'un brûlage dirigé hétérogène et à intensité modérée sur les populations de fourmis sont peu importants, du moins au niveau de la composition spécifique et de l'abondance. Dans d'autres circonstances, par exemple pour des incendies d'été, une plus grande intensité du feu pourrait affecter les nids et modifier l'habitat plus profondément. Les effets sur les peuplements des fourmis seront alors différents (voir par exemple García *et al.*, 1995).

Références

- Abel (M.A.), Pons (P.). « Effect of prescribed burning on ground-foraging ant community in a Mediterranean maquis », in Trabaud (L.), Prodon (R.) (eds.), *Fire, landscape and dynamics in the Mediterranean Area*, International Association of Wildland Fire (sous presse).
- Dumas (S.), Novoa (C.), Lambert (B.). « Chasse et pastoralisme. Quel impact des feux dirigés sur les populations de petit gibier ? L'exemple de la perdrix grise des Pyrénées sur le massif du Carlit (Pyrénées-Orientales) ». *Forêt Médit.*, n° 16, 1995, p. 389-396.
- García (J.A.), Ena (V.), Mediavilla (G.), Tárrega (R.). « Explotación post-fuego por hormigas (*Hymenoptera, Formicidae*) en ecosistemas de *Quercus pyrenaica* », *Avances en Entomología Ibérica*, 1995, p. 91-100.
- Pons (P.). *Dynamique de l'avifaune après incendie et brûlage dirigé en zone méditerranéenne : importance de la territorialité*. Thèse de doctorat de l'université Paris 6, 1996, 294 p.
- Pons (P.). « Bird site tenacity after prescribed burning in a Mediterranean shrubland », in Trabaud (L.), Prodon (R.) (eds.), *Fire, landscape and dynamics in the Mediterranean Area*, International Association of Wildland Fire (sous presse).
- Prodon (R.). « Impact des incendies sur l'avifaune. Gestion du paysage et conservation de la biodiversité animale », *Forêt Médit.*, n° 16, 1995, p. 255-263.

Impact des brûlages dirigés sur les populations de perdrix grise des Pyrénées

Samuel Dumas*, Claude Novoa* et Bernard Lambert**

* Office national de la chasse, avenue de la Gare, 66500 Prades

** SIME, Domaine de Saporta, 34970 Lattes

CONTEXTE ET PROBLÉMATIQUE

Dans le département des Pyrénées-Orientales, la sous-utilisation des estives qui s'accroît depuis de nombreuses années favorise la colonisation des espaces pâturables par les landes, que ce soit en zone de piémont ou en montagne. Pour lutter contre cette évolution du milieu, la pratique des brûlages dirigés, outil traditionnel des sociétés pastorales, a été *réactualisée*. Le feu est désormais réglementé et géré de manière à se mettre à l'abri des débordements rendus d'autant plus probables que l'enfrichement est croissant, et que la main d'œuvre disponible et le savoir-faire ne sont plus suffisants (bergers).

Le feu qui a échappé matériellement à la société pastorale lui échappe aussi socialement : à l'ancienne confrontation éleveurs-forestiers s'est substitué un schéma où interviennent en plus : administrations, chasseurs, associations de protection de la nature, organismes professionnels, etc.

Certains de ces acteurs ont des avis très clairs sur la question, ils ont des objectifs précis à atteindre, ils sont généralement interventionnistes et font appel à la cellule brûlages dirigés :

- les éleveurs ont pour objectif de maintenir les herbacées aux dépens des ligneux. Le bien-fondé de cette revendication est évident, bien que sur certaines estives, la demande en faveur des brûlages soit excessive. Les éleveurs raisonnent alors en termes d'épargne, ils souhaitent créer des réserves fourragères sur pied pour se prémunir contre *une mauvaise année* ... mais auront-ils les moyens de maintenir l'ouverture du milieu ?
- il incombe aux organismes professionnels de filtrer la demande et de cibler en priorité les interventions là où l'enfrichement est un réel handicap pour une production de qualité ;
- les forestiers et l'Administration ont peu à peu pris conscience que les brûlages dirigés peuvent devenir un allié incontournable dans la protection des forêts contre l'incendie. L'emploi des brûlages dirigés tend à se généraliser dans la création des coupures stratégiques ;
- les services RTM (restauration des terrains en montagne) font parfois appel aux brûlages pour établir des pare-avalanches.

Néanmoins pour répondre à chacune de ces demandes, les compétences techniques sont à affiner, voire même à acquérir... Ces compétences concernent la maîtrise non seulement du feu mais surtout de ses effets, dans différents milieux, pour différentes finalités.

D'autres acteurs ont des avis tout aussi clairs mais n'ont pas forcément les moyens de les exprimer. D'autant plus qu'ils sont difficilement opposables aux arguments économiques soutenus par le groupe précédent. Ceux-là sont contre l'emploi du feu, généralement par manque d'information, ou par conviction. Ce sont souvent les associations de protecteurs de la nature, les promeneurs, etc.

Dans cette typologie sommaire, les chasseurs ont du mal à se situer. Il est vrai que l'on ne peut les considérer comme une entité, mais certains chassent le sanglier, d'autres le petit gibier, le cerf, le mouflon ou le chevreuil ... parfois sur un même territoire. Les discours concernant l'emploi des brûlages dirigés sont donc multiples.

Ce qui unit les chasseurs, c'est le souhait de voir les populations de gibier demeurer constantes d'une année sur l'autre. Si certaines études ont démontré que le feu-incendie peut être à l'origine d'un accroissement de la diversité



biologique, elles sont très discrètes quant aux aspects quantitatifs. Or c'est bien ce qui intéresse les chasseurs pour pouvoir prononcer un avis autre que passionnel quant à l'emploi du feu sur *leurs* territoires.

Le feu agit surtout indirectement sur la faune sauvage en modifiant les habitats. Les réactions des différentes espèces à de telles modifications sont très variables, mais d'une manière générale les populations de petit gibier y sont particulièrement sensibles. Pour illustrer ces propos, une enquête menée en 1986 auprès des chasseurs cite l'abandon des cultures d'altitude, par conséquent l'embroussaillage, parmi les principales causes du déclin des populations de perdrix grise des Pyrénées (*Perdix perdix hispaniensis*). La pratique des écobuages est, elle aussi, incriminée. Bien que se pose la question de la validité des témoignages (qui ne reposent sur aucune donnée chiffrée), force est de constater que le sujet ne fait pas l'unanimité.

L'ONC, qui a entre autres objectifs la connaissance et la gestion de la faune sauvage, a donc intégré depuis 1991, dans son programme de recherche sur la perdrix grise des Pyrénées, une problématique axée sur les brûlages dirigés, en relation avec la Société d'élevage et le Service interdépartemental montagne-élevage Languedoc-Roussillon. À terme, il s'agit de définir quels sont les effets des modifications du milieu engendrées par la pratique des brûlages dirigés, sur les densités de populations de perdrix grise. En réalité, cette problématique découle d'une question préalable soulevée par les chasseurs : la fermeture du milieu, liée à l'abandon des pratiques agricoles, est-elle une cause du déclin des populations de perdrix ?

Cette problématique n'est pas nouvelle, puisque les Écossais ont même acquis les connaissances suffisantes pour véritablement développer les populations de lagopède d'Écosse, en utilisant les brûlages dirigés comme outil de restauration des biotopes favorables dans les landes à callune (*Calluna vulgaris*).

Outre sa grande sensibilité aux modifications de l'habitat, la perdrix grise des Pyrénées a été choisie pour cette étude car elle est l'espèce de petit gibier la plus chassée en zone de montagne dans les Pyrénées-Orientales. D'autre part, son aire de répartition correspond à celle du genêt purgatif (*Cytisus purgans*), première espèce ligneuse concernée par les brûlages dirigés en zone de montagne.

À la différence du lagopède d'Écosse, la perdrix grise des Pyrénées ne consomme pas le ligneux constitutif de son habitat, ce n'est donc pas le simple rajeunissement de la strate arbustive par le feu qui modifie l'attractivité des milieux fréquentés par la perdrix. Le feu modifie les fonctions trophiques et structurelles de l'habitat, mais quel est le poids relatif de chacune de ces deux fonctions sur l'évolution (positive ou négative) de la capacité d'accueil des landes à genêt après brûlage ? C'est ce que nous cherchons à identifier pour pouvoir prendre position quant aux brûlages dirigés, et à terme, proposer une utilisation compatible au maintien, voire même à la création, de biotopes favorables à la perdrix grise.

LE TERRITOIRE D'ÉTUDE

Le territoire d'étude se situe sur les soulanes du Carlit, qui font partie d'un ensemble homogène de 8 000 ha compris entre le plateau de Cerdagne et le pic du Carlit (2 920 m). Sur les 730 ha retenus, la pente n'excède pas 30 % et l'altitude est comprise entre 1 750 et 2 300 m. La végétation est dominée par les landes à genêt purgatif (*Cytisus purgans*), à genévrier (*Juniperus communis*) et à callune (*Calluna vulgaris*), et les pelouses à fétuques (*Festuca rubra*, *F. eskia*, *F. ovina*, *F. spadicea*).

La pluviométrie à 1 500m d'altitude est de l'ordre de 800 mm et la neige est présente de décembre à avril, de façon irrégulière.

Ce territoire est chassé puisqu'il concerne deux ACCA (Association communale de chasse agréée).

ÉTUDE DE L'HABITAT DE LA PERDRIX GRISE DES PYRÉNÉES

Pour répondre à la phase préliminaire de la problématique, une étude de l'habitat de la perdrix grise des Pyrénées a été engagée en 1991. Pour cela une description cartographique du milieu nous sert de support. La typologie a été établie selon les caractéristiques de la végétation qui conditionnent selon nous l'attractivité des différents milieux, à savoir : la hauteur et le recouvrement de la strate arbustive, la nature de la strate herbacée.

D'autre part, une vingtaine d'oiseaux ont été capturés et équipés d'émetteurs qui nous permettent de localiser très précisément les compagnies plusieurs fois par semaine. Ces localisations sont reportées sur la carte de végétation. Le polygone convexe qui circonscrit les localisations de chaque oiseau pris séparément correspond alors au domaine vital. L'importance relative de chacun des faciès de végétation à l'intérieur de ce domaine vital peut-être comparée à celle des mêmes faciès sur l'ensemble de la zone d'étude. Cette comparaison permet de définir les milieux qui sont utilisés préférentiellement, indifféremment ou alors évités par les perdrix grises de montagne, cela pour différentes périodes du cycle annuel.

Ainsi, pour la période de reproduction — c'est-à-dire formation des couples, couvain, élevage des jeunes — les résultats préliminaires nous indiquent que les landes hautes à genêt et genévrier sont préférentiellement fréquentées par les perdrix. De façon caricaturale, et selon une approche un peu différente, on a pu définir l'habitat type des perdrix grises en période de reproduction comme étant une lande à genêt purgatif (+ genévrier) de préférence fermée, présentant si possible un taux d'enrochement de l'ordre de 10 à 40 % et pouvant être boisée entre 10 et 40 %.

Si ces résultats sont confirmés par les données que nous accumulons actuellement, nous pourrions conclure que les feux pastoraux, et tous les autres moyens destinés à détruire les landes à genêt, vont à l'encontre de la sauvegarde d'un milieu favorable à la reproduction. De là à dire que les feux pastoraux sont responsables du déclin de la perdrix grise dans les Pyrénées, il n'y a qu'un pas ... trop facile à franchir. La réalité est très certainement différente puisque certaines de nos observations semblent indiquer qu'après une période d'absence, les perdrix reviennent sur les sites écobués.

Pour obtenir une réponse claire à cette question, la solution retenue est celle de l'expérimentation *grandeur nature*.

EXPÉRIMENTATION

L'idée de base est de comparer l'évolution pluriannuelle des densités de perdrix et du succès de la reproduction, dans deux secteurs juxtaposés sur un même versant, l'un étant écobué, l'autre servant de témoin. Afin de suivre des effectifs suffisamment importants et *cantonnés* sur ce dispositif, nous avons opté pour un travail à grande échelle. Chacun des secteurs mesurant environ 365 ha et présentant des caractéristiques de pente, d'exposition, et de végétation, sensiblement équivalentes.

Avant les mises à feu de l'hiver 1993-94, un état des lieux en termes de densité de population a été effectué. Il servira de base de comparaison pour les années à venir. Afin d'obtenir sur chacun des deux secteurs des situations bien caricaturales, la Société d'élevage a respecté son engagement en transformant véritablement le milieu dans le secteur expérimental. En effet, les six chantiers réalisés ont permis de traiter pleinement 150 ha. Même si les parcelles brûlées présentent des caractéristiques différentes (feu total ou feu par taches), du fait des conditions de mise à feu, il devrait être possible de constater, à l'échelle du versant concerné, les effets du feu sur les populations de perdrix. Cela ne peut se faire qu'en poursuivant les opérations bisannuelles de dénombrement, au printemps et en été.

Les modifications de densité que l'on s'attend à observer sur le secteur expérimental d'après la bibliographie ou encore nos observations préliminaires devront alors être expliquées. Il est vraisemblable que l'année de la mise à feu, la densité de population soit plus faible. Cela peut être dû à un déplacement des oiseaux en dehors de ce secteur, car le milieu n'est plus attractif pour les adultes (trop favorable à la prédation, faibles disponibilités alimentaires). Cela peut aussi être dû à un trop faible taux de survie des jeunes sur ce secteur — faible taux de survie pouvant être lui aussi lié à l'importance de la prédation (faibles possibilités de camouflage) ou à un potentiel alimentaire déficitaire.

Dans les deux cas, les fonctions trophiques et structurelles de l'habitat sont en cause, ce sont donc des éléments qui conditionnent largement la valeur cynégétique des différents milieux. Mais dans quelle mesure ?

RÔLE DES FONCTIONS TROPHIQUES DE L'HABITAT

Durant les dix premiers jours de leur vie, les poussins de perdrix grise consomment exclusivement des insectes. Si l'on démontre que les disponibilités alimentaires conditionnent le taux de survie des jeunes, on pourra alors affirmer que les modifications de l'abondance en arthropodes, générée par le passage du feu, contribuent à l'évolution des densités d'oiseaux sur les parcelles brûlées.

Pour cela des piégeages d'insectes sont effectués sur la zone d'étude. La comparaison pluriannuelle du succès de la reproduction, avec un indice annuel de disponibilité alimentaire (exprimé en masse) devrait nous permettre d'appréhender le rôle de la disponibilité alimentaire sur les densités estivales de perdrix.

Ce paramètre étant identifié, il est alors possible de tirer profit des piégeages comparatifs effectués depuis trois ans sur les parcelles brûlée et témoin. Les résultats préliminaires de ces prélèvements mettent en évidence une disponibilité en insectes supérieure dans la partie témoin pour les trois étés suivant l'écobuage. Cette différence est même

accentuée par la nature des ordres représentés puisque les Diptères et les Hyménoptères qui ne sont presque pas consommés par les poussins abondent principalement dans la partie ouverte par le feu. Dans les années à venir, avec le retour progressif de la végétation, la différence risque de s'estomper, voire même de basculer. Cet élément pourrait alors participer à l'explication d'un éventuel retour de la densité initiale de perdrix sur le secteur écobué.

Au printemps, lors de la formation des couples, les perdrix grises de plaine se nourrissent de pousses vertes de Graminées notamment. La différence de précocité, par exemple, peut induire un gradient d'attractivité entre les milieux au moment où les oiseaux manifestent une forte activité territoriale. Ainsi, des milieux témoins ou brûlés, les plus précoces, seront-ils plus favorables à l'observation de fortes densités printanières ?

RÔLE DES FONCTIONS STRUCTURELLES DE L'HABITAT

Outre la productivité alimentaire, la composition floristique et la structure de la végétation conditionnent l'attractivité des différents milieux sur les perdrix. Si l'on détermine la végétation type fréquentée par les oiseaux en période de reproduction et que l'on identifie quelles sont ses caractéristiques précises, on pourra alors mettre en évidence ce que le feu doit épargner ou générer pour conserver ou créer un milieu favorable à la reproduction.

Pour cela nous disposons de 49 relevés de végétation effectués sur des sites de nichées. Ces relevés décrivent la composition floristique, les taux de recouvrement des différentes strates ainsi que leurs hauteurs et indices d'encombrement respectifs, la perméabilité optique et la complexité végétale de la station, etc. Une analyse statistique de ces données nous indique que la complexité végétale caractérise tout particulièrement les sites de reproduction. La complexité traduit en fait des valeurs moyennes pour les taux de recouvrement des strates herbacées et arbustives. Sur le terrain, c'est donc une structure « en mosaïque » (par opposition à une structure homogène, régulière) qui caractérise les milieux de reproduction.

Par ailleurs, nous avons également effectué 86 relevés de végétation dans des landes à genêt purgatif ayant subi des écobuages puissants ou par tâches, mais à des dates différentes. Cela nous permet de constater l'évolution de différents critères descriptifs de la végétation après le passage du feu, et surtout de les comparer, en valeurs médianes, avec ceux qui caractérisent les milieux favorables à la reproduction. Ainsi, pour les critères les plus importants comme la complexité et le taux de recouvrement des ligneux bas, ce n'est que six à huit ans après le passage d'un feu total que l'on retrouve des valeurs équivalentes à celles des sites de nichées. Cela signifie que durant six ans au moins, les caractéristiques structurelles de la végétation ne sont pas *conformes* à celles que recherchent les perdrix. En revanche, les feux par tâches permettent de conserver ou de créer, dès le premier été, des sites favorables aux nichées. On perçoit bien évidemment la portée de ce résultat quant à la gestion des milieux.

LES LIMITES DE L'EXPÉRIMENTATION ET LES ATTENTES

Les dimensions du territoire d'étude ne nous permettent pas vraiment d'isoler des facteurs importants susceptibles de venir tempérer nos résultats. En premier lieu, la pression de pâturage post-brûlage intervient dans la vitesse de restauration des milieux, mais dans quelle mesure ? Ensuite, il est probable que l'ouverture du milieu soit favorable au développement de la chasse et de la prédation, sans que l'on puisse réellement les quantifier. Enfin, les fortes disparités concernant le succès de la reproduction, que l'on observe chaque année, viennent aussi augmenter les difficultés d'interprétation d'une éventuelle réponse démographique directement liée aux modifications du milieu.

Néanmoins, les résultats de ce travail, qui s'est inscrit initialement dans une logique interventionniste passive, risquent de faire basculer les chasseurs dans une logique active ou les écobuages seront demandés sur les territoires des ACCA, un peu comme les cultures à gibier. Mais attention, la création d'un biotope favorable pour la perdrix peut aller à l'encontre des intérêts d'autres espèces.

Cela illustre le fait que c'est bien en termes de fonctions qu'il faut raisonner l'espace. Si le feu obéit à une logique économique, sociale ou paysagère, intervenons. Ailleurs, si l'abandon est total, faut-il intervenir ? faut-il vouloir jardiner la nature au nom de la sauvegarde d'un patrimoine ou de la diversité ?

Remerciements

Nous tenons à remercier tout particulièrement M. Ronan Delmas et M. Philippe Landry de l'ONC pour leurs contributions à l'étude.

Bibliographie

- Anonyme**, « La perdrix grise de montagne », *Bulletin mensuel*, CNERA Faune de montagne, Paris, fiche n° 46, 1988, 6 p.
- Anonyme**, « Méthode de dénombrement des Galliformes de montagne en été avec chiens d'arrêt et présentation des résultats », *Bulletin mensuel*, CNERA Faune de montagne, Paris, fiche n° 76, 1992, 8 p.
- Bernard (A.)**, *Biologie du tétras-lyre Lyrurus tetrix 1) dans les Alpes françaises : la sélection de l'habitat de reproduction par les poules*, 1981, 75 p.
- Birkan (J.)**, « Le régime alimentaire de la perdrix grise d'après les contenus de jabots et d'estomacs », *Ann. Zool. Écol. Anim.*, n° 2(1), 1970, p. 121-153.
- Birkan (J.)**, *La perdrix grise. onc*, Paris, 1991, 36 p.
- Dumas (S.)**, *Quelles incidences sur la perdrix grise des Pyrénées de l'utilisation des brûlages dirigés dans l'aménagement pastoral ? dea géographie-aménagement*, univ. Toulouse, 1995, 44 p.

BRÛLAGES DIRIGÉS :
NOUVELLES
CONNAISSANCES ET
ORGANISATION
PROFESSIONNELLE

BDSYSTÈME

une base de données sur le brûlage dirigé ... et le premier pas vers un système d'aide à la décision

Alexandra Gaulier *, **Franck Guarnieri ****, **David Vauché ****, **Éric Rigolot *****

* *Espaces Méditerranéens, Les plaines de Lambert, F-83670 Fox-Amphoux*

** *Écoles des mines de Paris, CEMEF-IAM, BP 207 Sophia Antipolis, F-06560 Valbonne*

*** *INRA, Unité de recherches forestières méditerranéennes, avenue A. Vivaldi, F-84000 Avignon*

L'objectif du projet de création d'un système d'aide à la décision sur le brûlage dirigé est double. D'une part, il devrait permettre d'améliorer la connaissance scientifique et technique et de la modéliser. D'autre part, il offrira une aide aux gestionnaires qui pratiquent le brûlage dirigé ou qui utilisent cette technique dans leurs programmes d'aménagement du territoire (support de décision, simulation, formation).

Les objectifs scientifiques portent sur l'étude d'une large gamme d'écosystèmes et de conditions de brûlage à partir de l'ensemble des pratiques actuelles de la région méditerranéenne et de la chaîne pyrénéenne.

Pour les gestionnaires déjà expérimentés, le système d'aide à la décision proposera une assistance pour l'organisation des différentes étapes de leur saison de brûlage : planification des chantiers à réaliser, bilan annuel statistique, technique et économique, etc.

Enfin, ceux qui débutent dans la pratique pourront utiliser cet outil interactif pour compléter leur formation.

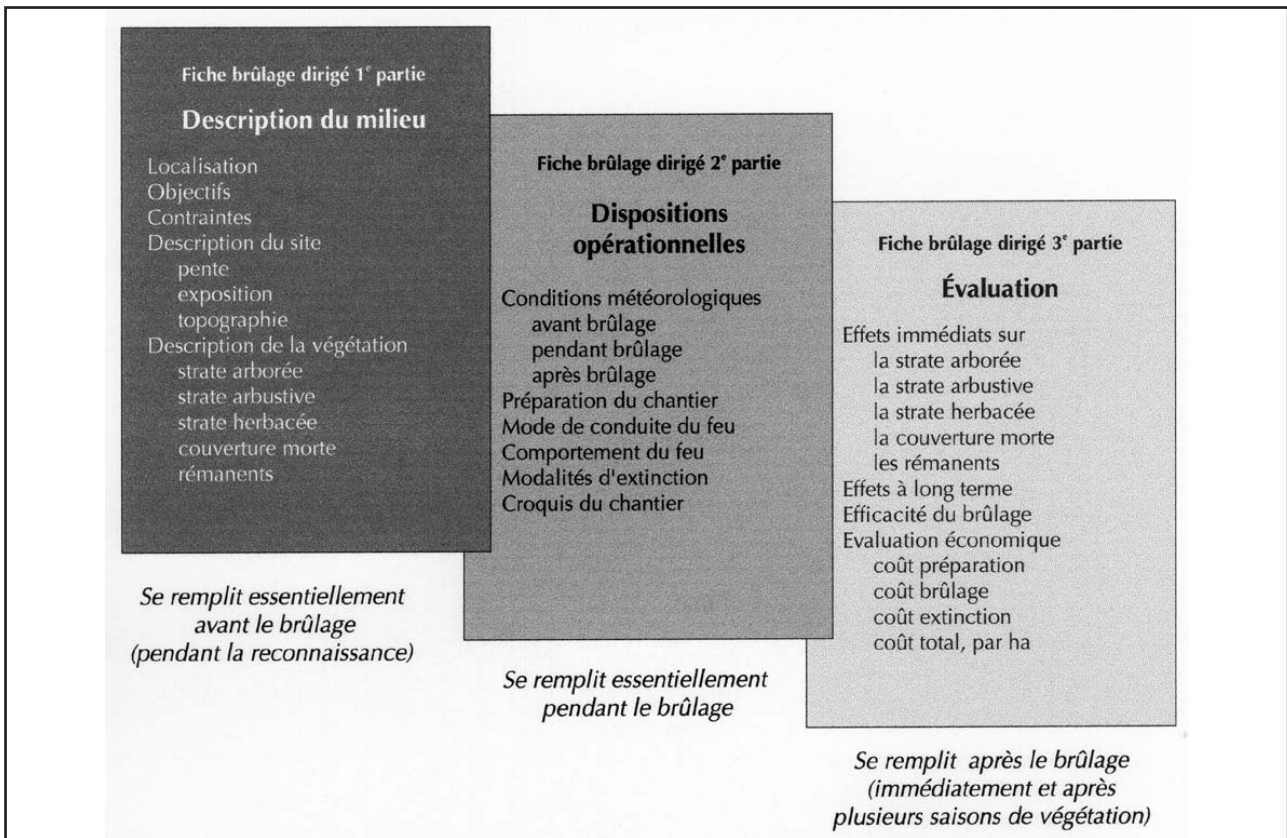
L'ACQUISITION DE LA CONNAISSANCE SUR LE BRÛLAGE DIRIGÉ

Des expérimentations, complétées par des références issues de la littérature technique et scientifique, ont permis d'évaluer la faisabilité du brûlage dirigé dans certains milieux de la région méditerranéenne française, son efficacité et ses effets sur différentes composantes de l'écosystème.

Depuis, des gestionnaires, devenus praticiens expérimentés, ont perfectionné la technique et étendu la pratique à de nouveaux milieux, de nouveaux usages, approfondissant ainsi la connaissance en matière de brûlage dirigé. Une collaboration étroite entre gestionnaires et chercheurs a permis de formaliser l'acquisition de cette nouvelle connaissance sous la forme d'une « fiche de chantier de brûlage dirigé », qui prend en compte la diversité des pratiques de brûlage.

Cette fiche *mémoire* est plus qu'un outil de collecte de données. Elle offre en effet au praticien confirmé un guide pour mener une réflexion approfondie sur son chantier afin d'en tirer le maximum d'enseignement. Pour le débutant, elle a un rôle pédagogique en l'invitant à aborder successivement les différentes étapes d'un brûlage, sans en oublier aucune. Cette fiche est *a priori* remplie pour chaque chantier de brûlage. Elle comporte trois parties :

1. Objectifs du chantier et description du milieu (environnement physique et naturel, végétation...);
2. Données météorologiques et dispositions opérationnelles;
3. Évaluation technique, écologique et économique.



Les trois volets de la fiche de brûlage dirigé

Afin de faciliter le remplissage de la fiche, qui se fait essentiellement sur le terrain, la bonne réponse doit être choisie dans une liste préétablie de réponses possibles. Pour la plupart des questions, deux niveaux de réponses ont été inclus :

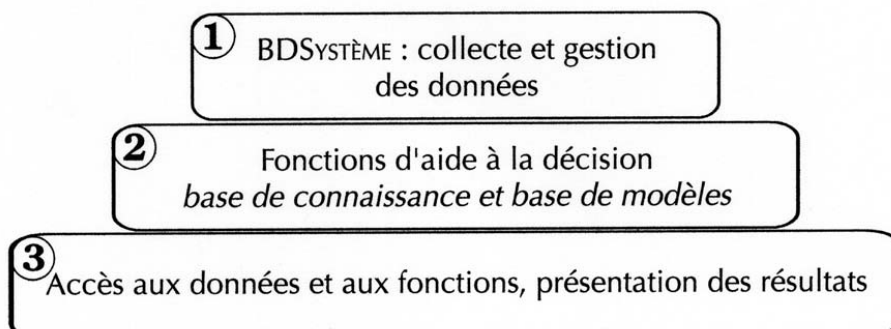
- ce qui était prévu dans la prescription de l'opération de brûlage ;
- ce qui a réellement été constaté pendant le brûlage.

LE CONCEPT D'ENSEMBLE DU SYSTÈME D'AIDE À LA DÉCISION

Le but de ce projet est de fournir des outils informatiques qui puissent être utilisés par les gestionnaires.

Leur première fonction est d'améliorer les fondements et de structurer les processus de prise de décision afin de les rendre plus cohérents. Ces objectifs pourront être atteints en offrant un accès facile et une utilisation efficace de l'information et des fonctions d'aide à la décision.

Le système d'aide à la décision sera composé de trois sous-systèmes spécialisés. La réalisation du module 1 est désormais achevée. Les modules 2 et 3 sont actuellement en cours de développement :



LA BASE DE DONNÉES ET SON SYSTÈME DE GESTION : BDSYSTÈME

Le module de collecte et de gestion des données a été conçu à partir des informations de la fiche de brûlage dirigé, remplie par les praticiens. Pour ce faire, la méthode Merise, destinée à la conception de bases de données relationnelles, a été choisie (Gabay, 1993). Un modèle conceptuel des données a été rédigé en utilisant le formalisme « entité-relation ».

La base de données BDSYSTÈME a été développée sur le logiciel Access® (par l'équipe de prévention des incendies de forêt de l'INRA Avignon et l'École des mines de Sophia Antipolis (INRA & École des mines, 1996).

Un éditeur utilisant une présentation proche de celle de la fiche brûlage dirigé a été réalisé afin de faciliter la saisie, la consultation et la modification des données. La base contient actuellement des données fournies par les équipes de brûlage de 13 départements de la façade méditerranéenne et de la chaîne pyrénéenne.

Même pris isolément, BDSYSTÈME est un module fonctionnel du système d'aide à la décision.

Ainsi, pour répondre aux demandes les plus fréquentes des gestionnaires, une série de fonctionnalités sont venues compléter la base de données :

- évaluation annuelle des campagnes de brûlage par équipes, en trois parties :
 - * bilan des opérations : distribution mensuelle des journées de brûlage, répartition par commune, statistiques sur les surfaces traitées...
 - * bilan des milieux traités : statistiques selon les strates et les espèces...
 - * bilan économique : coûts par opération et par commune, statistiques des coûts...
- recherches sur mots clefs des listes de chantiers selon le milieu végétal ou la technique de mise à feu ;
- appel de l'assistant pour la formulation de nouvelles requêtes personnalisées ;
- bilan de l'état des saisies dans la base de données.

Une aide en ligne spécifique a également été développée.

La base de données est aussi un outil précieux pour les scientifiques. Elle permet en effet de travailler sur une quantité importante de données, qui de plus reflètent la très grande variété des milieux traités et des pratiques. Les premières analyses ont été effectuées et concernent essentiellement (Gaulier, 1996) :

- des comparaisons par types de formations végétales des conditions de brûlage, du comportement du feu observé, de l'efficacité des opérations, des effets sur la végétation ;
- des confrontations entre les prescriptions et les conditions réellement observées pendant les brûlages.

Ce travail a également montré que, malgré le grand nombre d'opérations actuellement enregistrées, la quantité de données n'était pas encore suffisante pour réaliser des analyses plus complexes, qui font intervenir un grand nombre de critères de sélections.

Dans une telle coopération entre chercheurs et gestionnaires, les phases de restitution sont primordiales et c'est pourquoi la base est régulièrement distribuée sous forme de disquettes aux gestionnaires qui possèdent le logiciel Access®. Elle devrait prochainement être mise à disposition pour consultation sur le réseau Internet.

Les données sont actuellement saisies par l'INRA Avignon, équipe de prévention des incendies de forêt.

LES DÉVELOPPEMENTS FUTURS

Les travaux actuels concernent le développement du module d'aide à la décision. L'interface homme/machine ne sera défini qu'une fois cette phase quasiment achevée.

Afin d'identifier les étapes où les gestionnaires pourraient avoir besoin d'assistance, l'opération de brûlage a été décomposée en 5 phases : analyses préliminaires, prescription, préparation, exécution et évaluation (Wade & Lunsford, 1989). Chacune d'elles a été décrite de trois façons différentes, avec successivement :

1. La liste des actions à accomplir pour chacune de ces phases ;
2. Les questions que se posent les praticiens pour réaliser ces actions ;
3. L'assistance pertinente que pourrait apporter le système d'aide à la décision pour résoudre ces questions.

Tableau 1 : Décomposition de la phase d'analyse préliminaire

Actions	Questions	Assistance pertinente
Intégration du brûlage dans une séquence opérationnelle complète de techniques de réduction de combustible.	Est-ce que le brûlage dirigé est la meilleure technique de débroussaillage ?	Support de décision pour choisir la meilleure séquence technique en fonction de chacune des situations.
Définition des objectifs de brûlage.	Quels sont les objectifs ? Quels sont ceux qui sont prioritaires ?	<i>Aucun besoin d'assistance n'a été identifié.</i>
Visite de terrain.	Qui peut s'opposer à l'opération et comment éviter ces critiques ?	Aide à l'argumentaire technique, économique et environnemental pour lever les oppositions
Liste des contraintes.	Quelles sont les contraintes et les risques, comment en tenir compte ?	Diagnostic des pièges. Pas de problème.
Remplissage des fiches.	<i>Aucun besoin d'assistance n'a été identifié.</i>	

Comme on peut le voir sur le tableau 1, ce n'est que sur quelques points que le système d'aide à la décision peut apporter une assistance pertinente aux gestionnaires.

La nature du module d'assistance doit être définie. Dans le cas du diagnostic des pièges, le module est basé sur un ensemble de règles d'expert comme :

« S'il existe une souche morte à proximité d'une lisière, alors le feu peut sortir des limites du chantier par consommation des racines. »

De telles règles peuvent aussi être utilisées dans des modules qui assistent les praticiens sur les possibilités d'allumage dans une situation choisie, sur le choix du mode de conduite du feu, etc.

D'autres modules d'assistance peuvent être basés sur des calculs statistiques (évaluation économique sur la base d'une saison de brûlage, statistiques sur les surfaces brûlées...), sur des modèles de prévision mathématiques (comportement du feu) ou probabilistes (effets du feu sur les arbres, prévision de la mortalité). La plupart des calculs statistiques sont déjà exécutés dans les requêtes prédéfinies de la base de données.

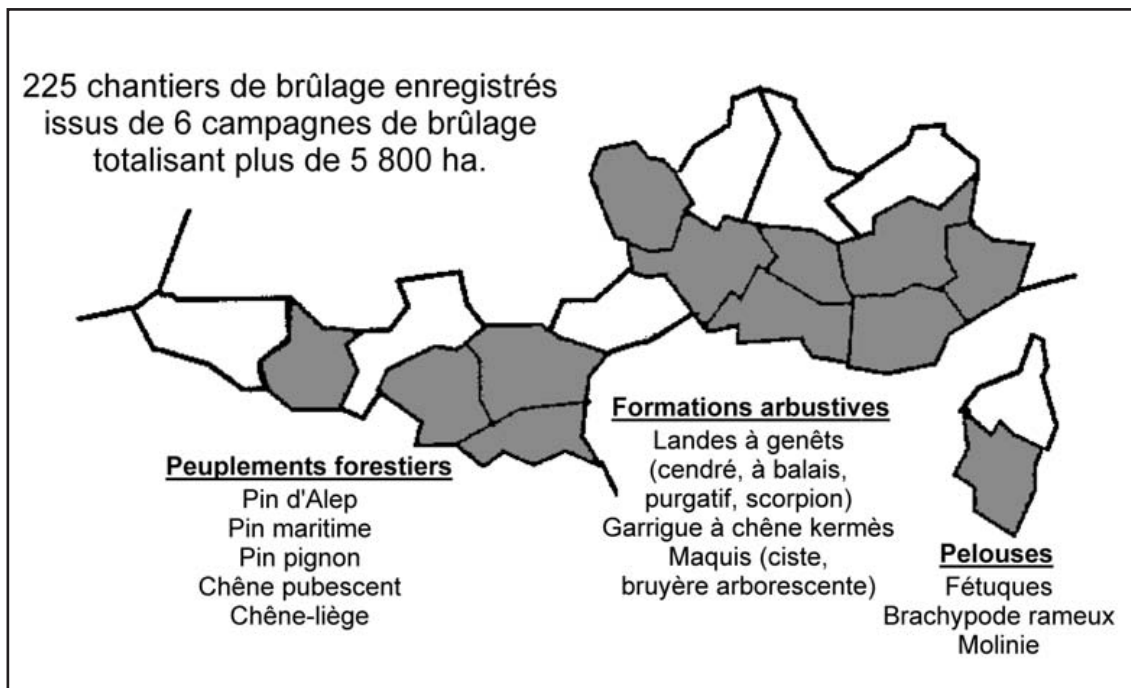
CONCLUSION

La force de ce projet est la collaboration étroite entre gestionnaires et chercheurs. Elle a tout d'abord permis de formaliser le mode d'acquisition de la connaissance grâce à la « fiche de brûlage dirigé », remplie par les praticiens de terrain. La création d'une base de données commune et d'un système d'aide à la décision permettra aux chercheurs de réaliser des travaux qui sont le reflet exact de l'ensemble de la pratique de la façade méditerranéenne et de la chaîne pyrénéenne. Les gestionnaires disposeront eux d'accès facile et structuré aux connaissances de l'ensemble des praticiens actuels.

La première étape du projet est actuellement achevée. La base de données et son système de gestion, BDSYSTÈME, ont été bien accueillis par les gestionnaires. D'un point de vue scientifique, les données sont intéressantes mais la participation des équipes de terrain, par le remplissage de nouvelles fiches de chantier, est encore nécessaire *pour améliorer le stock de données*, aussi bien en termes de quantité qu'en termes de diversité de situations de brûlage.

Il est maintenant nécessaire de continuer à développer le système d'aide à la décision. Cette phase sera essentiellement fondée sur un recueil de connaissances à partir d'interviews de praticiens expérimentés, les *entretiens d'expert*. Une approche modulaire permettra de valider le système progressivement et de remettre aux utilisateurs des versions incomplètes mais fonctionnelles.

BDSYSTÈME : contenu de la base de données sur le brûlage dirigé



Remerciements

Ce projet a été financé grâce au concours de la Délégation à la protection de la forêt méditerranéenne.

Références et compléments bibliographiques

- Gabay (J.).** *Apprendre et pratiquer MERISE*. Masson, Paris, 1993, 242 p.
- Gaulier (A.).** *Le brûlage dirigé dans les espaces méditerranéens : Intégration des acquis dans une base de données relationnelle*. Mémoire de DEA fac. sciences Aix-Marseille III, INRA-Unité de recherches forestières méditerranéennes, 1994, 33 p.
- Gaulier (A.).** *Premières analyses du contenu de la base de données sur le brûlage dirigé (BDSYSTÈME)*. Espaces Méditerranéens, 1996, 58 p.
- INRA - École des mines de Sophia Antipolis.** *BDSYSTÈME : Base de données sur le brûlage dirigé. Version 2.41 développée sous Access® de Microsoft®*. 1996.
- Ludwig (J.A.).** « SHRUBKILL - A Decision Support System for management burns in Australian savannas. » *Journal of Biogeography. Environment / Ecology*, n° 17(4-5), 1990, p. 547-550.
- Pivello (V.R.), Norton (G.A.).** « Firetool : an expert system for the use of prescribed fires in Brazilian savannas. » *Journal of Applied Ecology*, n° 333, 1996, p. 48-356.
- Reinhardt (E.), Wright (A.H.), Jackson (D.H.).** « An advisory expert system for designing fire prescriptions. » *Ecological Modelling*, n° 46, 1989, p. 121-133.
- Rigolot (E.), Gaulier (A.), Vauché (D.), Guarnieri (F.).** « Toward a Prescribed Burning Decision Support System for the French Mediterranean Region. » *13th Conference on Fire and Meteorology : International Perspectives on Landscape Fire*, October 27-31, 1996, Lorne, Australia, 5p.
- Wade (D.D.), Lunsford (J.D.).** *A guide for prescribed fire in Southern forests*. USDA Forest Service Technical Publication. R8-TP11, 1989, 56p.

Le réseau national des équipes de brûlage dirigé

Éric Rigolot

INRA, Unité de recherches forestières méditerranéennes, avenue A. Vivaldi, F-84000 Avignon
Animateur du réseau des équipes de brûlage dirigé



Le réseau des praticiens du brûlage dirigé s'est constitué autour de l'équipe de prévention des incendies de forêt de l'INRA d'Avignon pendant l'hiver 1989-90. Il regroupe les premières équipes de gestionnaires qui avaient initié récemment une démarche locale de mise en œuvre de cette nouvelle technique (Rigolot, 1993). Il s'agit d'une structure informelle qui a peu à peu fédéré l'ensemble des équipes s'investissant sur cet outil et qui déborde maintenant largement le cadre initial de la région méditerranéenne.

OBJECTIF ET MODE DE FONCTIONNEMENT

Les objectifs du réseau sont :

- la diffusion des connaissances ;
- l'échange d'expériences ;
- la mise en place de formations ;
- la dynamisation du dialogue entre chercheurs, agents du développement et gestionnaires.

Les équipes se réunissent lors de rencontres annuelles en fin de campagne de brûlage afin de dresser un bilan de la saison écoulée. Chaque année, une équipe de brûlage différente accueille ces journées qui laissent une grande part aux visites de chantiers. Les IX^e Rencontres se sont déroulées dans le Gard en mai dernier.

Le réseau travaille en articulation avec le groupe de travail sur le brûlage dirigé du comité scientifique et technique de l'Entente interdépartementale pour la protection de la forêt méditerranéenne contre l'incendie. Ce groupe est co-animé par l'INRA d'Avignon et le SERFOB de Marseille, et limite son action aux 15 départements de l'Entente mais traite des dossiers dont l'intérêt est le plus souvent national. Ce groupe élargit son audience à toute personne de l'Entente intéressée par le brûlage dirigé.

L'ÉTENDUE ACTUELLE DU RÉSEAU

Le réseau des équipes de brûlage dirigé couvre aujourd'hui une large étendue géographique (Carte 1). Les départements méditerranéens disposent presque tous d'une à plusieurs équipes de spécialistes, mais la pratique s'étend aussi sur la chaîne pyrénéenne et sur les Alpes.

Les équipes sont d'origines variées : forestiers, pastoralistes, pompiers, regroupements inter-établissements sur le département. Pour ce qui est des équipes travaillant dans le contexte pastoral, un gradient de situations accompagne celui de la déprise rurale qui va de l'arrière pays méditerranéen où l'activité d'élevage est encore très présente, aux zones littorales fortement délaissées par l'élevage. Les quatre situations suivantes illustrent ce gradient :

1. Dans les départements où les éleveurs sont encore nombreux et organisés (départements centraux des Pyrénées, Ardèche, Gard, Drôme, et dans une certaine mesure, Hérault, Alpes-de-Haute-Provence et Hautes-Alpes), les partenaires départementaux souhaitent laisser la maîtrise de l'usage du feu aux éleveurs tout en encadrant éventuellement les chantiers difficiles. Ces partenaires reconnaissent en effet le danger de vouloir accélérer la perte de savoir-faire du monde agricole en matière de brûlage pastoral en favorisant une substitution forcée et accélérée de l'activité traditionnelle par des structures spécialisées. Pour conforter la pratique et le savoir traditionnels, ils cherchent à identifier puis à apporter dans chaque cas le petit *plus* qui sécurise, pérennise et garantit la cohérence de l'activité. Ce *plus* peut intervenir à différents niveaux en termes :

- d'animation, en faisant le lien entre les éleveurs pour choisir les jours de mise à feu et réunir l'équipe (expérience ancienne de la chambre d'Agriculture avec les GDA de St-Pierreville en Ardèche) ;
- de formation ou de sensibilisation (Drôme, Alpes-de-Haute-Provence, Hautes-Alpes, Ariège) ;
- de cadre juridique (mise en place d'une banque d'entraide dans le pays Viganais, commissions communales en Hautes-Pyrénées) ;
- et dans tous les cas, de mise à jour technique en faisant découvrir l'intérêt des nouveaux matériels d'allumage (torche), d'extinction (seau-pompe) et de communication (talkies-walkies).

Ces pratiques traditionnelles rénovées ou encadrées doivent être reconnues mais s'insèrent difficilement dans la démarche nationale d'encadrement des activités de brûlage dirigé développée ces dernières années (charte, formation, fiches de chantier). Le travail d'intégration et de reconnaissance est certainement l'un des prochains chantiers à ouvrir au sein du réseau et du groupe de travail de l'Entente. En contrepartie, ces pratiques traditionnelles sont plus facilement en phase avec la législation nationale et les réglementations départementales en matière d'emploi du feu puisque les brûlages sont généralement réalisés sous la conduite du propriétaire du terrain lui-même.

2. Dans les départements où la perte de savoir-faire est plus avancée et/ou les éleveurs ne sont plus assez nombreux pour maîtriser le développement de l'embroussaillement, des structures de substitution se mettent en place à plus ou moins grande échelle. Le besoin de mise à feu est reconnu par la puissance publique mais systématiquement soumis au filtre de la cohérence pastorale (refus des *brûlages de confort*). Ce système fonctionne d'autant mieux que la demande est satisfaite. D'où la nécessité de mettre au point une organisation départementale conséquente couvrant bien le territoire, aussi bien pour le filtrage des demandes de brûlage à but pastoral, que pour leur réalisation technique (Pyrénées-Orientales, Lozère, et dans une certaine mesure, Alpes-de-Haute-Provence et Aude).

3. Dans les départements où l'activité d'élevage est trop déstructurée, et dans lesquelles les feux pastoraux ont pris un caractère clandestin trop avancé, le coût croissant de la lutte contre les feux pastoraux qui dérapent devient prohibitif, et une stratégie de substitution systématique par des équipes spécialisées est adoptée sans exiger pour autant la cohérence pastorale de la demande. C'est typiquement le cas des Alpes-Maritimes où un raisonnement économique et de sécurité publique a clairement présidé à la généralisation des activités de brûlages des équipes de forestiers-sapeurs. Cette attitude exige plus encore que la précédente une parfaite capacité de réponse à la demande. En revanche les chantiers ne sont pas évalués sur le plan de l'intérêt pastoral, ce qui peut conduire à des prescriptions de régimes de feu (fréquence, dimension, taux de brûlage...) non optimales, mais qui évitent de toute façon des feux pastoraux clandestins aux conséquences environnementales encore plus regrettables.

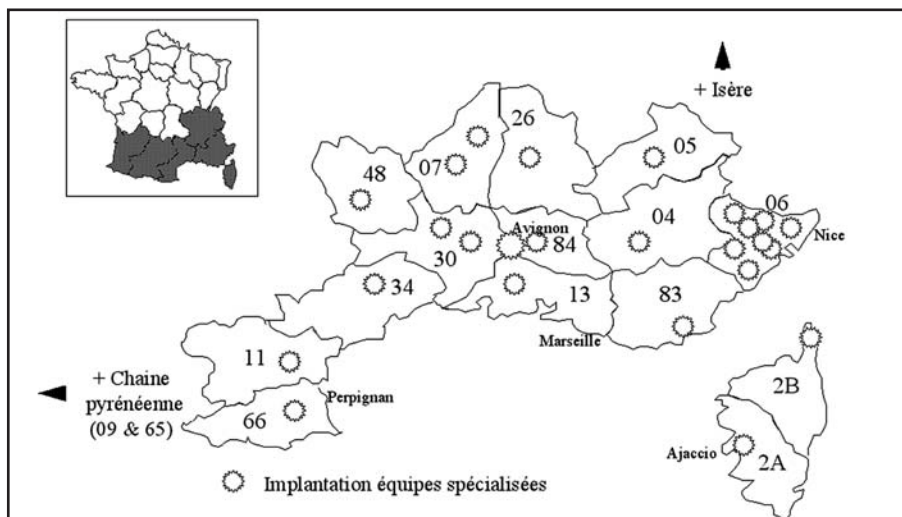
4. Il faut enfin citer le cas des départements littoraux où l'activité pastorale est à ce point démantelée (raréfiée) que la demande en feux pastoraux est très réduite. Les brûlages dirigés n'ont donc que très rarement un objectif pastoral, et visent le plus souvent à s'insérer dans des séquences techniques pour la réduction du combustible. Il s'agit notamment du Vaucluse, des Bouches-du-Rhône et du Var.

La Corse n'apparaît pas dans cette énumération, car la cellule qui se met actuellement en place en Corse-du-Sud limite volontairement son action aux interventions sur les ouvrages de prévention des incendies et ne souhaite pas traiter des brûlages à vocation pastorale.

LES CHANTIERS DU RÉSEAU

Les actions listées ci-dessous récapitulent les grands dossiers traités dans le cadre conjoint du réseau des équipes de brûlage dirigé et du groupe de travail de l'Entente :

- un référentiel parcellaire : réalisation en commun d'une fiche de chantier qui est remplie par tous et qui alimente une base de données commune, BDSYSTÈME (voir l'article de Gaulier *et al.* dans ce volume) ;
- l'étude des effets du brûlage sur les différentes composantes de l'écosystème : un réseau d'équipes de recherche appuie celui des praticiens pour mieux comprendre les effets environnementaux du brûlage dirigé. Il s'agit notamment de l'INRA d'Avignon, l'École des mines d'Alès et de Sophia Antipolis, le laboratoire Arago de Banyuls-sur-Mer, le SIME-SEPO de Prades, l'ONC de Prades, le laboratoire GÉODE CNRS de l'université Toulouse Le Mirail, l'université Paul Sabatier de Montpellier, les comités scientifiques du parc des Cévennes, du parc des Volcans d'Auvergne et du parc du Mercantour (voir autres articles de ce même numéro) ;
- la formation avec le lancement du « brevet *brûlage dirigé* » depuis deux ans (voir article Duché, ce volume) ;
- les problèmes législatifs et réglementaires contraignant la pratique du brûlage dirigé (voir article de Binggeli & Gaulier, ce volume) ;
- les aspects d'assurance avec la définition d'un contrat type « brûlage dirigé » négocié avec un grand groupe d'assurance français ;
- l'élaboration et application d'une *charte de brûlage dirigé* (annexe). Cette charte est prise en application du Code forestier, en particulier les articles L.321.6 à L.322.12, L.322.1 à L.322.8, des arrêtés préfectoraux réglementant l'emploi du feu et la protection des forêts contre l'incendie, ainsi que de la note d'orientation de la direction de l'Espace rural et de la Forêt DERF/SDF/N 94 n°3016 du 22 avril 1994. Elle est le cadre de travail des équipes de brûlage dirigé réunies en réseau autour de l'INRA sous l'égide du comité scientifique et technique de l'Entente. La liste des signataires est conservée par la préfecture de zone.



Carte 1 : Régions concernées par le brûlage dirigé (médaillon) et répartition des équipes spécialisées dans le Sud-Est de la France.

Références et bibliographie complémentaire

Réseau des équipes de brûlage dirigé. « Compte rendu de la table ronde sur le brûlage dirigé. » *Actes du forum international sur la protection de la forêt méditerranéenne*, 10-13/06/1997, Marseille. À paraître.

Rigolot (E.). « Le brûlage dirigé en région méditerranéenne française. » *Rencontres forestiers-chercheurs en forêt méditerranéenne*, La Grande-Motte (34), 6-7/10/1992. INRA, Versailles, Les Colloques n° 63, 1993, p. 223-250.

Rigolot (E.). *VIII^e Rencontres des équipes de brûlage dirigé*, St-Pierre-la-Mer (Aude), 28-30/05/1997, 26p.

ANNEXE : CHARTE DU BRÛLAGE DIRIGÉ

Définition

Le brûlage dirigé est une opération d'aménagement et d'entretien de l'espace comprenant la réduction du combustible sur les ouvrages de prévention des incendies de forêt. Il est également une opération de gestion des peuplements forestiers, des pâturages, des landes et des friches. Sur ces espaces, le brûlage dirigé consiste à conduire le feu de façon planifiée et contrôlée sur tout ou partie d'une surface prédéfinie et en toute sécurité pour les espaces limitrophes.

Information locale

Le responsable de l'équipe de brûlage accorde une place prépondérante à la recherche d'un consensus local avec les propriétaires, les populations et les partenaires intéressés.

Documents préparatoires à l'opération de brûlage dirigé

Toute opération de brûlage dirigé doit être préparée avec précision :

- définition des objectifs : il convient d'indiquer clairement le ou les objectifs poursuivis : prévention des incendies, sylviculture, pastoralisme, cynégétique, écologie, agriculture, ainsi que la qualité des résultats attendus ;
- situer le chantier sur une carte au 1/10 000 (ou à défaut au 1/25 000) ;
- présenter le milieu physique (relief, sol, pente, orientation) et éventuellement les conditions climatiques locales particulières ;
- décrire la nature des formations végétales et du combustible : essences arborées, sous-étages et litière ;
- énumérer les contraintes particulières liées au site ;
- élaborer les prescriptions du brûlage.

Il s'agit de définir préalablement le mode opératoire qui traduira les convergences optimales entre les objectifs, les caractéristiques du milieu et les contraintes.

Les prescriptions du brûlage comprendront au moins les modalités suivantes :

- détermination des conditions microclimatiques devant encadrer le brûlage sous forme de plages (températures, humidité de l'air, sens et vitesse du vent) et d'ambiance (telle que couverture nuageuse ou entrées maritimes) ;
- choix du mode de conduite du feu ;
- définition du périmètre de sécurité et de son mode de réalisation ;
- quantification des moyens de sécurité à engager.

Ces informations sont à porter sur les fiches INRA de brûlage dirigé « Description du milieu » et « Dispositions opérationnelles ».

Dispositions opérationnelles

Sur le chantier, suivre et décrire l'opération en cours :

- prise en compte des conditions climatiques : relever et mesurer la température, l'humidité de l'air, la force et l'orientation du vent au début du brûlage, lorsque le soleil est au zénith, en fin d'intervention et lors de tout changement important des conditions météorologiques ;
- description de l'opération de brûlage elle-même.

Consigner pendant le brûlage quelques informations essentielles :

- personnels et moyens engagés ;
- conduite et comportement du feu ;
- difficultés et incidents rencontrés.

Mettre en œuvre les moyens de sécurité et d'extinction.

Ces informations sont à porter sur la fiche INRA brûlage dirigé « Dispositions opérationnelles ».

Sécurité

Le responsable de l'opération de brûlage dirigé doit tout mettre en œuvre pour rester maître de la situation et en particulier garder une marge de sécurité suffisante.

Ainsi, au démarrage de l'opération il indique au maire ou à son adjoint, au CODIS et au centre de secours voisin :

les coordonnées DFCI et le lieu-dit du brûlage ;

- l'heure d'allumage ;
- l'heure estimée de fin de chantier ;
- les spécificités éventuelles (telles que surface, longueur du front, hauteur des flammes, taille et couleur du panache) particulièrement à proximité de zones très fréquentées (agglomérations, grands axes routiers, plates-formes aériennes...);
- les modalités de contacts (réseau radio, fréquence, indicatif, téléphone).

Et il doit :

- être en contact constant et rapide avec le CODIS et avoir accès aux données des serveurs de Météo-France ou de sa station de permanence ;
- disposer pour les grandes opérations d'une radio par individu ou groupe d'hommes actifs ;
- opérer au minimum à deux personnes ;
- appeler immédiatement des renforts en cas d'incident ;
- procéder à une inspection des lisières en fin d'opération ;
- assurer la surveillance post-opératoire.

Délais d'exécution

L'éventuelle demande de dérogation à l'arrêté préfectoral doit être déposée en préfecture (DDAF, SDIS) accompagnée des fiches INRA n° 1 et n° 2 et du plan de situation deux semaines avant la date prévue du brûlage dirigé.

Contrôle

À la fin de l'opération, la fiche INRA n° 3 « Évaluation » est complétée. Ce contrôle pourra être fait dans le mois qui suit l'opération (réduction du combustible, éventuels dégâts aux arbres).

Compte tenu des effets différés du brûlage sur le milieu, un contrôle peut être prévu à l'issue de la première saison de végétation après le brûlage dirigé pour évaluer la repousse des strates basses et la mortalité éventuelle d'arbres.

Assurance

L'opération de brûlage dirigé doit être couverte par une assurance responsabilité civile (accident et incendie).

Formation

Le responsable de l'équipe de brûlage consacre chaque année le temps nécessaire à réactualiser ses connaissances et à réétalonner ses modes opératoires au regard des autres expériences.

Formation de responsables de chantiers de brûlage dirigé

Yvon Duché

Service départemental de l'ONF des Alpes-Maritimes

« À toutes les époques, les forestiers et les éleveurs ont utilisé le feu pour réduire la végétation sur pied ou coupée. De l'incinération des déchets de coupes ou de débroussaillage, jusqu'au nettoyage des landes ou friches avant pacage, le feu représentait un outil peu onéreux et ressenti comme naturel.

« Ces interventions, que l'on connaît sous le nom d'écobuages, pouvaient dégénérer en incendies de végétation si leurs auteurs manquaient de pratique ou encore si les conditions climatiques, favorables le matin, s'aggravaient brusquement en cours de journée.

« Nous disposons aujourd'hui, sur les 15 départements de la Zone de défense Sud, d'un réseau scientifique et technique qui vise à développer et à soutenir les chantiers de brûlages dirigés.

« Ce réseau repose sur quelques spécialistes reconnus et travaille, essentiellement, dans le milieu montagnard où se traitent annuellement entre dix et quinze mille hectares en amélioration pastorale ou plus rarement sous forme de nettoiements de broussailles en futaie. Les chefs d'équipes ont été formés dans la tradition du compagnonnage et respectent une charte qu'ils ont signée. L'apprentissage de cette technique repose sur une longue expérience que soutient la délégation à la protection de la Forêt méditerranéenne. »

Le préfet délégué pour la Sécurité et la Défense
Michel Sapin

Depuis des siècles, les ruraux ont recours au feu pour la création ou l'entretien de zones pastorales.

Au cours des dernières décennies, la déprise agricole et l'exode rural ont conduit notamment à une modification de la pratique du feu, et à un embroussaillage des terres cultivées et des pâturages, donc à une fermeture du milieu.

L'embroussaillage a pour conséquences immédiates un appauvrissement de la diversité biologique des milieux ouverts, mais aussi, en région méditerranéenne, une augmentation des risques d'incendies de forêt.

Ces risques sont d'autant plus marqués que le savoir-faire des populations rurales dans l'emploi du feu a fortement régressé, transformant une pratique organisée et généralement collective en un acte individuel le plus souvent dissimulé.

Aussi, dans les années quatre-vingt, il a paru opportun aux autorités publiques de recadrer l'emploi du feu comme outil d'entretien de l'espace sous une forme moderne qualifiée de brûlage dirigé.

Celles-ci ont chargé l'unité *prévention des incendies de forêt* de l'INRA d'Avignon de vérifier la faisabilité de cette technique en milieu méditerranéen.

Les résultats de ces recherches ont permis au début des années quatre-vingt-dix un fort développement du brûlage dirigé par les gestionnaires des espaces naturels méditerranéens et montagnards.

Des équipes d'origines très diverses, regroupant des pastoralistes, des forestiers, des pompiers et des universitaires, se sont constituées pour apporter un appui technique aux agriculteurs désireux d'entretenir leurs pâturages par le feu, ou pour mettre en œuvre directement des chantiers de brûlage dirigé.

Ces équipes se sont formées progressivement grâce à la pratique sur des chantiers de plus en plus complexes mais aussi grâce aux échanges d'expériences au sein d'un *réseau des équipes de brûlage dirigé* animé par l'INRA d'Avignon.

Les réflexions menées au sein de ce réseau ont clairement montré qu'une large diffusion du brûlage dirigé passait par la formation de responsables de chantiers.

Aussi, depuis la saison de brûlage 1995-96, grâce au Conservatoire de la forêt méditerranéenne, une formation nationale a été mise en place par le Centre interrégional de formation de la Sécurité civile de Valabre (CIFSC).

Cette formation, qui devrait être validée par un brevet, regroupe de futurs responsables d'équipe de brûlage d'horizons variés :

- forestiers (ONF, DDAF),
- pompiers,
- pastoralistes (chambres d'agriculture, services d'élevage),
- gestionnaires de milieux naturels (collectivités, fédération de chasse...).

Elle a pour objectif de former des praticiens de terrain capables de conduire en toute autonomie des brûlages dans différents types de milieux en répondant à des objectifs variés, et de diriger une équipe de brûlage.

L'originalité de cette formation est qu'elle se déroule en deux temps, associant à un tronc commun une phase de compagnonnage auprès des équipes de brûlage agréées.

Le tronc commun comporte trois modules :

- le premier dure 4 jours. Les stagiaires pratiquent des brûlages dirigés sur de faible surface pour bien assimiler les bases de la technique, au sein d'équipes agréées ;
- le deuxième, de 4 jours également, se déroule sur différents sites, et permet aux stagiaires d'approfondir la technique et de prendre la direction d'opérations de plus grande difficulté, en bénéficiant des conseils des équipes d'accueil ;
- le troisième comporte 2 jours en salle, et vise l'acquisition de compléments théoriques (comportement du feu, météorologie...) et administratifs (réglementation, assurance...). Il est immédiatement suivi de 2 journées annuelles de réunion du réseau des équipes de brûlage dirigé.

Pour garder la richesse des origines des futurs chefs d'équipe, la formation est dispensée par des équipes agréées, constituées de forestiers, de pompiers ou de membres de services agricoles.

Le lien entre les différentes équipes est assuré par un animateur présent durant toute la formation et grâce à une direction de stage assurée conjointement par un cadre du CIFSC et un forestier.

Le brevet se termine par une phase de compagnonnage, qui consiste pour chaque stagiaire à aller pratiquer pendant 6 journées dans au moins 3 équipes disposant de cadres agréés, au cours des deux années suivant le tronc commun.

Les trois premières sessions du brevet (1996, 1997 et 1998) ont réuni chacune une douzaine de stagiaires. Elles ont permis de conforter les équipes existantes par de nouveaux chefs d'équipes, mais aussi et surtout l'émergence de deux nouvelles équipes, dans l'Aude, les Pyrénées-Orientales et l'Isère.



Formation dans le cadre du réseau des équipes de brûlages dirigés

Impression : Éditions Mimosa, 36 av. Pasteur, 34470 Pérols

Dépôt légal : septembre 1998

ISBN 2-912962-01-3

Le **RÉSEAU DES ÉQUIPES DE BRÛLAGE DIRIGÉ** a été créé en 1989 dans le but de rassembler les connaissances, les savoirs et les pratiques concernant l'usage du feu, et de les harmoniser avec les recherches en cours, à la fois dans le champ pastoral (entretien) et dans le domaine forestier (protection des forêts contre l'incendie).

Aujourd'hui, le travail de ce groupe interdisciplinaire se concrétise par la réhabilitation de « pratiques tolérées » et sur leur formalisation tant sur le plan des techniques qu'en termes de propositions légales.

Cet ouvrage rassemble les points de vue historiques, ethnographiques, légaux, techniques, des feux pastoraux et de leur évolution. Par une focalisation sur des expérimentations en vraie grandeur dans différents milieux de la région Grand Sud de la France, et sur des recherches plus spécifiques menées dans divers laboratoires, il met le doigt sur les aspects d'aménagement et de multi-usage de l'espace, dans un cadre de sécurité (le brûlage dirigé doit être maîtrisé), de durabilité (l'étude des impacts du brûlage dirigé sur les composantes des écosystèmes doit être approfondie) et de pérennité des ressources (fourrage, bois, mais aussi paysages). Enfin, les aspects d'organisation de la profession et de formation des agents d'intervention sont également traités.

Ce document d'environ 120 pages, richement illustré, est à notre connaissance le premier écrit de qualité dont l'ambition est d'aborder la question des brûlages dirigés au travers de multiples entrées. Rédigé par des spécialistes reconnus, il est destiné au personnel technique en charge de l'aménagement des forêts et de leur sécurité, aux agents d'encadrement du développement agricole et pastoral, et nous ne doutons pas qu'il fasse référence dans différents domaines, notamment forestière et agronomique.