

Photo : G. Guende.



Platanthera chlorantha.

APPROCHE DIACHRONIQUE DES CHANGEMENTS DANS LES POPULATIONS DE PLANTES RARES SUR LA CRÊTE DU GRAND LUBERON

Errol VÉLA*, Laurent GARDE** & Thierry TATONI*

INTRODUCTION

Dans un contexte de déprise agricole généralisée en Europe méditerranéenne (BARBERO & al., 1990), notamment en région PACA où des surfaces forestières ont considérablement augmenté au cours du XXe siècle (BARBERO & QUEZEL, 1990), l'avenir des milieux est devenu une préoccupation majeure pour les scientifiques et les gestionnaires. C'est pourquoi, depuis quelques années de nombreux travaux de recherches fondamentale et appliquée concernent l'écologie des formations de steppes et de pelouses sèches (cf. DUTOIT, 1996 pour une bibliographie complète).

En ce qui concerne la gestion des milieux ouverts, le **pastoralisme contrôlé** est en passe aujourd'hui de devenir un outil intéressant pour mener à bien des objectifs de conservation de la diversité biologique (BAKKER, 1989). Dans le cas du Luberon, nombreuses sont les espèces dites « remarquables » (rares et/ou à valeur patrimoniale), qui sont associées aux formations de pelouses, et dont la conservation dépend de celle de leurs milieux de prédilection. Ceci passe inévitablement par une gestion adéquate, rétablissant un équilibre entre une dynamique naturelle croissante (déprise rurale, remontée biologique) et un régime de perturbations contrôlées matérialisées par une pression de pâturage et un entretien mécanique (ou manuel) de débroussaillage. D'une manière générale, c'est le cas de beaucoup de pelouses sèches calcaires en région méditerranéenne.

Dans le cadre de **mesures agri-environnementales**, le Parc naturel régional du Luberon (PNRL) s'est intéressé à la gestion et la conservation des pelouses des crêtes du Grand Luberon dès le début des années 80, voire à leur réhabilitation dans certains cas. L'aboutissement de cette démarche a consisté en la mise en place en 1995 d'une OGAF-Environnement nommé "biotopes rares et sensibles", pour une durée renouvelable de 5 ans. Il en a découlé un **suivi scientifique** étudiant l'évolution à long terme de ces formations végétales, et de leur richesse floristique, notamment de l'impact global sur les espèces remarquables qui caractérisent ces pelouses si originales.

Historique des aménagements

Si au milieu du siècle on entendait encore parler de « dégradation pastorale insupportable qu'il convient de stopper de toute urgence », ce sont justement aujourd'hui ces « stades extrêmes de dégradation des séries de végétation » qui sont reconnus comme des formations de valeur biologique majeure. Ces pelouses sèches très originales sont protégées par plusieurs dispositions réglementaires au sein du PNRL et sont aussi une priorité à l'échelle européenne.

Il s'agit de préserver chaque composante (flore, entomofaune, malacofaune, etc.) de ces **écosystèmes à genêt de Villars** (*Genistetum villarsii*), qui déborde largement

*IMEP (Institut méditerranéen d'écologie et de paléoécologie), CNRS, case 461, Faculté des sciences Saint-Jérôme, Université Aix-Marseille, 13 397 Marseille CEDEX 20.

** CERPAM (Centre d'études et de réalisations pastorales Alpes-Méditerranée), coordination régionale, route de la Durance, 04100 Manosque.

sur les pelouses (*Xero-Bromion*) sur une superficie de moins de 150 hectares.

Or en 40 ans (entre 1950 et 1991) il a pu être constaté une **disparition de la moitié de leur surface** : recul imputable aux reboisements récents (10 %), à l'embroussaillage des zones de pelouse pâturées de façon trop extensive (30 %), et surtout au grignotage progressif des zones de lisières des taillis réduisant ainsi la largeur des pelouses (60 %). Ceci malgré la persistance d'une utilisation pastorale locale dont la qualité en terme de gestion est inconnue.

C'est donc en 1980, que le Parc a lancé son premier **projet d'aménagement des crêtes** du Grand Luberon. La sauvegarde de la biodiversité n'étant pas à l'ordre du jour, il y avait associé un objectif conjoint, la défense forestière contre l'incendie (DFCI) ; ces pelouses de crête constituant une coupure naturelle entre deux versants boisés, que l'on peut entretenir à moindre coût.

Cette phase a débouché sur la signature de **conventions pluriannuelles de pâturage**, qui garantissent aux éleveurs une sécurité sur le site. Le PNRL a ensuite réalisé une série de travaux à objectif mixte DFCI/pâturage, dont le débroussaillage de secteurs embroussaillés sur 65 hectares.

Enfin, un premier suivi scientifique a été mis en place avec un double objectif : pastoral et biologique. Ce suivi s'est prolongé sur 10 ans (1982-1991).

Pour le **bilan pastoral**, a été utilisé un ensemble de méthodes permettant d'évaluer la ressource fourragère (production annuelle de biomasse végétale) et de suivre son évolution (variations saisonnières et variabilité inter-annuelle). En résumé, nous signalerons ci-dessous les conclusions les plus significatives sur l'impact de dix ans de pâturage (GARDE 1990) :

- la valeur pastorale¹ des crêtes est en moyenne de 10 à 15 dans les pelouses à genêt de Villars, de 15 à 20 dans les pelouses à féтуque et brome, de 20 à 25 dans les pelouses à brome denses. Ce sont des parcours d'assez bonne qualité (comparables aux Causses du Massif Central), de démarrage tardif (optimum d'utilisation en juin), intéressants avant la montée en estive.

- la variabilité inter-annuelle est très forte, valeur pastorale et niveaux de production pouvant varier du simple au double, voire plus, et être même supérieure à la variabilité inter-stationnelle! La repousse d'automne est d'ailleurs particulièrement sensible aux précipitations à partir de mi-août, ce qui la rend aléatoire.

- sous l'effet du pâturage, outre l'important « bruit de fond » des variations climatiques, les pelouses des crêtes du Grand Luberon semblent en équilibre avec ce facteur anthropique multi-séculaire à peu près constant. Aucun phénomène de « surpâturage » n'engendre une dégradation perceptible, du moins sur un pas de temps de l'ordre de dix ans seulement. Par contre, suite à l'abandon du pâturage, une accumulation de phytomasse sèche sur pied et un développement d'espèces sous-arbustives, peuvent aboutir à une baisse de la biodiversité de certains faciès de pelouse. L'embroussaillage est suivi alors de la remontée progressive des taillis en direction des crêtes, ce processus lent (10 ans pour démarrer, 40-50 ans pour être sensible) rencontre une forte inertie due aux conditions écologiques drastiques.

Jusqu'alors, cet aménagement sylvo-pastoral visait à conforter l'utilisation du site par les éleveurs. Depuis 1993, une nouvelle étape est lancée : dans le cadre du règlement européen (mesures agri-environnementales, ex article 19), visant à favoriser les pratiques agricoles contribuant positivement à l'environnement, le PNRL affiche une volonté de sauvegarde des espaces ouverts par le pâturage, afin de favoriser une biodiversité maximale.

Dès 1995, parmi plusieurs sites d'application (dont les crêtes du Grand Luberon), certains éleveurs touchent des primes annuelles de 200 à 1 100 francs par hectare, selon les contraintes **techniques de pâturage et d'entretien** (débroussaillage) des pelouses. L'accompagnement technique et la médiation entre agriculteurs et gestionnaires de l'espace sont conduits par le CERPAM.

Une OGAF-Environnement a donc été mis en place en 1995 dans le Luberon, pour une durée de 5 ans, sous l'intitulé « biotopes rares et sensibles ».

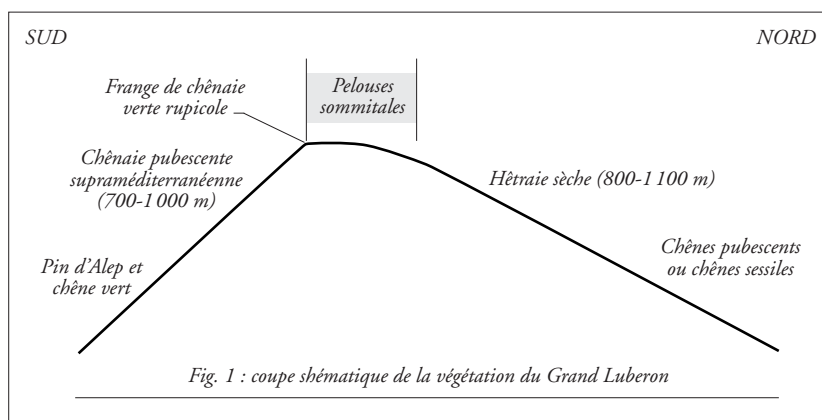
1. La valeur pastorale correspond à une mesure relative (de 0 à 100) de la qualité fourragère, basée sur la composition spécifique et sur le recouvrement des strates herbacée et arbustive basse.

Parallèlement à un **suivi scientifique** couvrant l'ensemble du Lubéron et reposant sur un réseau de plus de 150 placettes permanentes de 400 m² (cf. TATONI & al., 1998), nous avons repris les études initiées plus de dix ans auparavant sur les crêtes du Grand Luberon (GARDE, 1992).

C'est ainsi qu'en 1997 le même protocole que celui de 1985 a été suivi, avec les mêmes objectifs. L'intérêt était de voir l'évolution du cortège d'espèces lié aux pelouses sur un pas de temps supérieur à dix ans, qui intègre ainsi des années de pastoralisme actif, et se situe avant que la plupart des débroussailllements n'aient débuté dans le cadre de l'OGAF.

PRÉSENTATION DU SITE

Généralités sur la végétation du Grand Luberon



Le flanc sud du Grand Luberon est occupé par l'**étage méso-méditerranéen** jusqu'à 700 mètres d'altitude : pinède sur garrigue, ou chênaie verte. Au dessus, c'est l'étage « collinéen » à caractère **supra-méditerranéen** avec sa chênaie pubescente, ou ses faciès à chênaie verte rupicole. Le flanc nord débute par l'étage « collinéen » jusqu'à 800 m, puis par l'étage **montagnard** inférieur et sa hêtraie jusqu'à 1100 m (VARÈSE, 1997, modifié).

Cependant l'étage « collinéen » est constitué ici d'une juxtaposition de chênaie pubescente à caractère supra-méditerranéen, et d'îlots de chênaie de chênes sessiles entre 400 et 700 m, à caractère médio-européen... (CHARLES, 1990). Entre les deux, se situe une coupure de 100 à 500 mètres de large, formée de pelouses rases. Ces **pelouses sommitales** sont des formations à caractère « méditerranéo-montagnardes »² (PONS, 1952).

La crête orientée ouest-est, est longue de 13 km, et d'une altitude supérieure à 900 ou 1000 mètres (point culminant 1125 m), où cohabitent parfois des hêtres et des chênes verts à quelques mètres les uns des autres. Les influences climatiques méditerranéennes (sécheresse estivale très prononcée) et montagnardes (froid hivernal) cumulent leurs contraintes à celle d'un mistral fréquent et violent (proximité de l'axe rhodanien).

Ces formations herbacées rases ont été **façonnées par des siècles de pâturage**, et certainement autrefois par les troupeaux de grands herbivores sauvages (CERPAM, 1996). Elles recourent quatre grands types écologiques (GARDE, 1992) :

- dans les barres rocheuses abruptes qui constituent le bord du versant sud se trouve une association végétale rupicole, le *Genistetum vilarisii*, c'est-à-dire la pelouse ouverte à genêt de Villars.

- sur les croupes à sol très superficiel, où la roche mère est souvent apparente, on observe généralement les mêmes espèces caractéristiques, mais les espèces dominantes sont des

graminées rases assez ubiquistes du *Xero-Bromion*, dont le recouvrement est de 30 à 50 %. L'association du genêt de Villars a en fait gagné ces milieux à la faveur de leur ouverture et de leur érosion, créant des conditions comparables à son biotope d'origine.

- sur les versants nord à faible pente et sol peu profond (10 cm), on retrouve encore quelques caractéristiques de cette association, et surtout tout un lot d'es-

2. Pour la définition des types biogéographiques, on pourra se reporter à l'annexe 2 de l'article de TATONI & al., en page 45 de ce même volume.

pèces apparentées. Les espèces les plus dominantes sont cependant celles de la pelouse *Festuco-Brometum*, dont le recouvrement est de 50 à 80 %.

- enfin, dans les replats, les cols et les fonds de vallons colluvionnaux, on retrouve la pelouse à fétuque et brome, avec de nombreuses espèces de groupements associés du *Bromion erecti* et des *Brometalia erecti*. Le recouvrement est de l'ordre de 80 à 100 %.

Aperçu géographique et climatique

Situé à la jonction entre la “Haute” et la “Basse” Provence, la montagne du Grand Luberon culmine à 1 125 m au sommet du Mourre Nègre. Elle est séparée du Petit Luberon (point culminant 727 m) par la combe de Lourmarin où coule l’Aiguebrun.

Au nord, le bassin d’Apt drainé par le Calavon (ou Coulon), subit les influences climatiques continentales de la Haute Provence. Au sud, le Pays d’Aigues drainé par des petits affluents en rive droite de la Durance, subit des influences méditerranéennes un peu plus maritimes. À cette opposition se superpose une dissymétrie est/ouest classique et connue sur toutes les chaînes provençales. Ainsi la crête réunit deux versants aux influences opposées, qui s’imbriquent parfois à la faveur des cols, et subit un gradient de continentalité pluviométrique de l’ouest vers l’est, parallèlement à une décroissance de l’exposition au mistral (vent desséchant).

Le **rôle majeur du topoclimat** est à souligner, dans ces milieux à forte pente (donc à exposition très contrastée), autant sur la végétation que sur la micro-faune qui y vit. À l’échelle du microclimat (au ras du sol), il a pu être relevé des écarts journaliers de l’ordre de 50°, y compris en hiver par beau temps ! Les écarts d’humidité atmosphérique varient encore plus, pouvant approcher 0 % le jour alors que l’hygrométrie est souvent saturée la nuit ou par temps nuageux. Par contre, par temps de mistral, l’humidité relative peut rester faible plusieurs journées consécutives sans remonter au-delà de 60 ou 70 % (MAGNIN & LABAUNE, inéd.).

Quant au **climat global** du massif du Lubéron, on peut dire d’après les postes météorologiques situés dans les villes et villages du piémont (KESSLER &

CHAMBRAUD, 1990), qu’il est de type **méditerranéen sub-humide à hiver frais**, mais atténué sur la crête par l’effet de l’altitude et les effets de versants :

- les précipitations annuelles avoisinent les **700 mm** par an ;

- le nombre annuel de jours de pluie est faible, **inférieur à 100** ;

- le régime pluviométrique saisonnier (*sensu* Bénévent) est de type **AHPE**³ ;

- le **déficit hydrique estival** est sensible presque toutes les années, surtout en juillet ;

- les **orages** du mois d’août écourtent souvent la période de “sécheresse” (*sensu* Gaussen) ;

- la **neige** tombe plusieurs fois par an, surtout sur les sommets, mais persiste peu ;

- les températures **minimales d’hiver** sont très basses au nord et à l’est (jusqu’à – 27 °C !), et les gelées de printemps tardives, celles d’automne précoces ;

- l’**amplitude thermique** journalière est élevée au nord et à l’est, atténuée au sud et avec l’altitude ;

- la **chaleur estivale** (T > 20 °C) est moins durable que sur le littoral (2 mois au lieu de 4), mais souvent plus prononcée (températures maximales diurnes autour de 30 °C) ;

- le **mistral** y est violent et souffle plus de 100 jours par an à l’ouest, moins de 60 jours à l’est.

Le long passé de l’occupation humaine du site a également fortement influencé la végétation. Depuis le néolithique, les activités de pastoralisme, coupe de bois, charbonnières, ont accentué l’ouverture des milieux, la dégradation des sols, et ont marqué de leur empreinte la forêt d’origine. Ce n’est que depuis l’exode rural du siècle dernier, et la déprise agro-sylvo-pastorale qui s’en est suivie, que la “remontée biologique” a permis un net retour de la forêt de remplacement, dans des espaces économiquement délaissés.

MÉTHODOLOGIE

a. Les objectifs

Des inventaires floristiques réalisés par le PNRL sur les crêtes du Grand Lubéron (GUENDE, 1982, inéd.)

3. Précipitations décroissantes suivant l’ordre : Automne, Hiver, Printemps, Été.

ont mis en évidence la présence de nombreuses espèces rares pour la région ou strictement liées à un milieu bien particulier, en l'occurrence les **pelouses sèches « méditerranéo-montagnardes »** d'une part, et les hêtraies d'autre part.

Un premier recensement systématique a été effectué (GARDE, 1985) en ce qui concerne les espèces liées aux pelouses sèches sur la partie centrale des crêtes du Grand Lubéron, prenant en compte leur fréquence et leur abondance par faciès. Il s'agissait de rechercher :

- quels faciès sont plus favorables à chacune des espèces,
- quel est l'effet de l'abandon pastoral sur la richesse floristique.
- quel appauvrissement floristique on pouvait observer dans les différentes phases d'embroussaillage, de reforestation spontanée (en chêne vert, chêne blanc, pin sylvestre), de reboisement (essentiellement en pin noir),

Un deuxième recensement systématique a été effectué (1997) concernant les mêmes espèces (plus quelques autres), sur la même zone, et avec la même méthode. Il s'agissait alors d'étudier :

- l'évolution de la richesse floristique par faciès, après un intervalle de temps de 12 ans,
- les variations de répartition de ces espèces au sein de la crête,
- l'effet global de toutes ces années de gestion pastorale récente, afin d'acquérir des connaissances précises avant le démarrage des opérations de réouverture méca-

nique préconisées par l'OGAF de 1995 (ouvertures qui devront être réalisées d'ici à l'an 2000).

b. La méthode : un inventaire systématique

Première étape : pré-inventaire des espèces intéressantes à rechercher

Une **liste initiale** a été dressée en fonction, d'une part, des inventaires du PNRL et du recensement de 1985, d'autre part, des observations de terrain faites ultérieurement. Cette liste a évolué au cours du travail de terrain, suite soit à l'absence quasi-certaine de plusieurs espèces présumées disparues, soit que certaines espèces se trouvaient dans un état végétatif impossible à reconnaître, soit à certaines incertitudes de détermination, soit enfin à l'ajout de nouvelles espèces imprévues au départ. Au total l'inventaire a pris en compte **27 espèces** (+ 2 reprises à titre marginal).

Deuxième étape : l'inventaire systématique sur le terrain

L'échantillonnage

Un échantillonnage systématique est pratiqué, à partir d'un **réseau de mailles** de 100 x 100 mètres. Chaque ligne Nord-Sud du réseau représente un transect qui a été

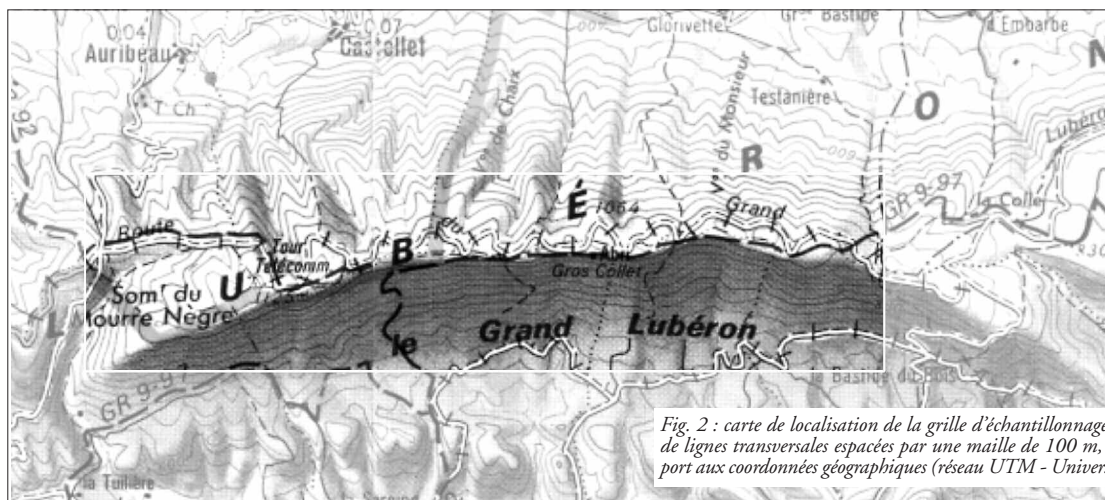


Fig. 2 : carte de localisation de la grille d'échantillonnage, calquée sur un réseau de lignes transversales espacées par une maille de 100 m, et positionnée par rapport aux coordonnées géographiques (réseau UTM - Universal Transverse Mercator).

parcouru à la boussole et en comptant les pas (cf. fig. 2).

En 1985 : sur chaque segment de 100 m du transect, l'observateur a effectué un ou plusieurs relevés linéaires : un relevé si le segment est entièrement situé dans le même faciès de végétation ; dans le cas contraire, il a effectué un relevé distinct pour chaque faciès de végétation et noté la longueur de chaque relevé (minimum 20 mètres ; maximum 100 mètres).

En 1997 : sur chaque segment ou transect, l'observateur a effectué plusieurs relevés : un relevé distinct pour chaque faciès de végétation rencontré, et noté la longueur de chaque relevé (minimum 10 m, le plus souvent 20 ou plus, jusqu'à 200 environ).

Le relevé de végétation

À l'aide d'une fiche de terrain, l'observateur note :

- les coordonnées du relevé (son numéro sur la grille d'échantillonnage correspond à une ligne UTM nord-sud bien précise),
- la longueur du relevé (arrondie à 5 m près),
- le groupement végétal dans lequel se trouve le relevé (6 faciès de pelouses et 11 formations arbustives ou arborescentes ont été identifiés en 1985 et cartographiés préalablement ; 6 faciès de pelouses et 13 formations arbustives ou arborescentes retenues en 1997, ainsi qu'un faciès « piste DFCI » et un faciès d'éboulis),
- pour chacune des espèces recensées, l'abondance de l'espèce selon un **coefficient d'abondance-dominance** de 1 à 5 (On considère que chaque coefficient équivaut à un taux de recouvrement moyen ; les taux de 25 %, 5 %, 1 %, sont évaluables sur le terrain. Les taux de 0,20 % et 0,04 % sont arbitraires et correspondent à une extrapolation commode pour les calculs).

1 : rare (1 ou 2 individus)	0,04 %
2 : peu abondante (individus peu nombreux et dispersés)	0,20 %
3 : abondante (individus nombreux, mais recouvrement < ou = à 1 %)	1,00 %
4 : très abondante (individus nombreux et recouvrement compris entre 1 et 10 %)	5,00 %
5 : dominante (recouvrement > à 10 %)	25,00 %

Ce coefficient est inspiré de celui utilisé dans les relevés phytosociologiques mais il est **décalé vers les espèces peu abondantes**.

L'inventaire a nécessité 6 jours pleins à 2 personnes en 1985. Il a été effectué au mois de mai, période où le maximum d'espèces sont identifiables. Au total, 375 relevés ont été réalisés sur 175 ha.

L'inventaire a nécessité 12 jours pleins à 1 seule personne en mai 1997. Au total, 524 relevés ont été réalisés sur environ 220 ha (les formations forestières ou préforestières ont été mieux fouillées).

Troisième étape : calcul de l'abondance relative des espèces

Le dépouillement des relevés permet de calculer, pour chaque groupement végétal et pour chaque espèce :

- La fréquence relative de l'espèce s dans le groupement végétal v (F_v^s). C'est le nombre de relevés réalisés dans le groupement végétal v dans lesquels se trouve l'espèce s , par rapport au nombre total de relevés réalisés dans le groupement végétal v (100 % = espèce présente dans tous les relevés de ce groupement végétal).
- Le recouvrement moyen de l'espèce s dans le groupement végétal v (R_v^s). C'est la moyenne des recouvrements de l'espèce s dans les relevés du groupement végétal v où elle est présente (calculé en attribuant à chaque classe d'abondance-dominance une valeur de recouvrement), (en pourcentage : 100 % = sol complètement recouvert par l'espèce).
- L'indice d'abondance relative de l'espèce dans le groupement végétal v (A_v^s).

Cet indice combine la fréquence de l'espèce dans le groupement et son recouvrement :

$$A_v^s = F_v^s \times R_v^s$$

L'indice d'abondance est calculé dans une unité abstraite (valeur maximum = 10 000) qui permet seulement de comparer les espèces entre elles et les groupements végétaux entre eux.

Les espèces ayant un indice d'abondance supérieur à 10 peuvent être considérées comme assez communes (et même communes au-delà de 100).

Les espèces ayant un indice compris entre 1 et 10 peuvent être considérées comme peu communes.

Les espèces ayant un indice inférieur à 1 peuvent être considérées comme rares (très rares si $< 0,1$).

Le cas extrême étant celui d'*Orchis morio* en 1985 ou celui d'*Orchis ustulata* en 1997 : avec un seul individu relevé sur l'ensemble des crêtes, leur indice d'abondance est égal à 0,01.

Cependant, si l'on pondère l'indice par la longueur observée correspondant à chaque faciès parcouru (cf. annexe 1), il correspond à une unité de surface recouverte par l'espèce. Pour un groupement végétal qui couvrirait 100 ha sur le pare-feu, chaque point d'abondance relative d'une espèce correspondrait à 1 are recouvert par cette espèce dans ce groupement.

Dans cette étude comparative, l'indice n'ayant pas été pondéré en 1985, il sera ici calculé tel quel en 1997 également. Toujours est-il que pour des suivis éventuels à venir, il sera possible de comparer les valeurs pondérées avec celles de 1997.

On peut également calculer l'abondance relative de l'espèce s sur l'ensemble du site, tous faciès confondus (tabl. 1).

Comparaison 1985 / 1997	Présence 85	Indice 85	Présence 97	Indice 97
<i>Genista pulchella villarsii</i>	57 %	298	48 %	118
<i>Valeriana tuberosa</i>	72 %	76,3	28 %	17,5
<i>Serratuka nudicaulis</i>	35 %	67,0	26 %	87,1
<i>Anthyllis montana</i>	44 %	46,2	31 %	28,6
<i>Crepis albida</i>	61 %	38,7	63 %	43,6
<i>Cerastium arvense suffruticosum</i>	51 %	32,0	46 %	23,7
<i>Ranunculus gramineus</i>	26 %	22,5	8,8 %	2,67
<i>Iberis saxatilis</i>	31 %	21,2	20 %	9,79
<i>Plantago argentea</i>	22 %	13,2	15 %	12,6
<i>Orchis mascula mascula</i>	19 %	6,10	6,5 %	2,00
<i>Arenaria aggregata</i>	8,8 %	5,40	8,8 %	2,82
<i>Armeria arenaria bupleuroides</i>	14 %	3,80	19 %	6,40
<i>Sempervivum calcareum</i>	5,3 %	2,70	2,9 %	2,80
<i>Allium flavum</i>	1,3 %	0,70	19 %	2,55
<i>Senecio doronicum gerardii</i>	1,1 %	0,40	3,1 %	0,94
<i>Platanthera chlorantha</i>	3,2 %	0,30	2,1 %	0,18
<i>Tulipa sylvestris australis</i>	0,8 %	0,10	0,6 %	0,11
<i>Barlia robertiana</i>	0,8 %	0,03	0	0
<i>Orchis morio morio</i>	0,3 %	0,01	0	0
<i>Orchis ustulata</i>	0	0	0,2 %	0,01
<i>Orchis provincialis</i>	0	0	0	0

Tabl. 1 : comparaison en pourcentage de présence et indice de recouvrement des espèces en commun aux deux inventaires, tous faciès confondus (les espèces marginales ou à problèmes ont été exclues, cf. annexe 2)

RÉSULTATS

a. Évolution à long terme de la richesse floristique

Dans un premier temps, il est intéressant de classer toutes les espèces étudiées (cf. annexe 2) selon leur abondance ou leur rareté sur l'ensemble de la zone étudiée, tous faciès confondus, et de comparer le classement de 1997 à celui de 1985 (tabl. 1). On aura ainsi une idée de l'évolution globale sur le site.

Prenons l'exemple du genêt de Villars (*Genista pulchella villarsii* = *G. villarsii*), espèce clé des pelouses de crête :

En 1985, le genêt de Villars était l'espèce la plus abondante parmi celles étudiées. Notamment, son abondance est accrue par le fait que chaque pied couvre une étendue beaucoup plus importante qu'un pied de n'importe quelle autre espèce du tableau.

En 1997, le genêt de Villars reste l'espèce la plus abondante, mais semble cependant avoir perdu plus de la moitié de son recouvrement. Le calcul de l'indice et sa méthode d'estimation lors de l'étude de terrain par des observateurs différents, ne peuvent pour autant être mis en cause, au regard de l'évolution variée de l'indice des autres espèces. Notamment, pour une espèce stable et vivace strictement liée à un milieu rupestre permanent comme la joubarbe (*Sempervivum calcareum* = *S. tectorum* s.l.), l'indice est parfaitement stable.

Les 10 plantes les plus abondantes

Genista pulchella villarsii est toujours aussi fréquent en présence, mais il régresse en surface. La gestion d'un pâturage plus régulier et surveillé, semble au premier regard faire régresser le genêt de Villars, que les moutons pâturent volontiers (pousses tendres au printemps). Mais en fait il reste tout aussi fréquent en prenant simplement un aspect plus ramassé, alors que dans les coins non pâturés et embroussaillés, il peut former un petit sous-arbrisseau tortueux et étalé.

Serratula nudicaulis et *Crepis albida*, quant à eux deviennent encore un peu plus abondants et un peu plus

fréquents. La *Serratula* résiste fort bien à la sécheresse qui ne l'a pas affectée cette année, et a peut-être profité des débroussailllements de l'époque pour se développer un peu; le *Crepis* quant à lui, ne craint nullement la sécheresse, et tolère même assez bien les sous-bois clairs récemment débroussaillés.

Valeriana tuberosa et *Ranunculus gramineus*, régressent tous deux fortement entre l'inventaire de 1985 et celui de 1997. En réalité ce sont toutes deux des herbacées vivaces géophytes⁴ relativement mésophiles. Ainsi elles ont énormément craint la sécheresse précoce exceptionnelle de ce printemps. Seules les populations en situation abritée ont produit des feuilles, et rares sont celles qui ont fleuries (la majorité en sous-bois!). On ne peut donc tirer de conclusion sur l'état exact de leur population, les phénomènes climatiques ayant ici masqué leur phénologie habituelle.

Anthyllis montana, *Cerastium arvense suffruticosum*, *Iberis saxatilis* et *Plantago argentea* évoluent peu. Dans l'ensemble, leurs coefficients de présence et d'abondance régressent légèrement. Cela est en partie dû au nombre plus élevé de faciès parcourus en 1997 (notamment en sous-bois clair), ce qui tend à décaler vers le bas l'ensemble des coefficients. Mais leur présence absolue diminue également (sauf pour le plantain), ce qui laisse à penser qu'une autre partie de cette régression est réelle mais reste trop faible pour imputer cela au pâturage, à la dynamique ou aux aléas climatiques.

Ornithogalum « tenuifolium » par contre progresse fortement, car il était peu commun en 1985. Il ne craint visiblement pas la sécheresse printanière, et s'adapte même assez bien aux milieux enrichis en litière et en sol (sous-bois, pelouses denses, pré nitrophiles, etc.) où il possède d'ailleurs des formes de passage vers *O. umbellatum* (qui, lui, n'a pas été comptabilisé dans les relevés).

Le cas de 5 plantes relativement peu communes

Arenaria aggregata, comme le genêt de Villars, voit son indice d'abondance diminuer, mais pas son indice de fréquence. Il se maintient assez longtemps dans les milieux embroussaillés, mais voit alors simplement son nombre de pieds régresser.

4. Pour la définition des types biologiques, on pourra se reporter à l'annexe I de l'article de TATONIT & al., en page 45 de ce même volume.

Armeria arenaria bupleuroides, comme la serratule et le crépis, voit ses indices de fréquence et d'abondance progresser. C'est surtout parce que cette espèce a su profiter de la colonisation des bords de piste par le brome érigé, auquel il est d'ailleurs naturellement associé dans les faciès de pelouses denses des cols et replats.

Orchis mascula, comme la valériane et la renoncule, est une géophyte relativement mésophile, qui a, cette année, subi la sécheresse précoce : nombreux étaient les pieds (parmi ceux qui fleurissaient) qui se desséchaient avant de fructifier ! On ne peut donc là non plus tirer aucune conclusion sur l'état exact des populations.

Sempervivum calcareum, strictement liée aux croupes rocheuses à genêt de Villars, n'a guère évolué, si ce n'est d'avoir très localement progressé suite au sous-solage effectué dans des secteurs où les reboisements en pins noirs ont échoué.

Allium flavum enfin, reste la grande surprise de cet inventaire. Déjà remarqué comme étant en forte expansion en basse Provence (GIRERD 1991 ; VELA & al. 1996), on peut dire que sa population du Grand Luberon a littéralement explosé (présence absolue multipliée par 20, indice d'abondance multiplié par 5 !). Elle apparaît même en de nombreuses stations jusqu'alors inconnues du Luberon. Beaucoup de ces stations où il est récemment apparu ou réapparu sont depuis peu l'objet de réintroduction pastorale, sans qu'il ne nous soit pourtant possible de corréliser les deux phénomènes. C'est par ailleurs une des espèces d'ail qui ignore le plus la sécheresse malgré sa floraison estivale (juin - juillet).

Les 5 plantes les plus rares

La tulipe (*Tulipa sylvestris australis*) semble demeurer aussi rare, puisque les indices de 1985 et de 1997 sont comparables. L'orchis bouffon (*O. morio morio*) n'a pas été revu, ce qu'il ne veut pas dire qu'il a disparu de la région, mais simplement qu'il y est rare et sporadique. Quant à l'orchis à longues bractées (*Barlia robertiana*), il n'a pas disparu non plus, car il a été rencontré par ailleurs en un point de la crête, mais cela signe au moins l'arrêt de sa progression en altitude, progression récente en Provence (GIRERD, 1991) et même au nord jusqu'à Lyon (SCAPPATICCI, comm. or.).

Pour ce qui est de l'orchis de Provence (*O. provincialis*), il n'a jamais été rencontré pendant les inventaires de 1985 et de 1997. Une petite station existe toujours cependant dans une clairière sur la crête (BRÉMOND, comm. or.)

Armeria arenaria bupleuroides.
Photo : G. Guende.



b. Effets de lisière, embroussaillage et reboisements

Six principaux cas de figure seront étudiés. (annexe 1)

Dynamique des pelouses à thym et genêt de Villars de versant sud, évoluant vers le taillis de chêne vert

Nous avons comparé les relevés concernant la thymaie à genêt de Villars de versant sud, les taillis clairs et les taillis denses de chênaie verte (tabl. 2).

Trois grands groupes, et cinq sous-groupes d'espèces se distinguent :

- 7 espèces, déjà rares dans la thymaie, disparaissent très vite. 3 autres espèces (*Cerastium*, *Plantago* et *Serratula*) déjà plus fréquentes subsistent encore dans la

chênaie verte débroussaillée mais disparaissent également en taillis clair.

- 7 espèces régressent fortement dans les taillis clairs. Elles disparaissent totalement dans les taillis denses, sauf *Allium*, *Crepis* et *Genista* qui deviennent exceptionnels.

- 1 espèce se maintient bien dans les taillis clairs avant de disparaître : *Valeriana tuberosa*.

Ces trois groupes d'espèces traduisent un degré de sensibilité décroissante à l'embroussaillage du milieu.

N.B. : *Valeriana* en 1985 régressait dans les taillis car était très abondante dans les pelouses. Mais cette année au printemps exceptionnellement sec, les espèces herbacées (notamment les géophytes) les moins xérophiles se sont réfugiées à l'abri des ligneux dans les fruticées ou les forêts claires.

DYNAMIQUE VERSANT SUD	Indice A s.l.	Indice B	Indice B'	Indice C
<i>(Neottia nidus-avis)</i>	0,7	0,0	0,0	0,0
<i>(Plantanthera chlorantha)</i>	0,0	0,0	0,7	0,3
<i>Achillea tomentosa</i>	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Allium flavum</i>	0,7	1,6	0,7	7,8
<i>Anthyllis montana</i>	0,0	1,4	0,0	11,3
<i>Arenaria aggregata</i>	0,0	0,0	0,0	1,8
<i>Armeria plantaginea</i>	0,0	0,0	0,0	0,7
<i>Cerastium arvense suffruticosum</i>	0,0	0,5	40,0	12,1
<i>Crepis albida</i>	0,7	25,4	27,3	93,7
<i>Genista pulchella vilarsii</i>	16,7	8,2	0,0	277,7
<i>Himantoglossum hircinum</i>	0,0	0,0	0,0	0,4
<i>Iberix saxatilis</i>	0,0	2,6	0,0	27,3
<i>Minuartia rostrata</i>	0,0	0,2	0,0	0,9
<i>Narcissus assoanus</i>	0,0	6,1	0,0	15,5
<i>Orchis mascula</i>	0,0	0,0	0,0	0,1
<i>Ornithogalum tenuifolium</i>	0,0	1,9	0,7	5,3
<i>Plantago argentea</i>	0,0	0,0	3,3	5,5
<i>Ranunculus gramineus</i>	0,0	0,0	0,0	2,9
<i>Sempervivum calcareum</i>	0,0	0,0	0,0	0,8
<i>Serratula nudicaulis</i>	0,0	0,0	16,7	170,7
<i>Valeriana tuberosa</i>	0,0	7,8	0,7	8,7

Tabl. 2 : Abondance des espèces dans les taillis denses de chêne vert versant sud (A), les taillis clairs (B) ou débroussaillés (B'), et les thymaies à genêt de Villars (C)

Dynamique des pelouses ouvertes à genêt de Villars de croupe, évoluant vers la buxaie claire

La dynamique de ces croupes au sol très rocheux et particulièrement soumises aux rigueurs du climat est très lente. Elles évoluent vers une buxaie très claire, rabougrie.

Le tableau 3 montre une évolution très contrastée des espèces confrontées à cette dynamique.

- 1^{er} groupe : toutes les espèces liées à ce faciès régressent lorsqu'il est colonisé par le buis.

- 4 espèces disparaissent (dont 2 déjà occasionnelles),

- 4 espèces régressent fortement (surtout *Serratula*),

- 4 régressent très peu, et sont pratiquement stables...

Pour toutes ces espèces la colonisation par le buis représente une perturbation de leur optimum.

- 2^e groupe : les autres espèces préférentiellement liées à d'autres faciès ou indifférentes au type de pelouse se développent ou apparaissent lorsque la croupe à genêt de Villars est gagnée par le buis.

- 2 espèces déjà présentes se développent (une mésophile, et l'autre craignant le vent : effet d'abri?),

- 3 espèces apparaissent car trop mésophile pour être présentes sur la croupe (notamment *Senecio*, lié à des faciès broussailleux).

N.B. : Même remarque que précédemment pour la valériane ; valable aussi pour l'ornithogale, etc.

DYNAMIQUE CROUPE	Indice D	Indice J (et J/K)
<i>Allium flavum</i>	3,4	2,4
<i>Anthyllis montana</i>	226,2	102,9
<i>Arenaria aggregata</i>	28,6	26,4
<i>Armeria plantaginea</i>	0,2	0,0
<i>Cerastium arvense suffruticosum</i>	2,8	39,2
<i>Crepis albida</i>	67,4	18,9
<i>Genista pulchella vilarsii</i>	587,2	360,0
<i>Iberis saxatilis</i>	39,4	30,1
<i>Minuartia rostrata</i>	2,4	0,0
<i>Narcissus assoanus</i>	7,6	20,5
<i>Ornithogalum tenuifolium</i>	5,2	4,5
<i>Plantago argentea</i>	0,2	0,0
<i>Ranunculus gramineus</i>	0,0	1,3
<i>Sempervivum calcareum</i>	69,0	0,0
<i>Senecio doronicum gerardii</i>	0,0	2,9
<i>Serratula nudicaulis</i>	171,0	1,6
<i>Valeriana tuberosa</i>	0,0	4,8

Tabl. 3 : abondance des espèces dans la pelouse de croupe à genêt de Villars (D) et la buxaie claire à genêt de Villars de croupe (J)

Dynamique des pelouses de versant nord vers la buxaie ou la chênaie

Là encore, deux groupes d'espèces au comportement contrasté (tabl. 4) :

- 1^{er} groupe : les espèces liées à ces faciès de pelouse régressent fortement ou disparaissent dans la buxaie ou la chênaie.

- *Achillea*, *Arenaria*, *Himanthoglossum*, *Ranunculus* disparaissent (et *Orchis ustulata* qui est exceptionnelle)

- *Anthyllis*, *Ornithogalum* régressent très fortement mais existent parfois en chênaie dense

- *Crepis*, *Genista*, *Iberis*, *Narcissus*, *Orchis* et *Serratula*,

régressent fortement dans leur série respective...

- 2^e groupe : les espèces de ce faciès mais plus liées à d'autres ou indépendantes du type de pelouse régressent moins ou se développent.

- *Armeria*, *Cerastium*, *Minuartia*, *Plantago* et *Valeriana* progressent lorsque la pelouse se densifie, puis finissent par régresser plus ou moins avec la reforestation

- *Allium flavum* régresse très peu

- *Platanthera*, *Sempervivum*, *Senecio*, *Tulipa* apparaissent ou se développent dans la buxaie, mais disparaissent progressivement dans la chênaie...

DYNAMIQUE VERSANT NORD	Indice F (et F/K)	Indice K s.l.	Indice L	Indice G	Indice H s.l.	Indice I s.l.
<i>(Neottia nidus-avis)</i>	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0
<i>(Plantanthera chlorantha)</i>	0,1	1,0	0,0	0,2	0,2	0,0
<i>Achillea tomentosa</i>	1,7	0,0	0,0	2,4	0,0	0,0
<i>Allium flavum</i>	5,8	4,6	0,0	1,5	0,8	0,0
<i>Anthyllis montana</i>	63,0	13,0	0,0	35,5	3,1	0,4
<i>Arenaria aggregata</i>	4,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Armeria plantaginea</i>	6,2	6,2	0,0	12,8	0,2	0,0
<i>Cerastium arvense suffruticosum</i>	35,2	20,4	0,0	51,7	17,9	0,0
<i>Crepis albida</i>	93,4	55,8	0,5	59,3	24,5	0,0
<i>Genista pulchella vilarsii</i>	256,7	63,2	0,0	83,8	0,2	0,0
<i>Himanthoglossum hircinum</i>	7,1	0,0	0,0	0,5	0,0	0,0
<i>Iberis saxatilis</i>	22,3	6,6	0,0	4,7	1,1	0,0
<i>Minuartia rostrata</i>	0,1	1,2	0,0	1,5	0,0	0,0
<i>Narcissus assoanus</i>	9,6	1,6	0,0	0,1	0,6	0,0
<i>Orchis mascula</i>	7,1	1,0	0,0	5,0	2,8	0,0
<i>Orchis ustulata</i>	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ornithogalum tenuifolium</i>	41,7	1,6	0,0	28,5	1,2	2,0
<i>Plantago argentea</i>	26,1	30,0	0,0	44,4	0,9	0,0
<i>Ranunculus gramineus</i>	8,7	0,8	0,0	6,4	0,0	0,0
<i>Sempervivum calcareum</i>	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Senecio doronicum gerardii</i>	0,6	7,4	12,5	1,4	1,6	0,0
<i>Serratula nudicaulis</i>	274,8	133,0	0,0	114,6	25,9	0,0
<i>Tulipa sylvestris australis</i>	0,0	2,0	0,0	0,0	0,5	0,0
<i>Valeriana tuberosa</i>	12,1	40,4	0,0	47,5	6,5	0,0

Tabl. 4 : abondance des espèces dans la pelouse à fétuque et brome de versant nord (F), la buxaie claire (K), la buxaie dense fermée (L), la pelouse dense à lavande (G), la chênaie pubescente claire (H), et la chênaie dense.

Viellissement et évolution des reboisements en pin noir

Par rapport à l'ensemble des pelouses (faciès C, D, E, F et G), la plupart des espèces disparaissent ou régressent dans les reboisements. En fait, pour mieux apprécier leurs différents comportements, il est plus intéressant d'analyser leur évolution au sein des reboisements.

Trois groupes d'espèces s'identifient selon l'âge et la réussite des reboisements (tabl. 5) :

- 1^{er} groupe : les espèces rupicoles profitent du sous-solage dans les reboisements qui ont échoué :

- *Anthyllis*, *Arenaria*, *Genista*, *Iberis*, *Minuartia*, *Ranunculus*, *Sempervivum* disparaissent ou presque dans les reboisements réussis, jeunes ou âgés.

- 2^e groupe : les espèces assez indifférentes au type de pelouse peuvent être présentes dans tous les types de reboisement

- *Crepis albida* régresse régulièrement avec l'âge des reboisements sans disparaître totalement

- *Allium*, *Armeria*, et surtout *Cerastium* et *Ornithogalum* régressent avec le succès du reboisement, mais réapparaissent à nouveau avec son vieillissement

- *Valeriana tuberosa* progresse régulièrement avec la réussite et l'âge du reboisement

- 3^e groupe : les espèces qui apparaissent dans les reboisements réussis.

- *Neottia*, *Platanthera* et *Orchis*, assez mésophiles apparaissent dans les reboisements très âgés, mais restent rares.

- Les autres (*Achillea*, *Himantoglossum*, *Narcissus*, *Ranunculus*, *Serratula*...) sont trop inféodées aux pelouses et disparaissent rapidement.

REBOISEMENTS PIN NOIR	Indice CDEFG	Indice R et R?	Indice P s.l.	Indice O s.l.
<i>(Neottia nidus-avis)</i>	0,0	0,0	0,0	0,2
<i>(Platanthera chlorantha)</i>	0,1	0,0	0,0	0,2
<i>Achillea tomentosa</i>	1,3	0,0	0,0	0,0
<i>Allium flavum</i>	4,3	1,3	0,8	1,0
<i>Anthyllis montana</i>	48,3	6,7	0,4	0,0
<i>Arenaria aggregata</i>	4,1	6,7	0,0	0,0
<i>Armeria plantaginea</i>	11,2	33,3	0,8	1,2
<i>Cerastium arvense suffruticosum</i>	32,2	40,0	10,8	15,3
<i>Crepis albida</i>	72,9	40,0	16,4	1,3
<i>Genista pulchella vilarsii</i>	209,6	173,3	0,8	0,2
<i>Himantoglossum hircinum</i>	2,3	0,0	0,0	0,0
<i>Iberis saxatilis</i>	17,2	6,7	0,0	0,0
<i>Minuartia rostrata</i>	0,8	6,7	0,4	0,0
<i>Narcissus requienii</i>	7,0	0,0	0,0	0,0
<i>Orchis mascula</i>	3,4	0,0	0,0	1,0
<i>Orchis ustulata</i>	0,0	0,0	0,0	0,0
<i>Ornithogalum tenuifolium</i>	25,2	40,0	4,8	13,5
<i>Plantago argentea</i>	21,1	0,0	0,0	0,0
<i>Ranunculus gramineus</i>	5,3	1,3	0,0	0,0
<i>Sempervivum calcareum</i>	5,6	6,7	0,0	0,0
<i>Senecio doronicum gerardii</i>	0,5	0,0	0,0	0,0
<i>Serratula nudicaulis</i>	163,1	0,0	10,0	0,0
<i>Valeriana tuberosa</i>	21,6	6,7	14,0	63,5

Tabl. 5 : abondance des espèces dans les pelouses tous faciès confondus (CDEFG), les échecs de reboisements avec sous-solage (R), les reboisements jeunes de moins de 40 ans (P), et les reboisements âgés de plus de 80 ans (O).

Dynamique des éboulis vers la lande à genêt cendré ou la pinède de pins sylvestres

Trois groupes se distinguent selon leur écologie (tabl. 6) :

- 1^{er} groupe : les espèces de pelouse rupestre régressent avec l'embroussaillage des éboulis.
 - *Arenaria*, *Iberis* et *Telephium* strictement rupicoles, disparaissent aussitôt,
 - *Anthyllis*, *Genista* et surtout *Cerastium* régressent moins vite car liées aux pelouses ouvertes au sens large.
- 2^e groupe : les espèces de pelouses plus mésophiles progressent ou apparaissent avec l'embroussaillage, puis régressent ou disparaissent à nouveau.
 - *Allium* et *Narcissus* apparaissent puis disparaissent,
 - *Armeria arenaria bupleuroides* progresse puis disparaît,
 - *Valeriana tuberosa* se développe puis régresse un peu.
- 3^e groupe : les espèces les plus mésophiles apparaissent au stade boisé.
 - *Plantanthera*, *Orchis*, *Plantago* et *Serratula* (?) apparaissent en pinède claire lorsque le sol est mieux fixé.

DYNAMIQUE ÉBOULIS	Indice U	Indice M (et M/K)	Indice N (et N//A)
<i>(Plantanthera chlorantha)</i>	0,0	0,0	1,7
<i>Allium flavum</i>	0,0	0,4	0,0
<i>Anthyllis montana</i>	65,0	4,0	0,0
<i>Arenaria aggregata</i>	2,5	0,0	0,0
<i>Armeria plantaginea</i>	2,5	5,3	0,0
<i>Cerastium arvense suffruticosum</i>	90,5	16,9	1,7
<i>Crepis albida</i>	12,5	3,1	13,3
<i>Genista pulchella vilarsii</i>	65,0	18,2	0,7
<i>Iberis saxatilis</i>	3,0	0,0	0,0
<i>Narcissus assoanus</i>	0,0	2,2	0,0
<i>Orchis mascula</i>	0,0	0,0	1,7
<i>Ornithogalum tenuifolium</i>	0,0	0,0	0,3
<i>Plantago argentea</i>	0,0	0,0	1,7
<i>Ranunculus gramineus</i>	0,0	0,0	0,0
<i>Serratula nudicaulis</i>	0,0	0,0	1,7
<i>Telephium imperati</i>	2,5	0,0	0,0
<i>Valeriana tuberosa</i>	0,5	67,1	8,7

Tabl. 6 : abondance des espèces dans les éboulis et pierriers de pente (U), dans la lande à lavande et genêt cendré de versant nord (M), et la pinède de pins sylvestres (N)

Modification du milieu par retournement, débroussaillage et surpâturage

Toutes régressent ou disparaissent avec l'apparition de la nitrophilie et la perturbation du milieu (tabl. 7), sauf *Allium flavum*!

- *Achillea*, *Anthyllis*, *Arenaria*, *Armeria*, *Genista*, *Himanthoglossum*, *Iberis*, *Narcissus*, *Orchis*, *Plantago*, *Ranunculus* et *Valeriana* disparaissent complètement.

- *Cerastium*, *Crepis*, et *Serratula* se maintiennent un peu.

EUTROPHISATION DES PELOUSES	Indice E	Indice T
<i>Achillea tomentosa</i>	0,7	0,0
<i>Allium flavum</i>	0,8	0,9
<i>Anthyllis montana</i>	2,8	0,0
<i>Arenaria aggregata</i>	0,6	0,0
<i>Armeria plantaginea</i>	44,4	0,0
<i>Cerastium arvense suffruticosum</i>	38,4	2,2
<i>Crepis albida</i>	23,2	1,8
<i>Genista pulchella villarsii</i>	24,6	0,0
<i>Himanthoglossum hircinum</i>	0,2	0,0
<i>Iberis saxatilis</i>	0,8	0,0
<i>Narcissus assoanus</i>	0,1	0,0
<i>Orchis mascula</i>	0,1	0,0
<i>Ornithogalum tenuifolium</i>	30,2	0,9
<i>Plantago argentea</i>	1,2	0,0
<i>Ranunculus gramineus</i>	3,3	0,0
<i>Senecio doronicum gerardii</i>	0,0	0,0
<i>Serratula nudicaulis</i>	5,0	2,2
<i>Valeriana tuberosa</i>	23,2	0,0

Tabl. 7 : abondance des espèces dans les pelouses denses à brome érigé des cols et replats (E) et dans les prés nitrophiles de sous-bois perturbés ou de replats surpâturés (T)

DISCUSSION

a. Rôle des variations climatiques et importance de l'hétérogénéité du milieu

Comme nous l'avons vu, au niveau de la valeur pastorale et de la production de phytomasse, les conditions climatiques imposent leur variabilité. Mais il apparaît, en comparant les inventaires de 1985 et de 1997, que la phénologie de nombreuses espèces remarquables est fortement affectée également par ce phénomène. Ainsi, des espèces comme *Valeriana tuberosa* par exemple, habituellement abondante dans tous les faciès de pelouse des crêtes, se trouve quasiment limitée aux fruticées et sous-bois clairs lors de sécheresse exceptionnelle. C'est le cas aussi pour *Ranunculus gramineus* et *Orchis mascula* (à une moindre mesure *Cerastium arvense suffruticosum*), ce qui nous fait prendre conscience de l'importance de la coexistence imbriquée de formation de pelouse ouverte et de fruticées claires ou pelouses arborées. Ainsi, une trop grande homogénéité du milieu porterait préjudice lors d'années climatiquement difficile (que ce soit la sécheresse ou un autre phénomène...), à certaines populations qui ne disposeraient pas de zones de refuge à proximité.

Si l'embroussaillage est maîtrisé, nous pouvons considérer la présence ponctuelle de ligneux comme un atout écologique, pouvant potentiellement offrir un abri aux espèces les plus sensibles aux sécheresses exceptionnelles.

b. Conclusion générale sur l'effet global du pâturage

En cas de fermeture du milieu, ce sont d'abord les espèces les plus étroitement inféodées aux différents faciès de pelouse qui régresseraient le plus vite. Or, ce sont justement celles-là qui font la plus grande originalité de cet écosystème.

Les espèces liées au *Genistetum villarsii* se réfugièrent sans doute dans les escarpements rocheux, sur une aire très restreinte par rapport à l'aire actuelle (*Genista villarsii*, *Sempervivum calcareum*, *Arenaria aggregata*, *Iberis saxatilis*). En effet, sur les crêtes du Petit Luberon, le genêt et la sabline existent, très rares sur les arêtes rocheuses et surplombs de falaises.

Ils ne doivent leur très grande extension sur le Grand Luberon qu'à l'héritage du passé où l'ensemble du massif était fortement pâturé et défriché, et cela de manière plus ou moins marquée pendant de nombreux siècles. D'ailleurs, si l'on prospecte les secteurs aujourd'hui embroussaillés mais qui étaient encore des pelouses en 1950, on trouve régulièrement de vieux pieds isolés très lignifiés et tortueux, de genêt ou de sabline, parmi les buis ou les chênes verts et pubescents.

Les espèces de pelouses méditerranéo-montagnardes, qui se trouvent sur des sites isolés les uns des autres, régressent à cause de la déprise pastorale, ce qui fragilise leur population et peut constituer un appauvrissement génétique à l'échelle régionale. En effet, ce groupe d'espèces ne se retrouve en totalité ou en partie que sur les crêtes de la Sainte-Victoire et de la Sainte-Baume, avec un caractère méditerranéen plus marqué, et plus au nord sur les crêtes des moyennes montagnes préalpines et sur les Causses, avec un caractère montagnard plus marqué. Aucun de ces sites n'échappe au processus de fermeture progressive des milieux (phénomène de « remontée biologique »), lié à la déprise agricole et surtout pastorale.

Mais ces rythmes de déprise puis de reprise d'activités humaines, ont eu lieu de nombreuses fois, et à chaque fois des stations refuges ont accueilli les espèces concernées, et parfois même favorisé leur spéciation et la naissance à long terme de schizo-endémique et de micro-endémiques (compensée par la perte d'autres population trop affaiblies et trop isolées...).

La gestion pastorale semble l'outil adéquat dans le cas des pelouses sèches des crêtes du Grand Luberon, afin de maintenir une pression active qui est à l'origine de la répartition de ces milieux. Soutenir concrètement les éleveurs en leur offrant des primes destinées à pallier la caducité de l'économie rurale et surtout pastorale, semble une bonne solution à court terme. À moyen terme, débroussailler les zones de lisières et certains sous-bois clairs, afin de favoriser l'extension des pelouses sommitales et l'augmentation de la ressource fourragère herbacée, semble également pouvoir permettre aux éleveurs de prolonger leur activité même après l'arrêt des aides financières.

Encore faut-il pour cela, que les opérations de débroussaillage soient pratiquées dans un but pastoral et non DFCI! C'est-à-dire en l'occurrence de ne pas laisser en place la litière ligneuse qui recouvre le sol, ce qui favorise les rejets de souche des ligneux. Pour privilégier au contraire la repousse herbacée, la meilleure méthode semble encore être le brûlis sur place de la matière organique broyée. Mais il semble que le brûlage contrôlé (connu depuis longtemps des bergers et des paysans) soit en région méditerranéenne boisée un tabou difficile à combattre... (Collectif, 1998).

De plus, si les actions mécaniques d'aménagement (sous-solage, tracé des pistes forestières) favorisent parfois localement une ou plusieurs espèces rares, elles modifient dans l'ensemble le milieu à long terme, et sont à limiter le plus possible.

ANNEXE 1

Faciès de végétation rencontrés

Nota : pour chaque mètre traversé par ligne de transect, on peut extrapoler une valeur de 1 are en surface (1m x 100m) pour le faciès considéré.

Nous avons ainsi parcouru en 1997 :

- 115 m de chênaie verte dense, à l'intérieur même du pare-feu (sans compter donc les versants!) = A
- 645 m de chênaie verte claire = B
- 180 m de chênaie verte claire récemment débroussaillée = B'
- 2505 m de thymaie = C
- 445 m de croupe à Genêt de Villars = D
- 1230 m de pelouse fermée à Brome érigé = E
- 3770 m de pelouse rase à fétuque et brome = F
- 3955 m de pelouses denses de versant à fétuque et brome avec lavande = G
- 1545 m de chênaie pubescente claire (sans compter un versant non parcouru...) = H
- 50 m de chênaie pubescente récemment débroussaillée = H'
- 220 m de chênaie pubescente dense, à l'intérieur même du pare-feu (sans compter les versants) = I
- 85 m de chênaie pubescente dense, éclaircie par débroussaillage = I'
- 810 m de buxaie claire de croupe à Genêt de Villars = J
- 880 m de buxaie claire de versant = K
- 145 m de buxaie claire débroussaillée (ressemblant ainsi à une pelouse à fétuque et brome) = K'
- 405 m de buxaie dense et fermée = L
- 40 m de buxaie dense, éclaircie par débroussaillage = L'
- 640 m de lande à lavande et Genêt cendré = M
- 395 m de pinède de Pin sylvestre en bordure du pare-feu, sans compter les nombreux versants = N
- 885 m de reboisement très âgés en Pin noir, dont 100 m de reboisement léger (sans compter quelques versants non parcourus...) = O
- 295 m de reboisements moins âgés en Pin noir = O'
- 250 m de reboisements âgés avec prairie nitrophile en sous-bois... = O''
- 260 m de reboisements jeunes en Pin noir = P
- 170 m de reboisements moins jeunes en Pin noir. = P'
- 110 m de hêtraie à l'intérieur du pare-feu (sans compter les versants) = Q
- 100 m de reboisements échoués avec trace de sous-solage = R
- plus de 1135 m de bords de piste DFCl (sans compter les pistes descendant des versants) = S
- 435 m de prés nitrophiles plus ou moins arborés = T
- 350 m d'éboulis ou de cailloutis non fixés = U
- 65 m non prospectés, à l'intérieur de la clôture de l'émetteur du Mourre Nègre.

ANNEXE 2

Présentation des espèces selon leur préférence

Voici une brève présentation des espèces étudiées, classées en plusieurs catégories en fonction de leurs **préférences écologiques** observées sur le Grand Lubéron.

Les espèces marginales ou à problèmes :

- *Neottia nidus-avis* : liée aux hêtraies ou chênaies pubescentes, voire chênaies vertes d'altitude, n'a pas été retenue dans le cadre de l'étude ci-présente.

- *Achillea tomentosa* : du fait d'incertitudes de détermination, les données de 1985 et 1997 ne pourront être comparées. Cependant, dans les inventaires de 1997, l'espèce pourra être prise en considération afin d'analyser son comportement d'un milieu à l'autre. C'est une espèce surtout liée aux faciès denses de pelouse à brome érigé.
- *Ornithogalum « tenuifolium » = gussonei* : présente dans tous les faciès, cette espèce prend une forme progressivement proche d'*O. umbellatum* s.s. dans des milieux plus riches de type sous-bois clair à sol retourné ou encore pelouse enrichie. Au vu de ces problèmes de délimitation taxonomique, nous éviterons d'établir des conclusions à son sujet.

Les espèces préférentiellement liées à la pelouse à thym et Genêt de Villars de versant sud :

- *Allium flavum* : se répand bien aussi sur croupe à Genêt de Villars et pelouse à féтуque et brome de versant nord.
- *Iberis saxatilis* : très fréquente aussi sur la croupe à genêt, beaucoup moins dans la pelouse à féтуque et brome.
- *Narcissus assoanus* (ajoutée dans la liste en 1997, non suivie en 1985) : se trouve également en versant nord, dans les pelouses et même sous-bois clairs caducifoliés.

Les espèces typiques de la pelouse ouverte de croupe à Genêt de Villars :

- *Anthyllis montana* : se répand bien également dans les pelouses à féтуque et brome de versant nord.
- *Arenaria aggregata* : très liée à la croupe (pelouse ou buxaie), transgresse un peu dans la thymaie versant sud et la pelouse rase à féтуque et brome versant nord.
- *Genista pulchella villarsii* : comme la précédente, mais transgresse bien dans la thymaie versant sud et la pelouse à féтуque et brome versant nord (surtout en faciès ras).
- *Minuartia rostrata* (ajoutée dans la liste en 1997, non suivie en 1985) : espèce rupicole, elle transgresse parfois dans les éboulis ou la thymaie versant sud.
- *Sempervivum calcareum* : rupicole par excellence, elle ne transgresse dans la pelouse à féтуque et brome du versant nord qu'à la faveur de faciès très ras et rocheux.

Les espèces préférentiellement liées aux pelouses fermées à Brome érigé :

- *Armeria arenaria bupleuroides* : se répand bien dans les pelouses à féтуque et brome de versant nord, ainsi qu'au bord des pistes DFCI
- *Himantoglossum hircinum* (ajoutée dans la liste en 1997, non suivie en 1985) : comme la précédente, et même parfois dans la thymaie versant sud.

Les espèces à large amplitude de répartition

- *Cerastium arvense suffruticosum* : tous types de pelouses et même fruticées claires.
- *Crepis albidula* : partout, des pelouses rocailleuses aux sous-bois assez clairs.
- *Serratula nudicaulis* : tous types de pelouses et même fruticées claires.
- *Valeriana tuberosa* : partout, des pelouses rocailleuses aux sous-bois assez clairs.

Les espèces préférentiellement liées à la pelouse à Féтуque ovine et Brome érigé de versant nord (faciès ras ou dense) :

- *Orchis mascula mascula* : débord peu des pelouses, surtout en faciès ras bien pâturé.
- *Plantago argentea* : transgresse dans les clairières et les sous-bois clairs de la chênaie pubescente (versant nord).
- *Ranunculus gramineus* : transgresse dans les buxaies claires ou de croupe, et débord parfois dans la thymaie versant sud ou encore la croupe à Genêt de Villars.

Les espèces de milieux semi-ouverts

- *Platanthera chlorantha* : liée aux forêts claires et fruticées (plutôt versant nord).
- *Senecio doronicum gerardii* : dans les chênaies pubescentes semi-ouvertes et les fruticées claires à buis.
- *Tulipa sylvestris australis* : peu observée (milieu rocailleux, en lisière).

Les espèces d'éboulis

- *Telephium imperati* (ajoutée dans la liste en 1997, non suivie en 1985) : uniquement sur pierrier ou éboulis.

Espèces rares sur la crête

Orchis ustulata, *O. morio morio*, et *Barlia robertiana* sont très rares et/ou instables sur la crête du Grand Luberon, et leur préférendum écologique ne peut donc y être défini.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BAKKER J.-P., 1989, *Nature management by grazing and cutting*, Kluwer, Dordrecht.

BARBERO M., BONIN G., LOISEL R. & QUEZEL P., 1990, Changes and disturbance of forest ecosystems caused by human activities in the western part of the mediterranean basin, *Vegetatio*, n° 87, p. 151-173.

BARBERO M. & QUEZEL P., 1990, La déprise rurale et ses effets sur les superficies forestières dans la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence*, n° 41, p. 77-88.

CERPAM, 1996, *Guide pastoral des espaces naturels du sud-est de la France*, Éditions CERPAM & Méthodes et Communications, Manosque, 254 p.

Collectif, 1998, *Pastum*, numéro spécial 51-52, « Brûlages dirigés ».

CHARLES J.-P., 1990, Étude floristique et biogéographique des hêtraies du grand Lubéron, *Bulletin de la Société Linnéenne de Provence*, n° 41, p. 89-103.

DUTOITT., 1996, *Dynamique et gestion des pelouses calcaires de Haute-Normandie*, Presses Universitaire de Rouen, 220 p.

GARDE L., 1985, *Entretien d'un écosystème de pelouses par un troupeau ovin. Les Crêtes du Grand Luberon*, Rapport d'étude pour le PNR du Luberon, Apt, 106 p.

GARDE L., 1990, *Ressources pastorales en Haute-Provence et modélisation de la relation végétation/troupeau*, Thèse de Doctorat, Université d'Aix-Marseille III, Marseille, 172 p.

GARDE L., 1992, *Pâturage et richesse biologique; bilan d'un aménagement pastoral sur les crêtes du Grand Luberon*, Rapport au PNR Luberon, Apt, 45 p.

GIRERD B., 1991, *La flore du département de Vaucluse. Nouvel inventaire (1990)*, Ed. A. Barthélemy, Avignon, 391 p.

KESSLER J. & CHAMBRAUD A., 1991, *La météo de la France : Tous les climats, localité par localité*, Ed. Lattès.

PONS A., 1952, *Étude phytogéographique de la chaîne du grand Lubéron*, DES Faculté des Sciences, Marseille, 105 p.

TATONIT, VÉLA E., DUTOITT. & ROCHE P., 1998, Pastoralisme et biodiversité : I. Présentation du suivi scientifique et des premiers résultats concernant l'organisation de la végétation dans le Luberon, *Courrier Scientifique du PNRL*, n° 2, pp. 33-49.