

Photo : S. Bec.



Le troupeau ovin reste le mode de gestion privilégié des zones ouvertes.

ORGANISATION ACTUELLE DE LA VÉGÉTATION DES CRAUX PÂTURÉES DE SAINT-MICHEL-L'OBSERVATOIRE

Errol VÉLA*, Carole ELLENA* & Georges GUENDE**

INTRODUCTION

Dans le nord-ouest de l'Europe, les pelouses calcicoles sont des écosystèmes semi-naturels de grande valeur biologique, ayant fait l'objet de nombreuses études écologiques descriptives et fonctionnelles. Ces études ont notamment montré que les pelouses sont des formations métastables dont les successions végétales secondaires sont multidirectionnelles et sous la dépendance de perturbations anciennes ou actuelles. Si le maintien de la diversité végétale et entomologique des pelouses est assurée par l'existence de perturbations régulières, leur absence entraîne une dynamique spontanée de la végétation qui à terme conduit au boisement des pelouses et à une perte importante de biodiversité (DUTOIT & ALARD, 1996).

Les pelouses mésophiles (alliance phytosociologique du *Mesobromion*), occupant les pentes douces et se boisant rapidement, y seraient ainsi plutôt d'origine anthropique, tandis que les lambeaux de pelouses xériques (*Xerobromion*) recouvrant les pentes les plus abruptes y seraient plutôt naturels et pourraient être à ce titre considérées comme primaires ou climaciques (FRILEUX, 1966).

Le problème de l'origine des espèces de pelouses calcicoles dans ces régions du nord-ouest de l'Europe se pose donc à deux échelles, celle des populations et celle des communautés. À la lecture de certains auteurs, la présence d'un cortège d'espèces calcicoles est probable même sans l'existence de communautés structurées de pelouse. Certaines espèces ayant pu se maintenir depuis le tardiglaciaire sont considérées comme des espèces relictuelles

des steppes primitives (VAN DEN BERGHEN, 1955; STOTT, 1971). Au contraire, la migration d'espèces sub-méditerranéennes¹ ou orientales apparaît pour de nombreux auteurs comme d'origine fortement anthropique (WILLEMS, 1982; ROYER, 1985).

En conséquence, la mise en place de différents systèmes de gestion conservatoire a été expérimentée un peu partout en Europe. Cependant ces connaissances ne tiennent pas compte du domaine méditerranéen et de ses zones de contact. Depuis quelques années, des études visent à combler ce manque, notamment en Espagne (PUERTO & al., 1990; MONTALVO & al., 1993) et en Israël (NAVEH, 1994; HENKIN & al., 1998).

Ce travail est le résultat de trois études concernant le site (VARÈSE, 1993; GUENDE, 1994; ELLENA & VÉLA, 1997), situé au nord-est de la chaîne du Luberon (Provence, FRANCE), sur le territoire du Parc naturel régional du Luberon, en l'occurrence la commune de Saint-Michel-l'Observatoire (département des Alpes-de-Haute-Provence, 04).

Toutes font partie de recherches encadrant la mise en place et le suivi scientifique de l'OGAF-Environnement « biotopes rares et sensibles » du Luberon, qui prend effet sur une période de 5 ans (1995-1999). Il s'agit d'un programme multidisciplinaire financé par la commission européenne dans le cadre de mesures agri-environnementales (VÉLA, 1997).

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

** Attaché environnement, botaniste au Parc naturel régional du Luberon, Maison du Parc 84 400 Apt.

1. Pour la définition des types biogéographiques, on pourra se reporter à l'annexe 2 de l'article de TATONI T. & al., en page 45 de ce même volume.

I. SITE ET MÉTHODES

I.1. Le site des Craux de Saint-Michel

En provençal, la *crau* est une lande couverte de cailloux (DE FOURVIÈRES, 1902). Il s'agit souvent d'une plaine aride et inculte utilisée seulement pour le pâturage ovin hors période d'estive.

Ainsi, la zone des « craux » de Saint-Michel-l'Observatoire, est constituée d'un plateau calcaire faiblement incliné vers le sud-est, et incisé en long de quelques talwegs (dépressions synclinales) où coulent des ruisseaux permanents ou temporaires. Les pelouses plus hygrophiles qu'ils entretiennent sont alors exploitées en prairie de fauche, le reste de la zone étant constitué de zones ouvertes (pelouses sèches) et semi-ouvertes (broussailles et petits bosquets).

Le climat y est de type méditerranéen faiblement atténué, notamment par la fréquence relative des orages d'été, mais aussi par l'expression d'un froid assez continental l'hiver. L'ensoleillement exceptionnel (2 800 heures par an), et le faible nombre de jours de pluie (moins de 100 par an en moyenne) associés à leur mauvaise répartition ainsi qu'à la variabilité inter-annuelle du climat (une année sur cinq le mois de juillet est totalement sec), permettent à une végétation bien méditerranéenne de s'installer. De plus, la faible épaisseur des sols, voire l'affleurement de la roche mère, accentue le manque de rétention et donc de disponibilité en eau pour les végétaux, ce qui limite fortement la végétation de type médio-européenne en dehors des dépressions hygrophiles.

Des tas de pierres (clapiers) attestent encore par endroits des cultures maigres anciennement pratiquées sur ces terrains. Leur abandon est quasi total aujourd'hui dans les zones où la roche affleure, et seules quelques parcelles sont encore exploitées en truffières. Des prélèvements de plantes aromatiques et médicinales (thym notamment) prennent parfois une grande ampleur et méritent d'être signalés. Quant au pâturage ovin, il n'a jamais cessé, et son histoire très ancienne est un maillon indispensable pour comprendre la structuration des communautés végétales rencontrées.

C'est l'assemblage de milieux contraignants et de milieux plus favorables, ainsi que l'histoire de l'occupation humaine et des activités rurales, qui fait toute l'originalité et la richesse de cet agro-écosystème à l'apparence steppique.

I.2. les méthodes d'échantillonnage

La première étude (GUENDE, 1994) a consisté en un inventaire floristique du secteur, une cartographie des espèces rares et des formations végétales, et une approche phytosociologique à partir d'une trentaine de relevés. Ces relevés ont été effectués un peu partout sur le secteur en 1992 et 1993, et ont été calqués sur la classification géomorphologique des sols (VARÈSE, 1993). Il s'agit d'un échantillonnage stratifié représentatif des surfaces concernées par chaque profil pédologique (notamment la capacité de rétention en eau, voire la durée de la phase d'inondation) et chaque structure de végétation (notamment l'embroussaillage par les ligneux).

La seconde étude (ELLENA & VÉLA, 1997) a consisté en un complément de l'inventaire floristique précédent, et surtout en la mise en place d'un réseau d'une vingtaine de placettes permanentes, repérées géographiquement (par système de GPS) et marquées au sol (peinture de chantier et bornes de géomètre). Il s'agit là encore d'un échantillonnage stratifié, mais représentatif des surfaces pâturées sous contrat d'entretien seulement (primes de niveau 1, 2 ou 3, en fonction des travaux de débroussaillage requis²). Ces placettes ont une vocation de pérennité, et permettront d'appréhender les changements floristiques et l'évolution de la biodiversité des formations végétales sur le moyen et long terme, dans le cadre de modes de gestion contrôlée.

Les relevés effectués en 1992 n'ont pu être retrouvés avec précision, faute de marquage permanent, c'est pourquoi ils n'ont pas été repris. Cependant, le secteur d'étude de 1992 inclut celui de 1997, et chaque réseau de placettes pourra donc être comparé dans son ensemble.

2. Dans le cadre de l'OGAF-environnement, des primes sont versées aux éleveurs, elles varient en fonction engagements pris par ces derniers quant au niveau de leur intervention : le niveau 1 correspond à un maintien des milieux ouverts par le pâturage uniquement, le niveau associant débroussaillage mécanique et pâturage, le niveau 3 assurant l'ouverture du milieu par des moyens essentiellement mécaniques (à 80 %).

II. ORGANISATION DE LA VÉGÉTATION

2.1. L'inventaire du secteur

L'exploration raisonnée du secteur a permis de réaliser un inventaire quasi-exhaustif concernant les diverses formations végétales rencontrées (hors champs cultivés). Cet inventaire s'élevait à 484 espèces en 1992-1993, et a pu être augmenté à 498 en 1997-1998. Ceci est remarquable pour une très petite zone (environ 10 km²) sans véritable effet de relief : 1/3 de la flore des pays du Luberon (environ 950 km²) et 1/10 de la flore française (environ 550 000 km²).

Il est possible d'établir le spectre biologique de cet inventaire, et de le confronter à celui représentant l'ensemble des pays du Luberon (VÉLA, inéd.) afin d'analyser les composantes de cette forte diversité.

Il est intéressant de constater (fig. 1) que tous les grands types biologiques sont représentés, exceptés les hydrophytes³ stricts (absence de plan d'eau et de grande rivière). Pour ce qui est des autres types biologiques, il y a dominance des hémicryptophytes et des thérophytes, ce qui marque la dominance des pelouses et leur richesse en annuelles, qui y sont d'ailleurs mieux représentées que dans l'ensemble du Luberon, tous milieux confondus. Outre la nette sous-représentation des méga- et nano-phanérophytes (les formations embroussaillées sont peu représentées), on peut noter la régression des géophytes. Quant aux chaméphytes (sous-ligneux et ligneux bas), et aux types intermédiaires (notamment les bisannuelles), ils se maintiennent très bien, ce qui signe la particularité des écosystèmes ouverts de type méditerranéen et des friches à caractère steppique.

La grande richesse de ces craux est donc essentiellement imputable à la richesse et à la variété de leurs **pelouses sèches à annuelles avec faciès steppique**. Des approches plus fonctionnelles que celle des types biologiques de Raunkiaer (DAGET, 1980) sont possibles

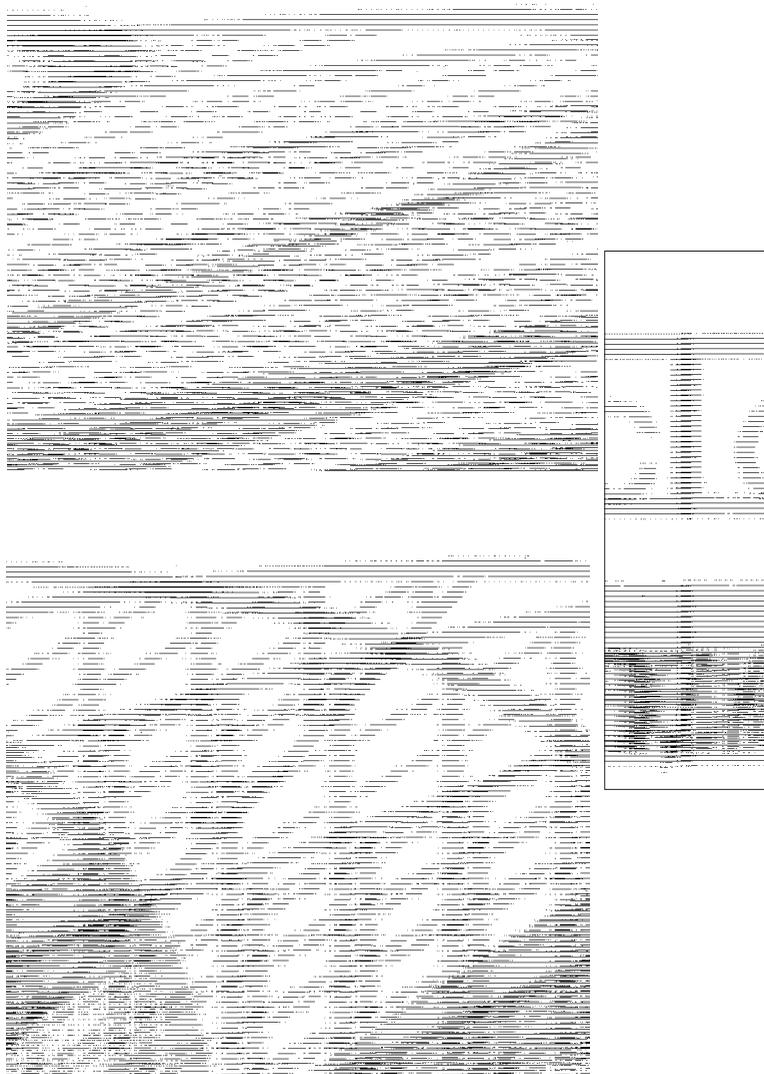


Fig. 1 : comparaison des types biologiques (sensu de Bolos & al, 1993, modif) représentés dans les craux de Saint-Michel (en haut) et dans les pays du Luberon (en bas), tous milieux confondus

3. 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.

à travers les stratégies adaptatives de Grime (MÉDAIL, 1996) ou encore le concept des “groupes fonctionnels” (ROCHE & al., 1996), et seront développées dans l’avenir.

De surcroît, cette richesse quantitative s’accompagne d’une richesse qualitative (biogéographie), car de nombreuses espèces sont considérées comme ayant une valeur patrimoniale. Que ce soit à l’échelle du Luberon (représentant la seule ou une des rares stations du Parc), à l’échelle de la région (retenues sur la liste provisoire du Livre Rouge PACA), ou même à l’échelle de la France (protégées par la loi de 1982 et 1995), une quarantaine d’espèces méritent une attention particulière et ont fait l’objet d’une cartographie (GUENDE, 1994).

2.2. L’étude préliminaire de la végétation

Un premier type de recherches a été orienté vers l’analyse des associations végétales, à partir d’un échantillonnage de 36 relevés ponctuels de 400 m², effectués chacun dans une biocénose végétale visiblement distincte afin de survoler leur diversité globale. Leur composition a été déterminée par la méthode du relevé phytosociologique de Braun-Blanquet basée sur 2 coefficients (abondance-dominance, et sociabilité).

La topographie des craux induit des conditions édaphiques extrêmement contrastées (VARÈSE, 1993) et une grande diversité de facettes écologiques. Les variations pédo-géomorphologiques créent des changements importants au niveau de la réserve hydrique des sols, individualisant des unités phyto-écologiques bien différenciées, qu’il est ainsi possible de distinguer comme suit.

Les pelouses xérophiles situées dans les zones de plateaux, de replats ou de faciès légèrement convexes aux sols sablo-limoneux riches en cailloux. Dans ces pelouses naturelles sèches on note en particulier comme espèces principales : le thym (*Thymus vulgaris*), la sarriette (*Satureja montana*), et le pâturin bulbeux vivipare (*Poa bulbosa*) ou parfois la fétuque ovine (*Festuca gr. ovina*). Le recouvrement de ces formations varie en général de 50 à 90 %. 154 espèces végétales y ont été observées, réparties sur 7 relevés.

Les pelouses xérophiles à Brachypode de Phénicie (*Brachypodium phoenicoides*) s’individualisent sur des sols

plus profonds de plateau présentant un début de brunification (VARÈSE, 1993). Cet écosystème se caractérise par une forte occupation de l’espace par le brachypode, très dynamique, et qui peut recouvrir plus de 95 % de la surface du sol, ce qui laisse peu de place pour les espèces compagnes. Cependant, 107 espèces végétales (réparties sur seulement 3 relevés) ont pu y être détectées, la diversité spécifique s’exprimant encore assez bien par l’aspect de mosaïque du milieu.

Les pelouses méso-xérophiles, un peu moins sèches que les précédentes, s’expriment sur des replats où l’on note un enrichissement en argile, ou sur des surfaces concaves (petites dépressions), favorisant des phénomènes d’hydromorphie temporaire de surface pendant les épisodes pluvieux. Ceci est favorable à certaines espèces propres à ces milieux comme : *Calepina irregularis*, *Ranunculus sardous*, *Sisymbrella aspera*, ou encore de nombreuses mousses (et lichens) ayant une forte capacité de recouvrement en période humide et d’involution en période sèche. La diversité floristique y est élevée : 210 espèces recensées, concernant 16 relevés (dont 3 zones de jachères). Le recouvrement végétal total (plantes à fleurs et cryptogames) y est important.

Ces pelouses se caractérisent par une grande variété de faciès végétaux. Les espèces dominantes y sont nombreuses et souvent différentes, avec des graminées (divers *Poa* et *Aegilops*, *Trisetum flavescens*, *Bromus erectus*, *Cynodon dactylon*) et surtout des papilionacées (divers *Trifolium* et *Medicago*). Dans les faciès les moins hydromorphes, le thym et la sarriette sont présents, et d’autres ligneux bas comme *Helianthemum apeninum* dominant parfois. Ce sont donc des milieux à forte valeur écologique et patrimoniale.

Les pelouses mésophiles sont liées à des conditions d’humidité moyenne, et occupent les fonds de thalwegs prononcés présentant des caractères d’hydromorphie en profondeur (VARÈSE, 1993). Elles constituent traditionnellement le système agricole des prairies de fauche. Le recouvrement végétal y est toujours maximum (100 %) avec des espèces dominantes constantes comme des graminées ou des herbes graminiformes : divers *Poa* et *Festuca*, *Carex hirta*, *Holcus lanatus*, *Arrhenatherum elatius*, *Trisetum flavescens*, *Avenula pubescens*, ou aussi le trèfle des prés (*Trifolium pratense*).

La diversité spécifique n’est que de 91 espèces recensées (sur 3 relevés), mais avec un lot d’espèces intéres-

santes, propres à ces milieux mésophiles peu répandus en région méditerranéenne (*Cerastium fontanum vulgare*, *Lepidium latifolium*, *Leontodon autumnalis* et *L. taraxacoides*, *Narcissus poeticus*, *Silaum silaus*, *Gaudinia fragilis*, *Carex ovalis*, *Valeriana officinalis*). L'intérêt écologique de ces pelouses s'explique souvent par la présence de plantes peu fréquentes, en limites de leur aire de répartition.

Les pelouses hygrophiles sont limitées dans les zones basses des fonds de thalwegs et vallons. Il s'y individualise des micro-parcelles en eaux superficielles quasi permanentes, déterminant des conditions de milieu méso-hygrophiles voire franchement hygrophiles. Ces faciès sont caractérisés par un fort recouvrement végétal (100 %) où dominent peu d'espèces : *Carex hirta*, *Holcus lanatus*, *Poa trivialis*, *Ranunculus acris*. On n'y rencontre que 48 espèces (sur 3 relevés) en raison du caractère déterminant du facteur eau. Cependant, certaines espèces observées sont intéressantes car très rares en région méditerranéenne : *Eleocharis palustris*, *Teucrium scordium*, *Ophioglossum vulgatum*.

Les formations arbustives font suite à la situation d'abandon d'une partie de l'espace, surtout sur les faciès xériques, et conduisent par l'évolution dynamique spon-

tanée classique à des groupements de type arbustifs, avec des faciès à genêt cendré (*Genista cinerea*) et à genévrier (*Juniperus sp.*) ou divers épineux (*Prunus spinosa*, le prunellier ; *Rosa sp.*, les rosiers églantiers ; *Crataegus monogyna*, l'aubépine ; etc.). Cette évolution dont le terme ultime est le système forestier caducifolié à chêne pubescent (*Quercus pubescens*), est accompagnée de transformations du tapis végétal, et d'un appauvrissement relatif en nombre d'espèces par rapport aux formations d'origine (une centaine recensée, sur 3 relevés). Toutefois, ces formations participent à la richesse globale du site des craux de Saint-Michel par une mosaïque de milieux augmentant l'hétérogénéité spatiale et la diversité biologique à l'échelle du paysage.

Il est possible de corroborer ces conclusions empiriques basées sur l'observation des sols et des faciès végétaux, avec un traitement statistique (analyse multivariées) des relevés en abondance-dominance (coefficient noté de 1 à 6). En couplant une AFC (Analyse factorielle des correspondances) à une CAH (Classification ascendante hiérarchique) basée sur les 4 premiers axes factoriels de l'analyse, nous avons obtenu une classification des relevés basée sur leur composante floristique (tabl. 1).

Troncature CAH niveau 1	Troncature CAH niveau 2	Nombre parcelles	Catégorie empirique correspondante	Autre(s) catégorie(s) rattachée(s)
GROUPEMENTS ARBUSTIFS	Fruticée claire à brachypode	4	« pelouses xérophiles à brachypode » « formations arbustives »	
	Ourlet pré-forestiers dense	1	...	1 « formation arbustive »
FORMATIONS HERBACÉES FERMÉES	Pelouse dense méso-xérophile	3	...	1 pel. méso-xéro 1 pel. méso 1 pel. xéro brach.
	Prairie mésophile (de fauche)	2	« pelouses mésophiles »	
PELOUSES TRÈS OUVERTES	Pelouse sèche à chaméphytes	9	« pelouses xérophiles »	« Truffières »! 1 pel. méso-xéro
	Pelouse éphémère à annuelles	13	« pelouses méso-xérophiles »	
FRICHES POST-CULTURALES	Jachère jeune	1	In « pelouses méso-xérophiles »	
PRAIRIES HYGROPHILES	Prairie riveraine	3	« pelouses (méso-) hygrophiles »	

Tabl. 1 : tableau comparatif du classement des 37 parcelles suivant une analyse statistique (à gauche) et une analyse empirique (à droite). En gras : catégories non identifiées ou mal réparties par l'approche empirique.

Deux résultats sont à souligner :

Premièrement, l'analyse statistique et la classification automatique permettent de répartir les relevés selon leur composante floristique comparée. Celle-ci prend en compte la réponse réelle (observée) de la végétation aux conditions du milieu. L'analyse empirique faisant suite aux études pédologiques et à l'observation des faciès de végétation fait ressortir un lien apparent entre une structure végétale et un phénomène écologique connu. Ainsi, certaines catégories floristiques n'avaient pas été identifiées empiriquement (pelouses denses), ou avaient été mal réparties (notamment les truffières, qui ne se différencient pas floristiquement des pelouses xérophiiles).

Deuxièmement, les résultats de l'analyse statistique nous donnent une classification basée sur la floristique qui intègre naturellement des conditions environnementales, et traduisent des phénomènes écologiques sous-jacents. En l'occurrence, le facteur eau semble bien un facteur important de l'organisation de la diversité floristique, mais le degré de fermeture du milieu aussi (cf. infra.).

2.3. L'étude des zones sous contrat d'entretien pastoral

Nous avons étudié les caractères mésologiques (état de la surface du sol) et floristique (inventaire en présence) d'une vingtaine de placettes situées dans des zones sous contrat, afin de rechercher les relations entre la végétation et les facteurs du milieu. Avec la connaissance des pratiques pastorales et des actions menées par l'éleveur dans le cadre d'une convention pluriannuelle, il sera possible de corréliser les résultats obtenus avec la pression et la saison de pâturage, la réalisation d'un débroussaillage mécanique, etc.. 19 placettes de 400 m² ont ainsi été marquées, recoupant chacun des trois niveaux d'entretien contractuel (cf. *supra*).

Les paramètres de l'**habitat** sont appréhendés par l'étude de l'état de surface du sol (recouvrement par divers éléments : litière, cailloux, strates de végétation, terre nue...) et de topographie (pente, exposition...), puis hiérarchisés par le moyen d'une analyse factorielle des correspondances.

1. Le facteur principal est un gradient de **biomasse**, lié à l'intensité décroissante de l'utilisation du sol (pelouses rases/milieus pré-forestiers).

2. Le facteur secondaire est un gradient de **mésophilie** lié à la disponibilité temporelle en eau notamment pour la strate muscinale et lichénique (pelouses xérophiiles/pelouses méso-xérophiiles).

3. Un facteur tertiaire correspond à un gradient de densification de la **strate herbacée** (strate inférieure ouverte/strate inférieure fermée).

Cinq types de biotopes ressortent ainsi selon leur degré de xéricité et d'embroussaillage.

Les patrons d'organisation de la **végétation** sont appréhendés quant à eux par la composition floristique exhaustive des placettes.

1. Le premier facteur écologique qui organise l'hétérogénéité végétale est représenté par la relative **hygrophilie** d'une ancienne prairie de fauche.

2. Le second constitue la **pression pastorale** des troupeaux sur la végétation qui développe un aspect nitrophile.

3. Un troisième d'ordre agricole, correspond à l'**abandon des cultures** avec apparition d'une végétation de friche.

La typologie des faciès de végétation, outre les milieux prairiaux et les milieux post-culturels, a permis d'identifier 4 variantes floristiques au sein des pelouses xérophiiles *sensu lato*, en fonction de l'abondance ou non d'espèces ligneuses et d'espèces nitrophiles.

2.4. L'approche écologique régionale

Les résultats observés précédemment dans les Craux, ont pu être confrontés aux autres secteurs d'étude du Luberon, dans le cadre du même suivi scientifique de l'OGAF – Environnement : Craux et crêtes du Petit Luberon, crêtes du Grand Luberon.

D'un point de vue mésologique, le premier facteur général de l'organisation de l'hétérogénéité du milieu, correspond à un gradient de profondeur du sol et une densification des strates végétales. Le second oppose des pelouses et fruticées claires de versant nord, à des fonds de vallons forestiers, ce qui correspond à un des paramètres d'ouverture et d'exposition. Le troisième et le quatrième sont complémentaires, et traduisent des gradients de conditions topographiques (adret + cailloux + formations débroussaillées/ubac + mousses + formations arborées).

Cinq types de milieux peuvent être caractérisés dans l'ensemble des zones ouvertes ou semi-ouvertes du Luberon. Deux sont représentés à Saint-Michel (« pelouses et garrigues caillouteuses » et « pelouses et fruticées ouvertes xérophiles »), les trois autres étant limités au Petit et Grand Luberon (« formations mésophiles d'ubac »; « formations préforestières des crêtes »; « forêts denses pluristrates »). **La particularité des craux de St-Michel est en fait due principalement à des conditions géomorphologiques** : absence de sol et affleurement de la roche mère non fissurée.

Nous avons fait de même pour tous les relevés floristiques comparables (même saison) effectués depuis 1995, sur l'ensemble des zones ouvertes et semi-ouvertes concernées par l'OGAF Environnement du Luberon.

Il en ressort que le gradient croissant de **nitrophilie due au pâturage**, est le premier facteur explicatif de l'organisation de la diversité végétale. Vient ensuite un **gradient altitudinal** qui fait ressortir le caractère plus ou moins méditerranéen de la végétation. Enfin apparaît un gradient de **fermeture du milieu**, qui souligne la particularité des milieux ouverts, surtout en altitude (effet de crête).

Les formations végétales de l'étage méditerranéen se séparent donc en « garrigues » (adrets) et « pelouses de crêtes » dans le Petit Luberon. Les formations de l'étage supraméditerranéen se différencient en « forêts claires et fruticées » (crêtes), pelouses sommitales à buis ou genêt de Villars (crêtes), « forêts submontagnardes » (Grand Luberon). Quant aux craux pâturés (St-Michel, mais aussi Petit Luberon!), elles s'individualisent nettement en deux groupes : végétation nitrophile (pastoralisme, agriculture), et végétation xérophile (pelouses rocailleuses, broussailles et ourlets préforestiers, caractéristiques des craux de Saint-Michel). **Profil géo-pédologique, et pâturage ancestral, sont donc la cause de la grande originalité de ces craux.**

III. DIVERSITÉ

3.1. La richesse spécifique

Très rapidement, il est possible de comparer la richesse spécifique moyenne des parcelles d'après l'étude de 1992 et celle de 1997 :

St-Michel 1992 (craux)	45,8
St-Michel 1997 (craux)	47,8

Aucune différence significative n'apparaît, et il faudrait un réseau de placettes identiques pour tester des différences aussi faibles. Cela pourra être fait dans l'avenir, les relevés de 1997 étant fait sur des placettes permanentes.

Pour référence, les placettes également pâturées et sous contrat du Petit et du Grand Luberon possèdent des richesses comparables :

Grand Luberon 1997 (crêtes)	43,0
Petit Luberon 1996 (craux + crêtes)	49,0
dont craux	44,0
dont crêtes	55,2

3.2. La diversité des types

Il serait opportun, en fait, de s'intéresser aussi à la diversité des types fonctionnels, car ils assurent à l'écosystème sa stabilité et sa plasticité, et donc sa richesse à long terme. Une approche de ce type a été réalisée sur les pré-inventaires de 1995 concernant seulement le Grand et le Petit Luberon (ROCHE & TATONI, 1995), en appliquant l'indice de Shannon à la diversité des types biologiques (TATONI & ROCHE, 1994).

IV. CONCLUSION ET PERSPECTIVES

4.1. Conclusions à propos du pastoralisme

Si l'on examine les facteurs d'organisation hiérarchisés par l'analyse factorielle (AFC) réalisée sur les relevés de 1992, on peut interpréter les axes suivants :

1. Hygrophilie de la végétation
2. Fermeture du milieu
3. Succession post-culturales

Il est intéressant de souligner l'apparition en 1997 d'une forte pression de pâturage, sensible par l'eutrophie de certaines placettes, phénomène qui n'a pas été observé en 1992. Mais le réseau de placettes n'étant pas le même, il n'est pas possible de l'attribuer de manière certaine à l'intensification du pâturage, même si cela est probable. En tout cas, il faudra veiller à ne pas tomber dans l'excès du surpâturage d'un trop grand nombre de secteurs, afin de ne pas homogénéiser le milieu à l'inverse de ce qui est désiré. Mais pour l'instant nous en sommes loin, et les premiers effets semblent positifs, et aptes à conserver le caractère unique de ces craux dû à leur pâturage ancestral et extensif.

4.2. Perspectives d'étude de la biodiversité

D'autres saisons d'investigation, et à plusieurs échelles spatio-temporelles (méthode des quadrats cf. TATONI & al., 1998) viseront à apporter des réponses précises et assez rapide (d'ici la fin de la réalisation de l'OGAF – Environnement) sur l'évolution de la biodiversité sous ses divers aspects, en relation avec les

activités modernes de pastoralisme (pâturage/ouverture mécanique).

Pendant les années à venir, la réalisation par l'IMEP de relevés quantitatifs à échelle plus fine (5 quadrats de 1 m² au sein de chaque parcelle), devrait permettre d'étudier les critères de biodiversité sous ses aspects qualitatifs et quantitatifs, à petite ou grande échelle, dans l'espace et dans le temps, en suivant l'exemple du modèle élaboré sur le Petit Luberon (VÉLA, 1996). Ces critères pourront être corrélés à divers outils de gestion comme la pression de pâturage (niveau de « raclage »), le mode de pâturage (saisons, fréquence), les modalités de débroussaillage mécanique (intensité, morcellement).

De plus, un test de validation du modèle du Carrousel (VAN DER MAAREL & SYKES, 1993), est en cours sur deux placettes des craux de Saint-Michel (une pelouse méso-xérophile à annuelles, et une pelouse xérophile à chaméphytes). En effet, cette théorie élaborée en Europe du nord, explique la richesse des pelouses à annuelles par le fort taux de remplacement d'espèces qu'elles possèdent dans le temps et leur complémentarité synchronique dans l'espace. Elle a déjà fait l'objet d'une validation intercontinentale (SYKES & al., 1994) mais n'a pas encore été testée en domaine méditerranéen.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

(En caractères gras, les travaux de base compilés dans le présent article)

DAGET P., 1980, Sur les types biologiques botaniques en tant que stratégie adaptative (cas des théophytes), In : BARBAULT, BLANDIN & MEYER, *Recherches d'écologie théorique. Les stratégies adaptatives*, Maloine éd., Paris, p. 89-114.

DE BOLOS O, VIGO J., MASALLES R. & NINOT J., 1993, *Flora manual dels països catalans*, Ed. Portic S.A., Barcelona, 1247 p.

DE FOURVIÈRES X., 1902, *Lou pichot tresor*, Réédition Marcel Petit CPM, 1987, Raphèle-les-Arles, 118 p. + XXIII.

DUTOIT T. & ALARD D., 1996, Les pelouses calcicoles du nord-ouest de l'Europe (*Brometalia erecti* Br.-Bl. 1936) : analyse bibliographique, *Écologie*, T. 27, Fasc. 1, p. 5-34.

ELLENA C. & VÉLA E., 1997, Étude floristique des craux pâturés de Saint-Michel-l'Observatoire (04). Analyse des facteurs écologiques discriminants sur l'organisation de la végétation, et typologie des faciès végétaux, Rapport de stage IMEP, Marseille, 41 p.

FRILEUX P.N., 1966, *Les groupements végétaux du pays de Bray*, Thèse Doctorat d'état, Rouen, 209 p.

GUENDE G., 1994, Craux de Saint Michel l'Observatoire. Inventaire de la flore, Document PNRL, Apt, 74 p.

HENKIN Z., SELIGMAN N., KAFKAFI U. & NOY-MEIR I., 1998, « Effective growing days » : a predictive simple model of the response of herbaceous plant growth in a Mediterranean ecosystem to variation in rainfall and phosphorus availability.

MÉDAIL F., 1996, *Structuration de la biodiversité de peuplements végétaux méditerranéens en situation d'isolement*, Thèse de Doctorat en sciences, Université d'Aix-Marseille III, 250 p. + annexes.

MONTALVO J., CASADO M.A., LEVASSOR C. & PINEDA F.D., 1993, Species diversity patterns in Mediterranean grasslands, *Journal of Vegetation Science*, N° 4, p. 213-222.

NAVEH Z., 1994, From biodiversity to ecodiversity : a landscape ecology approach to conservation and restoration, *Restoration Ecology*, n° 2, p. 180-189.

PUERTO A., RICO M., MATIAS M.D. & GARCIA J.A., 1990, Variation in structure and diversity in Mediterranean grasslands related to trophic status and grazing intensity, *Journal of Vegetation Science*, n° 1, p. 445-452.

ROCHE P. & TATONIT., 1995, *Évaluation des conséquences d'un pastoralisme contrôlé sur la biodiversité végétale (OGAF-Environnement, suivi scientifique de l'article 19). 1^{er} rapport annuel*, PNR Luberon, Apt, 14 p.

ROCHE P., TATONIT., MÉDAIL F., ROUX M. & BARBERO M., 1996, Identification de groupes fonctionnels pour l'analyse phytoécologique : bases conceptuelles et méthodologiques, Colloque "Biodiversité et fonction des écosystèmes", ENS Paris, 11-13 juin 1996.

ROYER J.-M., 1985, Liens entre chorologie et différenciation de quelques associations du *Mesobrometum erecti* en Europe occidentale et centrale, *Vegetatio*, n° 59, p. 85-96.

STOTT P.A., 1971, A *Mesobrometum* referable to the sub-association *Mesobrometum Seslerio-polygaletosum* Tuxèn for the Somme valley, *Vegetatio*, n° 23, p. 67-70.

SYKES M., VAN DER MAAREL E., PEET R. & WILLEMS J.H., 1994, High species mobility in species-rich plant communities : an intercontinental comparison, *Folia Geobotanica Phytotaxonomica*, Praha, n° 29, p. 439-448.

TATONIT. & ROCHE P., 1994, Comparison of old-field and forest revegetation dynamics in Provence, *Journal of Vegetation Science*, n° 5, p. 295-302.

TATONIT., VÉLA E., DUTOITT. & ROCHE P., 1998, Pastoralisme et biodiversité : Présentation du suivi scientifique et des premiers résultats concernant l'organisation de la végétation dans le Luberon, *Courrier scientifique du Parc naturel régional du Luberon*, n° 2, 1998, p. 32-49.

VAN DER BERGHEN C., 1955, Étude sur les irradiations de plantes méridionales dans la vallée de la Meuse wallonne, *Bulletin de la Société Royale Botanique de Belgique*, n° 87, p. 29-55.

VAN DER MAAREL E. & SYKES M.T., 1993, Small-scale plant species turnover in a limestone grassland : the carousel model and some comments on the niche concept, *Journal of Vegetation Science*, n° 4, p. 179-188.

VARÈSE P., 1993, Étude pédologique des craus de Saint-Michel-l'Observatoire (Alpes-de-Haute-Provence); relations sol - végétation, Document PNRL, Apt, 33 p.

VÉLA E., 1996, *Biodiversité et perturbations en région méditerranéennes. Impact du pâturage et du débroussaillage sur la richesse et l'organisation de la végétation du Petit Luberon (Vaucluse, France)*, Mémoire de DEA, Faculté de St-Jérôme, Marseille, 37 p. + XXXV.

VÉLA E., 1997, *Synthèse intermédiaire du suivi scientifique et technique de l'OGAF Environnement « biotopes rares et sensibles » du Luberon*, Rapport intermédiaire, PNRL/IMEP, Apt/Marseille, 32 p.

WILLEMS J.H., 1982, Phytosociological and geographical survey of *Mesobromion* communities in Western Europe, *Vegetatio*, n° 52, p. 171-180.