



Habitats et dynamiques de végétation en ubac du Mont-Ventoux Étude de la Réserve biologique intégrale

Laure MARTIN-GOUSSET, Jérémie TERRACOL & Jean-Pierre ROUX

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION : Bruno David,
Président du Muséum national d'Histoire naturelle

RÉDACTEUR EN CHEF / *EDITOR-IN-CHIEF* : Jean-Philippe Siblet

ASSISTANTE DE RÉDACTION / *ASSISTANT EDITOR* : Sarah Fiquet (naturae@mnhn.fr)

MISE EN PAGE / *PAGE LAYOUT* : Sarah Fiquet

COMITÉ SCIENTIFIQUE / *SCIENTIFIC BOARD* :

Luc Abbadie (UPMC, Paris)
Luc Barbier (Parc naturel régional des caps et marais d'Opale, Colesbert)
Aurélien Besnard (CEFE, Montpellier)
Vincent Boulet (Expert indépendant flore/végétation, Frugières-le-Pin)
Hervé Brustel (École d'ingénieurs de Purpan, Toulouse)
Patrick De Wever (MNHN, Paris)
Thierry Dutoit (UMR CNRS IMBE, Avignon)
Éric Feunteun (MNHN, Dinard)
Romain Garrouste (MNHN, Paris)
Grégoire Gautier (DRAAF Occitanie, Toulouse)
Olivier Gilg (Réserves naturelles de France, Dijon)
Frédéric Gosselin (Irstea, Nogent-sur-Vernisson)
Patrick Haffner (UMS PatriNat, Paris)
Frédéric Hendoux (MNHN, Paris)
Xavier Houard (OPIE, Guyancourt)
Isabelle Leviol (MNHN, Concarneau)
Francis Meunier (Conservatoire d'espaces naturels – Picardie, Amiens)
Serge Muller (MNHN, Paris)
Francis Olivereau (DREAL Centre, Orléans)
Laurent Poncet (UMS PatriNat, Paris)
Nicolas Poulet (AFB, Vincennes)
Jean-Philippe Siblet (UMS PatriNat, Paris)
Laurent Tillon (ONF, Paris)
Julien Touroult (UMS PatriNat, Paris)

COUVERTURE / *COVER* :

Vue de la Réserve biologique intégrale et du sommet du Ventoux depuis l'Épaulement de la Frache. Crédit photo : J. Terracol.

Naturae est une revue en flux continu publiée par les Publications scientifiques du Muséum, Paris
Naturae is a fast track journal published by the Museum Science Press, Paris

Les Publications scientifiques du Muséum publient aussi / *The Museum Science Press also publish:*
Adansonia, Zoosystema, Anthropolozologica, European Journal of Taxonomy, Geodiversitas, Cryptogamie sous-sections Algologie, Bryologie, Mycologie.

Diffusion – Publications scientifiques Muséum national d'Histoire naturelle
CP 41 – 57 rue Cuvier F-75231 Paris cedex 05 (France)
Tél. : 33 (0)1 40 79 48 05 / Fax : 33 (0)1 40 79 38 40
diff.pub@mnhn.fr / <http://sciencepress.mnhn.fr>

© Publications scientifiques du Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 2019
ISSN (électronique / *electronic*) : 2553-8756

Habitats et dynamiques de végétation en ubac du Mont-Ventoux – Étude de la Réserve biologique intégrale

Laure MARTIN-GOUSSET

Agroparistech, 16 rue Claude Bernard, F-75231 Paris cedex 05 (France)
laure.martin-gousset@agroparistech.fr

Jérémy TERRACOL

Office national des Forêts (ONF), Agence des Bouches-du-Rhône et de Vaucluse,
1175 chemin du Lavarin, F-84000 Avignon (France)
jeremy.terracol@onf.fr

Jean-Pierre ROUX

Société botanique de Vaucluse, Site Agroparc, F-84911 Avignon cedex 9 (France)
jean-pierre.roux472@orange.fr

Soumis le 20 août 2018 | Accepté le 21 février 2019 | Publié le 5 juin 2019

Martin-Gousset L., Terracol J. & Roux J.-P. 2019. — Habitats et dynamiques de végétation en ubac du Mont-Ventoux – Étude de la Réserve biologique intégrale. *Naturae* 2019 (5): 113-164. <http://revue-naturae.fr/2019/5>

RÉSUMÉ

Le territoire de la Réserve biologique intégrale (RBI) du Mont-Ventoux, en grande partie déboisé au milieu du XIX^e siècle, constitue un exemple de la reforestation conduite à partir de 1860-1880 dans les Alpes du Sud. Les défrichements, pratiqués durant des siècles, et les opérations de reboisement qui leur ont succédé, ont façonné la végétation, sous la forme d'une marqueterie assemblant habitats naturels de Hêtre (*Fagus sylvatica* L.) et de Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.), plantations en espèces locales, plantations d'essences exotiques, fruticées à Buis, rochers et éboulis. Tous ces types d'habitats ont fait l'objet d'un patient travail de cartographie, reproduisant, à partir de nombreux relevés floristiques et phytosociologiques, la disposition des habitats dans leurs dimensions horizontale (juxtaposition) et verticale (empilement en strates). Mise en regard des nombreuses descriptions et cartographies de la végétation du Mont-Ventoux, l'étude des habitats de la RBI a cela de nouveau qu'elle s'appuie sur des référentiels scientifiques partagés et qu'elle atteint, grâce à l'utilisation d'outils récents, une précision inégalée (représentation au 1/2500^e). De ce fait, la cartographie obtenue peut être considérée comme l'état zéro des habitats de la RBI. Il en ressort que cette dernière abrite 25 types d'habitats différents dont dix d'intérêt communautaire. Formations forestières et milieux rupicoles occupent presque tout l'espace, laissant peu de place aux fruticées et, moins encore, aux pelouses. D'importants phénomènes sont à l'œuvre depuis un demi-siècle qui transforment peu à peu les milieux de la RBI : dépérissement des sapins sous l'effet de contraintes climatiques de plus en plus sévères, colonisation des milieux ouverts par les essences pionnières, ouverture et fermeture de couloirs d'avalanches au fil des décennies, développement de régénérations naturelles sous les peuplements forestiers en place. En bref, ces changements vont, selon toute vraisemblance, se traduire par l'extension des milieux forestiers, par le remplacement d'une partie des plantations par des formations autochtones (Hêtraies en particulier) et par la rétraction de l'aire des Sapinières. L'étude de la végétation de la RBI, depuis l'état des lieux avant-reboisement jusqu'à aujourd'hui, suivant différentes méthodes, permet d'en retracer les évolutions, sous forme descriptive et cartographique, sur une durée de 130 ans. La vue synoptique ainsi offerte, jusqu'alors inusitée, améliore la connaissance générale de la végétation du Mont-Ventoux.

MOTS CLÉS
Cartographies
de la végétation,
dépérissement
du Sapin pectiné,
colonisation naturelle,
évolutions climatiques.

ABSTRACT

Habitats and vegetation dynamics on the north-facing slope of the Mount-Ventoux – Study of wilderness area.

The Wilderness Area of Mount Ventoux is an example of a reforestation project in the Southern Alps, which was largely deforested in the mid-19th century but reforested since the c. 1870s. Clearings, which have been practiced for centuries and the reforestation that followed, have shaped the vegetation, forming a patchwork composed of natural stands of beech and silver fir, plantations of local and exotic species, moors, rocks and screes. All vegetation formations have been mapped. By using numerous floristic surveys, we established a habitat map of the Mount-Ventoux reserve for the tree, shrub and herb layer (CORINE Biotope classification). The habitat survey presented here uses new methodology based on shared scientific repositories and recent tools, and, compared to the previous descriptions and mappings of the Mount-Ventoux vegetation, it reaches an unprecedented accuracy (map in 1:2500th scale). This mapping may be regarded as the first complete habitat map of the reserve. Our study showed that the reserve contains 25 different types of habitats including ten habitats considered to be of community interest. Forest formations and edaphic environments occupy almost all the space of the reserve leaving little space for shrublands and grasslands. For a half-century, habitats of the reserve have been transformed by numerous phenomena: fir dieback (due to increasingly severe climatic constraints), colonization of open environments by pioneer species, opening and closing of avalanche paths over the decades and development of natural regeneration under existing forest stands. These events have subsequently caused patterns in the vegetation, detected by our study, and will likely result in habitat evolution, leading to the extension of forest environments, plantation replacement by native formations (specifically beech trees) and the retraction of fir stands. From the pre-reforestation survey to the present day, studying the vegetation of the reserve using different methods makes it possible to trace their evolution in descriptive and cartographic form, over a period of 130 years. The synoptic view thus offered, hitherto unusual, improves the general knowledge of the vegetation of the Mount Ventoux.

KEY WORDS

Vegetation mappings,
fir dieback,
natural colonization,
climatic change.

INTRODUCTION

Du haut de ses 1910 mètres, le massif du Mont-Ventoux, fragment calcaire des Alpes détaché au beau milieu de la plaine, domine le département de Vaucluse. Formé d'un anticlinal déversé vers le nord, il s'étire sur environ 24 km du levant au ponant et sur 15 km du midi au septentrion. « Du nord le mont Ventoux fait peur; comme on dirait une muraille. Il se dresse, taillé superbement de pied en cap; noire couronne de verdure, un bois de mélèzes, arbres de fer, au rempart formidable servait de crénelure et d'imposants mâchicoulis ». Effrayant et inaccessible, c'est ainsi qu'apparaît à Mistral le versant nord du Mont-Ventoux (Mistral 1867). Le poète conte comment son héros, Calendal, gravissant péniblement « la masse rocheuse », s'agrippant aux buis et aux lavandes, atteint les derniers arbres pour les abattre. Et n'était la confusion entre mélèzes (introduits un quart de siècle plus tard) et sapins, confusion habituelle depuis le XVIII^e siècle, le paysage dépeint serait peu éloigné de la réalité: un vaste espace à découvert, surmonté d'un bois préservé des convoitises paysannes par des barres de rochers impraticables.

C'est sur cet austère ubac, sur les communes de Beaumont-du-Ventoux, de Saint-Léger-du-Ventoux, de Brantes et de Savoillan, qu'a été officiellement créée en 2010 la Réserve biologique intégrale (RBI) du Mont-Ventoux, espace protégé, laissé en libre évolution et, tout à la fois, laboratoire d'études (Terracol *et al.* 2017) dont la gestion incombe à l'Office national des Forêts (ONF). En son sein se trouvent, étroitement imbriqués, de vieux peuplements naturels de Hêtre (*Fagus sylvatica* L.) et de Sapin pectiné (*Abies alba* Mill.) et des reboisements, entrepris il y a un peu plus d'un siècle, dont l'objectif premier était la conservation et la stabili-

sation des sols. De larges éboulis, des fruticées et quelques rares pelouses entrecourent les peuplements forestiers. Dans cet espace peut être retracée l'histoire de la végétation du Mont-Ventoux, autant dire celle de la confrontation de l'Homme et de la nature sur ce territoire.

Des défrichements, débutés à l'âge du Bronze, à la reconquête forestière, effectuée de main d'homme au XIX^e siècle, à la colonisation des espaces ouverts, ou rouverts par des avalanches, et jusqu'aux récents dépérissements des sapins, sous l'effet des évolutions climatiques, c'est l'ensemble de ces dynamiques, tour à tour régressives et progressives, que nous nous proposons d'étudier. Comprendre la végétation de la RBI, c'est aussi, et avant tout, s'intéresser à la répartition des habitats et des espèces, dont quelques-unes tout à fait remarquables, dans un massif qui occupe une position singulière; le Mont-Ventoux est le point le plus avancé des Préalpes du Sud en allant vers l'ouest et se trouve ainsi à la confluence de deux régions biogéographiques: eurosibérienne (domaine alpin) et méditerranéenne. Cette situation originale a depuis longtemps attiré l'attention des botanistes, sur les travaux desquels nous reviendrons brièvement.

UNE VÉGÉTATION FAÇONNÉE PAR LES HOMMES

L'histoire des formations forestières, développée ci-après, résulte de l'analyse des documents d'archives disponibles, d'autant moins nombreux et détaillés que l'on remonte dans le temps, et dont il découle une certaine hétérogénéité dans la précision du propos. En guise de préambule à l'histoire des peuplements

forestiers proprement dite, une synthèse des études portant sur l'analyse des charbons de bois (paléo-anthracologie) et des pollens d'arbres (paléo-palynologie) a été établie.

Pour la bonne information du lecteur, toutes les espèces végétales citées dans cet article le sont conformément au référentiel taxonomique TAXREF 11. Le nom scientifique est indiqué lors de la première mention de chaque espèce. Par la suite, son nom vernaculaire est employé seul.

UNE FORÊT MILLÉNAIRE

Des analyses paléo-palynologiques et paléo-anthracologiques, réalisées dans différents avens (cavités karstiques creusées dans le calcaire de l'étage Barrémien), situés en ubac du Mont-Ventoux, couplées à des études de portée régionale, permettent de se faire une idée de la composition des peuplements forestiers de la RBI, voilà plusieurs millénaires. Après la dernière glaciation würmienne, il y a environ 12 000 ans, durant la période préboréale, la reforestation des steppes a débuté à partir de refuges forestiers méridionaux de basse et moyenne altitudes. Aux pinèdes qui ont connu une formidable extension succèdent vers –8500 des formations feuillues (Triat-Laval 1979). Depuis la base de la RBI, jusqu'à 1500 m d'altitude, les peuplements forestiers se trouvent principalement formés de chênes caducifoliés accompagnés d'érables, de sorbiers, de tilleuls, de Buis (*Buxus sempervirens* L.), d'If (*Taxus baccata* L.) et de pins (Thinon 2007). Au-dessus de cette altitude, c'est le Sapin pectiné qui domine, associé à l'Érable à feuilles d'Obier (*Acer opalus* Mill.) et à un pin du groupe des pins sylvestres. Il peut s'agir du Pin sylvestre (*Pinus sylvestris* L.) ou du Pin à crochets (*Pinus mugo* subsp. *uncinata* (Ramond ex DC.) Domin), ou des deux en mélange ; les charbons de ces deux espèces sont, en effet, difficiles à distinguer.

Dès la fin du Néolithique et durant l'âge du Bronze (périodes atlantique et subboréale), la pression anthropique s'accroît sur les milieux de l'actuelle RBI. L'apparition et le développement du pastoralisme, combiné à l'usage du feu, provoque des transformations dans la végétation. Vers la fin du Néolithique (c. –5000), le Hêtre, jusqu'alors cantonné dans les vallées fluviales et dans des refuges de moyenne altitude (Triat-Laval 1979), se substitue aux chênes caducifoliés et à l'Érable à feuilles d'Obier (passage de l'Érabraie-Sapinière à la Hêtraie-Sapinière) grâce à sa meilleure résistance aux pressions des troupeaux (Thinon 2007). En altitude, les groupements mixtes sont remplacés par des formations résineuses plus résistantes à l'action du pastoralisme (Crégut-Bonnoure *et al.* 2005). Les espaces forestiers, au couvert clair, sont entrecoupés de vastes espaces ouverts (Crégut-Bonnoure *et al.* 2005).

Il semble bien que la composition des peuplements forestiers n'évolue plus beaucoup au fil des siècles. Des charbons plus récents (époque historique), provenant d'un aven situé au sein de la RBI, à 1300 m d'altitude, attestent la présence de Sapin pectiné, de Hêtre, d'Érable à feuilles d'Obier et de Noisetier (*Corylus avellana* L.) (Thinon 2007). Pour autant, la forêt se transforme ; elle est dépecée puis dévorée par le travail patient, opiniâtre, séculaire des Hommes, nécessitant de bois et de pâtures.

LA FORÊT, UN ESPACE CONVOITÉ

Dès la seconde moitié du XIII^e siècle, les seigneurs, possesseurs de la terre, concèdent différents droits d'usage aux communautés villageoises afin d'attirer et conserver la main d'œuvre nécessaire à l'exploitation du fonds. S'ensuit l'extension des terrains agricoles et des zones pâturées à laquelle l'effondrement démographique, engendré par la Grande Peste de 1347-1348 et patiemment aggravé par la Guerre de Cent ans, porte le coup d'arrêt. Il faut attendre la deuxième moitié du XV^e siècle, et plus encore le XVI^e siècle, pour constater, avec l'accroissement des populations, la reprise significative des défrichements. L'espace agricole et forestier, structuré au long des siècles, apparaît ainsi (Fig. 1) : à proximité des villages se trouvent jardins maraîchers et vergers ; dans la grande vallée du Toulourenc, s'étendent les principales cultures (céréales, pommes de terre, fourrages, oliviers, noyers) ; sur les premiers coteaux, s'étagent les vignes. Au plus loin des villages, sur les versants, forêts et pâturages se disputent le terrain, tandis que les fonds de vallons un peu plus fertiles abritent quelques plantes vivrières frugales (épeautre, pois). Ce territoire, exploité jusque dans ses confins, fournit à tous les besoins de la population : bois de construction et bois de feu, herbages et litières pour les troupeaux, glands pour les cochons, engrais (Buis), plantes aromatiques, médicinales et tinctoriales ; plus tard, écorces à tan, charbon de bois et glace.

Au vu de l'importance vitale que revêt la terre, il est aisé de comprendre la fréquence des procès, entre communautés et entre communautés et seigneurs, pour la définition des droits d'usage et pour la détermination des terrains sur lesquels ils s'exercent. Rapidement apparaissent des abus dans l'exercice de ces droits. S'ensuit la régression des espaces forestiers à laquelle les États du Comtat venaissin et les autorités locales tentent de porter remède dès le XVI^e siècle. Ainsi un règlement de pâturage est-il adopté à Brantes en 1521 afin de limiter les désordres ; il interdit notamment l'introduction de chèvres en forêt, celles-ci causant d'importants dégâts aux arbres. En vain, les défrichements se poursuivent.

ÉTAT DES LIEUX AVANT REBOISEMENT

En 1881, le garde général des forêts en résidence à Vaison, dans un rapport dressé en vue de l'acquisition d'une partie de la forêt communale de Brantes par l'État (zone centrale de l'actuelle RBI), constate que le « peuplement est composé d'arbres vieux et dépérissant des essences Sapin et Hêtre. On y trouve aussi des taillis de hêtre et des jeunes bois de Sapin et de Hêtre, ainsi que quelques perches de Sapin. [...] La surface de la forêt est en général parfaitement boisée et assez bien gazonnée, sauf de nombreux vides évalués à 81 ha environ [...]. Les landes sont généralement très peu gazonnées et même dans beaucoup d'endroits tout à fait dénudées. [...] Ces terrains offrent en effet, partout où ils sont peu boisés, l'image de la désolation. On les voit ravagés, déchiquetés, creusés, dans beaucoup de places le rocher est à nu parce que les terres coulent. On remarque souvent des rochers détachés qui ont coulé dans les parties inférieures. De cette façon, le sol de la montagne descend peu à peu et vient combler la grande vallée du Toulourenc, située au nord du Ventoux ». En 1882,

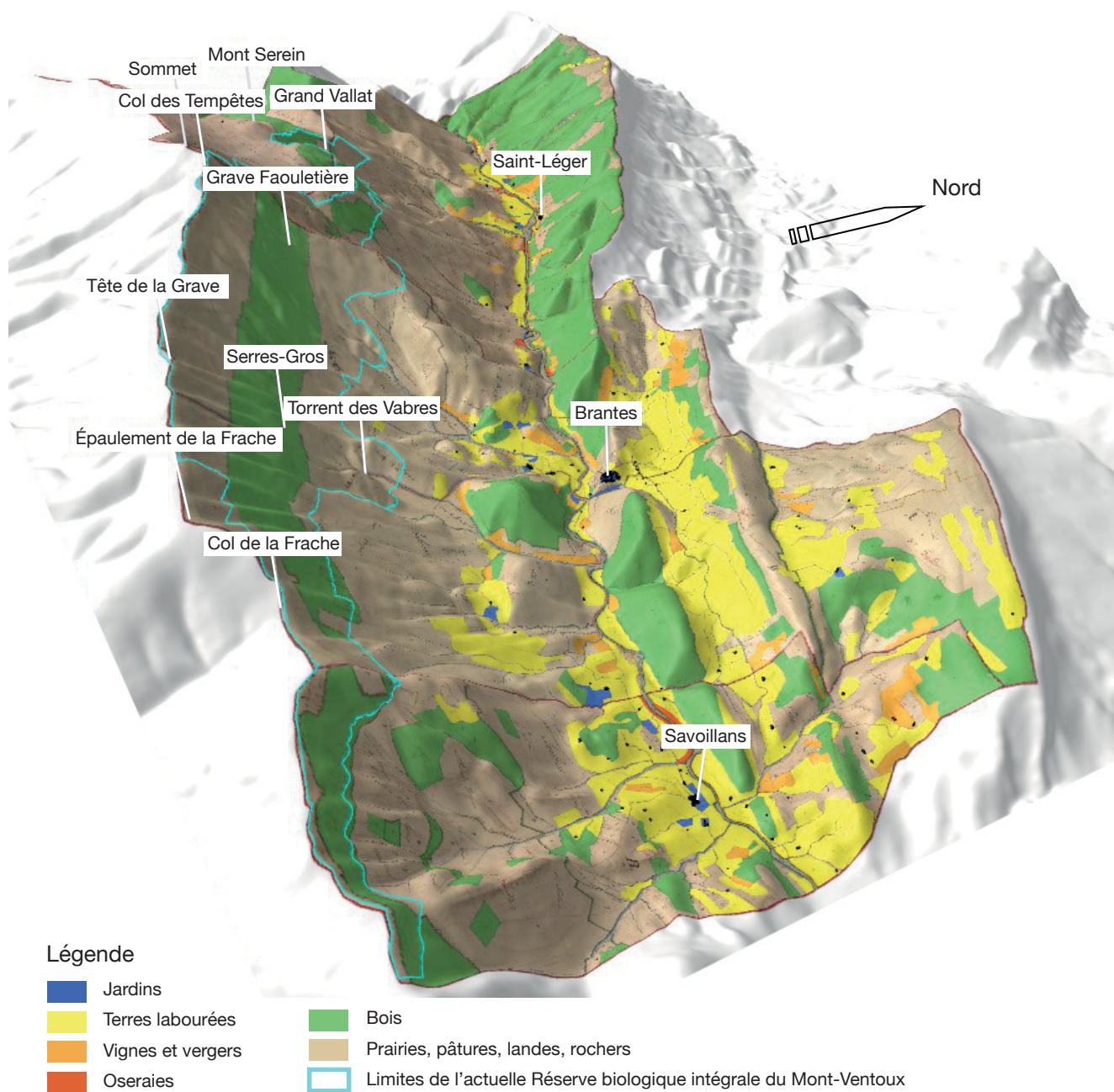


FIG. 1. — Carte de l'occupation des sols dans la vallée du Toulourenc en 1836 (établie d'après les données du cadastre « napoléonien »). Cartographie ONF - Avignon / BD Alti © IGN / Archives départementales du Vaucluse.

un autre rapport mentionne que « la partie réellement boisée peut être évaluée à 200 ha [...] La partie supérieure borde et domine sur une longueur de 4000 m, à peu près, un escarpement de rochers d'une hauteur, à pic, de plus de 200 m. Cet escarpement s'élève comme une muraille infranchissable faisant front au bourg de Brantes et ne permettant, sur aucun point, aux voitures et même aux bêtes de somme, accès dans la forêt, du côté de Brantes, ce qui explique qu'elle n'a jamais pu être exploitée. Il y a là un massif forestier qui présente l'aspect d'une véritable forêt vierge. Le peuplement, composé de sapins pour $\frac{9}{11}$ et de hêtres pour $\frac{5}{11}$, présente en effet à la vue, d'abord, toutes les phases de la végétation, depuis le

semis naissant jusqu'à l'arbre de 250 à 300 ans, puis, toutes celles de la décomposition depuis l'arbre couronné, jusqu'au tronc, couché, pourri et tombant en poussière ».

La campagne de photographies menée, avant les premiers reboisements, en 1888-1889, suite à l'instruction du 1^{er} avril 1886 chargeant les conservations des eaux et forêts d'illustrer les projets et les travaux de reboisement, vérifie les précédentes descriptions (Fig. 2). En complément, quelques précisions peuvent être apportées quant à la structure et à la composition des peuplements forestiers. La forme étalée des arbres les plus anciens (hêtres, sapins et érables à feuilles d'Obier) démontre qu'ils se sont développés sans concurren-



FIG. 2. — Vue de l'ubac du Mont-Ventoux et de la vallée du Toulourenc en 1888. Crédit photo : ONF.

rence ; de quoi l'on conclut que la forêt subsistant avant les reboisements était fort clairsemée. Le procès verbal de reconnaissance général adopté le 24 juin 1889 à Valence en apporte la confirmation : « [...] une bande transversale du flanc nord du Ventoux, au dessus des escarpements à pic qui coupent cet immense versant vers les deux tiers de sa hauteur, est occupée par un massif clairié de hêtres et de sapins qui n'ont jamais été soumis à aucune exploitation ». Si le Hêtre et le Sapin pectiné sont les deux essences dominantes, ils trouvent un accompagnement dans la présence du Pin sylvestre, de l'Érable à feuilles d'Obier, du Tilleul à grandes feuilles (*Tilia platyphyllos* Scop.) et de l'If ; présence attestée par les âges des arbres sondés par carottages. En revanche, le Pin à crochets, dont l'indigénat est établi sur la commune de Bedoin et aux alentours du mont Serein, semble, à l'état naturel, absent de la RBI. Pour l'heure, il n'a été trouvé aucun individu de cette essence antérieur aux reboisements.

Quant à « l'aspect de forêt vierge », il est à nuancer. Quelles que soient l'ancienneté des peuplements forestiers et les difficultés de leur accès, il est peu vraisemblable qu'ils n'aient fait l'objet d'aucune intervention humaine durant des siècles. La présence de sapins « candélabres » (Fig. 3), dont l'origine tient à un écimage brutal, très certainement d'origine humaine (façonnage de perches) ou animale (abrutissement des troupeaux), confirme cette supposition.

VERS LA RECONQUÊTE FORESTIÈRE : LE REBOISEMENT

Passé le mitan du XIX^e siècle, les transformations économiques et idéologiques conduisent à la mise en œuvre d'une politique de reboisement de masse dont le cadre est défini par plusieurs lois importantes portant sur le reboisement (1860), sur le gazonnement des montagnes (1864) et sur la restauration des terrains en montagne (1882). Ces textes instituent des périmètres de reboisement au sein desquels le caractère d'utilité publique des travaux est reconnu (De Crécy 1988). C'est suite à la loi de 1882 que débutent les opérations de reboisement du versant nord du Mont-Ventoux. Dès 1888, les premiers travaux sont entrepris. La loi du 27 juillet 1892 institue le périmètre de

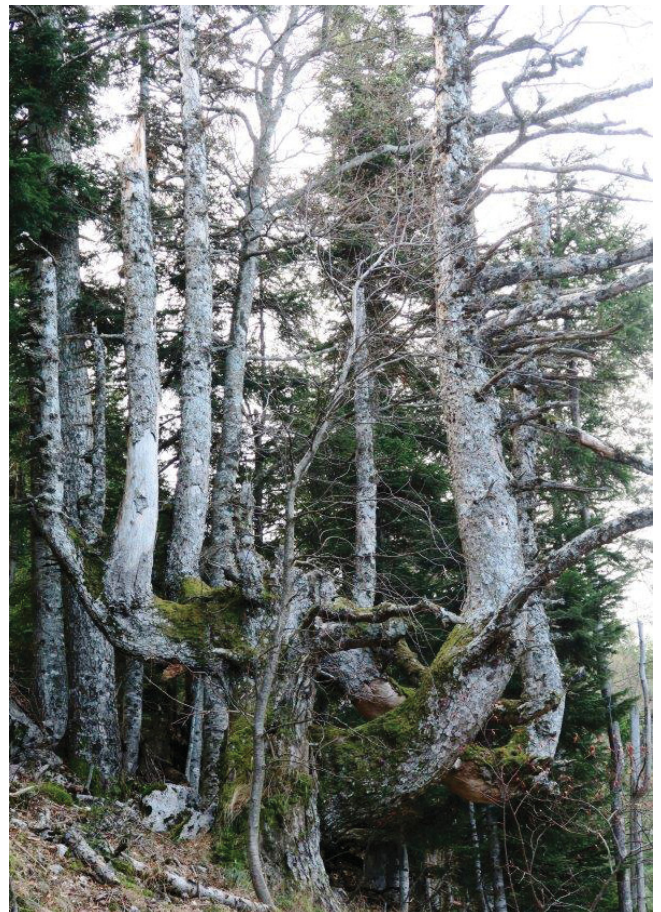


FIG. 3. — Sapin « candélabre » dans la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux. Crédit photo : Éric Jensel.

restauration et de conservation du Toulourenc, couvrant les communes de Malaucène, de Beaumont-du-Ventoux, de Saint-Léger-du-Ventoux, de Brantes et de Savoillan. Les travaux de reconstitution à réaliser sur les 3038 ha de son emprise sont déclarés d'utilité publique. À compter de la constitution du périmètre, les travaux de reboisement s'intensifient. Les plantations se succèdent jusqu'en 1909,

date à laquelle les services de l'Administration des Eaux et Forêts considèrent les opérations de reboisement comme achevées en versant nord du Mont-Ventoux. Dans le périmètre de la RBI, l'essentiel des reboisements sont terminés vers 1895, même si des regarnis sont encore effectués après cette date, tant la reprise des plants est difficile, surtout au-dessus de 1500 m d'altitude (limite de la zone forestière à cette époque).

Parmi les essences plantées dans la RBI, certaines sont indigènes (à l'échelle du massif), comme le Pin sylvestre, le Pin à crochets (la provenance des graines est pyrénéenne), le Sapin pectiné, le Hêtre (employé marginalement), le Chêne pubescent (*Quercus pubescens* Willd.) utilisé en mélange avec les pins dans la partie basse du massif; d'autres sont allochtones comme le Pin noir d'Autriche (*Pinus nigra* subsp. *nigra* J. F. Arnold), le Mélèze d'Europe (*Larix decidua* Mill.), ou encore l'Épicéa commun (*Picea abies* (L.) H.Karst.) et l'Aulne cordé (*Alnus cordata* (Loisel.) Duby). Ces deux dernières essences sont introduites ultérieurement; la première en 1938, à titre expérimental; la seconde, en 1962, pour stabiliser les berges de torrent. De manière générale, la priorité a été donnée aux essences frugales, capables de s'adapter à des sols érodés. Elles ont été grossièrement réparties en fonction de l'altitude, le Pin noir d'Autriche, le Pin sylvestre et le Chêne pubescent dans les compartiments bioclimatiques supraméditerranéen et montagnard inférieur, le Pin sylvestre et le Pin à crochets dans l'étage montagnard moyen, le Pin à crochets seul dans l'étage montagnard supérieur.

Le développement des arbres issus des reboisements a permis de mettre un frein à l'érosion des sols et de reconstituer une partie d'entre eux. Les reboisements ont aussi grandement contribué à façonner la végétation de la RBI, en augmentant la diversité des essences forestières et en signant la disparition des pâturages et des quelques terres cultivées au sein du massif. L'ubac du Mont-Ventoux, autrefois majoritairement ouvert, est à présent dominé par la forêt; voilà bien le principal changement.

ÉTAT DES CONNAISSANCES FLORISTIQUES ET CARTOGRAPHIE DES TYPES D'HABITATS

ANCIENNES DESCRIPTIONS ET CARTOGRAPHIES DE LA VÉGÉTATION EN UBAC DU MONT-VENTOUX

Dès les prémices de la botanique moderne, au XVIII^e siècle, le Mont-Ventoux a été l'un des lieux privilégiés de prospection des naturalistes. Sur les pentes du Géant de Provence se succèdent Antoine de Jussieu en 1711, Jean-Claude Pancin en 1775, Dominique Villars l'année suivante, Michel Adanson en 1779 ou encore M. d'Antoine en 1788 (Clap 1976) et, bien plus tard, Jean-Henri Fabre, dont la première ascension lors d'un pèlerinage à la chapelle Sainte-Croix le 14 septembre 1842 fut suivie de plusieurs dizaines d'autres.

Il faut toutefois attendre 1838 pour disposer d'une description complète et structurée de la végétation du massif.

Cette année-là, Martins, botaniste, géologue et médecin français, publie un Essai sur la topographie botanique du Mont-Ventoux (Martins 1838) dans lequel figure une coupe des étages de végétation du Mont-Ventoux (Fig. 4), inspirée du croquis réalisé vers 1830 par Esprit Requier, géologue, paléontologue et botaniste vaclusien.

Pour grossière qu'elle soit, cette représentation de la végétation du Mont-Ventoux a l'avantage de fournir un rare état des séries de végétation avant les reboisements de Restauration des Terrains en Montagne (RTM); elle mérite donc d'être observée de plus près. Son auteur distingue différents niveaux de végétation, qualifiés de « régions »: Chêne vert (*Quercus ilex* L.) en dessous de 620 m, Noyer (*Juglans regia* L.) de 620 à 790 m, Lavande officinale (*Lavandula angustifolia* subsp. *angustifolia* Mill.) et Thym commun (*Thymus vulgaris* L.) de 790 à 920 m, Hêtre de 920 à 1380 m, Pin à crochets et Sapin pectiné de 1380 à 1720 m, région alpine c'est-à-dire asylvatique au-dessus de 1720 m. L'absence du Chêne pubescent, dont la place est occupée par la série des lavandes et du Thym, saute aux yeux. Elle est le résultat des défrichements opérés depuis des siècles.

Après les reboisements, différentes descriptions et cartographies de la végétation du versant nord du Mont-Ventoux ont été établies (Flahault 1901; Gontard 1955; Gobert & Pautou 1967; Ozenda *et al.* 1970; Guende 1976; Barbero *et al.* 1978; Cabasse & Gourc 2000). Au fil du temps, la question de l'échelle de représentation mise à part, la précision s'améliore même si elle demeure limitée par les méthodes et le matériel disponibles. Jusqu'à la cartographie des types d'habitats du document d'objectifs du site Natura 2000 (Cabasse & Gourc 2000), l'approche retenue dans les études citées repose sur la notion de séries de végétation.

D'une carte à l'autre, les imprécisions sont globalement les mêmes: étendues exagérées de fruticées et de pelouses, minoration des ensembles de rochers et d'éboulis, mauvaise répartition entre formations naturelles et boisements de Pin sylvestre, présence erronée de formations naturelles de Pin à crochets (Martin-Gousset 2016). C'est pourquoi il a paru intéressant d'actualiser la carte des types d'habitats de la RBI, d'une part en employant les référentiels d'habitats et, d'autre part, en utilisant les moyens d'investigation actuels (photographies aériennes, SIG, GPS) et en valorisant des données récemment acquises (âges des arbres, par exemple). Les inventaires fins des peuplements forestiers réalisés par les agents de l'ONF, tant pour les besoins des aménagements forestiers que pour la mise en place du protocole de suivi de la RBI (Terracol & Dreyfus 2008), complétés par les relevés floristiques, ont considérablement accru la connaissance du site de la RBI et de sa végétation. Enfin, le dépouillement de nombreuses archives, notamment des rapports et des cartes sur les reboisements de RTM, et l'accès aux anciennes campagnes de photographies aériennes numérisées ont permis de se faire une idée précise quant à l'origine et à l'évolution des formations végétales. C'est pourquoi il n'a pas été recouru à des sources plus habituelles mais moins précises, comme la carte de Cassini ou les cartes d'état-major disponibles pour le secteur du Mont-Ventoux.

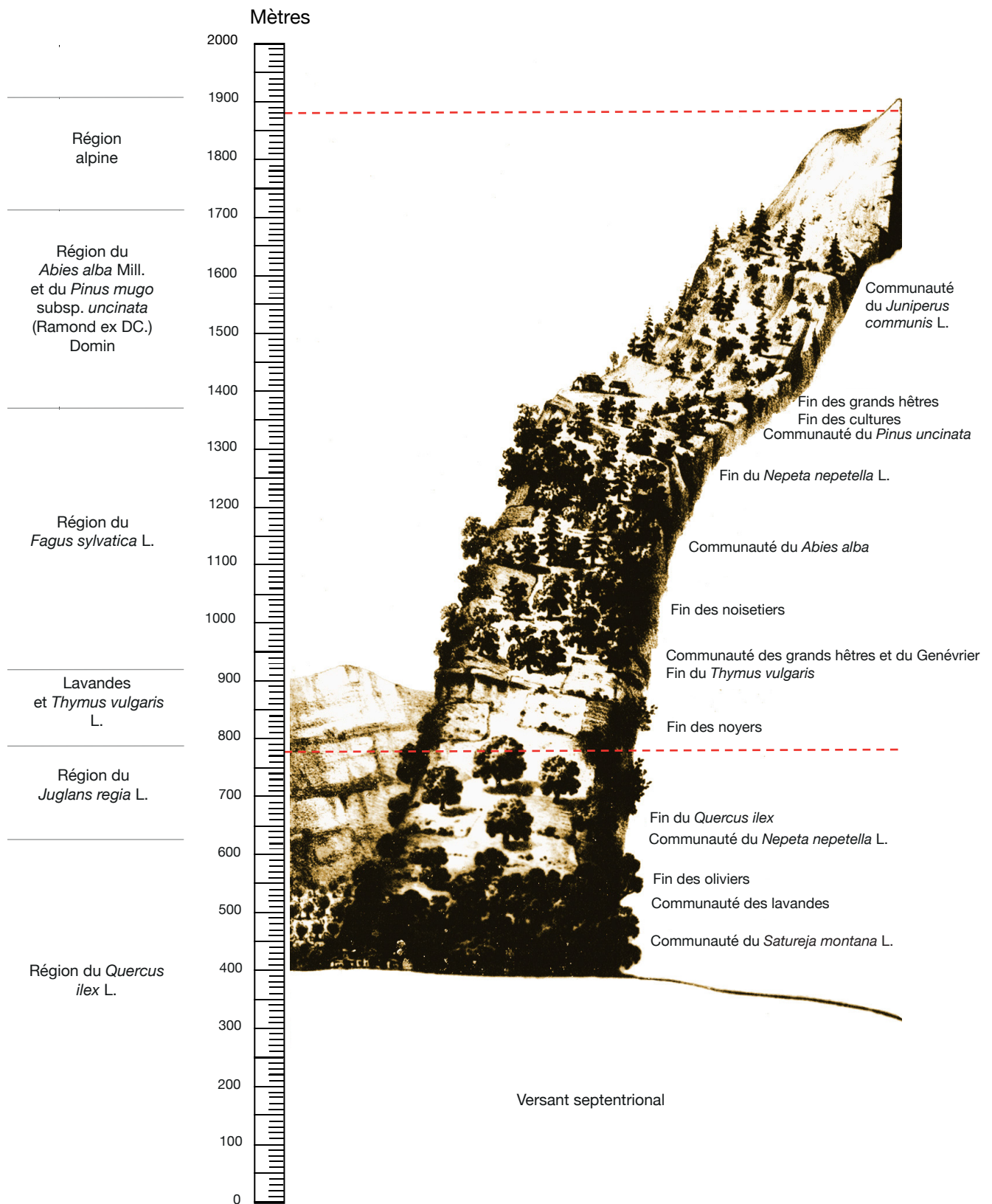


FIG. 4. — Coupe des étages de végétation de l'ubac du Mont-Ventoux (Martins 1838). Les pointillés rouges indiquent les limites haute et basse de l'actuelle Réserve biologique intégrale. Les noms d'espèces employés ont été actualisés par rapport à la version originale.



Fig. 5. — Alysse flexible (*Alyssum flexicaule* Jord.). Crédit photo : Jean-Claude Arnoux.

ÉTAT DES CONNAISSANCES SUR LA FLORE DE LA RBI

Sources

Les relevés les plus anciens recensés dans la RBI remontent à 1866. La précision et la fiabilité des observations se sont améliorées au fil du temps. L'usage des GPS a permis d'obtenir des points de relevés positionnés précisément sur carte, et donc facilement exploitables dans un SIG (Système d'Information géographique). À partir de 2010, à la faveur d'un partenariat entre l'ONF et la Société botanique de Vaucluse, une campagne de relevés phytosociologiques a été conduite dans la RBI, en s'appuyant sur les placettes d'inventaire des peuplements forestiers de 2007. Avant 2010, les relevés effectués dans la RBI étaient de simples relevés floristiques, c'est à dire sans placette définie (relevé à l'avancée) et sans structuration de l'inventaire de la flore par strate de végétation.

L'ensemble des espèces repérées dans l'actuel périmètre de la RBI, entre 1866 et 2016, ont été répertoriées à partir des données de la base SILENE (Système d'Information et de Localisation des Espèces natives et envahissantes). Cet outil est une déclinaison du Système d'Information sur la Nature et les Paysages (SINP) pour la région Provence-Alpes-Côte d'Azur, étendue par la suite à la région Occitanie.

Les données retenues pour notre étude sont celles situées à l'intérieur du périmètre de la RBI et postérieures à 1997, d'une part afin de ne conserver que des pointages fiables, opérés par GPS, et d'autre part, afin d'éliminer des données trop anciennes, susceptibles d'induire des erreurs importantes

sur la répartition de certaines espèces sensibles aux variations climatiques. La période 1997-2016 peut déjà être considérée comme une plage d'étude longue : 20 années. Une exception a toutefois été opérée pour établir la liste des espèces patrimoniales ; celle-ci inclut quelques taxons observés antérieurement à 1997.

Répartition et rareté des espèces végétales de la RBI

La répartition des plantes au sein de la RBI, et plus globalement à l'échelle du Mont-Ventoux, est conditionnée par différents facteurs : les influences climatiques contrastées, l'étagement altitudinal et le niveau hydrique (déterminé par les paramètres précédents ainsi que par l'exposition et par la nature des sols).

Faisant géologiquement le lien entre les Préalpes sud-occidentales et les chaînes provençales, le Mont-Ventoux occupe une situation d'isolat par rapport aux autres chaînes des Alpes externes (montagne de Lure, Vercors, Baronnies). Cet état géographique, complété par le contexte climatique qui fait du Mont-Ventoux l'une des montagnes les plus méditerranéennes de toutes les Alpes françaises, favorise le développement d'espèces endémiques : l'Alysse flexible (*Alyssum flexicaule* Jord. [Fig. 5]) et l'Euphorbe de Séguier (*Euphorbia seguieriana* subsp. *loiseleurii* (Rouy) P. Fourn.), présentes uniquement au niveau de la partie sommitale du Mont-Ventoux (Girerd & Roux 2011). La situation particulière du Mont-Ventoux, au carrefour d'influences climatiques et biogéographiques alpines et méditerranéennes, aboutit à la forte imbrication

de la flore de montagne et de la flore méditerranéenne. Il est ainsi possible de trouver l'Euphorbe characias des garrigues (*Euphorbia characias* subsp. *characias* L.) jusqu'à 1420 m d'altitude, à proximité du Chèvrefeuille alpin (*Lonicera alpi-gena* L.). Les types chorologiques des taxons présents dans la RBI (Annexes 1 et 2) illustrent bien les contrastes floristiques du massif: les espèces à affinités méditerranéennes (80 taxons) sont presque aussi nombreuses que les orophytes (99 taxons) ce qui n'empêche pas les plantes des régions froides d'être bien présentes (44 taxons).

La RBI occupe un gradient altitudinal de 1200 m, entre 680 et 1880 m. De ce fait, elle englobe cinq compartiments bioclimatiques qui expliquent la structuration de la végétation: – étage supraméditerranéen, entre 680 et 1000 m d'altitude. La Chênaie blanche qui le caractérise habituellement est quasiment absente de la RBI du fait de sa régression par déboisement au cours des siècles passés. Parmi les espèces qui se développent préférentiellement dans cette tranche d'altitude, se trouvent, par exemple, dans la RBI, l'Érable de Montpellier (*Acer monspessulanum* L.), l'Épipactis à larges feuilles (*Epipactis helleborine* (L.) Crantz) et le Chèvrefeuille d'Étrurie (*Lonicera etrusca* Santi);

– l'étage montagnard inférieur, entre 1000 et 1250 m d'altitude; cet étage est caractérisé par l'apparition de la Hêtraie et d'un cortège d'espèces différentes comprenant, à titre d'exemples, l'Érable champêtre (*Acer campestre* L.), la Digitale jaune (*Digitalis lutea* L.) et la Renoncule à carpelles crochus (*Ranunculus aduncus* Gren.);

– l'étage montagnard moyen, entre 1250 et 1600 m, qui se distingue nettement par la présence de la Sapinière et d'espèces de milieux plus frais comme l'Érable à feuilles d'Obier, l'Aspérule odorante (*Galium odoratum* (L.) Scop.), l'Arabette des Alpes (*Arabis alpina* L.) ou encore la Pirole unilatérale (*Orthilia secunda* (L.) House);

– l'étage montagnard supérieur, entre 1600 et 1800 m; il se signale par la présence quasi exclusive de la pinède de Pin à crochets et par l'apparition d'espèces plus spécialisées comme la Busserole des Alpes (*Arctostaphylos uva-ursi* (L.) Spreng.), la Lunetière à tige courte (*Biscutella brevicaulis* Jord.) ou encore la Paronyque à feuilles de Serpolet (*Paronychia kapela* subsp. *serpyllifolia* (Chaix) Graebn.);

– l'étage subalpin, présent au niveau de la calotte sommitale, à partir de 1800 m. Soumis aux conditions climatiques les plus extrêmes, il est asylvatique. Dans la RBI, on y trouve des pelouses, des éboulis et quelques escarpements rocheux.

Afin de mieux appréhender la répartition des espèces végétales au sein de la RBI, il a été associé à chaque plante relevée, lorsque c'était possible, un niveau de gradient hydrique (de hyperxérophile à hygrosiaphile). Pour ce faire, deux catalogues de stations forestières, listant les caractères indicateurs des plantes, liés à leur autécologie, ont été utilisés (Nouals & Jappiot 1996; Ladier 2004). Les plantes les plus fréquemment rencontrées, même dans l'étage montagnard, sont celles à tendances mésoxérocline et xérocline comme l'Anémone hépatique (*Anemone hepatica* L.) ou l'Hellébore fétide (*Helleborus foetidus* L.). Les plantes de milieux xérophiles à très xérophiles dominant aux deux extrémités de la RBI, dans

TABEAU 1. — Liste des espèces végétales patrimoniales de la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux.

Nom scientifique	Nom vernaculaire
<i>Allium narcissiflorum</i> Vill.	Ail à fleurs de Narcisse
<i>Alyssum flexicaule</i> Jord.	Alysse flexible
<i>Androsace chaixii</i> Gren.	Androsace de Chaix
<i>Androsace villosa</i> L.	Androsace velue
<i>Aquilegia bertolonii</i> Schott	Ancolie de Bertoloni
<i>Biscutella brevicaulis</i> Jord.	Lunetière à tiges courtes
<i>Buglossoides arvensis</i> subsp. <i>permixta</i> (Jord.) R. Fern.	Grémil confondu
<i>Campanula alpestris</i> All.	Campanule des Alpes
<i>Carex austroalpina</i> Bech.	Laïche des Alpes méridionales
<i>Dianthus subacaulis</i> Vill.	Œillet à tiges courtes
<i>Eryngium spinalba</i> Vill.	Panicaut blanc des Alpes
<i>Euphorbia seguieriana</i> subsp. <i>loiseleurii</i> (Rouy) P. Fourn.	Euphorbe de Loiseleur
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	Gagée des prés
<i>Galium saxosum</i> (Chaix) Breistr.	Gailliet des rochers
<i>Helictotrichon setaceum</i> (Vill.) Henrard	Avoine soyeuse
<i>Heracleum pumilum</i> Vill.	Berce naine
<i>Hieracium humile</i> Jacq.	Épervière humble
<i>Hieracium ucenicum</i> Arv.-Touv.	Épervière des Ucènes
<i>Iberis nana</i> All.	Ibérus de Candolle
<i>Minuartia capillacea</i> (All.) Graebn.	Minuartie à feuilles capillaires
<i>Orchis pallens</i> L.	Orchis pâle
<i>Oxytropis amethystea</i> Arv.-Touv.	Oxytropis à fleurs couleur d'améthyste
<i>Papaver alpinum</i> subsp. <i>alpinum</i> L.	Pavot des Alpes
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L.	Saxifrage à feuilles opposées
<i>Sempervivum calcareum</i> Jord.	Joubarbe du calcaire
<i>Silene petrarcae</i> Ferrarini & Cecchi	Silène de Pétrarque
<i>Viola cenisia</i> L.	Pensée du Mont Genis

la partie basse avec le Chêne vert ou l'Euphorbe petit-cyprès (*Euphorbia cyparissias* L.) et sur les crêtes avec l'Anthyllide des montagnes (*Anthyllis montana* L.) ou la Carline acaule (*Carlina acaulis* subsp. *caulescens* (Lam.) Schübler & G. Martens). En altitude, la présence de milieux très secs s'explique à la fois par la nature des sols (éboulis peu colmatés) et par l'action desséchante du vent, très sensible. Les plantes de milieux frais (de tendance mésohygrocline à hygrosiaphile), comme le Frêne commun (*Fraxinus excelsior* L.) et la Grande Berce (*Heracleum sphondylium* L.), se situent dans les fonds de vallons et au pied des barres rocheuses, dans des expositions septentrionales, c'est-à-dire dans des secteurs où le degré de confinement est plus élevé (limitation de l'évaporation) et où existent des sols plus profonds résultant de l'accumulation d'éléments fins par colluvionnement.

La répartition des plantes indicatrices au sein de la RBI donne aussi à voir l'existence d'un gradient hydrique d'orientation ouest est. Contrairement à la plupart des ubacs des Alpes méridionales, il évolue défavorablement d'ouest en est; il est plus élevé au niveau du mont Serein et dans la partie centrale de la RBI qu'à son extrémité est. Les conditions météorologiques, plus humides et plus fraîches autour du mont Serein, du fait à la fois des précipitations élevées et de la forte nébulosité, expliquent en partie ce phénomène auquel contribuent également la géologie du versant nord et



FIG. 6. — Pavot des Alpes (*Papaver alpinum* subsp. *alpinum* L.). Crédit photo : Jean-Claude Arnoux.

les variations d'exposition. En effet, il existe une différence géologique et, conséquemment, pédologique entre les éboulis lités du Quaternaire, majoritaires à l'est de la RBI, et les calcaires argileux du Barrémien, dominants à l'ouest. Dans le premier type géologique, la terre fine est peu présente, la réserve utile est faible et des rochers affleurent par endroits. Dans le second, la dégradation des calcaires argileux donne de meilleurs sols, plus profonds, avec davantage de terre fine. De surcroît, les vallons bien marqués, offrant des conditions hydriques plus favorables, sont inexistantes à l'extrémité est de la RBI. Enfin, la partie orientale de la RBI est orientée au nord-est (après l'épaule de La Frache) alors que la zone centrale est strictement orientée au nord.

Le croisement de tous les facteurs précédemment exposés (climat, altitude, topographie, géologie, pédologie, niveau hydrique) produit des situations écologiques à la fois variées et imbriquées dont découle une grande richesse floristique (Annexes 1 et 2). D'après les données recueillies entre 1997 et 2016, la RBI abrite au total 392 taxons différents (420 avec ceux recensés avant 1997). Parmi ceux-ci se trouvent de nombreuses espèces patrimoniales. Elles ont été définies (Tableau 1) à partir des informations fournies par l'Atlas de la flore patrimoniale de Vaucluse (Roux sous presse). Les espèces retenues sont principalement situées dans les éboulis et sur les rochers. Les conditions climatiques et pédologiques y sont propices à l'apparition de plantes caractéristiques, adaptées à de fortes contraintes thermiques (variations de

température importantes), hydriques (sécheresse) et physiques (reptation des éboulis). Ces milieux extrêmes constituent ainsi des refuges pour des espèces à l'aire de répartition limitée. On y rencontre un fort contingent d'espèces orophiles des montagnes du sud de l'Europe, mais certaines d'entre elles peuvent avoir une répartition plus réduite (cas des endémiques de la partie sommitale du Mont-Ventoux, des endémiques delphino-provençales ou encore des endémiques des Alpes sud-occidentales). Dans la partie sommitale de la RBI, l'intérêt floristique réside dans le fait que certaines espèces, rares dans les autres massifs, prennent une grande importance. Tel est le cas de l'espèce la plus emblématique du Mont-Ventoux, le *Papaver alpinum* subsp. *alpinum* L. (le Pavot velu du Groenland, appelé ainsi par J.-H. Fabre, et dont les guides touristiques perpétuent le nom), qui est très dynamique au point de se comporter en véritable espèce pionnière et de se retrouver à des altitudes relativement basses (Fig. 6).

MÉTHODOLOGIE ADOPTÉE POUR CARTOGRAPHIER LES TYPES D'HABITATS DE LA RBI

Références utilisées

Différents référentiels ont été retenus pour décrire, caractériser et cartographier les types d'habitats de la RBI ; et ce de manière à offrir la meilleure compréhension possible et à permettre d'éventuelles comparaisons avec d'autres études de la végétation. Les documents utilisés sont les suivants :

– la typologie d’habitats élaborée dans le cadre du programme Corine biotopes (COordination and Research of INformation on the Environment) (Bissardon *et al.* 1997) ; cette classification a pour but d’identifier et de décrire les biotopes européens. Il s’agit du référentiel le plus utilisé, et c’est d’ailleurs la raison pour laquelle il a été adopté pour dénommer les habitats de la RBI ;

– la classification EUNIS (EUropean Nature Information System) (Louvel *et al.* 2013) qui se substituera à terme au code Corine biotopes ; elle a pour objectif de pallier les manques (description des habitats marins) et les imperfections de ce dernier ;

– le manuel d’interprétation des habitats de l’Union européenne (Commission européenne DG Environnement 1999) qui précise la définition des habitats « d’intérêt communautaire », dont la liste est établie par la directive européenne 92/43, parmi lesquels sont identifiés ceux dont le niveau de conservation atteint un seuil jugé critique (ils sont dits « d’intérêt communautaire prioritaire »). Ces habitats sont dotés d’un code « EUR 15 ». Pour la France, ils ont été décrits dans un document spécifique : les Cahiers d’habitats (Bensettiti *et al.* 2001, 2003, 2004, 2005) ;

– le Prodrôme des végétations de France (Bardat *et al.* 2004) qui établit une classification phytosociologique hiérarchisée de la classe à la sous-alliance. Ce document est considéré par le Muséum national d’Histoire naturelle comme le référentiel national pour la classification phytosociologique. Aussi, c’est lui qui a été retenu pour nommer les syntaxons.

Tous les types d’habitats identifiés dans la RBI et décrits dans la suite du présent article ne sont pas répertoriés dans chacune des typologies citées. C’est pourquoi chaque type d’habitats ne bénéficie pas d’un rattachement à chaque typologie. Lorsque des associations ont été citées, elles correspondent à celles des Cahiers d’habitats (Bensettiti *et al.* 2001, 2003, 2004, 2005).

Traitement des couches d’informations géographiques

La couche des types d’habitats a été élaborée en prenant pour base la couche des peuplements forestiers de la RBI, révisée en 2016 à partir des données des aménagements (plans de gestion) des forêts domaniales du Toulourenc (Terracol 2005) et du Mont-Ventoux (Terracol 2016) et des données de l’inventaire de la RBI (Terracol & Dreyfus 2008). Chaque entité de peuplement est définie comme homogène au regard des caractéristiques suivantes : couvert, structure, composition en essences, âge, origine et critères dendrométriques (hauteurs, diamètres).

Dans un premier temps, la RBI a été découpée en grands ensembles en utilisant les types de peuplements forestiers et les données bibliographiques (notamment la carte des types d’habitats du site Natura 2000, version complétée pour le plan de gestion de la RBI [Terracol 2007]). Les ensembles ainsi distingués sont les suivants : la Hêtraie-Sapinière, la Hêtraie, la Sapinière, la Chênaie pubescente, les autres formations feuillues, les diverses plantations (Pin noir d’Autriche, Pin sylvestre, Pin à crochets, Aulne de Corse, Mélèze d’Europe et résineux mélangés), les fruticées et les milieux ouverts (regroupant les éboulis, les rochers, les pelouses, les talus de pistes, les couloirs d’avalanches, les torrents).

Afin d’apporter un degré de précision supplémentaire, les photographies aériennes ortho-rectifiées de 2012 (IGN [Institut national de l’information géographique et forestière]) ont été analysées. Au sein des milieux ouverts, il a ainsi été possible d’opérer la distinction entre les éboulis, les rochers, les marnes, les pelouses, les vires et les prés suspendus (replats herbeux sur des corniches). Cette étape franchie, il a été tenté de rattacher chacun des ensembles obtenus à une alliance ou à une sous-alliance, voire à une association, en utilisant le référentiel de Corine biotopes (Bissardon *et al.* 1997).

Utilisation des données floristiques pour la cartographie des types d’habitats

Par la suite, la typification des habitats a été affinée grâce aux relevés floristiques, disponibles dans la base SILENE, exploités sous SIG. Les plantes caractéristiques des habitats, citées dans les Cahiers d’habitats (Bensettiti *et al.* 2001, 2003, 2004, 2005) ou dans Corine biotopes (Bissardon *et al.* 1997), ont pu être isolées. Par exemple, la présence d’Androsace de Chaix (*Androsace chaixii* Gren.) a permis d’identifier l’association des Hêtraies à Androsace au sein de l’alliance du *Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae* (Tüxen *in* Tüxen & Oberdorfer 1958) Rameau 1996 nom. inval. Il a ainsi été possible d’établir une première liste des types d’habitats présents dans la RBI. Par extension, le type d’habitats déterminé sur le point de relevé considéré a été géographiquement associé au polygone de peuplement correspondant.

Pour les entités ne comportant pas de relevés floristiques ou bien lorsque les plantes relevées ne permettaient pas d’identifier un type d’habitats (composition floristique pas assez caractéristique), les valeurs des entités voisines ou d’altitude proche ont été extrapolées. Lorsque le rattachement à des entités proches n’était pas possible ou était trop incertain, ou bien lorsque les relevés présents dans une entité ne permettaient pas de typifier l’habitat avec certitude, il a été nécessaire de procéder à des relevés complémentaires sur le terrain. Au fur et à mesure, les résultats de ces derniers ont été traités pour mettre à jour la cartographie des types d’habitats de la RBI (Martin-Gousset 2016).

Relevés phytosociologiques complémentaires

Les compléments phytosociologiques réalisés ont permis de déterminer la limite de certains types d’habitats (limite orientale des Hêtraies neutrophiles, limite basse des Éboulis alpiens à Tabouret à feuilles rondes (*Noccaea rotundifolia* (L.) Moench), par exemple), de qualifier le rattachement phytosociologique de certaines formations (cas des rares pelouses de crêtes) ou encore de vérifier la présence d’un type d’habitats anciennement cartographié (comme les Sapinières à Buis).

La méthodologie utilisée depuis 2010 pour l’inventaire floristique de la RBI a été conservée. Les relevés sont effectués au niveau des placettes d’inventaire des peuplements forestiers, implantées en 2007, dont le centre est matérialisé par un piquet. Le choix des placettes a été arrêté après étude des relevés botaniques disponibles dans la base SILENE. Sur la placette, le recouvrement total de chaque strate de végétation (arborée, arbustive et herbacée) est noté en pourcentage (%) et,

au sein de chaque strate, le coefficient d'abondance-dominance (Braun-Blanquet *et al.* 1952) de chaque espèce est indiqué. Ces relevés phytosociologiques permettent de noter toutes les espèces présentes, de manière structurée et quantitative. La surface des zones d'inventaire est fixée à 400 m².

Sur site, le quadrat est implanté comme suit. Le piquet, dont la position est géoréférencée, constitue l'un des sommets de la placette. À partir de celui-ci, un opérateur guide, à l'aide d'une boussole, une deuxième personne qui plante les jalons de délimitation du quadrat à une distance et selon un azimut déterminés : 20 m à l'ouest du piquet de référence, 28,3 m au nord-ouest et 20 m au nord. Les distances horizontales sont mesurées à l'aide d'un télémètre électronique.

RÉFLEXIONS ET COMMENTAIRES SUR LA CARTOGRAPHIE DES TYPES D'HABITATS DE LA RBI

C'est la première fois que les habitats de la RBI ont été cartographiés à une échelle aussi fine (dessin à l'échelle du 1/2500^e). Pour être juste, il faut reconnaître que la zone cartographiée en 2016 est beaucoup plus circonscrite que celle couverte par les cartes passées et qu'il a été, par conséquent, beaucoup plus aisé d'entrer dans un niveau de détail plus fin. Quoi qu'il en soit, cette cartographie peut être considérée comme l'état zéro à partir duquel pourront être formulées des comparaisons, même sur des surfaces réduites, dans les années et les décennies à venir.

Une première cartographie a été établie par strates de végétation (Martin-Gousset 2016) afin d'éviter la multiplication des croisements de types d'habitats et d'améliorer ainsi la lisibilité du rendu (Annexe 3). Quatre cartes distinctes, représentant respectivement les habitats arborés, les fruticées, les pelouses et les milieux rupicoles (éboulis, rochers), ont ainsi été obtenues. Elles permettent de visualiser les types d'habitats présents sous la strate arborée. Afin d'obtenir une vision globale de la répartition des types d'habitats dans la RBI et de faciliter la comparaison avec les cartes de végétation existantes, une carte synthétique a ensuite été réalisée (Fig. 7). Pour en simplifier la lecture, les empièlements ont été supprimés en retenant le type d'habitats de la strate de végétation supérieure, les habitats des éboulis et ceux des rochers ont été regroupés, des croisements complexes résultant des plantations ont été associés sous la dénomination « divers mélanges », la distinction des plantations de Sapin pectiné mélangées à d'autres plantations a été supprimée, de même que celle des Hêtraies à Androsace de Chaix associées à des plantations de Pin à crochets. Par ailleurs, les Forêts mésophiles de Pin sylvestre, type d'habitats rare à l'échelle du massif, occupant une faible surface dans la RBI, ont été placées en évidence en supprimant leur croisement avec les Hêtraies neutrophiles. Afin que le lecteur puisse mieux se rendre compte du travail accompli, une annexe présentant les différentes étapes de la cartographie sur un secteur de la RBI a été ajoutée (Annexe 3).

Au final, 25 types d'habitats ont été répertoriés dans la RBI dont dix d'intérêt communautaire (aucun de niveau prioritaire). Si ce nombre important traduit bien la diversité écologique du site, il témoigne aussi du niveau de précision retenu pour typifier les habitats. Avec une moindre finesse dans la distinction, le nombre de types d'habitats eût été moins élevé. Certains types n'apparaissent que sous la forme de croisements. En ce cas, chaque

croisement a été comptabilisé comme correspondant à un type à part entière. D'après la carte synthétique, donc en ne retenant que les types d'habitats de la strate supérieure (Annexe 3), la superficie couverte par les habitats forestiers, est de 665,74 ha, soit la majeure partie de la RBI (73 %). Les habitats des Hêtraies et, plus encore, des Sapinières neutrophiles, formations naturelles et anciennes, témoignent des structures végétales existant avant les reboisements de RTM. Elles sont donc très précieuses d'autant plus, dans le cas des Sapinières, que les surfaces occupées sont très réduites à l'échelle du massif du Mont-Ventoux (la rareté d'un type d'habitats est très variable selon l'échelle de perception utilisée). En dehors des types d'habitats forestiers, les milieux les plus représentés dans la RBI sont ceux des éboulis et des rochers : 223,80 ha (24 %). Une flore adaptée s'y développe. Elle compte de nombreuses espèces rares dont les deux espèces endémiques de la partie sommitale du Mont-Ventoux. Les fruticées occupent une surface plus réduite, 19,28 ha (2 %) ; nettement plus importante si l'on y ajoute les structures arbustives présentes sous couvert forestier (anciennes formations à Buis reboisées). Les pelouses sont quant à elles beaucoup plus rares, 7,63 ha (1 %), et surtout cantonnées aux parties hautes de la RBI. Leur présence très sporadique s'explique par la topographie de la RBI peu propice à leur développement. On les trouve donc à la faveur de replats que ce soit en crêtes ou en surplomb de barres rocheuses. Quant aux milieux humides, en dehors des Saussaies pré-alpines du *Salicion elaeagni*, ils sont absents. Cela s'explique aisément par le fait que le Mont-Ventoux constitue un immense réseau karstique dans lequel les cours d'eau sont le plus souvent à sec.

Ce qui est frappant dans la diversité des types d'habitats de la RBI, c'est sa répartition sous forme de petits éléments fortement imbriqués les uns dans les autres. On observe ainsi, même à grande échelle, un parquetage très serré des habitats naturels de Hêtre et de Sapin, des plantations, des éboulis et des rochers.

La comparaison de la carte obtenue avec les anciennes cartes de végétation (depuis 1967) est ardue ; les différences méthodologiques, et notamment la variété des légendes, contribuent à brouiller le rapprochement entre les différents documents. Au-delà des questions de terminologie, la part due à une évolution réelle et celle liée à une cartographie approximative sont difficiles à mettre en évidence. L'absence de certaines formations est probablement liée à une cartographie incomplète car il est peu vraisemblable qu'elles soient apparues depuis 1967. Malgré ces importantes réserves, il est possible de formuler quelques observations sommaires sur les points communs unissant les différentes cartographies. D'une carte à l'autre, les essences présentes sont toujours les mêmes (sauf pour les bois caducifoliés, les Saussaies et les Chênaies pubescentes, formations marginales, certainement omises) et ont globalement la même aire de répartition. Les peuplements arborés n'ont pas radicalement changé d'aire de répartition, et il n'y a pas eu d'apparition de nouvelles essences non plus que de disparition. Autrement dit, les transformations de la végétation, intervenues depuis une cinquantaine d'années, ne sont pas telles qu'elles puissent être perçues au travers des différentes cartes étudiées. Nous verrons ultérieurement qu'il est possible d'examiner les dynamiques à l'œuvre en usant d'autres méthodes.

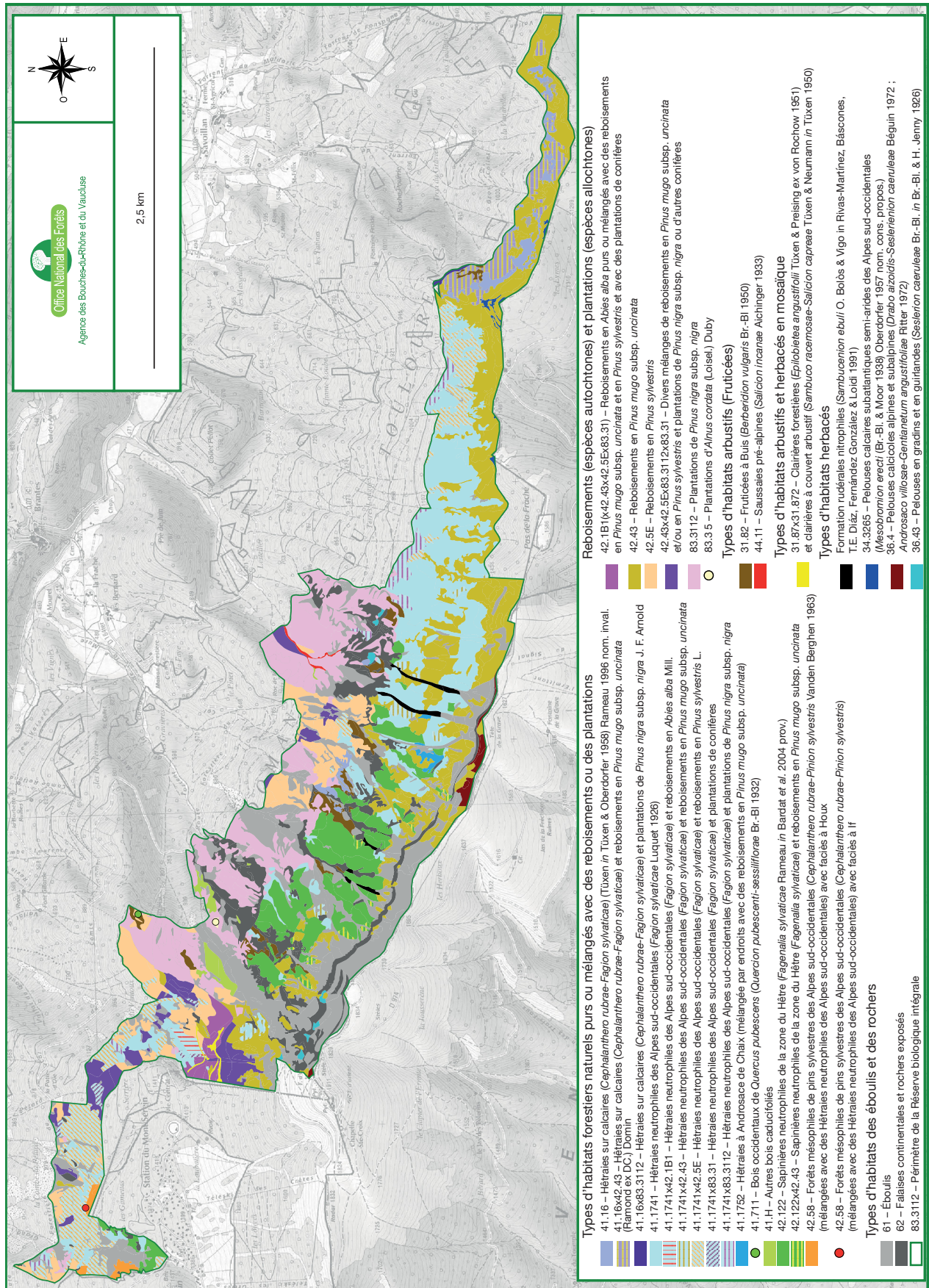


FIG. 7. — Carte de synthèse des types d'habitats de la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux. Cartographie: ONF - Avignon / Scan 25 ® © IGN (2016). Une version au format A3 est disponible sur le lien : http://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/documents/fr/naturae2019a5_1.pdf

DESCRIPTION DES TYPES D'HABITATS DE LA RBI

TYPES D'HABITATS FORESTIERS NATURELS

(PRÉEXISTANT AUX REBOISEMENTS DE RTM)

Sapinières neutrophiles de la zone du Hêtre

(*Fagenalia sylvaticae* Rameau *in* Bardat *et al.* 2004 prov.)

CODIFICATION. — 42.112 (Corine), 57.0.3.3 (Prodrome), G3.1121 (EUNIS).

SURFACE OCCUPÉE. — 68,33 ha

SITUATION

Ce type d'habitats se trouve dans la partie occidentale de la RBI, entre 1150 m et 1600 m d'altitude, principalement au niveau de l'étage montagnard moyen. L'absence de Sapin pectiné au-delà des rochers des Serres-Gros, dans la partie orientale de la RBI est la conséquence du gradient de sécheresse, qui, contrairement à la plupart des autres massifs montagneux de la Provence occidentale, s'accroît ici d'ouest en est.

DESCRIPTION

Ce type d'habitats constitue un faciès à Sapin des Hêtraies-Sapinières que l'on trouve dans les Alpes externes, les Pyrénées et le Jura. Les Sapinières neutrophiles, bien présentes dans la RBI, demeurent rares à l'échelle du massif du Mont-Ventoux; elles sont absentes de tout le versant sud. Elles revêtent un intérêt d'autant plus important qu'elles se trouvent placées en limite d'aire de répartition méridionale. Du fait de la présence d'arbres très âgés (plus de 400 ans pour les plus vieux), ces Sapinières peuvent être qualifiées de forêts reliques. Elles existent sous forme de mélange avec des plantations de Pin à crochets.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Ce type d'habitats est menacé par les sécheresses répétées et par l'augmentation des températures estivales observées au cours des dernières décennies. De nombreux sapins dépérissent ou sont déjà morts. À terme, si les évolutions climatiques en cours se confirment, cet habitat pourrait disparaître sinon du Mont-Ventoux du moins de la RBI.

Les Hêtraies

Dans la RBI, trois types d'habitats sont constitutifs des Hêtraies : les Hêtraies calcicoles médio-européennes, les Hêtraies neutrophiles et les Hêtraies à Androsace de Chaix. Les Hêtraies forment une bande discontinue, d'environ 237 ha, entre 1000 m et 1600 m d'altitude, dans les étages montagnards inférieur et moyen.

Hêtraies sur calcaire

[*Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae* (Tüxen *in* Tüxen & Oberdorfer 1958) Rameau 1996 nom. inval.]

CODIFICATION. — 41.16 (Corine), 9150 (EUR 15), 57.0.3.2.1 (Prodrome), G1.66 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 31,19 ha

SITUATION

Ce type d'habitats est présent dans l'étage montagnard inférieur, au niveau des Serres-Gros, et dans l'étage montagnard moyen, dans la partie orientale de la RBI. Il se rencontre habituellement en adret. Sa présence en versant nord s'explique par un niveau de xéricité élevé dans l'est de la RBI.

DESCRIPTION

Les principales espèces caractéristiques de ces Hêtraies sont les céphalanthères (*Cephalanthera damasonium* (Mill.) Druce, *Cephalanthera longifolia* (L.) Fritsch et *Cephalanthera rubra* (L.) Rich.), la Néottie nid d'oiseau (*Neottia nidus-avis* (L.) Rich.) et les épipactis (*Epipactis leptochila* subsp. *leptochila* (Godfery) Godfery et *Epipactis helleborine* (L.) Crantz). Ces Hêtraies présentent une valeur écologique remarquable par leur cortège floristique (géophytes) et aussi par leur ancienneté. Elles ont en effet été peu touchées par l'exploitation intensive du massif du fait de leur inaccessibilité. Sur plus de la moitié de sa surface, ce type d'habitats est mélangé avec les plantations de Pin à crochets.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

En ubac du Mont-Ventoux, si les conditions climatiques continuent à évoluer semblablement aux dernières décennies, les Hêtraies calcicoles (sèches) devraient s'étendre au détriment des Hêtraies neutrophiles et des Sapinières, ce qui constituerait une régression par rapport au processus naturel de maturation consistant en une modification des Hêtraies pures en Hêtraies Sapinières puis en Sapinières de la zone du Hêtre.

Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae* Luquet 1926)

CODIFICATION. — 41.1741 (Corine), 57.0.3.3.1 (Prodrome), G1.67 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 204,24 ha

SITUATION

Ce type d'habitats (Fig. 8) s'étend, d'est en ouest, du col de La Frache jusqu'au mont Serein, où les conditions météorologiques sont plus humides et plus fraîches (maximum de précipitations du massif et du département de Vaucluse : 1362 mm sur la période 1992-2010).

DESCRIPTION

Les principales espèces caractéristiques sont le Prénanthe pourpre (*Prenanthes purpurea* L.), l'Aspérule odorante, la Raiponce en épi (*Phyteuma spicatum* L.), le Calament à grandes fleurs (*Clinopodium grandiflorum* (L.) Kuntze), la Luzule des bois (*Luzula sylvatica* subsp. *sieberi* (Tausch) K. Richt.) et la Luzule blanche (*Luzula nivea* (Nothh.) DC.), espèces mésophiles. Ces Hêtraies peuvent être qualifiées de « reliques » au même titre que les précédentes. Au Mont-Ventoux, la différence entre ces deux types de Hêtraies est



FIG. 8. — Vue d'une Hêtraie neutrophile. Crédit photo : Jérémy Terracol.

mince car les Hêtraies neutrophiles sont situées en limite méridionale de leur aire de répartition et se trouvent, par conséquent, soumises à des influences méditerranéennes. Dans la RBI, plusieurs des espèces caractéristiques des Hêtraies neutrophiles sont absentes des relevés opérés au sein de ce type d'habitats, comme le Camérisier noir (*Lonicera nigra* L.) ou le Pétasite blanc (*Petasites albus* (L.) Gaertn.). Le cortège floristique est toutefois nettement plus pauvre dans les Hêtraies calcicoles sèches comme le soulignait déjà Gobert et Pautou (1967). Sur plus du tiers de la surface occupée, ce type d'habitats est présent en mélange avec des essences de plantations (Pin noir d'Autriche, Pin sylvestre, Sapin pectiné).

Par ailleurs, les Hêtraies neutrophiles présentent deux faciès particuliers, peu étendus. Dans l'extrémité ouest de la RBI (secteur du Grand Vallat), les Hêtraies, mélangées à des Forêts mésophiles de Pin sylvestre, offrent un faciès à If. Bien présent dans la forêt communale de Beaumont-du-Ventoux, à l'ouest du Grand Vallat, l'If trouve sa limite sur les marges de la RBI. À proximité de ce premier faciès, se rencontre une autre déclinaison des Hêtraies neutrophiles, marquée par la présence du Houx. Ce faciès est très ponctuellement présent jusqu'à la Grave Faouletière.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Comme expliqué ci-avant, ce type d'habitats va probablement régresser, sous l'effet des contraintes climatiques, laissant place aux Hêtraies calcicoles sèches.

Hêtraies à Androsace de Chaix

CODIFICATION. — 41.1752 (Corine), G1.6752 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 1,91 ha

SITUATION

Ce type d'habitats occupe une surface très réduite en contrebas de la Tête de la Grave. Peut-être existe-t-il ponctuellement en d'autres secteurs. Mais, pour l'heure, il n'a été localisé qu'à cet endroit précis.

DESCRIPTION

Ces Hêtraies sont caractérisées par une espèce endémique alpine delphino-provençale, qui est en limite d'aire de répartition occidentale au Mont-Ventoux, l'Androsace de Chaix (Fig. 9). Parmi les espèces forestières du Mont-Ventoux, c'est celle qui possède le plus fort intérêt patrimonial.



FIG. 9. — Androsace de Chaix (*Androsace chaixii* Gren.). Crédit photo : Jean-Claude Arnoux.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Elle est la même que pour les Hêtraies neutrophiles.

Forêts mésophiles de Pin sylvestre
des Alpes sud-occidentales

CODIFICATION. — 42.58 (Corine), G3.48 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 3,31 ha

SITUATION

Ce type d'habitats est situé près du Grand Vallat, dans l'étage montagnard moyen.

DESCRIPTION

Ces Pîneraies sont constituées par l'extrémité des peuplements très clairs de Pin sylvestre maintenus au fil des siècles, autour du mont Serein, pour l'ombrage des troupeaux. À partir des individus conservés, au terme des défrichements, le couvert forestier a été reconstitué par régénération naturelle. Grâce aux carottages, réalisés à la tarière de Pressler, il a été établi que l'âge de plusieurs arbres dépasse 150 ans; cela confirme que le peuplement de Pin sylvestre, support de l'habitat, est antérieur aux reboisements de RTM. Les formations de Pin sylvestre de la partie centrale du Grand Vallat n'ont pas été rattachées à l'habitat naturel car des plantations sont intervenues en 1904 dans ce secteur comme en témoigne une carte de la série domaniale de Beaumont-du-Ventoux dressée en 1912. Il n'est toutefois pas

tout à fait exclu que d'autres individus « reliques » puissent être encore trouvés dans le Grand Vallat. Actuellement, les Forêts mésophiles de Pin sylvestre se trouvent imbriquées dans des Hêtraies neutrophiles, certaines à faciès à Houx. À l'échelle du massif, la présence de ce type d'habitats est très réduite.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

En l'absence d'interventions (coupes, travaux), les surfaces occupées par ce type d'habitats se réduiront sous l'effet de la colonisation naturelle par le Hêtre. Sur substrats d'éboulis, moins favorables au développement du Hêtre, les Pîneraies pourront peut-être se maintenir.

Bois occidentaux de *Quercus pubescens*
(*Quercion pubescenti-sessiliflorae* Br.-Bl. 1932)

CODIFICATION. — 41.711 (Corine), 57.0.1.0.1 (Prodrome), G1.7111 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 0,06 ha

SITUATION

Ce type d'habitats est présent ponctuellement dans l'étage supraméditerranéen, en situation de forte pente.

DESCRIPTION

Il s'agit d'un fragment de peuplement (le restant est en dehors de la RBI) témoin des Chênaies pubescentes qui couvraient

le bas du massif avant les défrichements. Le peuplement forestier support de l'habitat se présente sous la forme d'un taillis, preuve qu'il a été autrefois exploité. Ce type d'habitats ne possède pas de rareté intrinsèque au niveau régional.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Il s'agit d'un type d'habitats pérenne, non pionnier dans ce contexte. Il peut toutefois se trouver colonisé par le Pin noir d'Autriche.

Autres Bois caducifoliés : forêts mixtes d'Érables,
d'Alisiers et de Chênes sur éboulis

CODIFICATION. — 41.H (Corine)

SURFACE OCCUPÉE. — 6,00 ha

SITUATION

Ce type d'habitats est présent au niveau de la Grave Faouletière, dans un couloir d'avalanche.

DESCRIPTION

Il regroupe des essences caducifoliées non hygrophiles, principalement l'Érable à feuilles d'Obier et l'Alisier blanc (*Sorbus aria* (L.) Crantz). On trouve également de l'Aulne cordé, des peupliers et du Chêne pubescent. Ces essences sont issues de colonisation naturelle, suite au passage d'une avalanche. Ce type d'habitats ne présente pas de valeur biologique particulière ni de statut de protection.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

L'avenir de ces Bois caducifoliés est incertain ; soit ils peuvent évoluer vers la Chênaie pubescente ou bien ils peuvent être envahis par le Pin noir d'Autriche.

TYPES D'HABITATS FORESTIERS ISSUS DE PLANTATIONS
Plantations d'espèces autochtones

SURFACE OCCUPÉE. — 247,43 ha

SITUATION ET DESCRIPTION

Dans la RBI, trois types d'habitats sont composés d'espèces autochtones replantées lors des travaux de RTM :

- les plantations de Sapin pectiné (Corine : 42.1B, EUNIS : G3.11) ; situées vers 1500 m d'altitude, très ponctuelles (3 % des plantations d'espèces autochtones), elles se trouvent mélangées avec des plantations de Pin à crochets et de Pin sylvestre ainsi qu'avec des plantations de Pin noir d'Autriche ;
- les plantations de Pin à crochets (Corine : 42.43, EUNIS : G3.33) ; réparties tout le long de la RBI entre 1000 m et 1750 m, le plus souvent pures, elles constituent 70 % des plantations d'espèces autochtones. Les habitats de Pin à crochets, ont tous été rattachés aux plantations, y compris les zones de colonisation naturelle dans la mesure où elles sont issues de la régénération naturelle provenant des plantations. Dans l'état actuel de nos connaissances, il n'existe aucun pin à crochets naturel dans la RBI ;

- les plantations de Pin sylvestre (Corine : 42.5E, EUNIS : G3.4F) ; situées de l'extrémité ouest de la RBI jusqu'au niveau du col de La Frache, de 700 m à 1400 m d'altitude, elles apparaissent pour plus du quart en mélange avec des plantations de Pin noir d'Autriche.

Dans le référentiel de Corine biotopes (Bissardon *et al.* 1997) les plantations d'essences autochtones sont qualifiées de « reboisements ». La distinction entre « reboisements » et « plantations » a été conservée dans la carte de synthèse des types d'habitats de la RBI, établie en référence à la typologie Corine biotopes. Cette différence a en revanche été abandonnée dans le texte pour en simplifier la compréhension.

Plantations d'espèces allochtones

SURFACE OCCUPÉE. — 103,27 ha

SITUATION ET DESCRIPTION

Dans la RBI, il existe plusieurs types de plantations d'espèces allochtones :

- les plantations de conifères (Corine : 83.31, EUNIS : G3.F) ;
- les plantations d'Épicéa commun et de Mélèze d'Europe (Corine : 83.3111, EUNIS : G3.F11) ; ce type d'habitats, très limité dans l'espace, se présente le plus souvent sous forme de bouquets au milieu des plantations de Pin à crochets ; une petite tache pure de Mélèze d'Europe, résultat de la colonisation d'un couloir d'avalanche, se trouve à la Font du Contrat. Le Mélèze d'Europe, tout comme l'Épicéa commun, est naturellement absent du Mont-Ventoux ;
- les plantations de Pin noir d'Autriche (Corine : 83.3112, EUNIS : G3.F12) ; elles forment l'immense majorité des plantations et occupent toute la partie centrale de la RBI, dans des situations très variées, entre 800 et 1200 m d'altitude, en habitats purs ou en mélange avec des plantations de Pin sylvestre et de Pin à crochets ou avec les Hêtraies neutrophiles ;
- les plantations d'Aulne cordé (Corine : 83.325, EUNIS G1.C4) sur une surface très réduite (0,30 ha).

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

La plupart des plantations, aussi bien d'espèces autochtones qu'allochtones, sont aujourd'hui concernées par des phénomènes de « remontées biologiques ». Il s'agit de l'apparition, par régénération spontanée, et du développement d'essences naturelles (Hêtre, Sapin pectiné, Alisier blanc) sous le couvert des résineux. Cette modification de la composition en essences devrait logiquement conduire à la transformation des habitats et à l'extension des formations naturelles au détriment des plantations.

TYPES D'HABITATS ARBUSTIFS

Fruticées à Buis (*Berberidion vulgaris* Br.-Bl. 1950)

CODIFICATION. — 31.82 (Corine), 5110 (EUR 15), 20.0.2.0.7 (Prodrome), F3.12 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 12,64 ha (sans couverture arborée). En outre, ce type d'habitats occupe une surface de 61,52 ha sous couvert forestier.

SITUATION

Ces fruticées se trouvent principalement sous couvert arboré, depuis le piémont de la RBI jusqu'à 1600 m d'altitude. Elles se trouvent dans les étages montagnards inférieur et moyen et dans l'étage supraméditerranéen.

DESCRIPTION

Il s'agit de structures arbustives naturelles, stables, xérophiles, des pentes rocheuses, dont certaines ont fait l'objet de plantations de Pin noir d'Autriche ou de colonisation par cette essence. Les principales espèces caractéristiques sont le Buis, l'Épine-vinette (*Berberis vulgaris* L.), le Cerisier de Sainte-Lucie (*Prunus mahaleb* L.) et l'Amélanchier (*Amelanchier ovalis* Medik.). Le Buis occupe des situations très différentes au sein de la RBI. Il est associé au Hêtre (Hêtraies calcicoles sèches) comme au Chêne pubescent. Il se rencontre également en conditions mésophiles, méso-hygroclines à hygroclines de fonds de vallons et hygrosclaphiles de forêts de ravins.

DYNAMIQUES D'ÉVOLUTION

Les fruticées à Buis ont tendance à régresser, peu à peu envahies par des essences pionnières comme le Pin noir d'Autriche.

Saussaies pré-alpines (*Salicion incanae* Aichinger 1933)

CODIFICATION. — 44.11 (Corine), 3230.1 (EUR 15), 62.0.1.0.2 (Prodrome), F9.11 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 0,98 ha

SITUATION

Les Saussaies, structures végétales arbustives dominées par les saules, comme le Saule drapé (*Salix eleagnos* Scop.) ou le Saule pourpre (*Salix purpurea* L.), sont situées sur des zones soumises, après de gros orages, à des crues violentes et éphémères. Dans la RBI, ce type d'habitats se trouve le long du Torrent des Vabres. Ce torrent est alimenté par les eaux de pluie et de fonte des neiges, collectées par les ravins situés en amont. Son cours est donc soumis à des variations importantes. La plupart du temps, ce torrent est à sec.

DESCRIPTION

Ce type d'habitats est dominé par des espèces hygroclines comme les saules et les peupliers.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Ces Saussaies sont pérennes; elles ont peu de chance d'être colonisées par des résineux. En effet, ceux-ci sont régulièrement arrachés par le charriage de blocs rocheux.

HABITATS ARBUSTIFS ET HERBACÉS EN MOSAÏQUE

Clairières forestières (*Epilobietea angustifolii* Tüxen & Preising *ex von Rochow* 1951) et clairières à couvert arbustif (*Sambuco racemosae-Salicion capreae* Tüxen & Neumann *in* Tüxen 1950)

CODIFICATION. — 31.87 × 31.872 (Corine), 23 × 20.0.3.0.1 (Prodrome), G5.84 × G5.85 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 1,45 ha sans couverture arborée et 8,96 ha sous couvert forestier

SITUATION

Ces types d'habitats sont installés dans des clairières, sur des talus de pistes ou sur les marges d'une ancienne coupe forestière (1995), de part et d'autre de la Font du Contrat, dans l'étage montagnard moyen, pour l'essentiel sous couvert de plantations de divers résineux.

DESCRIPTION

Au sein de la RBI, ces deux types d'habitats n'existent que sous forme de mosaïque (croisement). Les espèces caractéristiques des Clairières herbacées de l'*Epilobietea angustifolii*, présentes dans la RBI, sont l'Épilobe en épi (*Epilobium angustifolium* L.), la Linaire rampante (*Linaria repens* (L.) Mill.), la Luzule champêtre (*Luzula campestris* (L.) DC.), la Laitue des murs (*Lactuca muralis* (L.) Gaertn.) et le Solidage verge d'or (*Solidago virgaurea* L.). Les fruticées du *Sambuco-Salicion capreae* se composent principalement d'espèces arbustives: Sureau à grappes (*Sambucus racemosa* L.), Saule marsault (*Salix caprea* L.), Sorbier des oiseleurs (*Sorbus aucuparia* L.), Groseillier des Alpes (*Ribes alpinum* L.).

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Ces types d'habitats sont des stades éphémères dans la dynamique des séries forestières associées. Ils pourront réapparaître à la faveur de trouées de chablis, provoquées par des bourrasques de vent, conduisant au rajeunissement desdites séries.

TYPES D'HABITATS HERBACÉS

Formations rudérales nitrophiles

(*Sambucenion ebuli* O Bolòs & Vigo *in* Rivas-Martinez, Bascos, T. E. Díaz, Fernández Gonzáles & Loidi 1991)

CODIFICATION. — 7.0.1.0.1 (Prodrome), E5.1 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 4,21 ha

SITUATION

Ce type d'habitats se trouve dans les couloirs d'avalanches de 2008, au-dessus des rochers des Serres Gros.

DESCRIPTION

Il s'agit du stade éphémère de la recolonisation des sols calcaires, bien aérés, présentant une bonne activité biologique. Ces formations rudérales sont composées d'une végétation herbacée anthropogène des lisières. L'espèce caractéristique est le Sureau yèble (*Sambucus ebulus* L.), de tendance méso-phile à mésoxérophile.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Ce type d'habitats est amené à disparaître. Il constitue l'une des étapes de la recolonisation naturelle des couloirs d'avalanches.



FIG. 10. — Vue d'une pelouse subatlantique semi-aride des Alpes sud-occidentales sous une plantation de Pin à crochets. Crédit photo: Jérémy Terracol.

Pelouses calcaires subatlantiques semi-arides des Alpes sud-occidentales [*Mesobromion erecti* (Br.-Bl. & Moor 1938) Oberdorfer 1957 nom. cons. propos.]

CODIFICATION. — 34.3265 (Corine), 26.0.2.0.3 (Prodrome), E1.266 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 1,76 ha sans couverture arborée et 2,37 ha sous couvert forestier

SITUATION

Ce type d'habitats, de surface réduite, est situé au niveau des crêtes orientales de la RBI, à l'est du col de La Frache, à la limite des étages montagnards inférieur et moyen, sur des sols issus de l'altération des calcaires fins à silex (formation géologique Barrémien-Bédoulien à faciès urgonien).

DESCRIPTION

Ce type de pelouses est dominé par les graminées. L'une des espèces caractéristiques est le Brome érigé (*Bromopsis erecta* (Huds.) Fourr.). Ces pelouses calcicoles mésophiles ont été soumises à un important et séculaire pastoralisme, principalement ovin. Les plantes qui y subsistent sont celles

qui ont pu résister à l'abroustissement ancestral comme les plantes toxiques et les plantes épineuses, en particulier la Carline à feuilles d'Acanthe (*Carlina acanthifolia* subsp. *acanthifolia* All.). On y trouve aussi de nombreux autres hémicryptophytes, des orchidées en particulier.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Ces pelouses sont instables; en l'absence de pacage, elles évoluent vers une végétation plus haute et des fourrés calcicoles, avant la constitution d'un couvert arboré. Celles actuellement situées dans des plantations de Pin à crochets (Fig. 10) sont également menacées de disparition. Elles apparaissent déjà sous la forme dégradée de pelouses-ourlets à Brome érigé en phase sénescence.

Pelouses en gradins et en guirlandes (*Seslerion caeruleae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & H. Jenny 1926)

CODIFICATION. — 36.43 (Corine), 6170 (EUR 15), 27.0.1.0.2 (Prodrome), E4.432 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 1,91 ha dont 0,15 ha sous couvert forestier

SITUATION

Ce type d'habitats est présent en surplomb des rochers dominant la Grave Faouletière et sur des vires dans les barres rocheuses des Serres Gros, dans les étages montagnards inférieur et supérieur.

DESCRIPTION

Ces pelouses se développent sur des sols calcaires squelettiques. Sensibles à l'érosion, elles ont l'aspect de gradins ou de guirlandes réparties le long de rochers. Une des espèces caractéristiques est la Sesslerie bleue (*Sesleria caerulea* (L.) Ard.), souvent accompagnée de la Laïche toujours verte (*Carex sempervirens* subsp. *sempervirens* Vill.), de l'Avoine des montagnes (*Helictotrichon sedenense* (Clarion ex DC.) Holub) et de l'Astragale toujours vert (*Astragalus sempervirens* subsp. *sempervirens* Lam.).

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

En raison de leur localisation, ces pelouses sont très stables.

Pelouses calcicoles alpines et subalpines

(*Drabo aizoidis*-*Seslerienion caeruleae* Béguin 1972 ;

Androsaco villosae-*Gentianetum angustifoliae* Ritter 1972)

CODIFICATION. — 36.4 (Corine), 6170.9 (EUR 15), 27.0.1.0.2.1 (Prodrome), E4.4 (EUNIS)

SURFACE OCCUPÉE. — 4,11 ha sans couverture arborée et 4,77 ha sous couvert forestier

SITUATION

Ce type d'habitats est situé sur la crête principale, au niveau de la Tête de la Grave, dans l'étage montagnard supérieur, et en amont de la Grave Faouletière, dans l'étage subalpin.

DESCRIPTION

Ces pelouses ouvertes se développent sur des lithosols : falaises, plates-formes rocheuses et crêtes ventées. La végétation ne couvre, selon les cas, que 10 à 60 % du sol ce qui favorise l'érosion mécanique. Les espèces caractéristiques sont l'Androsace velue (*Androsace villosa* L.), la Drave faux-aïzoon (*Draba aizoides* L.), le Silène de Pétrarque (*Silene petrarckae* Ferrarini & Cecchi) et l'Androsace de Vital (*Androsace vitaliana* (L.) Lapeyr.).

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Ces pelouses, exposées au vent, aux contrastes microclimatiques et à l'érosion, évoluent très lentement. Comme le pâturage est interdit dans la RBI, elles ne sont plus entretenues que par le broutage des herbivores sauvages, comme le Chamois (*Rupicapra rupicapra* Linnaeus, 1758).

TYPES D'HABITATS DES ÉBOULIS ET DES ROCHERS

Les relevés effectués pour les besoins de notre étude ont permis de préciser la nature et la répartition des cinq types d'habitats, différenciés par les conditions édaphiques, qui ont été identifiés dans la RBI.

Les éboulis, comme les rochers, apparaissent le plus souvent sous forme de mosaïques de types d'habitats, entremêlés de façon inextricable ; ils ne peuvent, par conséquent, être identifiés que sous la forme de croisements. Pour cette raison, les superficies ne sont donc pas détaillées par formation mais données globalement pour les deux grands ensembles : les éboulis occupent une surface de 155,47 ha et les falaises 68,31 ha.

Éboulis alpiens à Tabouret à feuilles rondes

(*Thlaspion rotundifolii* Jenny 1930 ;

Iberidetum candolleanae Archiloque Borel et Lavagne 1971)

CODIFICATION. — 61.22 (Corine), 8120.2 (EUR 15), 71.0.3.0.2 (Prodrome), H2.42 (EUNIS)

SITUATION

Les Éboulis alpiens à Tabouret à feuilles rondes couvrent une vaste étendue, en ubac du massif, entre la Tête de la Grave et le col des Tempêtes, de l'étage montagnard moyen à l'étage subalpin (Fig. 11).

DESCRIPTION

Ce type d'habitats est caractéristique des éboulis calcaires instables. L'espèce typique, le Tabouret à feuilles rondes, est absente du Mont-Ventoux. D'autres plantes alpines, rares et spécialisées, caractéristiques de ce type d'habitats, sont en revanche bien présentes : l'Ail à fleurs de Narcisse (*Allium narcissiflorum* Vill.), la Lunetière à tige courte, l'Alysse flexible, la Corbeille d'argent de Candolle (*Iberis nana* All. [Fig. 12]), le Pavot des Alpes, la Berce naine (*Heracleum pumilum* Vill.), le Doronic à grandes fleurs (*Doronicum grandiflorum* Lam.), le Pâturin du Mont Cenis (*Poa cenisia* All.), le Triset à feuilles distiques (*Trisetum distichophyllum* (Vill.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.) et la Campanule des Alpes (*Campanula alpestris* All.). Ces plantes sont adaptées aux perturbations mécaniques dues à la mobilité des éboulis. Elles disposent d'un système racinaire allongé et souple qui leur permet de revenir chaque année à la surface du pierrier après avoir été ensevelies lors de la saison hivernale.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

De manière générale, les éboulis instables sont soumis à un apport plus ou moins régulier en matériaux qui empêche la fermeture du milieu. Cependant, la colonisation d'une partie d'entre eux par le Pin à crochets est possible.

Éboulis à *Stipa calamagrostis*

(*Stipion calamagrostis* Jenny ex Quantin 1932)

CODIFICATION. — 61.311 (Corine), 8130.1 (EUR 15), 71.0.2.0.2 (Prodrome), H2.611 (EUNIS)

SITUATION

Ces éboulis sont situés à basse altitude, jusqu'à environ 1200 m, principalement dans les étages supraméditerranéen et montagnard inférieur.



FIG. 11. — Vue sur les Éboulis alpiens à Tabouret à feuilles rondes et sur les falaises calcaires alpiennes et sub-méditerranéennes de la Grave Faouletière. Crédit photo : Jérémy Terracol.



FIG. 12. — Corbeille d'argent de Candolle (*Iberis nana* All.). Crédit photo : Jean-Claude Arnoux.

DESCRIPTION

Les espèces caractéristiques sont la Calamagrostide argente (Achnatherum calamagrostis (L.) P. Beauv.), le Laser de France (Laserpitium gallicum L.), le Centranthe à feuilles étroites (Centranthus angustifolius (Mill.) DC.) et le Galéopsis à feuilles étroites (Galeopsis angustifolia Ehrh. ex Hoffm.), espèces thermophiles.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

À terme, ces éboulis sont amenés à être stabilisés par l'installation de fruticées, évoluant ensuite vers des formations forestières, et ainsi à disparaître.

Éboulis à *Rumex scutatus*

[*Scrophularion juratensis* Béguin ex Richard 1971 ;
Rumicetum scutati (Faber 1936) Kuhn 1937]

CODIFICATION. — 61.3122 p.p. (Corine), 8160.3 (EUR 15), 71.0.2.0.3 (Prodrome), H2.6122 (EUNIS)

SITUATION ET DESCRIPTION

Ce type d'habitats se présente principalement en mélange avec les deux autres types d'habitats d'éboulis précédents. Il s'agit d'une communauté pionnière des éboulis secs de l'Europe centrale sud-occidentale. De ce fait, il ne présente pas de limite altitudinale particulière. Les espèces caractéristiques sont l'Oseille à feuilles en écusson (*Rumex scutatus* L.) et la Scrophulaire du Jura (*Scrophularia canina* subsp. *hoppii* (W. D. J. Koch) P. Fourn.), souvent accompagnées du Fromental (*Arrhenatherum elatius* (L.) P. Beauv. ex J. Presl & C. Presl), de l'Hellébore fétide et du Cerisier de Sainte-Lucie.

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Ce type d'habitats, comme le précédent, sera rogné par la progression des pins dans les secteurs les moins pentus, où les éboulis sont le mieux stabilisés.

Falaises calcaires alpiennes et sub-méditerranéennes
[*Potentilletalia caulescentis* Br.-Bl. in Br.-Bl. & H. Jenny 1926) ; *Potentillo caulescentis-Hieracietum humilis* Braun-Blanquet (1918) 1933]

CODIFICATION. — 62.15 (Corine), 8210.11 (EUR 15), 8.0.3 (Prodrome), H3. 251 (EUNIS)

SITUATION

Ce type d'habitats (Fig. 11) est présent depuis l'étage montagnard inférieur (moins de 1300 m d'altitude) jusqu'à l'étage subalpin.

DESCRIPTION

La végétation se compose principalement de la Potentille à tige courte (*Potentilla caulescens* subsp. *petiolulata* (Gaudin) Nyman) et de l'Épervière peu élevée (*Hieracium humile* Jacq.) qui s'implantent dans les fissures des rochers calcaires. Les conditions extrêmes du milieu (sécheresse, variation de température) expliquent la présence d'espèces très spécialisées, donc rares, comme l'Épervière des Ucènes (*Hieracium*

ucenicum Arv.-Touv.) ou encore la Saxifrage à feuilles en languette (*Saxifraga callosa* Sm.), ainsi que d'autres espèces mieux représentées comme la Campanule à feuilles rondes (*Campanula rotundifolia* subsp. *rotundifolia* L.) ou la Kernérie des rochers (*Kernera saxatilis* (L.) Sweet).

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Celle des habitats de falaises est généralement très lente du fait des contraintes physiques et de la très faible croissance des végétaux qui en résulte.

Falaises calcaires alpiennes et subméditerranéennes
(*Sileno saxifragae-Asplenietum fontani* Mol. 1934)

CODIFICATION. — 62.15 (Corine), 8210.10 (EUR 15), 8.0.3.0.3 (Prodrome), H3.25 (EUNIS)

SITUATION

Ce type d'habitats est présent sur toutes les falaises de la RBI, en croisement avec le *Potentillo caulescentis-Hieracietum humilis* en dessous de 1300 m.

DESCRIPTION

La végétation parvient à s'installer au niveau des diaclases qui contiennent quelques éléments fins, provenant de l'altération de la roche, et un peu de matière organique, issue de la décomposition des espèces colonisatrices, lichens et mousses. Les espèces caractéristiques sont principalement les fougères : la Doradille des sources (*Asplenium fontanum* (L.) Bernh.), la Capillaire des murailles (*Asplenium trichomanes* subsp. *quadrivalens* D. E. Mey.), auxquelles s'ajoute le Silène saxifrage (*Silene saxifraga* L.).

DYNAMIQUE D'ÉVOLUTION

Même conclusion que pour l'habitat précédent.

Pour mémoire, la RBI du Mont-Ventoux, assise sur un réseau karstique complexe et étendu, recèle plusieurs grottes (Corine : 65, EUNIS : H1.2) qui n'ont pas été prospectées ni cartographiées dans le cadre de cette étude.

PRINCIPALES DYNAMIQUES DE VÉGÉTATION AU SEIN DE LA RBI

Comme précédemment relevé, les cartes de végétation successives ne permettent pas de mettre en évidence, même grossièrement, les dynamiques végétales en cours depuis la fin des reboisements de RTM. Dans ce qui suit, nous nous proposons d'exposer succinctement les principales transformations affectant les écosystèmes de la RBI, avec l'ambition d'offrir une vision dynamique de la végétation de celle-ci. Quatre sujets seront tour à tour abordés : le dépérissement des sapins pectinés et ses causes, la colonisation des milieux ouverts, les avalanches et leurs conséquences sur la végétation, la régénération naturelle des espèces forestières ligneuses et les dégâts occasionnés par les grands herbivores.

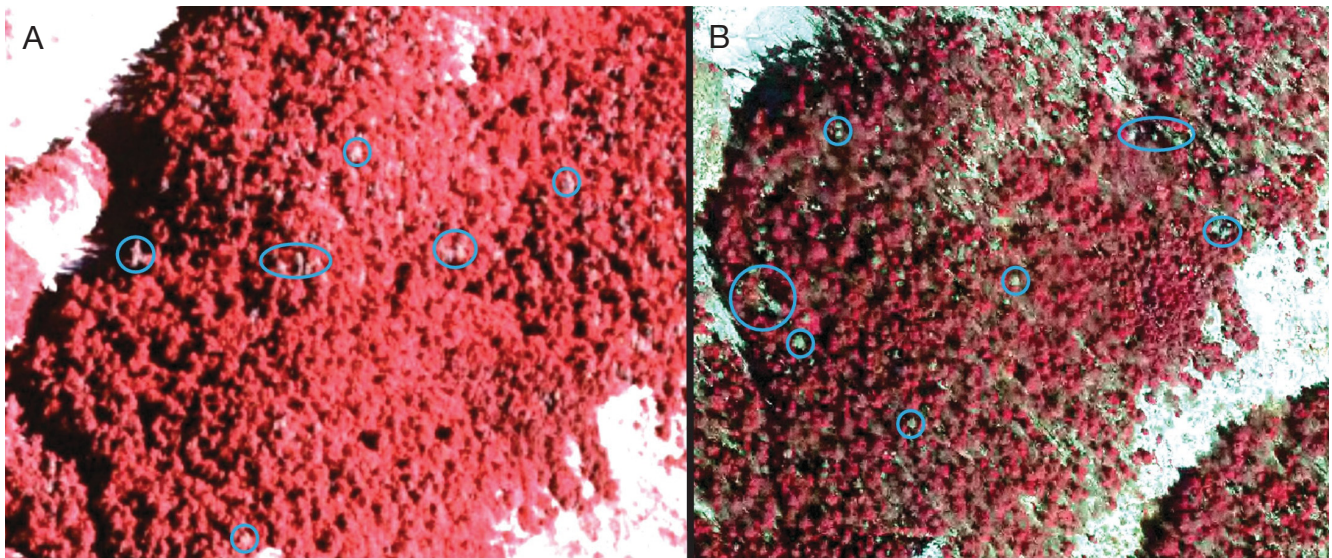


FIG. 13. — Exemple de comparaison de deux photographies aériennes permettant de déceler les sapins pectinés morts. Les sapins morts apparaissent sous forme de points gris-blanc, plus ou moins bien marqués. À titre d'exemple, quelques-uns d'entre eux ont été cerclés de bleu. La comparaison visuelle des deux photographies montre bien l'augmentation du nombre de sapins morts entre 1996 et 2012. **A**, photographie aérienne de 1996 (IGN) non orthorectifiée, contraste accentué; **B**, photographie aérienne de 2012 (IGN) orthorectifiée, contraste accentué.

MORTALITÉ DU SAPIN PECTINÉ

Dans la RBI du Mont-Ventoux, le Sapin pectiné, souvent associé au Hêtre, occupe environ 90 ha (reboisements compris). Les peuplements forestiers de Sapin pectiné, situés en zone méditerranéenne, en limite sud de l'aire de répartition de l'espèce, présentent des mortalités importantes (Ladier & Maréchal 2011). Le Sapin pectiné est en effet sensible à la sécheresse édaphique et atmosphérique, particulièrement durant sa saison de végétation (Lebourgeois *et al.* 2010). Depuis plusieurs décennies, les forestiers ont constaté d'importants dépérissements dans les Sapinières du Mont-Ventoux; la première vague de mortalité a été notée après la grande sécheresse de 1976. Cette observation a été confirmée par les inventaires des peuplements forestiers de la RBI: le Sapin pectiné est l'espèce qui subit le plus fort dépérissement (Terracol & Dreyfus 2008). En 2016, il a été décidé de compléter les connaissances relatives à la mortalité du Sapin pectiné dans la RBI.

Méthodologie

L'étude a été circonscrite aux peuplements forestiers dans lesquels le Sapin pectiné est significativement présent, c'est-à-dire où il occupe au moins 40 % du couvert de l'étage principal (information tirée des aménagements forestiers). Cette restriction a été opérée pour deux raisons, d'une part pour éviter la confusion avec d'autres résineux en cas de mélanges intimes, d'autre part pour concentrer l'analyse sur les secteurs de Sapinières où la disparition du Sapin pectiné aurait les conséquences les plus notables.

L'évolution de la mortalité du Sapin pectiné a été évaluée par photo interprétation des vues aériennes de la RBI, prises par l'IFN (Inventaire forestier national) et par l'IGN. Le choix des campagnes photographiques a été opéré en tenant compte des années de fortes sécheresses et en retenant un pas de temps régulier (une dizaine d'années): vues aériennes de 1973 (avant

la première vague de forte mortalité), 1983 (après les sécheresses de 1976-1978), 1996 (après les sécheresses de 1989-1990), 2005 (après les sécheresses de 2003-2004) et 2012 (après la sécheresse de 2011). Un autre critère ayant présidé à ce choix est la nature même des photographies. À l'exception de la campagne de 1973, les vues aériennes retenues ont toutes été prises dans le très proche infra-rouge (700 à 900 nm). Cette gamme chromatique permet en effet de mieux distinguer les résineux (teintes sombres) des feuillus (rouge vif) que les clichés panchromatiques en noir et blanc ou en couleurs naturelles. Dans notre étude, cette différence de coloration, complétée par l'observation de la forme des cimes (cône effilé chez les sapins, sphère à bords réguliers chez les hêtres), a considérablement limité les risques de confusions entre hêtres et sapins. Par ailleurs, sur ce type de clichés, il est aisé de visualiser le degré d'activité chlorophyllienne des arbres et par conséquent leur état sanitaire. Par exemple, les cimes des sapins morts sont bien identifiables grâce à leur couleur grise (Fig. 13).

En utilisant cette propriété colorimétrique, tous les sapins morts ont été recensés sur une couche cartographique, en indiquant l'année de la campagne photographique durant laquelle leur houppier apparaît gris pour la première fois. La qualité de la photographie aérienne constitue parfois un obstacle à l'identification des têtes sèches: l'exploitabilité de l'image varie selon l'échelle, la date de prise de vue, l'éclairage ou l'ombrage, les angles de visée, la topographie, la réponse du sous-étage ou du sol en termes de réflectance et le couvert neigeux. Les variations de l'état de la végétation d'une campagne à l'autre (photographies prises peu après le débourrement ou en pleine saison de végétation) induisent un biais très faible s'agissant d'une essence résineuse. Malgré les précautions prises, il est possible que certains sapins morts aient été comptés deux fois, conséquence du plus ou moins bon repérage de la position de la tête sèche au milieu du peu-

plement forestier. En effet, un sapin mort perd ses aiguilles dans un délai d'un an ou deux ; il peut ensuite rester sur pied plusieurs années, voire plusieurs décennies (selon son diamètre et sa conformation). Il sera donc visible sur les vues aériennes prises à différentes dates. Malgré ces réserves, les résultats obtenus sont éloquentes.

Évolution du nombre de sapins morts depuis 1973

Cinq cartes, représentant les sapins morts à chacune des campagnes photographiques, ont été établies (Fig. 14). Les sapins dépérissent et meurent davantage dans les situations les plus xériques : dans la partie centrale de la RBI et au niveau de la limite altitudinale inférieure de la Sapinière. Ceci étant, même dans les stations peu sèches, le niveau hydrique reste très inférieur à celui des stations où se situent les Sapinières des Alpes du Nord et des Alpes internes ; il ne permet pas à tous les coups de compenser les sécheresses. Cela explique qu'au fil du temps, l'on constate, de plus en plus, la présence de sapins morts en altitude (vers 1400 m). Les cartes ont été complétées par un tableau analytique de la mortalité du Sapin pectiné (Tableau 2). Le nombre de sapins mourants, en moyenne, chaque année sur un hectare, a été multiplié par six en une trentaine d'années (1983-2012). La mortalité s'accroît nettement durant la période 1996-2005.

Des données météorologiques, témoins de l'accentuation des périodes de sécheresse

Afin d'apporter des explications plus étayées quant à l'accroissement de la mortalité du Sapin pectiné, les données météorologiques disponibles pour l'ubac du Mont-Ventoux ont été analysées. Elles proviennent de deux stations, celle du sommet (période de 1885 à 1913) et celle du mont Serein (1972 à 1979 et 1993 à 2010). Ces deux stations sont distantes de 1,9 km et de 500 m d'altitude. Elles ont cessé de fonctionner pendant certaines périodes. C'est pourquoi les données disponibles sont fragmentaires. Seules les années complètes ont été conservées. L'analyse a prioritairement porté sur la période de juin à septembre, période la plus chaude et la plus sèche et, par conséquent, la plus déterminante pour les phénomènes de stress hydrique auxquels le Sapin pectiné est très sensible. Les variations de sécheresse ont été évaluées en utilisant l'indice d'aridité, développé par Gaussen et Bagnouls (1953), qui définit un mois comme sec si les précipitations (P) sont inférieures à deux fois la température moyenne mensuelle (T). Le rapport entre les précipitations et les températures mensuelles a aussi été utilisé en appliquant un facteur multiplicatif plus petit aux températures ($P < T$ et $P < 0,5T$), afin d'établir l'intensité des sécheresses. Plus le multiplicateur est faible, plus la sécheresse est importante. Le nombre d'années sèches (années comportant au moins un mois sec) et celui des années avec deux mois secs consécutifs donnent aussi des indications quant à la portée des sécheresses (Tableau 3).

L'augmentation de la fréquence des sécheresses est nette. Le nombre de mois secs cumulés est multiplié par 1,6 entre la période 1885-1913 et la période 1993-2010 alors même que cette dernière est d'un tiers moins longue. Plus fréquentes, les sécheresses deviennent également plus intenses (augmentation

du nombre de mois avec $P < T$, apparition de mois avec $P < 0,5T$) et plus longues (nombre d'années avec deux mois consécutifs de sécheresse multiplié par quatre). Par ailleurs, il est à noter que les sécheresses non estivales, inexistantes durant la période 1885-1913, sont présentes durant la période 1972-1979 et gagnent en intensité entre 1993 et 2010.

Les moyennes des précipitations et des températures des mois d'été, mesurées entre 1885 et 1914 et entre 1972 et 2010 (Tableau 4), montrent une diminution de la pluviométrie entre juin et août et, simultanément, une hausse des températures. Le constat reste vrai en appliquant un facteur correctif aux températures mesurées au sommet du Mont-Ventoux afin de compenser la différence d'altitude et de mieux comparer les données des deux stations. Ce facteur (f) a été calculé en utilisant le modèle du nivellement barométrique : $f = 6,5 \times 10^{-3} \times z$ (différence d'altitude, 500 m) = +3,25°C.

Cette correction linéaire, qui ne tient pas compte de la position et du déplacement des masses d'air, notamment sous l'effet du mistral, apparaît cependant acceptable dans la mesure où les deux stations météorologiques étudiées appartiennent au même topoclimat. Quant aux précipitations, elles n'ont pas été rectifiées car le gradient altitudinal influe sur elles de façon moins nette et plus hétérogène que sur les températures (Douguedroit & de Saintignon 1984). Malgré ces remarques, les biais induits par la position respective des deux stations météorologiques ne semblent pas de nature à remettre en question la validité des observations effectuées. Il est à noter que si les précipitations tendent à diminuer durant l'été, elles demeurent globalement stables en moyenne annuelle.

Les données traitées montrent aussi que, par le passé, à la fin du XIX^e et au début du XX^e siècle, le Sapin pectiné a déjà été confronté à des sécheresses parfois intenses, comme celle de 1906 avec trois mois de sécheresse cumulés. Mais il s'agissait là de conditions exceptionnelles, se répétant de façon très irrégulière. En revanche, depuis 1998, les peuplements forestiers de Sapin pectiné ont été soumis à des périodes de sécheresse longues (deux mois consécutifs), régulières (espacées d'au plus deux ans) et intenses (mois avec $P < 0,5T$).

Impact des évolutions climatiques sur le Sapin pectiné

La comparaison entre la fréquence et l'intensité des sécheresses d'une part, et la mortalité du Sapin pectiné, d'autre part, montre bien la concomitance des deux phénomènes (Fig. 15). Les épisodes de sécheresse ont d'autant plus de conséquences sur les peuplements de Sapin pectiné que ceux-ci sont en périphérie d'aire de répartition, c'est-à-dire en conditions limites par rapport à l'autécologie de l'espèce.

De surcroît, les périodes de sécheresse répétées affectent le Sapin à long terme. En effet, lors d'un stress hydrique, l'arbre réduit sa surface foliaire afin de limiter sa photosynthèse et donc ses besoins en eau. Si le stress se prolonge et s'accroît, il se produit alors des phénomènes de cavitation (ou embolie) qui affectent le fonctionnement du xylème fonctionnel et entraînent l'affaiblissement de l'arbre (Cailleret 2011). Par ailleurs, lors d'un stress hydrique, la mise en réserve du carbone au niveau des racines est modifiée et la capacité d'approvisionnement en eau est amoindrie (Van der Molen *et al.* 2011). L'arbre, affaibli,

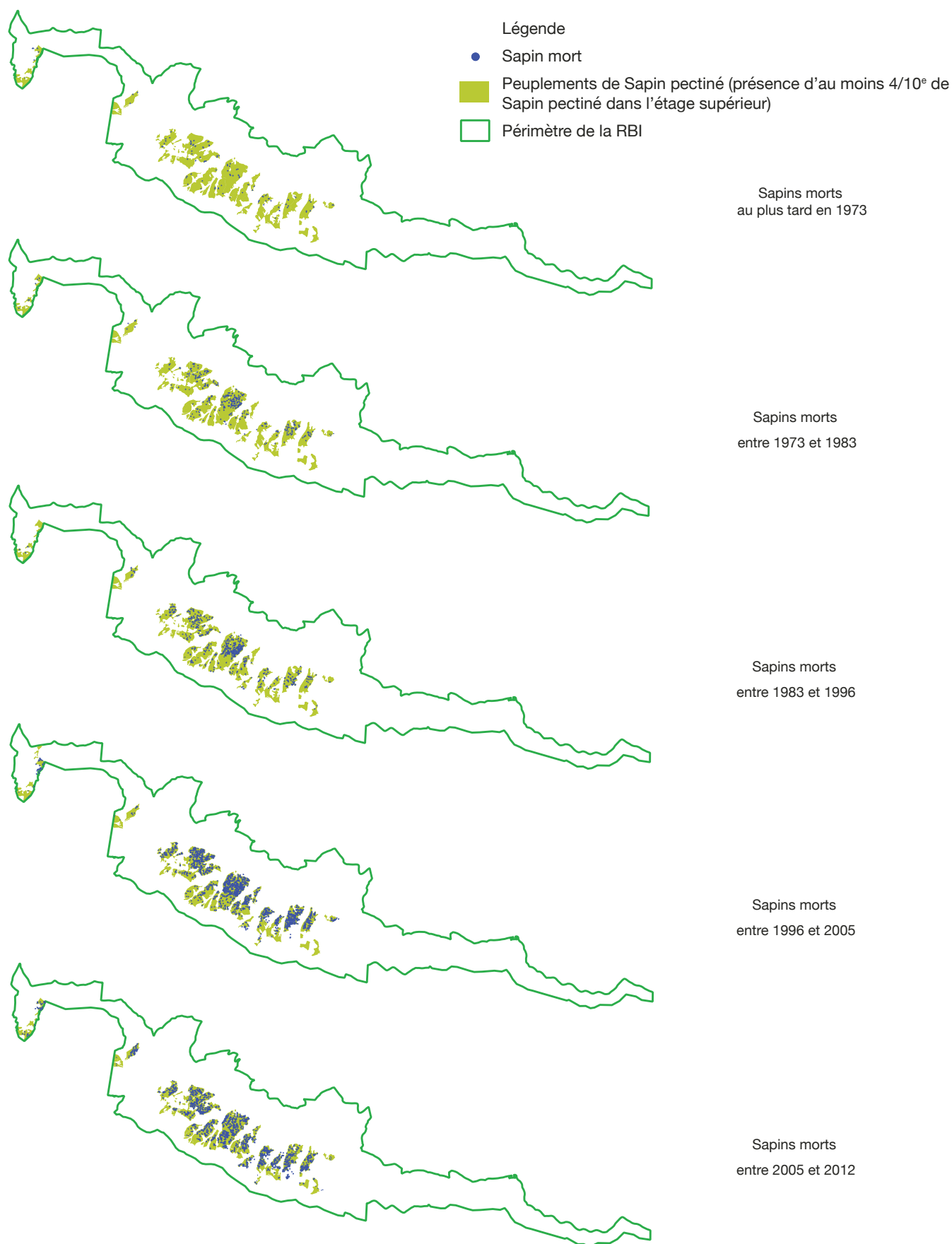


FIG. 14. — Cartes de la mortalité des Sapins pectinés dans la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux.

TABLEAU 2. — Évolution du nombre de sapins morts depuis 1973.

Période	Sapins morts par période	Sapins morts cumulés	Sapins morts par période et par hectare	Sapins morts par période, par hectare et par an
En 1973 (année de référence)	112	112	1,2	—
Juillet 1973 - juillet 1983	347	459	3,9	0,4
Juillet 1983 - août 1996	632	1091	7,0	0,5
Août 1996 - mai 2005	1963	3054	21,8	2,4
Mai 2005 - mai 2012	1900	4954	21,1	3,0

TABLEAU 3. — Nombre de mois secs et d'années sèches par périodes.

	1885-1913 (station du sommet, alt. c. 1910 m)	1972-1979 (station du mont Serein, alt. c. 1410 m)	1993-2010 (station du mont Serein, alt. c. 1410 m)
Nombre d'années sèches	7 sur 29 (24 %)	5 sur 8 (63 %)	12 sur 18 (67 %)
Nombre d'années avec au moins deux mois secs ($P < 2T$) consécutifs	2 sur 29 (7 %)	0	8 sur 18 (44 %)
Nombre de mois estivaux secs ($P < 2T$)	11 sur 116 (9 %)	4 sur 32 (13 %)	18 sur 72 (25 %)
Nombre de mois secs hors été ($P < 2T$)	0	2	2
Nombre de mois estivaux avec $P < T$	6	1	7
Nombre de mois hors été avec $P < T$	0	0	2
Nombre de mois estivaux avec $P < 0,5T$	4	0	4
Nombre de mois hors été avec $P < 0,5T$	0	0	2

TABLEAU 4. — Précipitations et températures moyennes des mois d'été par périodes. *f*, facteur de correction de la température pour tenir compte de l'élévation altitudinale.

	Précipitations moyennes (mm) entre 1885 et 1913 (station du sommet, alt. c. 1910 m)	Précipitations moyennes (mm) entre 1972 et 2010 (station du mont Serein, alt. c. 1410 m)	Températures moyennes (°C) entre 1885 et 1913 (station du sommet, alt. c. 1910 m)	Températures moyennes (°C) entre 1972 et 2010 (station du mont Serein, alt. c. 1410 m)
Juin	119,7	91,5	7,5 (10,7 avec <i>f</i>)	13,0
Juillet	67,0	52,3	9,9 (13,1 avec <i>f</i>)	15,4
Août	90,2	66,0	9,9 (13,1 avec <i>f</i>)	15,2
Septembre	101,4	165,3	7,6 (10,8 avec <i>f</i>)	10,6

devient alors plus sensible aux attaques d'insectes et de gui, ce dernier constituant le principal facteur d'accélération du dépérissement dans la RBI.

Au niveau des peuplements, les phénomènes de dépérissement massif peuvent créer de vastes zones ouvertes, de nature à compromettre la régénération du Sapin, qui s'effectue surtout en milieu ombragé. De sorte que les formations de Sapin pectiné se trouveraient menacées aux deux extrémités de leur vie, par un dépérissement précoce et par l'absence de régénération. Certaines zones plus confinées (fonds de vallons) ou avec un sol plus profond (colluvions), résisteront mieux pendant un temps. Le Hêtre, moins sensible à la sécheresse estivale, va peut-être prendre, par places, le relais du Sapin pectiné.

DES PHÉNOMÈNES DE COLONISATION NATURELLE

Une autre dynamique marquante, bien que très progressive, est la colonisation naturelle. Dès que les arbres issus des reboisements ont été en âge de fructifier, ils ont donné naissance à des semis qui, s'agissant d'essences à tendance héliophile, se sont préférentiellement développés dans les zones ouvertes, à l'abri de la

concurrence d'autres espèces. Dans un premier temps, les semis se sont installés dans les clairières plus ou moins vastes subsistant au sein des reboisements, ces derniers n'ayant que partiellement réussi du fait de conditions difficiles (fortes pentes, sols érodés, sécheresses, ravageurs). Puis, des phénomènes de colonisation des milieux ouverts, non reboisés ou dans lesquels les reboisements ont été un échec, se sont mis en place. Ce sont ces derniers qui ont été étudiés afin de mieux comprendre la progression des essences pionnières au sein de la RBI. Le cas particulier de la recolonisation des couloirs d'avalanches sera traité plus loin.

Évaluer les phénomènes de colonisation naturelle

La vitesse de colonisation des milieux ouverts de la RBI a été mesurée grâce à l'étude de différentes vues aériennes. Il a été choisi de retenir comme point de départ la campagne photographique la plus ancienne, celle de 1950, puis une campagne tous les 20 ans environ (1973, 1996 et 2012). Ce pas de temps a été jugé suffisant pour observer l'évolution des milieux, caractérisée par l'accroissement du couvert forestier. Pour décrire ce dernier, cinq cas, correspondant à différents stades de colonisation, ont

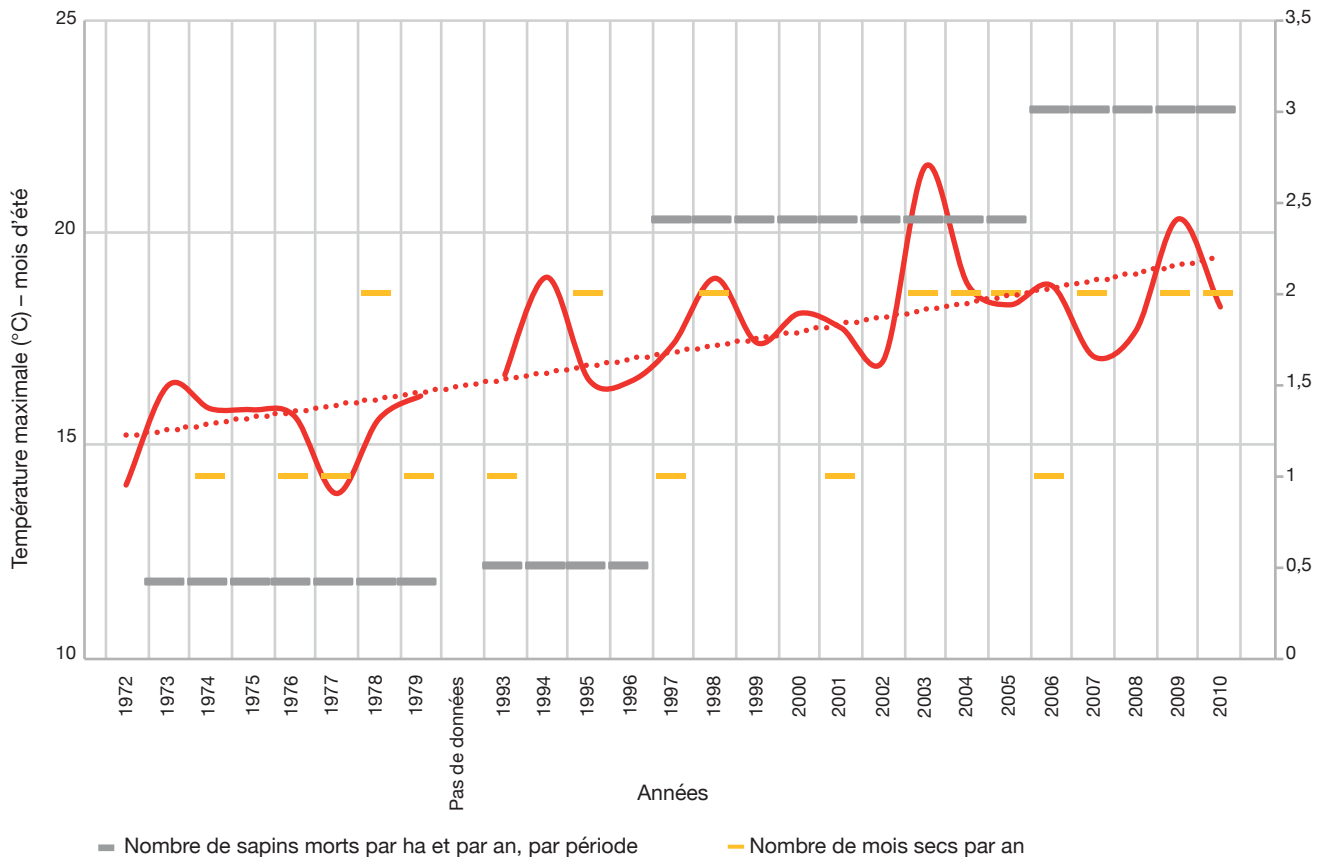


FIG. 15. — Évolution du nombre moyen annuel de sapins pectinés morts en regard des températures maximales estivales (valeurs et courbe de tendance [pointillés rouges]) et du nombre de mois secs par an. Source : Météo France, INRA.

été déterminés, en distinguant les fruticées (formations à Buis et à Amélanchier) et les milieux ouverts :

- les milieux ouverts (éboulis, rochers, lits de torrents) où le recouvrement des essences forestières est inférieur à $\frac{1}{10}^e$;
- les milieux ouverts partiellement colonisés où le couvert des essences forestières est compris entre $\frac{1}{10}^e$ et $\frac{2}{10}^e$;
- les fruticées où le recouvrement des essences forestières est inférieur à $\frac{2}{10}^e$ et où le sol est couvert par une strate arbustive de Buis et d'Amélanchier ;
- les peuplements issus de colonisation naturelle à couvert épars c'est-à-dire compris entre $\frac{2}{10}^e$ inclus et $\frac{4}{10}^e$ exclu ;
- les peuplements issus de colonisation naturelle à couvert discontinu c'est-à-dire présentant un couvert compris entre $\frac{4}{10}^e$ inclus et $\frac{7}{10}^e$ inclus.

En 1950, moins de 60 ans après la fin des reboisements, la colonisation est encore peu avancée et la distinction entre reboisements et milieux en cours de colonisation est aisée. À cette date, puis en 1973, 1996 et 2012, les espaces non boisés et les formations issues de colonisation naturelle, ont été répertoriés, par photo-interprétation, en utilisant les catégories précédemment définies. La couche cartographique des peuplements forestiers, établie en 2016, a servi de support à ce travail. À partir des renseignements relatifs aux peuplements forestiers actuels contenus dans cette couche et dans les bases de données associées, la principale essence de colonisation a été précisée pour chaque entité considérée.

Des vitesses de colonisation naturelle différentes selon les essences

Sur 289 ha de milieux ouverts et de fruticées, 118 ha ont été colonisés, à des degrés divers, depuis 1950, soit environ 40 % des milieux ouverts. En 2012, les formations résultant de la colonisation naturelle se répartissent ainsi : 68 ha en milieux ouverts partiellement colonisés, 26 ha en peuplements à couvert épars et 24 ha en peuplements à couvert discontinu ; restent 146 ha de milieux ouverts, 12 ha de milieux ouverts partiellement colonisés n'évoluant pas depuis 1950 (par conséquent, non intégrés aux surfaces en dynamique de colonisation) et 13 ha de fruticées.

Pour chacune des essences entrant en jeu dans les phénomènes de colonisation (Pin à crochets, Pin noir d'Autriche, Pin sylvestre, et feuillus divers), la vitesse de transition moyenne entre deux stades de colonisation a été calculée (Tableau 5). D'après les résultats obtenus, le Pin à crochets est l'essence dont la propagation est la plus rapide. Dans les milieux ouverts, sa vitesse de colonisation est quatre à six fois plus élevée que celle du Pin noir d'Autriche. Il est vrai que la surface plantée initialement en Pin noir d'Autriche dans la RBI est de plus d'un tiers inférieure à celle en Pin à crochets. Mais cette différence ne suffit pas à elle seule à expliquer l'écart dans les vitesses de propagation. Ainsi, dans les fruticées, la vitesse de colonisation du Pin noir d'Autriche est comparable à celle du Pin à crochets (premier stade) en milieux ouverts (éboulis).

TABLEAU 5. — Vitesse de transition (en ha/an) entre deux stades de colonisation (les cas non observés sont indiqués par des tirets).

	Passage d'un milieu ouvert à un milieu ouvert partiellement colonisé (ha/an)	Passage d'un milieu ouvert partiellement colonisé à un peuplement à couvert épars (ha/an)	Passage d'une fruticée à un peuplement à couvert épars (ha/an)	Passage d'un peuplement à couvert épars à un peuplement à couvert discontinu (ha/an)
Toutes essences confondues	0,19	0,60	0,17	0,47
Pin à crochets	0,16	0,46	–	0,32
Pin noir d'Autriche	0,03	0,07	0,17	0,09
Pin sylvestre	–	0,03	–	0,02
Feuillus divers	0,00	0,04	–	0,04

Le développement du Pin noir d'Autriche dans les fruticées est certainement favorisé par la présence de sols moins érodés, par une quantité de matière organique plus importante et par l'abri offert par les buis et les amélanchiers.

L'évolution de la colonisation naturelle des milieux ouverts, entre 1950 et 2012, a été représentée à travers quatre cartes (Fig. 16). Le lecteur qui voudra se donner une idée des peuplements forestiers réservoirs de semences intervenant dans le processus de colonisation dès 1950 pourra se reporter à la carte des grands ensembles de végétation de la RBI vers 1900 (voir « La végétation, le temps, l'espace »). La répartition des essences colonisatrices reproduit celle des semenciers, issus des reboisements :

- très résistant au froid et au vent, le Pin à crochets est une essence pionnière de haute altitude ; très frugal, il peut pousser sur des sols ingrats comme des rochers ou des éboulis (Riou-Nivert 1996). C'est pourquoi, en plus du fait d'être la seule essence plantée à plus de 1500 m d'altitude (principalement entre 1400 et 1750 m), c'est la seule capable de coloniser les parties sommitales de la RBI, comme les pelouses de la crête qui ne sont plus soumises au pastoralisme. La colonisation des milieux ouverts par le Pin à crochets s'effectue globalement du nord vers le sud, c'est-à-dire en direction de la ligne de crête du Mont-Ventoux. Cette dispersion correspond à la direction du vent dominant, le mistral. La dissémination des graines de Pin à crochets est réduite, de l'ordre de 5 à 10 m, sauf lors d'épisodes venteux de forte intensité durant lesquels les graines peuvent être transportées à plusieurs dizaines de mètres (Camarero *et al.* 2005). Or la partie supérieure de la RBI est régulièrement frappée par des vents violents, capables d'étendre la zone de dispersion des graines de Pin à crochets, et donc d'accélérer sa propagation ;
- la colonisation du Pin noir d'Autriche se situe à plus basse altitude, entre 800 m et 1300 m d'altitude. La surface colonisée par le Pin noir d'Autriche depuis 1950 est plus petite que celle couverte par le Pin à crochets, mais plus vaste que celle conquise par le Pin sylvestre durant le même laps de temps. La logique de dispersion du Pin noir d'Autriche apparaît moins évidente que celle du Pin à crochets ; il s'agit davantage d'une dissémination de proche en proche, sans nette orientation. La dispersion des graines est en effet assez faible, la plupart du temps inférieure à dix mètres (Dreyfus 2012) ;
- bien que le Pin sylvestre soit une essence pionnière, il ne colonise pas de grandes surfaces dans la RBI. L'explication

réside sans doute dans le fait que les peuplements adultes de Pin sylvestre occupent une surface bien moindre que ceux de Pin noir d'Autriche et de Pin à crochets. Le Pin noir d'Autriche et le Pin sylvestre sont des essences moins frugales que le Pin à crochets (Riou-Nivert 1996). Aussi leur capacité de dissémination se trouve-t-elle probablement limitée par l'âpreté des milieux.

Les peuplements forestiers résultant de la colonisation naturelle constituent un stade pionnier, amené à évoluer. Il est vraisemblable qu'ils seront à terme envahis par des semis d'essences autochtones, ainsi qu'on le constate actuellement dans les plantations de RTM (Terracol & Dreyfus 2008).

DES RÉGRESSIONS FORESTIÈRES LIÉES AUX AVALANCHES

L'hiver 2008-2009 a été marqué par un enneigement exceptionnel dans les Alpes du sud. Au Mont-Ventoux, l'accumulation de neige a provoqué le déclenchement d'avalanches de grande ampleur, toutes situées dans la RBI. Ces événements, extraordinaires par leur intensité (Fig. 17), ont conduit à retracer l'histoire des avalanches dans la RBI et à étudier leurs conséquences sur le couvert forestier et sur les structures végétales (Palisse & Terracol 2010).

Historique des avalanches

En remontant aussi loin que possible, toutes les avalanches ayant eu un impact sur les peuplements forestiers ont été répertoriées en utilisant, d'une part, les archives disponibles : livrets journaliers, observations météorologiques, vieux articles de presse, et d'autre part, les photographies aériennes. Sur celles-ci, les peuplements forestiers touchés par une avalanche sont en effet nettement visibles en comparant les clichés à deux dates successives. La photo-interprétation a porté sur les campagnes suivantes : 1950 (noir et blanc ; campagne la plus ancienne pour le secteur de la RBI), 1958 (noir et blanc), 1965 (noir et blanc), 1973 (noir et blanc), 1979 (noir et blanc), 1984 (infrarouges), 1991 (couleurs vraies), 1996 (infrarouges), 2001 (couleurs vraies), 2005 (couleurs vraies) et 2012 (infrarouges). Si des phénomènes de régression liés à des avalanches ont affecté certains couloirs entre 1900 et 1950, il n'est pas possible de les détecter sur la photographie à cette dernière date ; aucune information précise ne permet d'affirmer que les zones de combes ouvertes en 1950 sont le résultat d'avalanches. Certaines combes sont, en effet, asylvatiques car les conditions topographiques et pédologiques

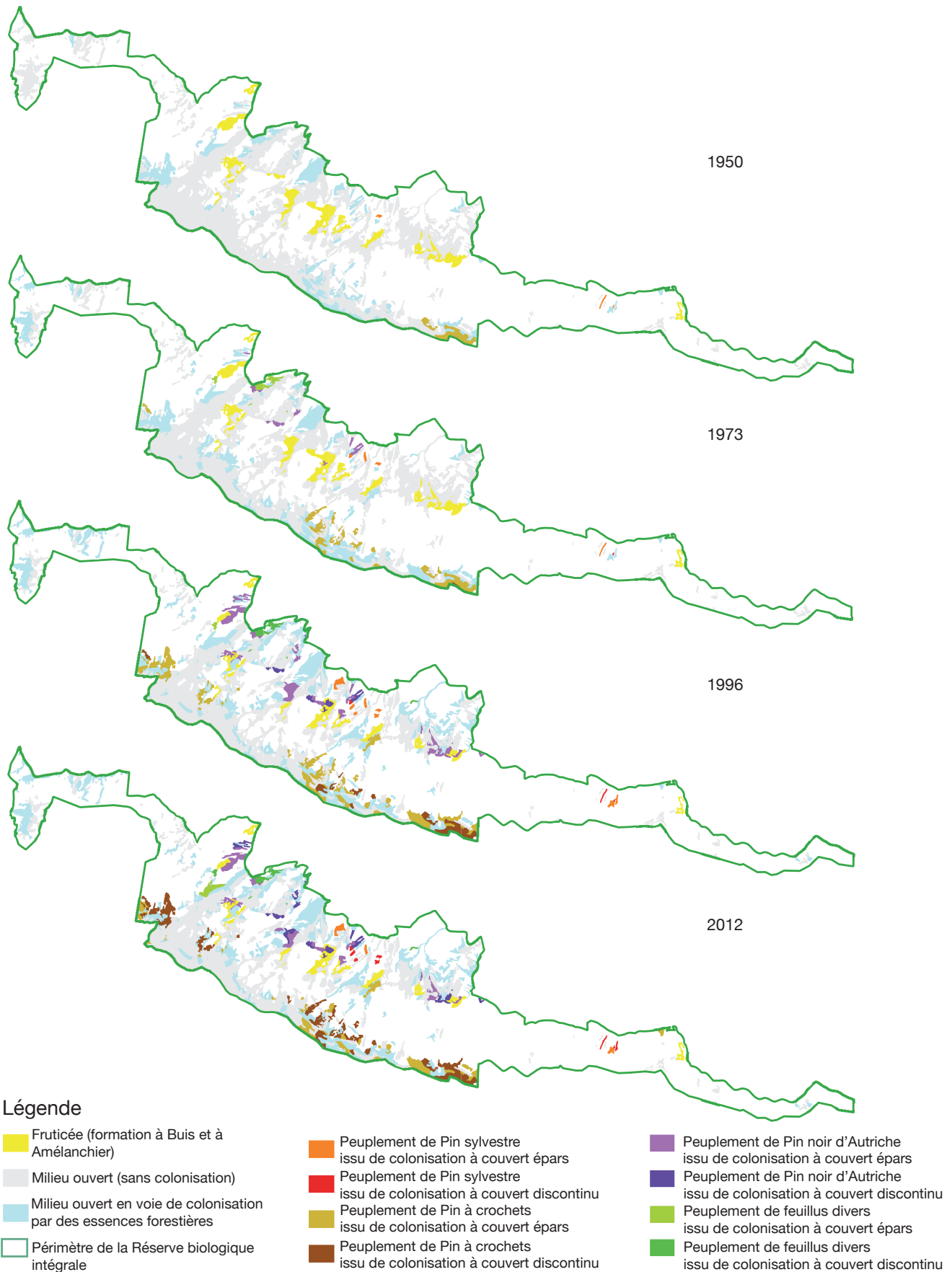


FIG. 16. — Cartes de l'évolution de la colonisation naturelle des milieux ouverts par les essences forestières au sein de la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux. Une version au format A3 est disponible sur le lien : http://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/documents/fr/naturae2019a5_2.pdf



FIG. 17. — Vue d'un des couloirs d'avalanches ouverts au cours de l'hiver 2008-2009. Photographie prise au printemps 2009. Crédit photo : Jérémy Terracol.

TABLEAU 6. — Récapitulatif des avalanches dans la RBI du Mont-Ventoux.

Période	Nombre d'avalanches	Nombre de couloirs parcourus
1909	Mention de bois d'avalanches, sans autres précisions	
1915-1930	5	5
1931-1949	Aucun élément d'archive n'a permis d'établir si de nouvelles avalanches étaient survenues	
1950-1958	3	4
1958-1965	2	2
1965-1973	0	0
1973-1979	1	1
1979-1984	1	1
1984-2005	0	0
2005-2015	3	5

ne permettent pas le développement d'une végétation autre qu'herbacée. Même si des avalanches les parcourent, elles ne laissent aucune trace. De manière générale, les avalanches n'ayant occasionné nul dégât aux peuplements forestiers n'ont pu être recensées, à la fois parce qu'elles ne sont pas mentionnées dans les documents d'archives et parce qu'elles ne laissent aucune marque perceptible sur les photographies aériennes. À noter enfin que les déboisements des couloirs observés sur les photographies aériennes ne peuvent être que le résultat d'avalanches dans la mesure où aucune coupe n'a été pratiquée dans les secteurs étudiés et où aucun autre phénomène (chutes de blocs, glissements de terrain, coulées de boues) n'est susceptible d'en être à l'origine.

En utilisant ces différents éléments d'appréciation, il a été possible d'établir une liste des avalanches avec leur localisation (plus ou moins fine selon la source de la donnée), sans toujours pouvoir préciser la date exacte (avalanche survenue entre deux campagnes photographiques, sans autre précision). Il en ressort que les avalanches, si elles sont fréquentes, ne constituent pas pour autant des phénomènes réguliers (Tableau 6). Elles sont fortement liées à l'accumulation de neige, très inégale dans les Alpes du Sud, particulièrement dans le massif du Mont-Ventoux où les influences climatiques méditerranéennes sont marquées. Les grandes avalanches correspondent à des hivers où l'enneigement est considérable (1950-1951, 1962-1963, 2008-2009). Des phénomènes d'intensité médiocre ont vraisemblablement lieu plus fréquemment dans les couloirs asylvatiques, à forte pente.

Avant les opérations de RTM, la plupart des couloirs étaient déboisés ce qui peut expliquer l'absence de mention d'avalanches avant 1909. Cela ne signifie pas bien sûr qu'il n'y en avait pas. Simplement, comme elles n'avaient pas d'incidence sur la forêt (en l'absence de peuplements forestiers, la neige s'écoulait sans dommage), les forestiers ne jugeaient pas utile de les relater. Les avalanches du début du XX^e siècle, moins de 30 ans après la fin des reboisements de RTM, occasionnent moins de dégâts que celles observées dernièrement. Les avalanches, survenues au cours des hivers de 1915 à 1927, ont accumulé 25 m³ de chablis, tandis que celles de l'hiver 2008-2009 ont arraché et charrié environ 1000 m³ de bois. La croissance et la progression continue (par colonisation naturelle) des peuplements forestiers, depuis un siècle, expliquent ce constat.

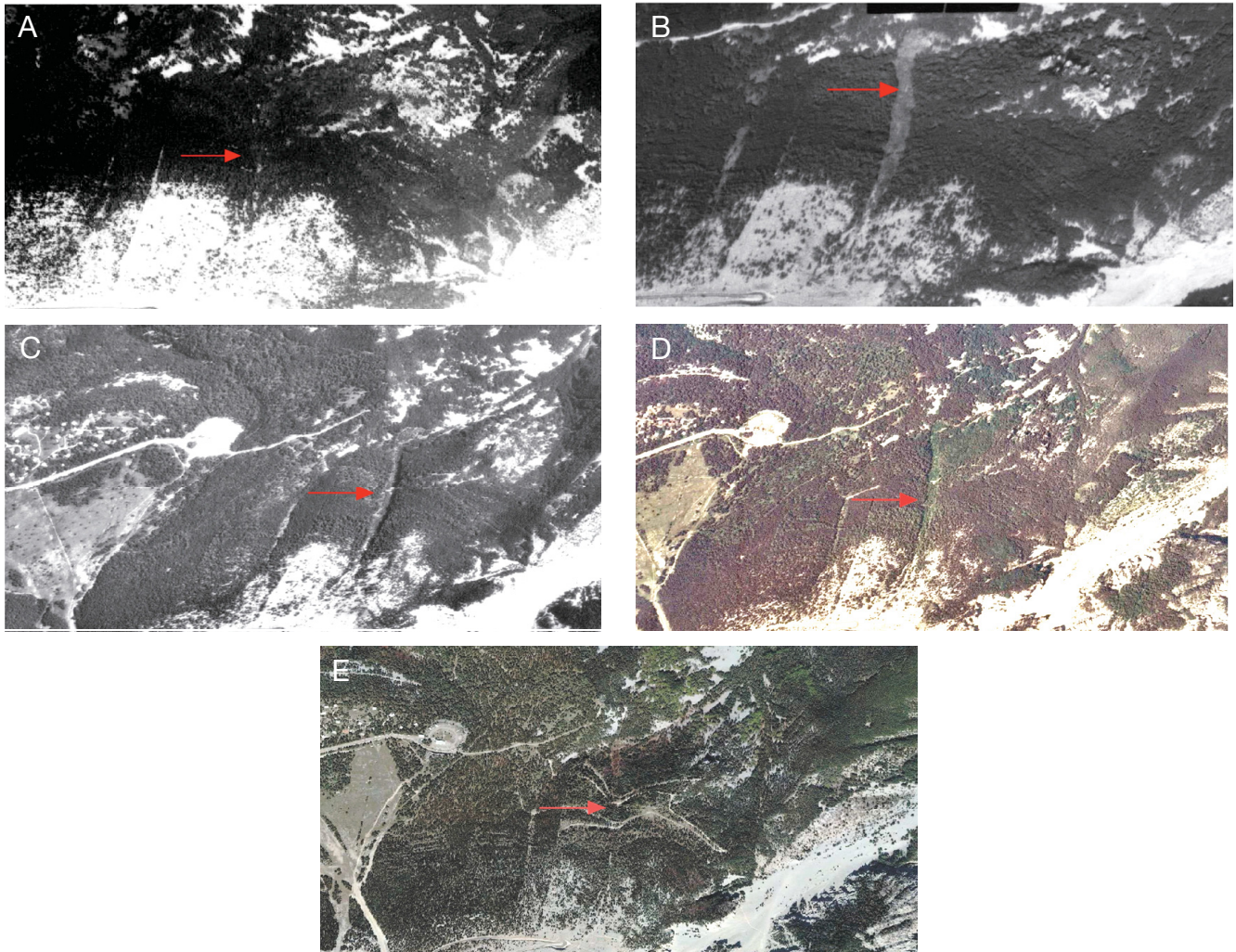


FIG. 18. — Étapes successives de la recolonisation d'un couloir d'avalanche. **A**, 1958 : état boisé, couloir imperceptible ; **B**, 1965 : passage d'une avalanche, couloir ouvert ; **C**, 1979 : couloir en cours de recolonisation ; **D**, 1991 : couloir en majeure partie reboisé ; **E**, 2005 : hauteur des arbres du couloir équivalente à celle des peuplements voisins (couloir à nouveau imperceptible). Source : IGN.

Pour s'écouler, les avalanches doivent se frayer un chemin à travers bois, au grand dommage de la végétation forestière.

Recolonisation des couloirs d'avalanches

La photo-interprétation a permis, outre d'améliorer la connaissance sur les avalanches, de cartographier l'état de la végétation de chaque couloir d'avalanche (hors couloirs asylvatiques) pour chacune des campagnes photographiques. Comme pour l'étude de la colonisation des milieux ouverts, différents stades de développement ont été définis afin d'observer les modifications du couvert forestier entre deux campagnes photographiques (Palisse & Terracol 2010).

À partir des cartographies réalisées, retraçant la recolonisation des couloirs, il est possible de décrire sommairement le processus de retour à l'état boisé. Suite au passage d'une avalanche, un nouveau cycle de végétation apparaît (Fig. 18) : dans un premier temps, le sol est en grande partie (voire complètement) décapé ; le milieu est dit ouvert (absence de végétation). Puis, avec les années, la végétation, en particulier la régénération forestière, va s'installer et se développer. À l'issue

de ce processus de colonisation, le milieu est à nouveau à l'état boisé sous une forme qui peut être différente du faciès initial (par exemple, au peuplement de Hêtre antérieur à l'avalanche peut se substituer un peuplement de Pin à crochets ou à un peuplement de Pin à crochets un faciès à Mélèze d'Europe). Après le passage d'une avalanche, d'après les séquences photographiques étudiées, la vitesse moyenne pour que le milieu ouvert se colonise (couvert des arbres et des arbustes inférieur à 50 %) est de 15 ans et de 20 à 30 ans pour qu'il retrouve un aspect boisé (couvert forestier supérieur à 50 %). Le développement de la végétation dépend bien entendu de la violence de l'avalanche et du niveau des dégâts en résultant (arrachage des arbres, arasement des souches, décapage de l'humus, rabotage du sol, etc.) ainsi que de la fertilité du milieu. Dans certains cas, la phase de colonisation peut prendre de nombreuses décennies (cas des secteurs d'éboulis instables).

Dans les couloirs parcourus par les avalanches exceptionnelles de l'hiver 2008-2009, une étude a été initiée afin de suivre, au plus près, leur recolonisation. Il s'agit d'établir la succession des espèces intervenant dans la recolonisation et, par voie de

conséquence, l'évolution des habitats dans le temps. Cette étude repose sur la mise en place de six bandes d'inventaire (numérotées de I à VI) disposées en travers des trois principaux couloirs d'avalanches, dans différentes configurations de pente, d'altitude et de végétation (formations forestières adjacentes aux couloirs). La surface des bandes est fixée à 500 m². La bande est découpée en cinq tronçons d'égale surface (notés de A à E), disposés dans le sens de la largeur du couloir ; chaque tronçon est subdivisé en unités de 10 m² (numérotées de 1 à 10). La disposition des tronçons (un au centre du couloir, deux en bordures, deux intermédiaires) offre l'opportunité d'observer l'influence de l'orientation et de l'abri latéral sur la recolonisation. Chaque tronçon fait l'objet d'un relevé phytosociologique. Les unités de 10 m² servent quant à elles de support à un décompte complet des tiges d'espèces ligneuses par catégories de diamètres, depuis le semis de l'année jusqu'à l'arbre adulte. Trois passages en inventaire ont déjà eu lieu, en 2010, 2012 et 2015. Les prochains inventaires seront espacés de cinq années, conformément au protocole établi.

Les données récoltées jusqu'à présent n'offrent qu'une vision partielle de la recolonisation. Quelques conclusions peuvent cependant être dégagées quant à cette première étape de la recolonisation. La strate herbacée s'est développée très rapidement entre 2010 et 2012 et a continué à progresser entre 2012 et 2015, et ce quelles que soient l'altitude et la conformation du couloir (largeur, niveau de décapage) ; son extension est particulièrement marquée au centre des couloirs où l'éclairement est maximal. Sa composition évolue nettement entre 2010 et 2012 avec l'apparition et le développement, d'espèces de lumières et d'espèces pionnières (Fig. 19). Parmi ces dernières, il convient de distinguer les espèces rudérales comme l'Ortie (*Urtica dioica* L.) ou le Cirse des champs (*Cirsium arvense* (L.) Scop.). Leur présence, même dans un milieu primaire, sera sans doute temporaire tandis que les autres espèces pionnières se maintiendront vraisemblablement plus longtemps, fût-ce en petite quantité. Parmi les espèces ligneuses, au stade de semis, les fruitiers (Rosacées : Sorbier des Oiseleurs, Aubépine monogyne (*Crataegus monogyna* Jacq.), Prunier sp. et Cerisier sp. (*Prunus* sp.)) et les cytises (*Laburnum* sp.), espèces héliophiles, occupent une place plus importante (Fig. 20) que d'ordinaire. Quant aux espèces strictement forestières, comme l'Aspérule odorante ou la Mercuriale pérenne (*Mercurialis perennis* L.), elles se conservent à la faveur d'un abri arbustif (au centre des couloirs) ou d'un abri latéral (sur les bords des couloirs). La régression forte et constante, entre 2010 et 2015, des semis de Sapin pectiné (Fig. 20) est à souligner. Elle n'a toutefois rien de surprenant ; elle découle des transformations du milieu par les avalanches, en particulier de la mise en lumière brutale du sol dont il résulte l'augmentation de l'évaporation, deux éléments néfastes aux plantules d'arbres, en particulier d'essences sciaphiles dans le jeune âge, comme le Hêtre et le Sapin pectiné (dans le contexte biogéographique général). L'importance des semis de ces deux essences en 2010 est la résultante de deux facteurs, un printemps pluvieux favorable à l'installation des semis et la persistance de l'ambiance forestière, sous une forme très dégradée, notamment grâce à la présence d'humus forestier dans l'horizon de surface des sols. La meilleure résistance du Hêtre aux évolutions du milieu (présence de plantules, certes moins importante, mais encore

bien nette en 2012 et en 2015 [Fig. 20]) découle d'exigences autécologiques un peu moins fortes que celles du Sapin pectiné.

Des changements similaires sont constatés au niveau de la strate arbustive : développement des espèces de lumière, particulièrement du Sureau à grappes, et des espèces pionnières (Sureau yèble) et régression par mortalité des espèces forestières (brins de Hêtre et surtout perches de Sapin pectiné ayant résisté aux avalanches). La dynamique générale de recolonisation des couloirs d'avalanches étudiés est soutenue. Néanmoins il n'est pas exclu que des régressions puissent survenir à l'occasion d'accidents climatiques (sécheresse prolongée, neige abondante, gelée tardive). Lors des prochains passages en inventaire, il sera intéressant d'observer comment, et dans quel ordre, les espèces forestières vont s'insérer dans le processus de recolonisation et prendre le pas sur les espèces pionnières.

DÉVELOPPEMENT DE LA RÉGÉNÉRATION NATURELLE DES ESSENCES FORESTIÈRES

La répartition de la régénération naturelle (semis) des peuplements forestiers et la pression exercée par les grands ongulés sur celle-ci constituent deux éléments non négligeables des dynamiques de végétation. Nous nous proposons d'en offrir un rapide aperçu à partir des données issues de l'inventaire des peuplements forestiers (Terracol & Dreyfus 2008).

Afin de mieux appréhender les niveaux de régénération, un indice global a été établi de manière à intégrer les effectifs comptés dans les quatre classes de semis (Bruciamacchie *et al.* 2005). Une hauteur moyenne a été attribuée à chacune d'entre elles. L'indice global de régénération, pour chacune des espèces présentes sur une placette donnée, est obtenu en additionnant les produits des effectifs des différentes classes par les hauteurs correspondantes. Cette somme équivaut aux hauteurs cumulées des semis recensés sur les trois mini placettes de 1,5 m de rayon (Bruciamacchie *et al.* 2005), soit un total de 21,2 m² environ. Cet indice, noté « IGR », n'est pas rapporté à l'hectare ; il s'exprime en mètres de hauteur de semis, pour une vingtaine de m² de surface, ce qui nous paraît plus parlant que la valeur par hectare.

Quant aux dégâts occasionnés à la régénération naturelle par les grands ongulés (Cerf élaphe (*Cervus elaphus* Linnaeus, 1758), Chevreuil (*Capreolus capreolus* Linnaeus, 1758), Mouflon méditerranéen (*Ovis gmelinii musimon* × *Ovis* sp.) et Chamois), ils ont été notés sur chaque placette par essence et par catégorie de dimensions (Bruciamacchie *et al.* 2005).

Les niveaux de régénération en Hêtre et en Sapin sont les plus forts (Fig. 21). Cela tient probablement à la capacité de ces deux essences à s'installer et à survivre sous couvert, au contraire des trois espèces de pins et du Mélèze d'Europe beaucoup plus exigeants en lumière. Plus en détail, des conclusions peuvent être tirées pour chacune des principales espèces forestières de la RBI :

— en dehors des Sapinières, la régénération de Sapin est présente et même abondante dans les peuplements avoisinants de Pin à crochets et de Hêtre (Fig. 21). Elle est particulièrement importante entre 1300 et 1600 m, dans la tranche altitudinale des Sapinières neutrophiles. Les niveaux d'abroustissement constatés sur cette essence laissent cependant mal augurer de son devenir (Fig. 22). Pour le Sapin pectiné, comme pour les autres essences,



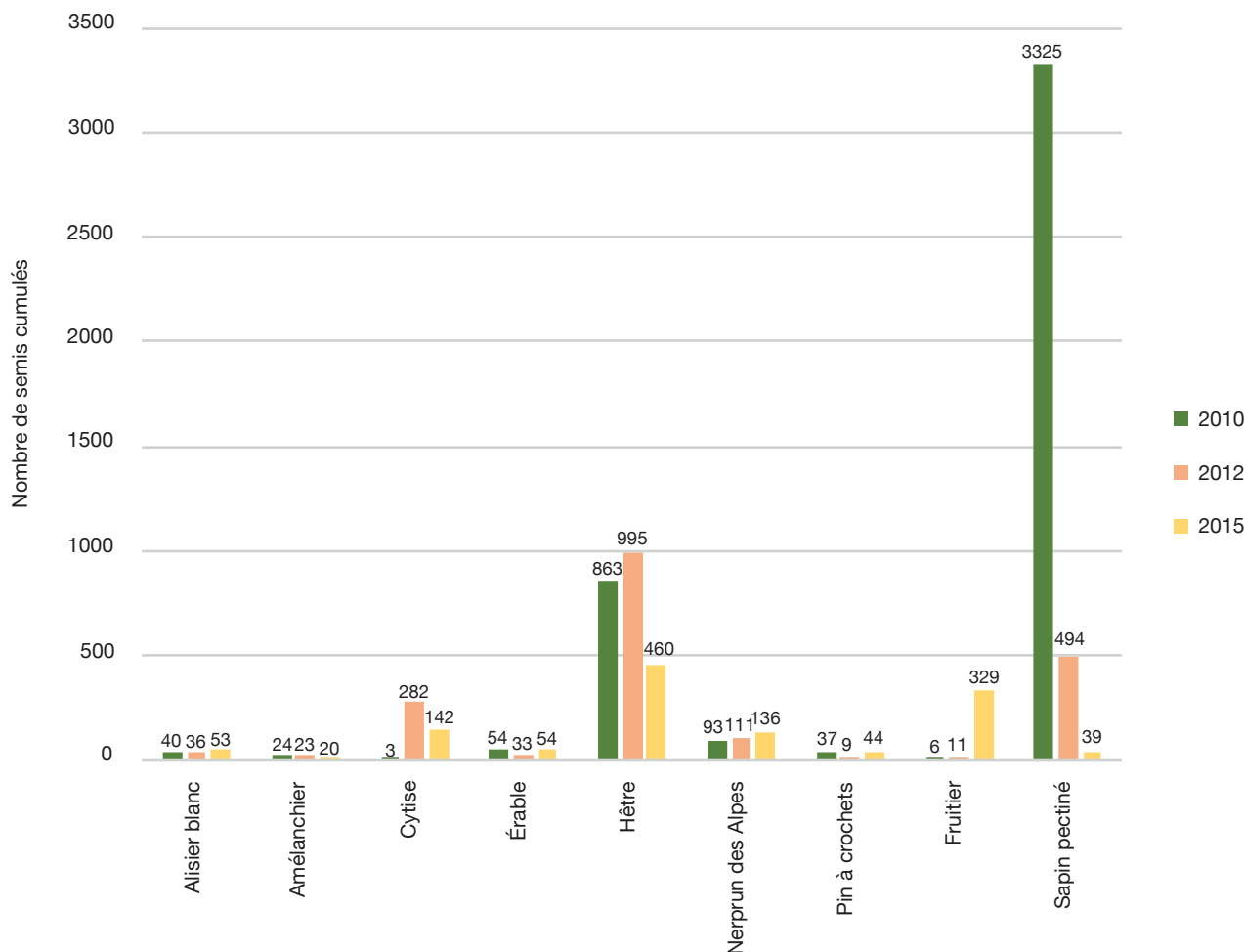


Fig. 20. — Nombre de semis de chaque essence, recensés sur l'ensemble des bandes d'inventaire des couloirs d'avalanches, en 2010, 2012 et 2015.

les dégâts de grands ongulés sont globalement plus importants sur les individus de taille inférieure à 1,50 m. Le fait que l'on constate peu de dégâts, même anciens, sur les sujets plus grands, donc plus âgés, traduit l'accroissement des populations de grands ongulés au cours des deux dernières décennies ;

- la régénération de Hêtre est concentrée autour des peuplements où cette essence est majoritaire (Fig. 21). La dispersion apparaît relativement faible mais elle permet la colonisation des peuplements de pins situés à proximité. Le Hêtre apparaît en expansion dans les étages montagnards, d'autant mieux qu'il est peu sujet aux abrouissements (Fig. 22). Sa dynamique semble plus faible dans la pointe orientale de la RBI, probablement à cause du niveau hydrique moins favorable ;
- l'Alisier blanc, doté d'une bonne plasticité écologique, a la capacité de coloniser tous les sous-bois depuis l'étage supraméditerranéen jusqu'à l'étage montagnard moyen (Fig. 21) ;
- la régénération de Pin noir d'Autriche est concentrée dans la partie basse de la réserve, majoritairement dans les peuplements constitués par cette essence et en périphérie (Fig. 21). Le Pin noir d'Autriche se régénère mal sous lui-même lorsque le couvert est fermé ; se développe alors une régénération dominée par les feuillus qui laisse présager un retour de la Chênaie blanche dans l'étage supraméditerranéen ;

- la régénération de Pin à crochets est localisée majoritairement au-dessus de 1500 m, dans les peuplements clairs, situés entre les reboisements denses et les éboulis sommitaux ;
- les semis de Mélèze d'Europe, d'Épicéa commun et de Pin sylvestre sont peu nombreux et très localisés (Fig. 21) ; les deux premières essences, suscitant l'appétence des grands ongulés, présentent un niveau d'abrouissement très élevé (Fig. 22).

Cette rapide étude des dynamiques des régénérations des essences forestières au sein de la RBI met en lumière la régression à venir des essences introduites au profit des essences autochtones, majoritairement feuillues. Au-delà du cas de la RBI, la recolonisation des pinèdes par le Sapin, le Hêtre et les autres feuillus est une dynamique massive à l'échelle du Mont-Ventoux et de tout l'arrière-pays méditerranéen (Dreyfus 2003). Elle a débuté une quarantaine d'années après les reboisements, dès la reconstitution d'une ambiance forestière favorable.

La répartition des régénérations de Pin noir d'Autriche et de Pin à crochets confirme, si besoin est, la capacité de colonisation de ces deux espèces, telle qu'étudiée précédemment.

À titre d'observation, notons que les abrouissements, s'ils affectent les semis d'espèces ligneuses, ont également un impact notable sur les espèces herbacées comme l'Ail à fleurs de Narcisse.

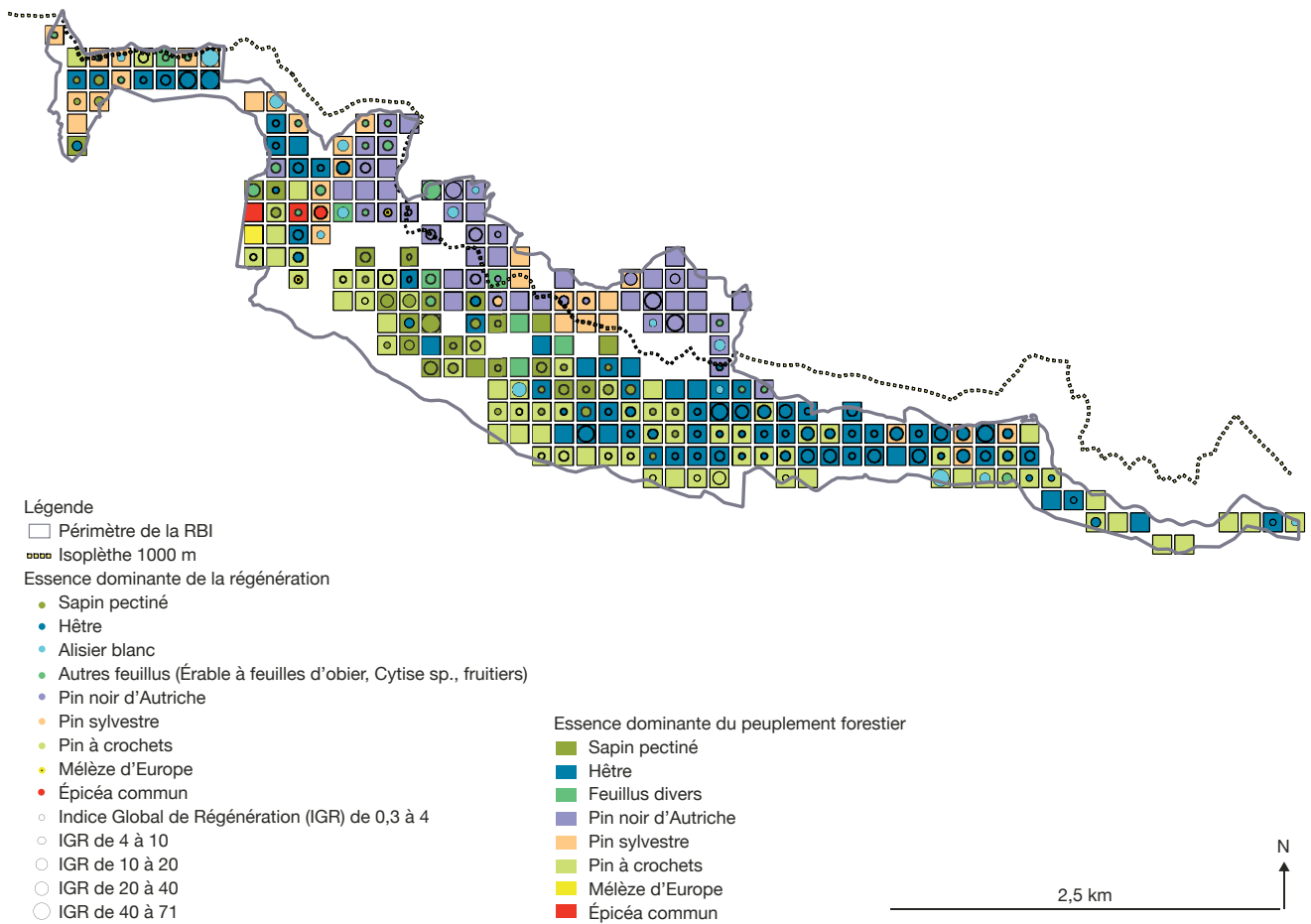


FIG. 21. — Carte de l'Indice Global de Régénération (IGR) dans la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux. Source : inventaire des peuplements forestiers de la RBI du Mont-Ventoux (Terracol & Dreyfus 2008).

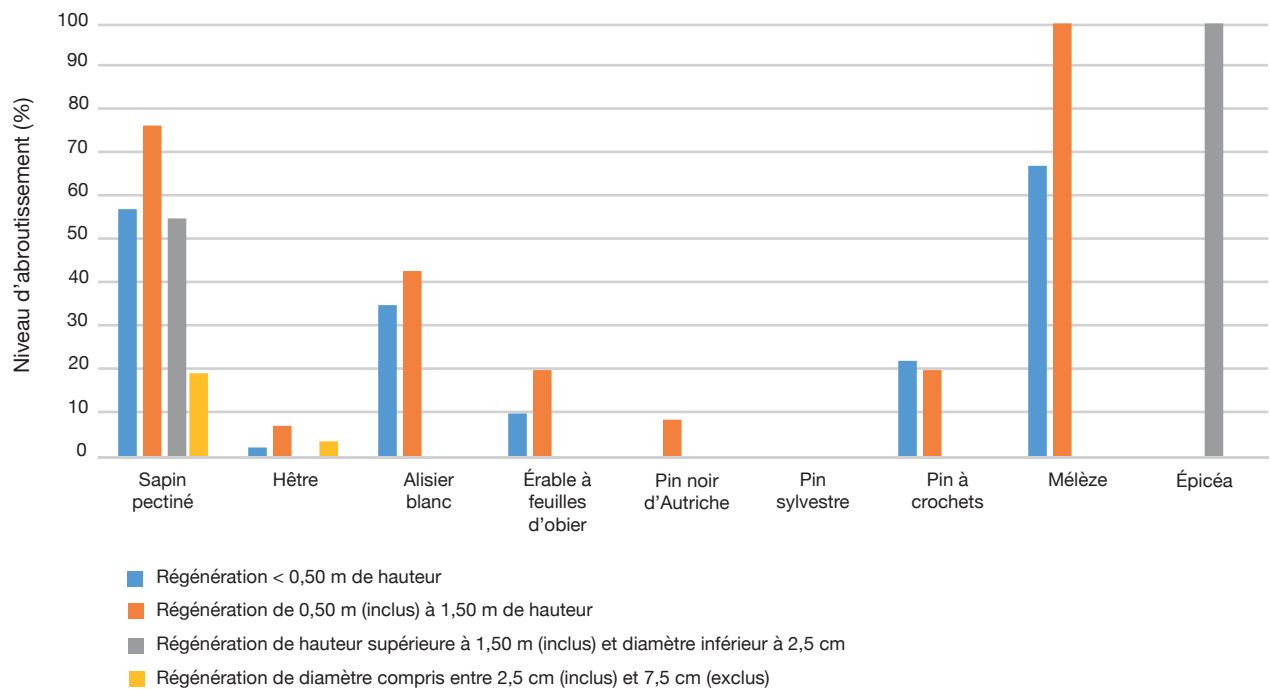


FIG. 22. — Niveau d'abrutissement des semis par essences et par classes de dimensions. Source : inventaire des peuplements forestiers de la RBI du Mont-Ventoux (Terracol & Dreyfus 2008).

LA VÉGÉTATION, LE TEMPS, L'ESPACE

Au terme de notre étude, essayons de formuler une synthèse des différents aspects de la végétation. Il apparaît que la diversité et la répartition complexe des structures végétales de la RBI sont le résultat de la combinaison de facteurs physiques, agissant de façon structurée dans l'espace, et de dynamiques, produits de l'histoire humaine et de phénomènes naturels, influant de manière à la fois spatiale et temporelle.

Les facteurs physiques s'articulent en deux gradients :

- le gradient thermique réglé principalement par l'altitude (avec une perte d'environ 0,65°C par 100 m). Le mistral ainsi que les contrastes thermiques été-hiver et jour-nuit participent également à la définition de ce gradient et influent sur la répartition de la végétation. Ainsi, en altitude, passé 1600 m, les forêts sont remplacées par les éboulis et par les pelouses où seul le Pin à crochets parvient à se développer. Le gradient thermique règle la position des compartiments bioclimatiques ;
- le gradient hydrique, résultat de conditions météorologiques, topographiques, géologiques et pédologiques différentes. Il induit une différence d'habitats entre la partie occidentale et la partie orientale de la RBI, avec la disparition des Sapinières puis des Hêtraies neutrophiles à mesure que l'on se décale vers l'est.

Les activités humaines, même anciennes, agissent fortement et durablement sur la composition et sur la répartition de la végétation. Elles contrarient ou accélèrent les dynamiques naturelles et contribuent à façonner les milieux, sur différents laps de temps et sur des étendues variables (Fig. 23) :

- remplacement de l'Érablaie-Sapinière par la Hêtraie-Sapinière du fait du pâturage ;
- quasi disparition de la Chênaie blanche suite à des siècles de défrichements et de pâturage ;
- introduction de nouvelles essences lors des reboisements qui aboutit à la reconstitution d'un couvert forestier et à la formation d'une mosaïque végétale ;
- développement des clairières forestières de l'*Epilobietea angustifoliae* et des clairières à couvert arbustif du *Sambuco racemosae-Salicion capreae* à la faveur d'une coupe.

La raison d'être d'une RBI étant d'étudier des milieux placés en libre évolution, seules les dynamiques naturelles interviendront désormais sur les structures végétales. Celles actuellement à l'œuvre se résument *grosso modo* à la transformation des espaces boisés, selon trois axes majeurs :

- remplacement d'une partie des plantations par des formations naturelles, principalement les Hêtraies ;
- extension des espaces boisés, au détriment des éboulis et des pelouses, par colonisation naturelle ;
- régression des Sapinières sous l'effet des contraintes climatiques, pour autant qu'elles se confirment.

Bien sûr, des événements viennent perturber ces dynamiques, continûment (climat) ou sporadiquement (avalanches), sur une vaste échelle ou sur un espace réduit, de façon fixe, concentrée ou erratique (dégâts des grands ongulés). Ils conduisent au développement de nouveaux types d'habitats, comme ceux du *Sambucenion ebuli* dans les couloirs d'avalanches, et à la modification de la flore.

Les évolutions des grands ensembles végétaux sous l'influence de ces différents facteurs ont été retracées sur une période d'environ 130 ans. Elles ont été retranscrites sous forme de cartographies modelées sur le relief (Fig. 24). L'état initial a été réalisé à partir des campagnes photographiques de 1888-1889 et de 1902-1903. Les contours des peuplements visibles (depuis le sol) ont été reportés sur l'actuelle photographie aérienne. L'âge des peuplements, connu grâce aux mesures réalisées en 2008, a également été utilisé pour établir cette première carte. Les peuplements identifiés, avec bien plus de précision qu'en utilisant les cartes de Cassini et de l'état-major, constituent les forêts anciennes de la RBI. Pour confectionner les trois cartes suivantes, les différents éléments exposés précédemment (différents états de la colonisation naturelle, cartographie des couloirs d'avalanches, cartes des reboisements, âges des peuplements) ont été combinés. Les changements les plus spectaculaires interviennent entre 1880 et 1900 consécutivement aux opérations de reforestation. Jusqu'en 1950, les dynamiques de végétation marquent le pas. Cela correspond au temps nécessaire à la reconstitution d'une ambiance forestière et à l'entrée en fructification des arbres plantés. Par la suite, les principales évolutions visibles tiennent à la colonisation des milieux ouverts par les pins, Pin noir d'Autriche dans le bas de la RBI et Pin à crochets dans le haut.

S'il est instructif d'observer le passé, il est toujours tentant de prédire l'avenir. Essayons un instant d'imaginer comment évolueront les grands ensembles de végétation dans la RBI. Si l'augmentation de la fréquence et de l'intensité des sécheresses et la hausse des températures estivales, constatées depuis quelques décennies, s'accroissaient encore, les limites des étages bioclimatiques continueraient à se déplacer vers le haut (Dreyfus 2015). S'ensuivrait logiquement la remontée altitudinale des espèces les moins tolérantes à la sécheresse parmi lesquelles le Hêtre et le Sapin pectiné. La Sapinière, très fragmentaire, dont le déclin est entamé (est-il irréversible ?), se réduirait davantage et, si quelques sapins se maintenaient, ce serait vraisemblablement au-dessus de 1500 m d'altitude. Sous l'effet des contraintes climatiques, la limite entre les Hêtraies calcicoles sèches et les Hêtraies neutrophiles se décalerait vers l'ouest de la RBI. De son côté, le Pin noir d'Autriche pourrait s'étendre en altitude, jusqu'à 1450 m, par colonisation naturelle, en peuplement pur ou en mélange avec le Pin sylvestre, tandis qu'il se trouverait mélangé à des formations feuillues dans le bas de la RBI. Parmi les évolutions les plus vraisemblables, le Pin à crochets continuera à coloniser la partie sommitale, pelouses et éboulis, et régressera à plus basse altitude, concurrencé par le Hêtre. En l'absence de nouvelles avalanches, les couloirs ouverts en 2008, se refermeront. D'autres couloirs se maintiendront (zones asylvatiques) et de nouveaux se formeront à l'occasion de prochaines avalanches.

Parmi les éléments perturbateurs, susceptibles d'insuffler de nouvelles dynamiques végétales, se trouvent les incendies. Ils n'ont pas été étudiés avec précision dans la RBI du Mont-Ventoux car il s'agit de phénomènes rares, le plus souvent liés à la foudre, limités en surface grâce au contexte globalement plus frais qu'en climat méditerranéen typique. Une aggravation des sécheresses pourrait cependant amener au développement d'incendies de grande ampleur, y compris en ubac du Mont-Ventoux.

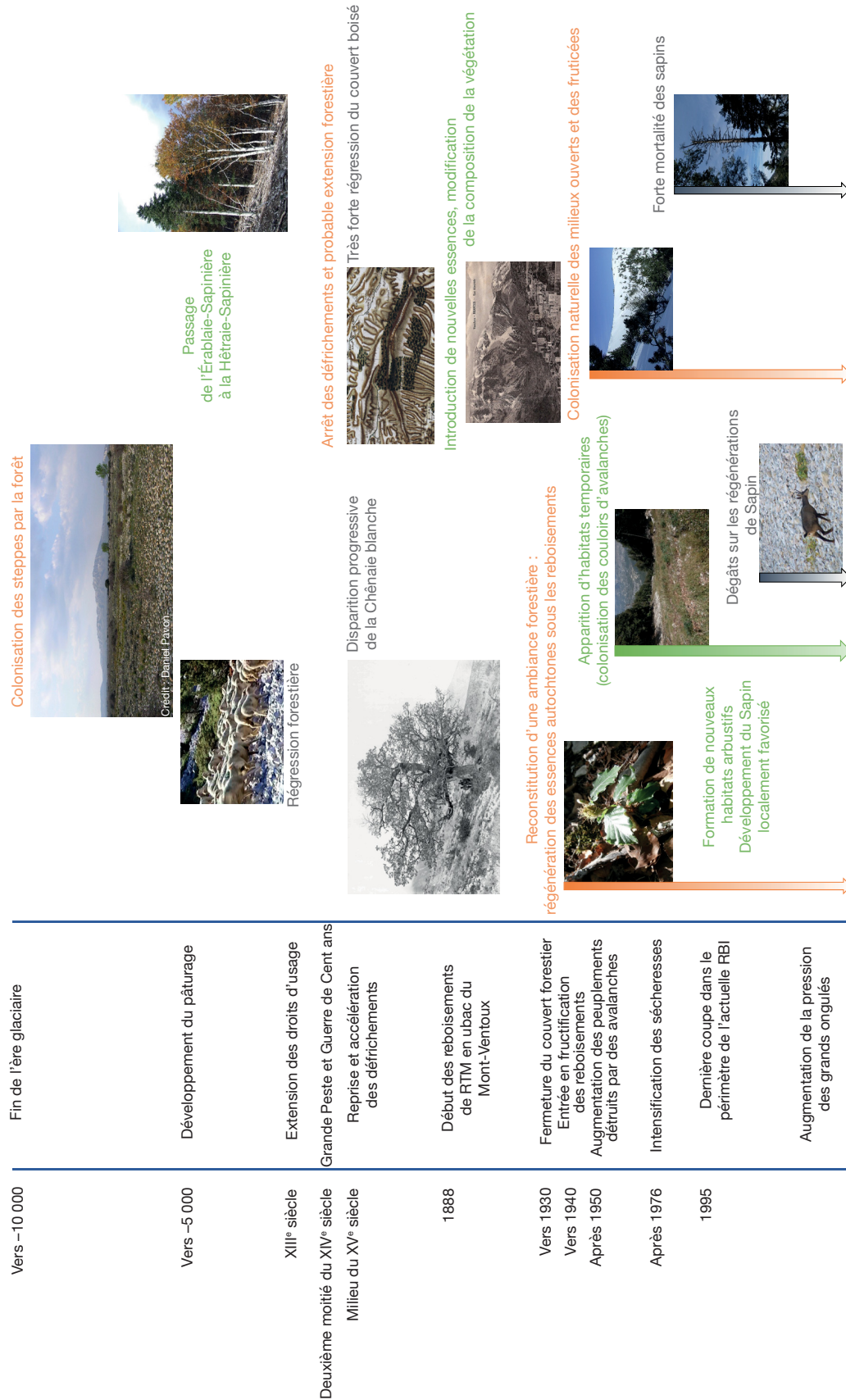


FIG. 23. — Chronologie des principales dynamiques de végétation au sein de la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux (en vert, l'apparition de nouvelles formations; en orange, les dynamiques progressives et en gris les dynamiques régressives; les flèches indiquent les dynamiques en cours; les photographies sans mention sont propriété de l'ONF). Une version au format A3 est disponible sur le lien : http://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/documents/fr/naturae2019a5_3.pdf

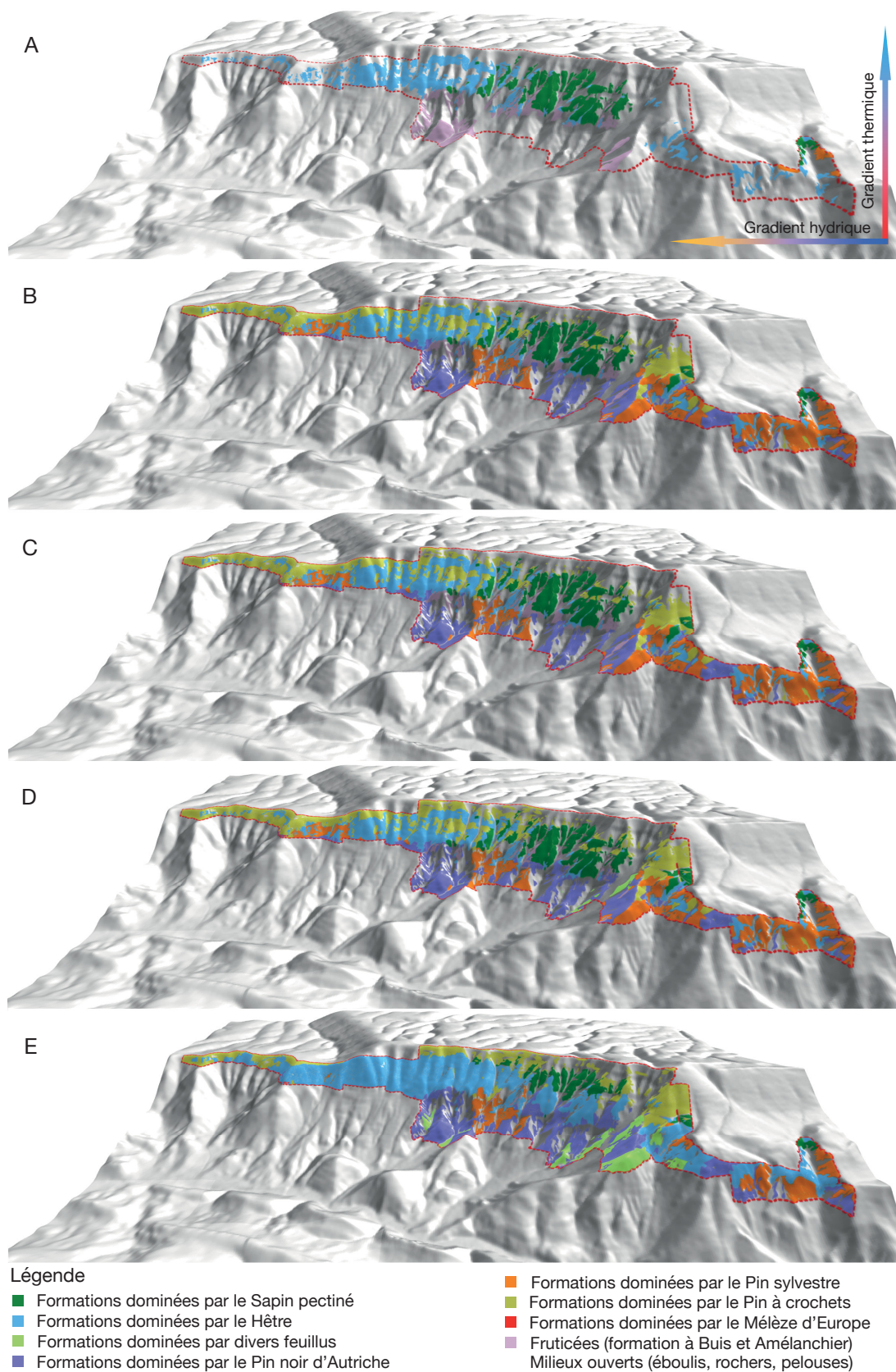


FIG. 24. — Cartes de l'évolution des grands ensembles de végétation au sein de la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux entre c. 1880 et 2100 (projection): **A**, végétation de la RBI vers 1880 (avant les reboisements); **B**, végétation de la RBI vers 1900 (après les reboisements); **C**, végétation de la RBI vers 1950; **D**, végétation de la RBI vers 2010; **E**, végétation de la RBI vers 2100 (projection). Source: Cartographie ONF – Avignon / NextMAP5 ® © GEO-SYS™ Data Sourcing. Une version au format A3 est disponible sur le lien: http://sciencepress.mnhn.fr/sites/default/files/documents/fr/naturae2019a5_4.pdf

Même en l'absence d'interventions humaines, la végétation évolue plus rapidement qu'on ne le croit habituellement. À l'échelle d'une vie humaine, il est possible d'observer des changements notables dans la répartition des grands ensembles de végétation (Fig. 24). Pour autant, il ne faut pas sous-estimer la capacité de résistance et d'adaptation des espèces à des stress (au demeurant, peut-on jurer qu'elles n'ont pas déjà été soumises à des phénomènes d'intensité comparable dans un passé plus ou moins lointain ?), non plus que croire à des évolutions linéaires dans le temps (phénomènes en dents de scie) ou dans l'espace (la topographie et la pédologie peuvent compenser en partie les variations climatiques). Des inversions de tendance climatique, au plan régional, ne sont pas non plus à exclure. C'est pourquoi la cartographie réalisée (Fig. 24) se veut une illustration des possibilités d'analyse qu'offrent les résultats de l'étude de la végétation de la RBI et non un modèle d'évolution. Il s'agit d'une projection à l'horizon 2100 obtenue en prolongeant les dynamiques observées de la manière suivante :

- l'essence actuellement la plus présente en régénération naturelle (Fig. 21) a été regardée comme devant être prédominante en 2100. C'est principalement le cas du Hêtre qui envahit les plantations de Pin à crochets et de Pin sylvestre dans les étages montagnards, et des alisiers blancs, chênes et fruitiers qui se dispersent dans les pineraies de basse altitude. Dans une moindre mesure, c'est aussi le fait du Sapin pectiné dans les pineraies de Pin à crochets d'altitude, situées au-dessus des Sapinières ;
- l'extension du Pin à crochets dans les éboulis sommitaux et du Pin noir d'Autriche dans les fruticées a été considérée comme continue. Les limites de cette extension ont été fixées par la présence actuelle, même diffuse, de semis de ces deux espèces ;
- l'hypothèse de la disparition du Sapin pectiné en partie basse de sa présente aire, sur environ 500 mètres d'altitude, valeur qui correspond au déplacement des étages bioclimatiques tel que modélisé sur la base du scénario A1B du Groupe inter-gouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (Dreyfus 2015), a été retenue. Le Sapin pectiné se trouverait alors remplacé, dans la tranche altitudinale considérée, par le Hêtre, de nos jours en sous-étage ;
- en l'absence de régénération de Hêtre (altitude trop basse, xéricité trop élevée) et d'autres feuillus, les pineraies ont été conservées.

Cette projection, toute théorique et sommaire qu'elle soit, montre que les dynamiques à l'œuvre concourent, en l'absence d'interventions humaines, à une homogénéisation des milieux. Celle-ci se traduira très probablement par la modification et par l'appauvrissement des cortèges floristiques et affectera également la diversité d'autres composantes des écosystèmes comme les champignons et les coléoptères saproxyliques (Terracol *et al.* 2017). Cette perspective laisse entrevoir que la naturalité n'est pas obligatoirement gage de diversité écologique. Cette dernière, à l'échelle d'un massif ou d'une partie de massif forestier, tient à la juxtaposition de structures diverses qui naissent de perturbations renouvelées, parfois naturelles mais aussi et surtout humaines. À une échelle plus vaste (région, pays), la pertinence de cette observation est plus incertaine.

Les modifications des conditions naturelles, spécialement les évolutions climatiques, conduisent à des migrations des espèces végétales selon des processus complexes et relativement lents (Lenoir & Gégout 2010). Ces fines mutations de la végétation n'ont pas été abordées dans notre étude faute de jeux de données homogènes sur des périodes suffisamment longues (plusieurs décennies). Toujours est-il que les transformations floristiques à venir, qu'elles soient liées au climat ou aux évolutions du couvert forestier, se traduiront vraisemblablement par la recomposition variée des associations végétales. Les relevés phytosociologiques effectués depuis 2010 dans la RBI pourront constituer une première base pour l'observation de cette restructuration sur le long terme.

CONCLUSION

La végétation de la RBI, produit de l'histoire humaine et des contraintes physiques du milieu, se présente comme une riche mosaïque, formée de multiples petits éléments, tour à tour juxtaposés (structure horizontale) et empilés (strates de végétation), au sein desquels les types d'habitats forestiers occupent la plus large part. Ces derniers sont en constante progression depuis les reboisements de RTM de la toute fin du XIX^e siècle, au détriment des fruticées, des pelouses et des éboulis. Sous l'effet des modifications du milieu, ils se transforment sous nos yeux : dépérissement des sapins, destruction de parties de forêts par des avalanches, colonisation des formations allochtones par des espèces indigènes, développement des espèces pionnières en milieux ouverts. En effet, la végétation de la RBI n'est pas un bloc stable et cohérent mais un ensemble de structures mouvantes, à la fois dans le temps et dans l'espace, selon des processus imbriqués, jouant à des échelles différentes. Ces métamorphoses ne sont pas régulières ; elles peuvent survenir par à-coups et connaître des phases de stagnation. En un peu plus de 130 ans, le faciès de la RBI a été considérablement modifié, d'abord par l'Homme (reboisement) puis par les évolutions naturelles parmi lesquelles la colonisation des espèces forestières a joué et joue encore un rôle majeur. Pour comprendre ces phénomènes, différentes méthodes ont été établies. Elles pourraient être reproduites à plus grande échelle afin d'obtenir, par exemple, une vision complète et dynamique de la végétation du massif du Mont-Ventoux. Notons aussi que les dynamiques étudiées dans la RBI ne se cantonnent pas à celle-ci et sont bien répandues dans les Alpes méridionales. Certaines des conclusions posées pourraient ainsi être remployées pour expliquer la composition et la répartition de la végétation dans d'autres sites.

S'il est bien sûr tentant de prolonger le mouvement des dynamiques étudiées afin de soutenir à l'avenir une image de l'ubac du Mont-Ventoux, l'exercice est probablement de pur style, les incertitudes quant aux variations climatiques, à la capacité de résistance des végétaux, à la nature même des perturbations à venir étant par trop importantes. Probablement le surnom de « mont Chauve » perdra-t-il de son sens, les vastes étendues lunaires succombant sous les assauts des légions de pins à crochets. Mais même de cela, il ne faut pas

jur. L'étude présentée montre assez que rien n'est jamais acquis dans les dynamiques végétales ; même les pires régressions ne sont pas irréversibles : quelques décennies de plantations ont suffi pour rétablir la forêt d'où des siècles de défrichements l'avaient bannie. Reste que si l'avenir échappe à notre sagacité, il n'en est plus de même du passé. Il sera désormais difficile de lire Mistral et d'imaginer encore, avec lui, de grands bois de mélèzes couronnant le Mont-Ventoux.

Remerciements

Nous remercions MM. Vincent Boulet et Grégoire Gautier qui ont assumé la relecture éclairée de ce texte. Notre profonde gratitude va à Mme Martine Barcelli sans le dévouement de qui les données nécessaires à cette étude n'auraient pu être exploitées, à M. Éric Jensei qui a largement contribué à ce projet, tant par son savoir botanique que par sa bonne volonté sans cesse renouvelée et à M. Philippe Dreyfus pour son aide une fois encore précieuse.

Jean-Claude Arnoux (†) et Daniel Pavon ont mis gracieusement à notre disposition certaines des photographies illustrant l'article.

RÉFÉRENCES

- BARBERO M., MERLE P., GUENDE G. & QUÉZEL P. 1978. — La Végétation du Mont-Ventoux. *La Terre et la Vie*, Supplément. 1: 21-38. <http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/58354>
- BARDAT J., BIRET F., BOTINEAU M., BOULLET V., DELPECH R., GÉHU J.-M., HAURY J., LACOSTE A., RAMEAU J.-C., ROYER J.-M., ROUX G. & TOUFFET J. 2004. — *Prodrome des végétations de France*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 180 p. (Patrimoines naturels ; 61).
- BENSETTITI F., RAMEAU J.-C. & CHEVALLIER H. (coord.) 2001. — « *Cahiers d'habitats* » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 1 – Habitats forestiers*. MATE/MAP/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes, 339 p. et 423 p.
- BENSETTITI F., BOULLET V., CHAUAUDRET-LABORIE C. & DENIAUD J. (coord.) 2003. — « *Cahiers d'habitats* » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 3 – Habitats humides*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 457 p.
- BENSETTITI F., BOULLET V., CHAUAUDRET-LABORIE C. & DENIAUD J. (coord.) 2005. — « *Cahiers d'habitats* » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 4 – Habitats agropastoraux*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 2 volumes, 445 p. et 487 p.
- BENSETTITI F., HERARD-LOGEREAU K., VAN ES J. & BALMAIN C. (coord.) 2004. — « *Cahiers d'habitats* » *Natura 2000. Connaissance et gestion des habitats et des espèces d'intérêt communautaire. Tome 5 – Habitats rocheux*. MEDD/MAAPAR/MNHN. Éd. La Documentation française, Paris, 381 p.
- BISSARDON M., GUIDAL L. & RAMEAU J.-C. 1997. — *CORINE biotopes*. Rapport de recherches, Laboratoires de recherches en Sciences forestières de l'École Nationale du Génie rural, des Eaux et des Forêts, Écosystèmes Forestiers et Dynamiques des paysages, Nancy, 390 p.
- BRAUN-BLANQUET J., ROUSSINE N. & NÈGRE R. 1952. — *Les groupements végétaux de la France méditerranéenne*. Service de la Carte des groupements végétaux, Direction de la Carte des Groupements Végétaux de l'Afrique du Nord, CNRS, 292 p.
- BRUCIAMACCHIE M., CATTAN A., JACOBEE F., PETIT C. E., FALCONE P., GILG O., SCHWOEHRER C., DRAPIER N., LEGAY M., BOUGET C., CHEVALIER R. & CLUZEAU C. 2005. — *Protocole de suivi d'espaces naturels protégés*. ENGREF, Nancy, 42 p.
- CABASSE C. & GOURC J. 2000. — *Document d'objectifs du site Natura 2000 FR9301580 Mont-Ventoux, Tome 1 : Document d'objectifs Natura 2000*. ONE, Service départemental de Vaucluse, Avignon, 37 p + annexes.
- CAILLERET M. 2011. — *Causes fonctionnelles du dépérissement et de la mortalité du sapin pectiné en Provence*. Thèse de doctorat de l'Université d'Aix-Marseille III, Avignon, France, 160 p. + annexes.
- CAMARERO J.-J., GUTIERREZ E., FORTIN M.-J. & RIBBENS E. 2005. — Spatial patterns of tree recruitment in a relict population of *Pinus uncinata*: forest expansion through stratified diffusion. *Journal of Biogeography* 32: 1979-1992.
- CLAP V. 1976. — *Le Mont-Ventoux au XVIII^e siècle*. Imprimerie Dehan, Montpellier, 155 p.
- COMMISSION EUROPEENNE DG ENVIRONNEMENT 1999. — *Manuel d'interprétation des habitats de l'Union européenne*. Commission européenne, Volume 18, 132 p.
- CRÉGUT-BONNOURE E., ARGANT A., ARGANT J., AYACHE-DONAT B., BILLOU D., BOCHERENS H., BOUCHER C., BUISSON-CATIL J., DEBARD E., FOSSE P., HÄNNI C., LAUDET F., MOURER-CHAUVIRÉ C., MEIN P., OBERLIN C., ORLANDO L., PHILIPPE M., QUILES J. & THINON M. 2005. — Les cavités karstiques du Mont Ventoux (Vaucluse, France) : des ours bruns (*Ursus arctos* L.) et des milieux d'altitude à l'Holocène. *Bulletin de la Société d'Histoire naturelle de Toulouse* 141: 5-18.
- DE CRÉCY L. 1988. — L'histoire de la RTM : quelques réflexions d'un praticien. *Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest* 59 (1): 16-28.
- DOUGUEDROIT A. & DE SAINTIGNON M.-F. 1984. — Les gradients de températures et de précipitations en montagne. *Revue de Géographie alpine* LXXII (2-4): 225-240.
- DREYFUS P. 2003. — Peuplements forestiers artificiels en région méditerranéenne : vers une re-naturalisation ? *Forêt méditerranéenne* XXIV (1): 45-52.
- DREYFUS P. 2012. — Joint simulation of stand dynamics and landscape evolution using a tree-level model for mixed uneven-aged forests. *Annals of Forest Science* 69: 283-303. <https://doi.org/10.1007/s13595-011-0163-2>
- DREYFUS P. 2015. — Impact de scénarios de changement climatique sur la distribution des espèces à l'échelle de petits massifs forestiers. *Innovations Agronomiques* 47: 17-28.
- FLAHAULT C. 1901. — *Carte botanique et forestière*, Digne [document cartographique manuscrit]. 1: 200 000, non publiée.
- GAUSSEN H. & BAGNOULS F. 1953. — Saison sèche et indice xérothermique. *Bulletin d'Histoire Naturelle de Toulouse* 88: 193-240.
- GIRERD B. & ROUX J.-P. 2011. — *Flore du Vaucluse, troisième inventaire, descriptif, écologique et chorologique*. Société botanique du Vaucluse, Conseil général de Vaucluse, Biotope, Mèze (Collection Parthénope), 1024 p.
- GOBERT J. & PAUTOU G. 1967. — Documents pour la carte de la végétation des Alpes Feuille de Vaison-La-Romaine (XXXI-40). *Contribution à l'étude botanique du Ventoux* 145-194.
- GONTARD P. 1955. — *Contribution à l'étude géobotanique du Mont-Ventoux en Provence (étages supérieurs)*. Thèse, Fac. Sciences, Montpellier, 741 p.
- GUENDE G. 1976. — *Étude phyto-écologique et cartographique des biocénoses du Ventoux. Impact des activités humaines sur le milieu*. Thèse troisième cycle. Université d'Aix-Marseille, Marseille Saint-Jérôme, 95 p.
- JEANMONOD D. & GAMISANS J. 2013 — *Flora Corsica* (2e édition). *Bulletin de la Société botanique du Centre-Ouest* NS 39: 1-1074.
- LADIER J. 2004. — *Les Stations Forestières des Préalpes sèches, définition, répartition, dynamique, fertilité*. Office national des forêts, Direction territoriale Méditerranée, 116 p. + annexes.
- LADIER J. & MARÉCHAL G. 2011. — Veille sanitaire et dépérisse-

- ment forestier dans le département des Alpes-Maritimes. *Forêt méditerranéenne* XXXII (2): 135-140.
- LEBOURGEOIS F., RATHGEBER C. B. K., ULRICH E. & LERFOB B. 2010. — Sensitivity of French temperate coniferous forests to climate variability and extreme events (*Abies alba*, *Picea abies* and *Pinus sylvestris*). *Journal of Vegetation Science* 21 (2): 364-376. <http://doi.org/10.1111/j.1654-1103.2009.01148.x>
- LENOIR J. & GÉGOUT J.-C. 2010. — La remontée de la distribution altitudinale des espèces végétales forestières tempérées en lien avec le réchauffement climatique récent. *Revue forestière française* LXII (3-4): 465-476.
- LOUVEL J., GAUDILLAT V. & PONCET L. 2013. — *EUNIS, European Nature Information System, Système d'information européen sur la nature. Classification des habitats. Traduction française. Habitats terrestres et d'eau douce*. MNHN, Paris, 289 p.
- MARTIN-GOUSSET L. 2016 — *Description des habitats et évaluation de leur dynamique au sein de la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux*. Rapport de stage de l'Institut des sciences et industries du vivant et de l'environnement, Avignon, 49 p. + annexes.
- MARTINS C. 1838. — Essai sur la topographie botanique du Mont-Ventoux. *Extrait des Annales des Sciences Naturelles* 2ème série 10, Paris, 44 p. + planche.
- MISTRAL F. 1867. — *Calendau, pouèmo nouvèu, traduction française en regard*. J. Roumanille libraire-éditeur, Avignon, 537 p.
- NOUALS D. & JAPPIOT M. 1996. — *Les stations forestières des plateaux et monts de Vaucluse et des versants sud des montagnes de Lure et du Ventoux*. Cemagref Aix-en-Provence, Aix-en-Provence, 280 p. + annexes.
- OLIVIER L., GALLAND J.-P. & MAURIN H. (coord.). 1995. — *Livre rouge de la flore menacée de France: Tome 1: espèces prioritaires*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 662 p. (Patrimoines naturels; 20).
- OZENDA P., PAUTOU G., PORTECOP J., DUMAS R. & ALBERTINI F. 1970. — *Carte de la végétation de la France*, Digne [document cartographique]. 1: 250 000, Centre national de la recherche scientifique, feuille n°67, parution n°30, édition n°1, Institut géographique national, Grenoble.
- PALISSE M. & TERRACOL J. 2010. — *Des avalanches dans le Mont-Ventoux, Étude pour une compréhension générale des phénomènes et pour le suivi de l'évolution floristique de couloirs d'avalanches*. Office national des forêts, Avignon, 34 p. + annexes.
- PIGNATTI S. 1982. — Flora d'Italia. Edagricole, Bologna. I: [vi], 1-790; 2: [iv], 1-732; 3: [iv], 1-780.
- RIOU-NIVERT P. 1996. — *Les Résineux Tome 1. Connaissance et reconnaissance*. Institut pour le développement forestier, Paris, 255 p.
- ROUX J.-P. (coord.) sous presse — *Atlas de la flore patrimoniale de Vaucluse*. Naturalia publications, Conservatoires botaniques nationaux alpin et méditerranéen, Turriers.
- ROUX J.-P. (coord.) 2010-2011 — *Livre rouge de la flore rare et menacée de France T II: espèces à surveiller*. <http://www.fcbn.fr/livre-rouge-de-la-flore-menacée>
- TERRACOL J. 2005 — *Aménagement de la forêt domaniale du Toulourenc*. Office national des forêts, Avignon, 94 p. + annexes.
- TERRACOL J. 2007. — *Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux, rapport de présentation en vue de la création de la réserve et premier plan de gestion, période d'application: 2007-2021*. Office national des forêts, Avignon, 116 p. + annexes.
- TERRACOL J. 2016 — *Aménagement de la forêt domaniale du Mont-Ventoux*. Office national des forêts, Avignon, 136 p. + annexes.
- TERRACOL J. & DREYFUS P. 2008. — *Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux, inventaire des peuplements, phase initiale (2007-2008). Rapport scientifique*. ONF-INRA, Avignon, 81 p. + annexes.
- TERRACOL J., BLANC G., MICAS L., DIAZ É., GRUHN G. & VOIRY H. 2017. — La Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux, un espace d'étude des écosystèmes forestiers hors sylviculture. *Naturae* 5: 1-28. <http://sciencepress.mnhn.fr/fr/periodiques/naturae/2017/la-reserve-biologique-integrale-du-mont-ventoux-un-espace-d-etude-des-ecosystemes-forestiers-hors-sylviculture>
- THINON M. 2007. — La végétation du Mont-Ventoux au cours des derniers millénaires. *Forêt méditerranéenne* XXVIII (4): 289-294.
- TRIAT-LAVAL H. 1979. — Histoire de la forêt provençale depuis 15000 ans d'après l'analyse pollinique. *Forêt méditerranéenne* I (1): 19-24.
- VAN DER MOLEN M.-K., DOLMAN A.-J., CIAIS P., EGLIN T., GOBRON N., LAI B.-E., MEIR P., PETERS W., PHILLIPS O.-L., REICHSTEIN M., CHEN T., DEKKER S.-C., DOUBKOVÁ M., FRIEDL M.-A., JUNG M., VAN DEN HURK B.-J.-J.-M., DE JEU R.-A. M., KRUIJT B., OHTA T., REBEL K.-T., PLUMMER S., SENEVIRATNE S.-I., SITCH S., TEULING J.-A., VAN DER WERF G.-R. & WANG G. 2011. — Drought and ecosystem carbon cycling. *Agr. Forest Meteorology* 151: 765-773. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2011.01.018>

Soumis le 20 août 2018;
 accepté le 21 février 2019;
 publié le 5 juin 2019.

ANNEXES

ANNEXE 1. — Définitions

Arctico-Alpin : taxon dont l'aire de répartition correspond aux zones arctiques et de hautes montagnes des zones tempérées correspondantes.

Atlantique : taxon dont l'aire de répartition est centrée près des côtes atlantiques.

Boréal : taxon dont l'aire de répartition correspond aux zones tempérées et froides de l'Eurasie et de l'Amérique du Nord.

Chorologie : l'étude de la répartition des êtres vivants à la surface de la terre. Ces derniers se regroupent selon des affinités surtout climatiques et édaphiques, et c'est ainsi que l'on peut définir, pour chaque taxon, une aire de répartition qui lui est propre à partir d'un type chorologique.

Cosmopolite : taxon réparti grosso-modo dans toutes les zones du monde.

Endémique : taxon à aire de répartition réduite (une région géographique, un pays, etc.). L'origine de l'endémisme a été portée (ex. : Endémique provençal d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpin (cas d'*Alyssum flexicaule* Jord.)).

Eurasiatique : taxon dont l'aire de répartition s'étend de l'Europe à l'Asie orientale (jusqu'au Japon).

Eurasiatique-Centre-Ouest : taxon dont l'aire de répartition s'étend souvent de l'Europe occidentale aux zones steppiques d'Asie occidentale et centrale.

Eurasiatique-Tempéré : taxon dont l'aire de répartition correspond à la zone tempérée de l'Eurasie.

Européen : taxon dont l'aire de répartition correspond à l'Europe.

Européen-Centre : taxon dont l'aire de répartition s'étend, en Europe tempérée, de la France à l'Ukraine.

Européen-Ouest : taxon dont l'aire de répartition correspond à la partie occidentale de l'Europe (de la Scandinavie à la péninsule Ibérique).

Européen-Sud : taxon dont l'aire de répartition s'étend de la péninsule Ibérique à la Grèce.

Européen-Sud-Ouest : taxon dont l'aire de répartition s'étend de la péninsule Ibérique à l'Italie.

Européo-Caucasien : taxon dont l'aire de répartition correspond à l'Europe et au Caucase.

Eurosibérien : taxon dont l'aire de répartition correspond aux zones tempérées et froides de l'Eurasie.

Euryméditerranéen : taxon dont l'aire de répartition est centrée sur les côtes méditerranéennes, mais se prolonge vers le nord et vers l'est (correspond à la zone de culture de la vigne).

Euryméditerranéen-Est : Euryméditerranéen des Balkans, à la Turquie et à l'Égypte.

Euryméditerranéen-Nord : Euryméditerranéen de l'Espagne à la Grèce.

Euryméditerranéen-Nord-Ouest : Euryméditerranéen de l'Espagne à l'Italie.

Euryméditerranéen-Ouest : Euryméditerranéen de la Tunisie à l'Espagne et à l'Italie.

Méditerranéen-Nord-Ouest : taxon dont l'aire de répartition s'étend de l'Espagne à l'Italie.

Méditerranéo-Atlantique : taxon dont l'aire de répartition est centrée près des côtes atlantiques et méditerranéennes.

Méditerranéo-Montagnard : taxon dont l'aire de répartition correspond aux montagnes du bassin méditerranéen avec les mêmes subdivisions que pour le type chorologique Euryméditerranéen.

Méditerranéo-Touranien : taxon dont l'aire de répartition correspond aux zones désertiques ou subdésertiques du bassin méditerranéen à l'Asie centrale.

Orophyte-Alpin : taxon dont l'aire de répartition s'étend sur l'ensemble de la chaîne des Alpes, débordant parfois au nord et à l'ouest.

Orophyte-Centre-Européen : taxon dont l'aire de répartition s'étend aux Alpes, Jura, Carpates, etc., et même à des chaînes plus méridionales.

Orophyte-Eurasiatique : taxon dont l'aire de répartition s'étend aux montagnes des zones tempérées et froides de l'Eurasie.

Orophyte-Européen : taxon dont l'aire de répartition correspond aux montagnes de l'Europe.

Orophyte-Ouest-Alpin : taxon dont l'aire de répartition s'étend des Alpes sud-occidentales aux Alpes centrales (France, Italie, Suisse).

Orophyte-Ouest-Européen : taxon dont l'aire de répartition s'étend des montagnes de la péninsule Ibérique à celles de la Scandinavie.

Orophyte-Sud-Européen : taxon dont l'aire de répartition s'étend des montagnes de la péninsule Ibérique à celles des Balkans, avec extension éventuelle au Caucase et à l'Anatolie.

Orophyte-Sud-Ouest-Alpin : taxon dont l'aire de répartition s'étend sur la partie sud-occidentale de l'arc alpin (France et Italie).

Orophyte-Sud-Ouest-Européen : taxon dont l'aire de répartition s'étend de la péninsule Ibérique et aux massifs centraux (rare ou manquant aux Balkans).

Paléotempéré : taxon dont l'aire de répartition est Eurasiatique mais avec un large débordement en Afrique du Nord.

Sténoméditerranéen : taxon dont l'aire de répartition est limitée aux côtes méditerranéennes, de Gibraltar à la mer Noire (correspond à la zone de culture de l'Olivier). On distingue les mêmes subdivisions que pour le type chorologique Euryméditerranéen.

Subatlantique : taxon dont l'aire de répartition correspond à des zones à climat subocéanique.

Subcosmopolite : taxon dont l'aire de répartition s'étend sur la plupart des continents et des zones climatiques.

ANNEXE 2. — Liste des espèces végétales de la Réserve biologique intégrale du Mont-Ventoux, recensées entre 1866 et 2016. Les taxons surlignés sont ceux qui n'apparaissent pas dans les relevés postérieurs à 1996. Pour les taxons de la RBI, les types chorologiques retenus sont ceux de la *Flora d'Italia* de Pignatti (1982) et de *Flora Corsica* de Jeanmonod & Gamisans (2013). Pour les taxons introduits dans la RBI, on a porté le type chorologique précédé du terme « origine » (exemple : « origine eurasiatique »).

Taxons (référentiel TAXREF V11 2017)	Types chorologiques	Protection (Girerd & Roux 2011)	Livre rouge
<i>Abies alba</i> Mill.	Orophyte-Européen		
<i>Acer campestre</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Acer monspessulanum</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Acer opalus</i> Mill.	Européen-Sud		
<i>Acer pseudoplatanus</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Achillea millefolium</i> L.	Eurasiatique		
<i>Achnatherum calamagrostis</i> (L.) P. Beauv.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Aconitum anthora</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Adenostyles alpina</i> (L.) Bluff & Fingerh.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Agrostis schleicheri</i> Jord. & Verl.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Alchemilla alpina</i> L.	Boréal		
<i>Alchemilla flabellata</i> Buser	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Allium narcissiflorum</i> Vill.	Endémique des Préalpes delphino-provençales et des Alpes grées, cottiennes et ligures d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine		
<i>Allium sphaerocephalon</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Alnus cordata</i> (Loisel.) Duby	Origine Thyrrhénienne		
<i>Alyssum alyssoides</i> (L.) L.	Paléotempéré		
<i>Alyssum flexicaule</i> Jord.	Endémique provençale d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine	Régionale - Provence-Alpes-Côte d'Azur (Arrêté du 9 mai 1994)	Livre rouge de la flore rare et menacée de France T I : espèces prioritaires (Olivier <i>et al.</i> 1995)
<i>Amelanchier ovalis</i> Medik.	Euryméditerranéen		
<i>Androsace chaixii</i> Gren.	Endémique des Préalpes delphino-provençales d'origine Orophyte -Sud-Ouest-Alpine		
<i>Androsace villosa</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Androsace vitaliana</i> (L.) Lapeyr.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Anemone hepatica</i> L.	Boréal		
<i>Antennaria dioica</i> (L.) Gaertn.	Boréal		
<i>Anthericum liliago</i> L.	Méditerranéo-Atlantique		
<i>Anthoxanthum odoratum</i> var. <i>odoratum</i> L.	Eurasiatique		
<i>Anthriscus sylvestris</i> subsp. <i>sylvestris</i> (L.) Hoffm.	Paléotempéré		
<i>Anthyllis montana</i> L.	Méditerranéo-Montagnard		
<i>Anthyllis vulneraria</i> subsp. <i>forondae</i> (Sennen) Cullen	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Aphyllanthes monspeliensis</i> L.	Sténoméditerranéen-Ouest		
<i>Aquilegia bertolonii</i> Schott	Endémique des Préalpes delphino-provençales des Alpes ligures et de l'Apennin toscan d'origine Orophyte-Sud-Européenne	Nationale (Arrêté du 31 août 1995 modifiant l'arrêté du 20 janvier 1982)	Livre rouge de la flore rare et menacée de France T II : espèces à surveiller (LR II) (Roux 2010-2011)
<i>Arabis alpina</i> L.	Boréal		
<i>Arabis auriculata</i> Lam.	Euryméditerranéen		
<i>Arabis collina</i> Ten.	Méditerranéo-Montagnard		
<i>Arabis hirsuta</i> (L.) Scop.	Boréal		
<i>Arabis scabra</i> All.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i> (L.) Spreng.	Boréal		
<i>Arenaria aggregata</i> (L.) Loisel.	Méditerranéo-Montagnard		
<i>Arenaria grandiflora</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Arenaria leptoclados</i> (Rchb.) Guss.	Paléotempéré		
<i>Arenaria serpyllifolia</i> L.	Paléotempéré		
<i>Argyrolobium zanonii</i> (Turra) P.W.Ball	Euryméditerranéen-Ouest		
<i>Armeria arenaria</i> subsp. <i>bupleuroides</i> (Godr. & Gren.) Greuter & Burdet	Européen-Ouest		
<i>Arrhenatherum elatius</i> (L.) P.Beauv. ex J.Presl & C.Presl	Paléotempéré		
<i>Artemisia absinthium</i> L.	Eurasiatique		
<i>Asperula cynanchica</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Asplenium ceterach</i> L.	Paléotempéré		
<i>Asplenium fontanum</i> (L.) Bernh.	Eurasiatique		
<i>Asplenium ruta-muraria</i> L.	Boréal		
<i>Asplenium trichomanes</i> subsp. <i>quadrialeans</i> D. E. Mey.	Européen		
<i>Asplenium viride</i> Huds.	Boréal		

ANNEXE 2. — Suite

Taxons (référentiel TAXREF V11 2017)	Types chorologiques	Protection (Girerd & Roux 2011)	Livre rouge
<i>Astragalus australis</i> (L.) Lam.	Eurosibérien		
<i>Astragalus depressus</i> L.	Eurasiatique		
<i>Astragalus hypoglottis</i> subsp. <i>hypoglottis</i> L.	Européen-Sud-Ouest		
<i>Astragalus monspessulanus</i> L.	Euryméditerranéen-Ouest		
<i>Astragalus sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i> Lam.	Orophyte-Ouest-Européen		
<i>Athamanta cretensis</i> L.	Orophyte-Européen		
<i>Avenella flexuosa</i> subsp. <i>flexuosa</i> (L.) Drejer	Subcosmopolite		
<i>Bellis perennis</i> L.	Eurasiatique		
<i>Berberis vulgaris</i> L.	Paléotempéré		
<i>Biscutella brevicaulis</i> Jord.	Orophyte-Sud-Ouest-Alpin	Régionale - Provence-Alpes-Côte d'Azur (Arrêté du 9 mai 1994)	Livre rouge de la flore rare et menacée de France T I : espèces prioritaires (Olivier <i>et al.</i> 1995)
<i>Biscutella lima</i> Rchb.	Méditerranéen-Nord-Ouest		
<i>Blitum bonus-henricus</i> (L.) C.A.Mey.	Boréal		
<i>Botrychium lunaria</i> (L.) Sw.	Cosmopolite		
<i>Brachypodium rupestre</i> (Host) Roem. & Schult.	Atlantique		
<i>Brachypodium sylvaticum</i> (Huds.) P. Beauv.	Paléotempéré		
<i>Bromopsis erecta</i> subsp. <i>erecta</i> (Huds.) Fourr.	Paléotempéré		
<i>Buglossoides incrassata</i> (Guss.) I.M.Johnst.	Méditerranéo-Montagnard	Régionale - Provence-Alpes-Côte d'Azur (Arrêté du 9 mai 1994)	
<i>Bunium bulbocastanum</i> L.	Européen-Ouest		
<i>Bupleurum falcatum</i> subsp. <i>cernuum</i> (Ten.) Arcang.	Eurasiatique		
<i>Buxus sempervirens</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Calamagrostis varia</i> subsp. <i>varia</i> (Schrud.) Host	Orophyte-Eurasiatique		
<i>Campanula alpestris</i> All.	Endémique des Alpes sud-occidentale et de l'Apennin d'origine Orophyte-Sud-Européenne		
<i>Campanula glomerata</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Campanula persicifolia</i> L.	Eurasiatique		
<i>Campanula rotundifolia</i> subsp. <i>rotundifolia</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Campanula trachelium</i> L.	Paléotempéré		
<i>Carduus defloratus</i> subsp. <i>carlinifolius</i> (Lam.) Ces.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Carex austroalpina</i> Bech.	Endémique des Préalpes delphino-provençales et des Alpes grées, cottiennes et ligures d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine		
<i>Carex caryophyllea</i> Latourr.	Eurasiatique		
<i>Carex flacca</i> Schreb.	Européen		
<i>Carex humilis</i> Leyss.	Eurasiatique-Tempéré		
<i>Carex rupestris</i> All.	Arctico-Alpin		
<i>Carex sempervirens</i> subsp. <i>sempervirens</i> Vill.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Carlina acanthifolia</i> subsp. <i>acanthifolia</i> All.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Carlina acaulis</i> subsp. <i>caulescens</i> (Lam.) Schübl. & G.Martens	Européen		
<i>Centaurea paniculata</i> subsp. <i>leucophaea</i> (Jord.) Arcang.	Européen-Sud-Ouest		
<i>Centranthus angustifolius</i> (Mill.) DC.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Cephalanthera damasonium</i> (Mill.) Druce	Eurasiatique		
<i>Cephalanthera longifolia</i> (L.) Fritsch	Eurasiatique		
<i>Cephalanthera rubra</i> (L.) Rich.	Eurasiatique		
<i>Cerastium arvense</i> subsp. <i>suffruticosum</i> (L.) Ces.	Paléotempéré		
<i>Cerastium glomeratum</i> Thuill.	Subcosmopolite		
<i>Cerastium pumilum</i> Curtis	Euryméditerranéen		
<i>Chaenorhinum minus</i> subsp. <i>minus</i> (L.) Lange	Euryméditerranéen		
<i>Cirsium acaulon</i> (L.) Scop.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Cirsium arvense</i> (L.) Scop.	Eurasiatique		

ANNEXE 2. — Suite

Taxons (référentiel TAXREF V11 2017)	Types chorologiques	Protection (Girerd & Roux 2011)	Livre rouge
<i>Cirsium vulgare</i> subsp. <i>vulgare</i> (Savi) Ten.	Eurasiatique		
<i>Clematis vitalba</i> L.	Européen		
<i>Clinopodium acinos</i> (L.) Kuntze	Euryméditerranéen		
<i>Clinopodium grandiflorum</i> (L.) Kuntze	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Clinopodium nepeta</i> subsp. <i>ascendens</i> (Jord.) B.Bock	Euryméditerranéen		
<i>Clinopodium nepeta</i> subsp. <i>nepeta</i> (L.) Kuntze	Euryméditerranéen		
<i>Colchicum autumnale</i> L.	Européen		
<i>Convallaria majalis</i> L.	Boréal		
<i>Coronilla minima</i> L.	Euryméditerranéen-Ouest		
<i>Corylus avellana</i> L.	Eurasiatique		
<i>Cotoneaster integerrimus</i> Medik.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Cotoneaster juranus</i> Gand.	Orophyte-Ouest-Européen		
<i>Cotoneaster tomentosus</i> Lindl.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Crataegus monogyna</i> Jacq.	Paléotempéré		
<i>Crepis albida</i> Vill.	Sténoméditerranéen-Ouest		
<i>Crepis pygmaea</i> L.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Cuscuta epithymum</i> (L.) L.	Paléotempéré		
<i>Cuscuta planiflora</i> Ten.	Euryméditerranéen		
<i>Cyanus semidecurrens</i> (Jord.) Holub	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Cystopteris fragilis</i> (L.) Bernh.	Cosmopolite		
<i>Cytisophyllum sessilifolium</i> (L.) O.Lang	Européen-Sud-Ouest		
<i>Dactylis glomerata</i> L.	Paléotempéré		
<i>Daphne alpina</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Daphne mezereum</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Dianthus subacaulis</i> Vill.	Endémique des Préalpes delphino-provençales et des Alpes maritimes d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine		
<i>Digitalis lutea</i> L.	Européen-Ouest		
<i>Doronicum grandiflorum</i> Lam.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Draba aizoides</i> L.	Orophyte-Européen		
<i>Draba verna</i> L.	Paléotempéré		
<i>Dryopteris filix-mas</i> (L.) Schott	Boréal		
<i>Elymus caninus</i> (L.) L.	Boréal		
<i>Epilobium angustifolium</i> L.	Boréal		
<i>Epilobium dodonaei</i> subsp. <i>dodonaei</i> Vill.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Epilobium montanum</i> L.	Eurasiatique		
<i>Epipactis atrorubens</i> (Hoffm.) Besser	Eurasiatique		
<i>Epipactis distans</i> Arv.-Touv.	Orophyte-Européen		
<i>Epipactis helleborine</i> subsp. <i>helleborine</i> (L.) Crantz	Eurasiatique		
<i>Epipactis leptochila</i> subsp. <i>leptochila</i> (Godfery) Godfery	Européen		
<i>Epipactis muelleri</i> Godfery	Européen		
<i>Erigeron glabratus</i> Hoppe & Hornsch. ex Bluff & Fingerh.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Eryngium spinalba</i> Vill.	Endémique des Préalpes delphino-provençales et des Alpes ligures d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine	Nationale (Arrêté du 31 août 1995 modifiant l'arrêté du 20 janvier 1982)	
<i>Erysimum montosicola</i> Jord.	Orophyte-Sud-Ouest-Alpin		
<i>Erysimum nevadense</i> subsp. <i>collisparsum</i> (Jord.) P.W. Ball.	Méditerranéo-Montagnard-Ouest		
<i>Erysimum ochroleucum</i> (Schleich.) DC.	Orophyte-Ouest-Alpin		
<i>Euphorbia amygdaloides</i> subsp. <i>amygdaloides</i> L.	Européo-Caucasien		
<i>Euphorbia characias</i> subsp. <i>characias</i> L.	Sténoméditerranéen		
<i>Euphorbia cyparissias</i> L.	Européen-Centre		
<i>Euphorbia dulcis</i> subsp. <i>incompta</i> (Ces.) Nyman	Européen-Centre		
<i>Euphorbia seguieriana</i> subsp. <i>loiseleurii</i> (Rouy) P.Fourn.	Endémique provençale d'origine Eurosibérien-Sud	Régionale - Provence-Alpes-Côte d'Azur (Arrêté du 9 mai 1994)	Livre rouge de la flore rare et menacée de France T I : espèces prioritaires (Olivier <i>et al.</i> 1995)
<i>Euphrasia alpina</i> Lam.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Euphrasia salisburgensis</i> Funck	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Fagus sylvatica</i> L.	Européen		

Taxons (référentiel TAXREF V11 2017)	Types chorologiques	Protection (Girerd & Roux 2011)	Livre rouge
<i>Festuca burgundiana</i> Auquier & Kerguelen	Orophyte-Sud-Ouest-Alpin		
<i>Festuca cinerea</i> Vill.	Orophyte-Sud-Ouest-Alpin		
<i>Festuca heterophylla</i> Lam.	Européo-Caucasien		
<i>Festuca marginata</i> subsp. <i>marginata</i> (Hack.) K.Richt.	Européen-Sud		
<i>Festuca nigrescens</i> Lam.	Boréal		
<i>Festuca rubra</i> L.	Boréal		
<i>Fragaria vesca</i> L.	Boréal		
<i>Fraxinus angustifolia</i> Vahl	Euryméditerranéen-Est		
<i>Fraxinus excelsior</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Gagea pratensis</i> (Pers.) Dumort.	Euryméditerranéen-Nord	Nationale (Arrêté du 31 août 1995 modifiant l'arrêté du 20 janvier 1982)	
<i>Galeopsis angustifolia</i> Ehrh. ex Hoffm.	Eurasiatique		
<i>Galium album</i> Mill.	Eurasiatique		
<i>Galium aristatum</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Galium corradifolium</i> Vill.	Euryméditerranéen		
<i>Galium lucidum</i> All.	Euryméditerranéen		
<i>Galium obliquum</i> Vill.	Européen-Sud-Ouest		
<i>Galium odoratum</i> (L.) Scop.	Eurasiatique		
<i>Galium pusillum</i> L.	Méditerranéo-Montagnard-Nord-Ouest		
<i>Galium saxosum</i> (Chaix) Breistr.	Endémique des Préalpes delphino-provençales et des Alpes maritimes d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine		Livre rouge de la flore rare et menacée de France T I : espèces prioritaires (Olivier <i>et al.</i> 1995)
<i>Galium timeroyi</i> Jord.	Sténoméditerranéen-Nord-Ouest		
<i>Galium verum</i> L.	Eurasiatique		
<i>Genista pilosa</i> L.	Européen-Centre		
<i>Gentiana lutea</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Gentianella campestris</i> (L.) Börner	Européen		
<i>Gentianopsis ciliata</i> (L.) Ma	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Geranium purpureum</i> Vill.	Boréal		
<i>Geranium robertianum</i> subsp. <i>robertianum</i> L.	Boréal		
<i>Geranium rotundifolium</i> L.	Paléotempéré		
<i>Geum rivale</i> L.	Boréal		
<i>Globularia cordifolia</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Globularia repens</i> Lam.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Goodyera repens</i> (L.) R.Br.	Boréal		
<i>Gymnocarpium robertianum</i> (Hoffm.) Newman	Boréal		
<i>Hedera helix</i> L.	Paléotempéré		
<i>Helianthemum canum</i> (L.) Baumg.	Euryméditerranéen		
<i>Helianthemum italicum</i> (L.) Pers.	Euryméditerranéen		
<i>Helianthemum nummularium</i> (L.) Mill.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Helictochloa bromoides</i> subsp. <i>bromoides</i> (Gouan) Romero Zarco	Sténoméditerranéen-Ouest		
<i>Helictotrichon sedenense</i> subsp. <i>sedenense</i> (Clarion ex DC.) Holub	Méditerranéo-Montagnard-Ouest		
<i>Helictotrichon setaceum</i> (Vill.) Henrard	Endémique des Préalpes delphino-provençales et des Alpes maritimes et ligures d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine		
<i>Helleborus foetidus</i> L.	Méditerranéo-Atlantique		
<i>Heracleum pumilum</i> Vill.	Endémique des Préalpes delphino-provençales et des Alpes maritimes d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine	Nationale (Arrêté du 31 août 1995 modifiant l'arrêté du 20 janvier 1982)	Livre rouge de la flore rare et menacée de France T I : espèces prioritaires (Olivier <i>et al.</i> 1995)
<i>Heracleum sphondylium</i> L.	Européen		
<i>Hieracium amplexicaule</i> L.	Méditerranéo-Montagnard-Nord-Ouest		
<i>Hieracium glaucopsis</i> Gren. & Godr.	Orophyte-Sud-Ouest-Alpin		
<i>Hieracium hemiplecum</i> Arv.-Touv.	Orophyte-Alpin		
<i>Hieracium humile</i> Jacq.	Orophyte-Ouest-Européen		
<i>Hieracium juranum</i> Rapin	Européen		
<i>Hieracium lactucifolium</i> Arv.-Touv.	Méditerranéo-Montagnard-Nord-Ouest		
<i>Hieracium legraeum</i> Arv.-Touv.	Orophyte-Sud-Ouest-Alpin		
<i>Hieracium leiopogon</i> Gren. ex Verl.	Orophyte-Sud-Ouest-Alpin		
<i>Hieracium medium</i> Jord.	Orophyte-Alpin		
<i>Hieracium morisianum</i> Zahn	Orophyte-Sud-Européen		

ANNEXE 2. — Suite

Taxons (référentiel TAXREF V11 2017)	Types chorologiques	Protection (Girerd & Roux 2011)	Livre rouge
<i>Hieracium murorum</i> L.	Eurasiatique		
<i>Hieracium prenanthoides</i> Vill.	Orophyte-Ouest-Alpin		
<i>Hieracium pseudocerinthe</i> (Gaudin) W.D.J.Koch	Méditerranéo-Montagnard-Nord-Ouest		
<i>Hieracium pulmonarioides</i> Vill.	Méditerranéo-Montagnard-Nord-Ouest		
<i>Hieracium ucnicum</i> Arv.-Touv.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Hieracium umbrosum</i> Jord.	Eurasiatique		
<i>Hippocrepis comosa</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Hippocrepis emerus</i> (L.) Lassen	Européen-Centre		
<i>Hippophae rhamnoides</i> L.	Eurasiatique		
<i>Hornungia petraea</i> (L.) Rchb.	Euryméditerranéen-Nord		
<i>Hypericum hyssopifolium</i> Chaix	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Hypericum perforatum</i> L.	Eurasiatique		
<i>Iberis nana</i> All.	Endémique des Préalpes delphino-provençales et des Alpes ligures d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine	Nationale (Arrêté du 31 août 1995 modifiant l'arrêté du 20 janvier 1982)	Livre rouge de la flore rare et menacée de France T II : espèces à surveiller (LR II) (Roux 2010-2011)
<i>Iberis saxatilis</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Ilex aquifolium</i> L.	Méditerranéo-Atlantique		
<i>Inula montana</i> L.	Euryméditerranéen-Ouest		
<i>Jacobaea erucifolia</i> subsp. <i>erucifolia</i> (L.) G.Gaertn.	Eurasiatique		
<i>Juglans regia</i> L.	Origine Pontique		
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>communis</i> L.	Eurasiatique		
<i>Juniperus communis</i> subsp. <i>nana</i> (Hook.) Syme	Eurasiatique		
<i>Katapsuxis silaifolia</i> (Jacq.) Raf.	Européen-Sud		
<i>Kernera saxatilis</i> (L.) Sweet	Orophyte-Européen		
<i>Koeleria vallesiana</i> subsp. <i>vallesiana</i> (Honck.) Gaudin	Euryméditerranéen		
<i>Laburnum alpinum</i> (Mill.) Bercht. & J.Presl	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Laburnum anagyroides</i> Medik.	Européen-Sud		
<i>Lactuca muralis</i> (L.) Gaertn.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Lactuca perennis</i> L.	Euryméditerranéen-Ouest		
<i>Lactuca serriola</i> L.	Paléotempéré		
<i>Lapsana communis</i> subsp. <i>communis</i> L.	Paléotempéré		
<i>Larix decidua</i> Mill.	Origine Orophyte-Sud-Européenne		
<i>Laserpitium gallicum</i> L.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Laserpitium latifolium</i> L.	Européen		
<i>Laserpitium siler</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Lathyrus pratensis</i> L.	Paléotempéré		
<i>Lavandula angustifolia</i> subsp. <i>angustifolia</i> Mill.	Euryméditerranéen-Nord-Ouest		
<i>Leontodon crispus</i> Vill.	Euryméditerranéen-Nord		
<i>Leontodon hirtus</i> L.	Sténoméditerranéen-Nord-Ouest		
<i>Leontodon hispidus</i> subsp. <i>hispidus</i> L.	Eurasiatique		
<i>Leontodon hispidus</i> subsp. <i>hyoseroides</i> (Welw. ex Rchb.) Gremli	Eurasiatique		
<i>Leucanthemum ircutianum</i> DC.	Eurasiatique		
<i>Leucanthemum pallens</i> (J.Gay ex Perreym.) DC.	Européen-Sud		
<i>Lilium martagon</i> L.	Boréal		
<i>Linaria alpina</i> subsp. <i>alpina</i> (L.) Mill.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Linaria repens</i> (L.) Mill.	Subatlantique		
<i>Linaria supina</i> (L.) Chaz.	Méditerranéo-Atlantique-Ouest		
<i>Lonicera alpigena</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Lonicera etrusca</i> Santi	Européen-Sud		
<i>Lonicera xylosteum</i> L.	Eurasiatique		
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>corniculatus</i> L.	Paléotempéré		
<i>Lotus corniculatus</i> subsp. <i>delortii</i> (F.W.Schultz) Nyman	Paléotempéré		
<i>Luzula campestris</i> (L.) DC.	Européen		
<i>Luzula nivea</i> (Nathh.) DC.	Européen		
<i>Luzula sylvatica</i> subsp. <i>sieberi</i> (Tausch) K.Richt.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Medicago lupulina</i> L.	Paléotempéré		
<i>Melica ciliata</i> L.	Méditerranéo-Touranien		
<i>Melittis melissophyllum</i> L.	Européen		
<i>Mercurialis perennis</i> L.	Européo-Caucasien		

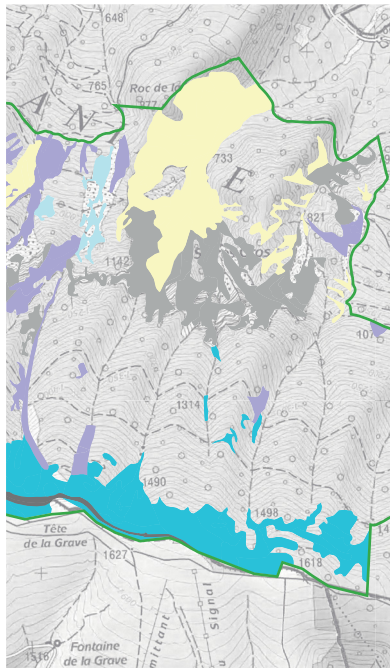
Taxons (référentiel TAXREF V11 2017)	Types chorologiques	Protection (Girerd & Roux 2011)	Livre rouge
<i>Minuartia capillacea</i> (All.) Graebn.	Orophyte-Centre-Européen		
<i>Minuartia villarii</i> (Balb.) Wilczek & Chenevard	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Moehringia muscosa</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Moneses uniflora</i> (L.) A.Gray	Boréal		
<i>Monotropa hypopitys</i> L.	Boréal		
<i>Myosotis corsicana</i> subsp. <i>pyrenaeorum</i> Blaise & Kerguelen	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Neottia nidus-avis</i> (L.) Rich.	Eurasiatique		
<i>Nepeta nepetella</i> L.	Euryméditerranéen-Ouest		
<i>Ononis cristata</i> Mill.	Méditerranéo-Montagnard-Ouest		
<i>Ononis fruticosa</i> L.	Méditerranéo-Montagnard-Ouest		
<i>Ononis minutissima</i> L.	Sténoméditerranéen-Ouest		
<i>Ononis pusilla</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Ophrys insectifera</i> L.	Européen		
<i>Orchis pallens</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Ornithogalum orthophyllum</i> Ten.	Européen-Sud-Ouest		
<i>Orobanche alba</i> Stephan ex Willd.	Eurasiatique		
<i>Orthilia secunda</i> (L.) House	Boréal		
<i>Oxalis acetosella</i> L.	Boréal		
<i>Oxytropis amethystea</i> Arv.-Touv.	Orophyte-Ouest-Européen		
<i>Oxytropis campestris</i> (L.) DC.	Arctico-Alpin		
<i>Papaver alpinum</i> subsp. <i>alpinum</i> L.	Orophyte-Européen		
<i>Paronychia kapela</i> subsp. <i>serpyllifolia</i> (Chaix) Graebn.	Méditerranéo-Montagnard		
<i>Pedicularis comosa</i> subsp. <i>comosa</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Phleum nodosum</i> L.	Européen-Centre		
<i>Phleum pratense</i> L.	Européen-Centre		
<i>Phyteuma charmelii</i> Vill.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Phyteuma orbiculare</i> L.	Européen		
<i>Phyteuma spicatum</i> L.	Européen		
<i>Picea abies</i> (L.) H. Karst.	Origine Eurasiatique		
<i>Picris hieracioides</i> L.	Eurasiatique		
<i>Pilosella officinarum</i> F. W. Schultz & Sch. Bip.	Paléotempéré		
<i>Pilosella peleteriana</i> subsp. <i>peleteriana</i> (Mérat) F. W. Schultz & Sch. Bip.	Européen-Ouest		
<i>Pimpinella saxifraga</i> subsp. <i>saxifraga</i> L.	Eurasiatique		
<i>Pinus mugo</i> subsp. <i>uncinata</i> (Ramond ex DC.) Domin	Eurasiatique		
<i>Pinus nigra</i> subsp. <i>nigra</i> J.F.Arnold	Origine Eurasiatique		
<i>Pinus sylvestris</i> L.	Eurasiatique		
<i>Plantago lanceolata</i> L.	Eurasiatique		
<i>Plantago major</i> L.	Eurasiatique		
<i>Plantago media</i> subsp. <i>media</i> L.	Eurasiatique		
<i>Platanthera bifolia</i> (L.) Rich.	Eurasiatique		
<i>Poa alpina</i> L.	Boréal		
<i>Poa annua</i> L.	Cosmopolite		
<i>Poa bulbosa</i> L.	Paléotempéré		
<i>Poa cenisia</i> All.	Orophyte-Alpin		
<i>Poa compressa</i> L.	Boréal		
<i>Poa nemoralis</i> L.	Boréal		
<i>Poa pratensis</i> subsp. <i>angustifolia</i> (L.) Dumort.	Boréal		
<i>Poa pratensis</i> subsp. <i>pratensis</i> L.	Boréal		
<i>Polygala calcarea</i> F. W. Schultz	Européen-Ouest		
<i>Polygonatum odoratum</i> (Mill.) Druce	Boréal		
<i>Polypodium cambricum</i> L.	Méditerranéo-Atlantique		
<i>Polypodium interjectum</i> Shivas	Eurasiatique		
<i>Polypodium vulgare</i> L.	Eurasiatique		
<i>Populus nigra</i> subsp. <i>neapolitana</i> (Ten.) Maire	Paléotempéré		
<i>Potentilla caulescens</i> subsp. <i>petiolulata</i> (Gaudin) Nyman	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Potentilla cinerea</i> Chaix ex Vill.	Européen		
<i>Potentilla verna</i> L.	Européen		
<i>Poterium sanguisorba</i> subsp. <i>sanguisorba</i> L.	Paléotempéré		
<i>Prenanthes purpurea</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Primula veris</i> L.	Eurasiatique		

ANNEXE 2. — Suite

Taxons (référentiel TAXREF V11 2017)	Types chorologiques	Protection (Girerd & Roux 2011)	Livre rouge
<i>Primula vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> Huds.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Prunus avium</i> (L.) L.	Paléotempéré		
<i>Prunus mahaleb</i> L.	Euryméditerranéen-Nord		
<i>Prunus spinosa</i> L.	Paléotempéré		
<i>Pseudotsurritis turrita</i> (L.) Al-Shehbaz	Européen-Sud		
<i>Ptychotis saxifraga</i> (L.) Loret & Barrandon	Euryméditerranéen-Ouest		
<i>Pyrola minor</i> L.	Boréal		
<i>Quercus ilex</i> L.	Sténoméditerranéen		
<i>Quercus pubescens</i> Willd.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Ranunculus aduncus</i> Gren.	Méditerranéo-Montagnard-Nord-Ouest		
<i>Ranunculus bulbosus</i> L.	Européen		
<i>Ranunculus seguieri</i> Vill.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Ranunculus serpens</i> Schrank	Européen		
<i>Reseda lutea</i> L.	Méditerranéo-Atlantique		
<i>Rhamnus alpina</i> L.	Méditerranéo-Montagnard		
<i>Ribes alpinum</i> L.	Paléotempéré		
<i>Rosa agrestis</i> Savi	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Rosa canina</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Rosa elliptica</i> Tausch	Européen		
<i>Rosa micrantha</i> Borrer ex Sm.	Européen		
<i>Rosa montana</i> Chaix	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Rosa pendulina</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Rosa pouzinii</i> Tratt.	Sténoméditerranéen-Nord-Ouest		
<i>Rosa spinosissima</i> L.	Eurasiatique		
<i>Rosa squarrosa</i> (Rau) Boreau	Paléotempéré		
<i>Rubia peregrina</i> subsp. <i>peregrina</i> L.	Méditerranéo-Atlantique		
<i>Rubus idaeus</i> L.	Boréal		
<i>Rumex scutatus</i> L.	Eurasiatique		
<i>Salix caprea</i> L.	Eurasiatique		
<i>Salix eleagnos</i> Scop.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Salix purpurea</i> L.	Eurasiatique		
<i>Sambucus ebulus</i> L.	Paléotempéré		
<i>Sambucus racemosa</i> L.	Boréal		
<i>Satureja montana</i> L.	Méditerranéo-Montagnard-Nord		
<i>Saxifraga callosa</i> Sm.	Méditerranéo-Montagnard-Nord-Ouest		
<i>Saxifraga exarata</i> Vill.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Saxifraga oppositifolia</i> L.	Boréal		
<i>Saxifraga tridactylites</i> L.	Paléotempéré		
<i>Scabiosa columbaria</i> L.	Eurasiatique		
<i>Scrophularia canina</i> subsp. <i>hoppii</i> (W. D. J. Koch) P. Fourn.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Scrophularia provincialis</i> Rouy	Endémique delphino-provençale et ligure d'origine Orophyte-Sud-Ouest- Alpine		
<i>Scutellaria alpina</i> L.	Orophyte-Eurasiatique		
<i>Sedum acre</i> L.	Paléotempéré		
<i>Sedum album</i> L.	Eurasiatique		
<i>Sedum atratum</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Sedum dasyphyllum</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Sedum ochroleucum</i> Chaix	Européen-Sud		
<i>Sedum sedifforme</i> (Jacq.) Pau	Euryméditerranéen		
<i>Sempervivum calcareum</i> Jord.	Endémique des Préalpes delphino- provençales et des Alpes maritimes et ligures d'origine Orophyte-Sud- Ouest-Alpine		
<i>Senecio doronicum</i> (L.) L.	Européen-Sud		
<i>Seseli galloprovinciale</i> Reduron	Orophyte-Ouest-Alpin		
<i>Seseli montanum</i> subsp. <i>montanum</i> L.	Européen-Sud-Ouest		
<i>Sesleria caerulea</i> (L.) Ard.	Européen		
<i>Silene nutans</i> subsp. <i>nutans</i> L.	Eurosibérien		
<i>Silene petrachae</i> Ferrarini & Cecchi	Endémique delphino-provençale d'origine Orophyte-Sud-Ouest-Alpine		Livre rouge de la flore rare et menacée de France T II : espèces à surveiller (LR II) (Roux 2010-2011)
<i>Silene saxifraga</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Silene vulgaris</i> subsp. <i>vulgaris</i> (Moench) Garcke	Boréal		
<i>Solidago virgaurea</i> L.	Boréal		
<i>Sorbus aria</i> (L.) Crantz	Méditerranéo-Atlantique		

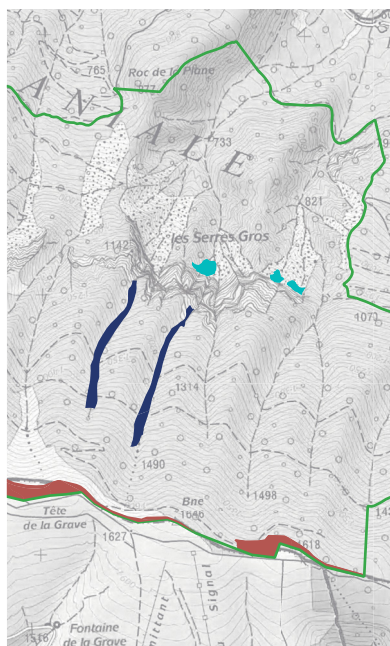
Taxons (référentiel TAXREF V11 2017)	Types chorologiques	Protection (Girerd & Roux 2011)	Livre rouge
<i>Sorbus aucuparia</i> subsp. <i>aucuparia</i> L.	Paléotempéré		
<i>Sorbus domestica</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Sorbus mougeotii</i> Soy.-Will. & Godr.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Stipa eriocalis</i> Borbás	Européen-Sud-Ouest		
<i>Stipa offneri</i> Breistr.	Sténoméditerranéen-Nord-Ouest		
<i>Taraxacum officinale</i> F.H.Wigg.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Taraxacum rubicundum</i> (Dahlst.) Dahlst.	Européen		
<i>Taxus baccata</i> L.	Paléotempéré		
<i>Teucrium chamaedrys</i> L.	Euryméditerranéen		
<i>Teucrium montanum</i> L.	Européen-Sud		
<i>Teucrium polium</i> subsp. <i>polium</i> L.	Sténoméditerranéen		
<i>Thalictrum minus</i> subsp. <i>saxatile</i> Ces.	Boréal		
<i>Thesium alpinum</i> L.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Thymus longicaulis</i> C. Presl	Européen-Sud		
<i>Thymus nervosus</i> J. Gay ex Willk.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Thymus pulegioides</i> L.	Eurasiatique		
<i>Thymus vulgaris</i> L.	Sténoméditerranéen-Nord-Ouest		
<i>Tilia platyphyllos</i> Scop.	Eurasiatique-Centre-Ouest		
<i>Tolpis staticifolia</i> (All.) Sch. Bip.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Tragopogon crocifolius</i> L.	Sténoméditerranéen		
<i>Trifolium ochroleucon</i> Huds.	Euryméditerranéen		
<i>Trifolium pratense</i> L.	Eurosibérien		
<i>Trifolium repens</i> L.	Paléotempéré		
<i>Trisetum distichophyllum</i> (Vill.) P. Beauv. ex Roem. & Schult.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Tussilago farfara</i> L.	Paléotempéré		
<i>Urtica dioica</i> L.	Subcosmopolite		
<i>Valeriana salicaria</i> All.	Orophyte-Sud-Ouest-Européen		
<i>Valeriana tripteris</i> L.	Orophyte-Sud-Européen		
<i>Verbascum thapsus</i> L.	Paléotempéré		
<i>Veronica chamaedrys</i> L.	Eurasiatique		
<i>Veronica officinalis</i> L.	Eurasiatique		
<i>Viburnum lantana</i> L.	Paléotempéré		
<i>Vicia segetalis</i> Thuill.	Sténoméditerranéen		
<i>Vicia sepium</i> L.	Eurasiatique		
<i>Vicia tenuifolia</i> Roth	Euryméditerranéen		
<i>Vincetoxicum hirundinaria</i> Medik.	Eurasiatique		
<i>Viola alba</i> Besser	Eurasiatique		
<i>Viola canina</i> L.	Orophyte-Ouest-Alpin		
<i>Viola riviniana</i> Rchb.	Européen		
<i>Viola rupestris</i> F. W. Schmidt	Eurasiatique		
<i>Viscum album</i> subsp. <i>abietis</i> (Wiesb.) Abrom.	Paléotempéré		
<i>Viscum album</i> subsp. <i>album</i> L.	Paléotempéré		
<i>Viscum album</i> subsp. <i>austriacum</i> (Wiesb.) Vollm.	Paléotempéré		

ANNEXE 3. — Réalisation de la carte de synthèse des types d'habitats de la RBI du Mont-Ventoux par assemblage et simplification des quatre couches des types d'habitats détaillés (extraits). Cartographie : ONF – Avignon / Scan 25 ® © IGN (2018)



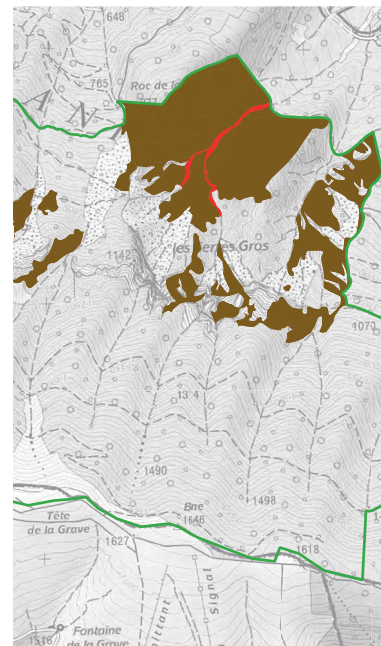
Types d'habitats des éboulis et des rochers

- 61.311 – Éboulis à *Stipa calamagrostis* (*Stipion calamagrostis* Jenny ex Quantin 1932)
- 61.3122 – Éboulis à *Rumex scutatus* (*Scrophularion juratensis* Béguin ex Richard 1971 ; *Rumicetum scutati* (Faber 1936) Kuhn 1937)
- 61.22x61.3122 – Éboulis alpiens à Tabouret à feuilles rondes (*Thlaspion rotundifolii* Jenny 1930 ; *Iberidetum candolleanae* Archiloque, Borel et Lavagne 1971) et Éboulis à *Rumex scutatus* (*Scrophularion juratensis* ; *Rumicetum scutati*)
- 61.311x61.3122 – Éboulis à *Stipa calamagrostis* (*Stipion calamagrostis*) et Éboulis à *Rumex scutatus* (*Scrophularion juratensis* ; *Rumicetum scutati*)
- 62.15 – Falaises calcaires alpiennes et sub-méditerranéennes (*Potentillo caulescentis-Hieracietum humilis* Br.-Bl. 1933)
- 62.15x62.151 – Falaises calcaires alpiennes et sub-méditerranéennes (*Potentillo caulescentis-Hieracietum humilis*) et falaises calcaires ensoleillées des Alpes (*Sileno saxifragae-Asplenietum fontani* Molinier 1934)
- Périmètre de la Réserve biologique intégrale



Types d'habitats herbacés

- 36.4 – Pelouses calcicoles alpines et subalpines (*Drabo aizoidis-Seslerion caeruleae* Béguin 1972 ; *Androsaco villosae-Gentianetum angustifoliae* Ritter 1972)
- 36.43 – Pelouses en gradins et en guirlandes (*Seslerion caeruleae* Br.-Bl. in Br.-Bl. & H. Jenny 1926)
- Formations rudérales nitrophiles (*Sambucenion ebuli* O. Bolòs & Vigo in Rivas-Martínez, Bäscones, T.E. Díaz, Fernández González & Loidi 1991)
- Périmètre de la Réserve biologique intégrale



Types d'habitats arbustifs

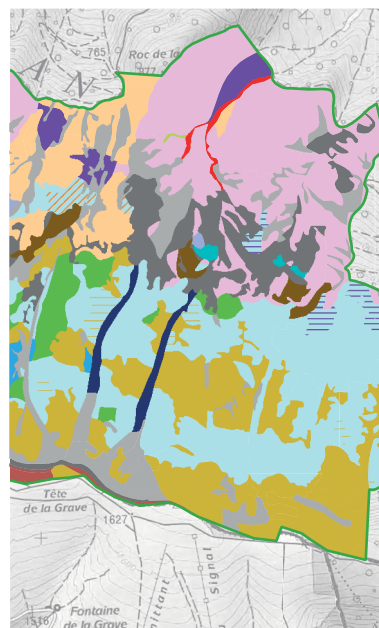
- 31.82 – Fruticées à Buis (*Berberidion vulgaris* Br.-Bl. 1950)
- 44.11 – Saussaies pré-alpines (*Salicion incanae* Aichinger 1933)
- Périmètre de la Réserve biologique intégrale

ANNEXE 3. — Suite



Types d'habitats arborés

- 41.16 – Hêtraies sur calcaires (*Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae* (Tüxen in Tüxen & Oberdorfer 1958) Rameau 1996 nom. inval.)
- 41.1741 – Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae* Luquet)
- 41.1741x42.43 – Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae*) et reboisements en *Pinus mugo* subsp. *uncinata* (Ramond ex DC.) Domin
- 41.1741x42.5E – Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae*) et reboisements en *Pinus sylvestris* L.
- 41.1741x83.3112 – Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae*) et plantations de *Pinus nigra* subsp. *nigra* J. F. Arnold
- 41.1752 – Hêtraies à Androsace de Chaix
- 41.1752x42.43 – Hêtraies à Androsace de Chaix et reboisements en *Pinus mugo* subsp. *uncinata*
- 41.H – Autres bois caducifoliés
- 42.122 – Sapinières neutrophiles de la zone du Hêtre (*Fagenalia sylvaticae* Rameau in Bardat *et al.* 2004 prov.)
- 42.43 – Reboisements en *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- 42.5E – Reboisements en *Pinus sylvestris*
- 42.5Ex83.3112 – Reboisements en *Pinus sylvestris* et plantations de *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- 83.3112 – Plantations de *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- Périmètre de la Réserve biologique intégrale



Synthèse des types d'habitats

- 41.16 – Hêtraies sur calcaires (*Cephalanthero rubrae-Fagion sylvaticae*)
- 41.1741 – Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae*)
- 41.1741x42.43 – Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae*) et reboisements en *Pinus mugo* subsp. *uncinata*
- 41.1741x42.5E – Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae*) et reboisements en *Pinus sylvestris*
- 41.1741x83.3112 – Hêtraies neutrophiles des Alpes sud-occidentales (*Fagion sylvaticae*) et plantations de *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- 41.1752 – Hêtraies à Androsace de Chaix
- 41.H – Autres bois caducifoliés
- 42.122 – Sapinières neutrophiles de la zone du Hêtre (*Fagenalia sylvaticae*)
- 42.43 – Reboisements en *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- 42.5E – Reboisements en *Pinus sylvestris*
- 83.3112 – Plantations de *Pinus nigra* subsp. *nigra*
- 42.43x42.5Ex83.3112x83.31 – Divers mélanges de reboisements en *Pinus mugo* subsp. *uncinata* et/ou en *Pinus sylvestris* et plantations de *Pinus nigra* subsp. *nigra* et d'autres
- 31.82 – Fruticées à Buis (*Berberidion vulgaris*)
- 44.11 – Saussaies pré-alpines (*Salicion incanae*)
- 36.4 – Pelouses calcicoles alpines et subalpines (*Drabo aizoidis-Seslerienion caeruleae* ; *Androsaco villosae-Gentianetum angustifoliae*)
- 36.43 – Pelouses en gradins et en guirlandes (*Seslerion caeruleae*)
- Formations rudérales nitrophiles (*Sambucenion ebuli*)
- 61 – Éboulis
- 62 – Falaises continentales et rochers exposés
- Périmètre de la Réserve biologique intégrale