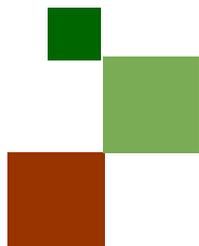




2016



Les bryophytes des gorges de la Rhue Site Natura 2000 FR830-1068 (Cantal)

Guide des bonnes pratiques sylvicoles

Conservatoire Botanique National



Agence Montagnes d'Auvergne



Communes concernées

Communes de Champs-sur-Tarentaine, Montboudif, Trémouille, Saint-Amandin, Riom-ès-Montagnes, Saint-Etienne-de-Chomeil

Maître d'ouvrage

MEEDTL- Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement d'Auvergne

Opérateur

Conservatoire Botanique National du Massif Central (CBNMC), laboratoire de Bryologie

Direction : Vincent LETOUBLON

Chargé d'études : Vincent HUGONNOT

Office National des Forêts (ONF), Agence Montagnes d'Auvergne, Lempdes (63)

Direction : Jean-Louis RIFFAUD

Chargé d'études : Thomas DARNIS

Référence à utiliser

HUGONNOT V., DARNIS T., 2016 – Les bryophytes des gorges de la Rhue, site Natura 2000 FR830-1068, Guide des bonnes pratiques sylvicoles, Conservatoire Botanique National du Massif Central, Office National des Forêts – DREAL Auvergne, 45 p.

A. SOMMAIRE

B. INTRODUCTION.....	2
C. MAIS AU FAIT C'EST QUOI UNE MOUSSE ?.....	3
D. LES MOUSSES : UN ENJEU FORT POUR L'Auvergne ET LES GORGES DE LA RHUE.....	4
E. POURQUOI DANS LES GORGES DE LA RHUE PLUS QU'AILLEURS ?	15
F. LES MICROHABITATS.....	18
G. QUELLES SONT LES CONDITIONS ECOLOGIQUES A FAVORISER POUR CONSERVER LES BRYOPHYTES EXCEPTIONNELLES DES GORGES DE LA RHUE ?.....	24
H. MAIS AU FAIT, POURQUOI PRESERVER LA BIODIVERSITE ET NOTAMMENT LA BIODIVERSITE FORESTIERE ?.....	29
I. GESTION FORESTIERE : GUIDE DES BONNES PRATIQUES.....	32
J. PERSPECTIVES.....	43
K. REMERCIEMENTS.....	44
L. REFERENCES.....	44

B. INTRODUCTION

Ce guide s'adresse principalement aux propriétaires et gestionnaires forestiers du site des Gorges de la Rhue et plus largement de l'Auvergne. Il a pour objectif de les sensibiliser à l'intérêt de prendre en compte la biodiversité dans son ensemble et plus particulièrement des bryophytes (mousses au sens large) dans la gestion forestière courante, afin de répondre aux attentes de développement durable et de multifonctionnalité des forêts.

Tout en étant source de matériaux et d'énergie renouvelables et facilement mobilisables, la forêt constitue un réservoir majeur de biodiversité pour notre planète. Il importe de la préserver et de l'améliorer pour le bien-être des générations futures.

Les gorges de la Rhue sont un site essentiellement forestier, aujourd'hui bien connu pour receler d'importantes surfaces (plus de 2000 ha) de forêts anciennes, avec une longue continuité écologique. Les habitats naturels forestiers y sont particulièrement diversifiés et un site Natura 2000 (FR830-1068 « Gorges de la Rhue ») est depuis plus de 10 années animé par l'Office National des Forêts (ONF). C'est un haut-lieu de la biodiversité, avec une concentration exceptionnelle d'espèces dans des groupes aussi variés que les coléoptères saproxyliques (insectes décomposeurs du bois), les chauves-souris ou les champignons.

Du côté des mousses (ou bryophytes), dans le cadre de ses inventaires et de l'animation du site Natura 2000, le Conservatoire Botanique National du Massif Central (CBNMC) a mené un programme de prospection sur le terrain dans le but de mieux cerner les enjeux du site. Les Gorges de la Rhue sont aujourd'hui clairement identifiées comme un des sites majeurs du Massif central et de France pour le groupe des bryophytes.

Toutes les espèces découvertes se développent en forêt. Dès lors, la conservation de ce riche patrimoine repose sur une exploitation rationnelle des peuplements forestiers. Des mesures simples peuvent permettre de maintenir toutes les spécificités écologiques du site qui le rendent si exceptionnel.

C. MAIS AU FAIT C'EST QUOI UNE MOUSSE ?

Les bryophytes ou mousses, sont un embranchement du règne végétal. Ces plantes terrestres sont caractérisées par l'absence de système de conduction de sève.

Elles ne disposent pas de racines, mais de structures appelées rhizoïdes qui servent à l'ancrage de la plante dans le substrat et dans une moindre mesure à absorber de l'eau, de façon passive, par simple capillarité. L'ensemble de l'appareil végétatif des bryophytes est toutefois capable d'absorber de l'eau en quantité.

Les bryophytes au sens large sont aujourd'hui considérées comme comprenant trois branches distinctes :

- les Mousses (ou Bryophytes au sens strict, photo 1) ;
- les Hépatiques (ou Marchantiophytes pour les intimes, photo 2) ;
- et les Anthocérotes (ou Antocérotophytes inconnues dans les Gorges de la Rhue).

Il est aujourd'hui admis que les bryophytes au sens large sont les plus anciennes des plantes terrestres, dérivées directement d'ancêtres appartenant aux algues vertes.

Les morphologies des bryophytes sont extrêmement variées, depuis les espèces thalloïdes (photo 4) à structure simple jusqu'aux espèces feuillées, pourvues d'un axe dressé et de structures cellulaires conductrices d'eau (photo 5).



Photo 1 Sporange renfermant les spores d'une bryophyte dans la petite capsule à l'extrémité de la soie. (© TheOtherJohnC CC by)



Photo 2 Hépatique ((© Pluc)

D. LES MOUSSES : UN ENJEU FORT POUR L'AUVERGNE ET LES GORGES DE LA RHUE

Dans le Monde, environ 15 000 espèces de bryophytes sont recensées, soit près de 20 fois moins que les plantes à fleurs. La France est un des pays les plus riches d'Europe en bryophytes, avec près de 1300 espèces connues, dont environ 30 % d'hépatiques.

A l'échelle nationale, et à l'échelle de l'Auvergne, le site des gorges de la Rhue est minuscule, couvrant à peine 1024 ha. Il héberge pourtant pas moins de 313 espèces de bryophytes, ce qui représente plus du tiers de la bryoflore régionale, et près du quart de la bryoflore nationale !

313 ESPECES DE MOUSSES DANS LE SITE NATURA 2000 !

Si l'on ne considère que les hépatiques, c'est 41 % de la flore hépaticologique de l'Auvergne qui s'y trouve. Le site des gorges de la Rhue est donc un véritable foyer de diversité, dans le contexte auvergnat, national voire international. Il s'agit sans doute des gorges les plus riches du Massif central.

De plus, le site des gorges de la Rhue concentre pas moins de 30 % (93/313) d'espèces menacées à l'échelle régionale (liste rouge régionale). La proportion d'hépatiques menacées (35 % du total) est supérieure à celle des mousses (27 %). Avec en plus 3 espèces protégées au niveau national, c'est donc un site de premier rang pour la conservation d'un ensemble très important d'espèces en situation précaire. La grande proportion d'hépatiques reflète la vulnérabilité particulière de ce groupe aux espèces très sensibles à la moindre modification de leur habitat.



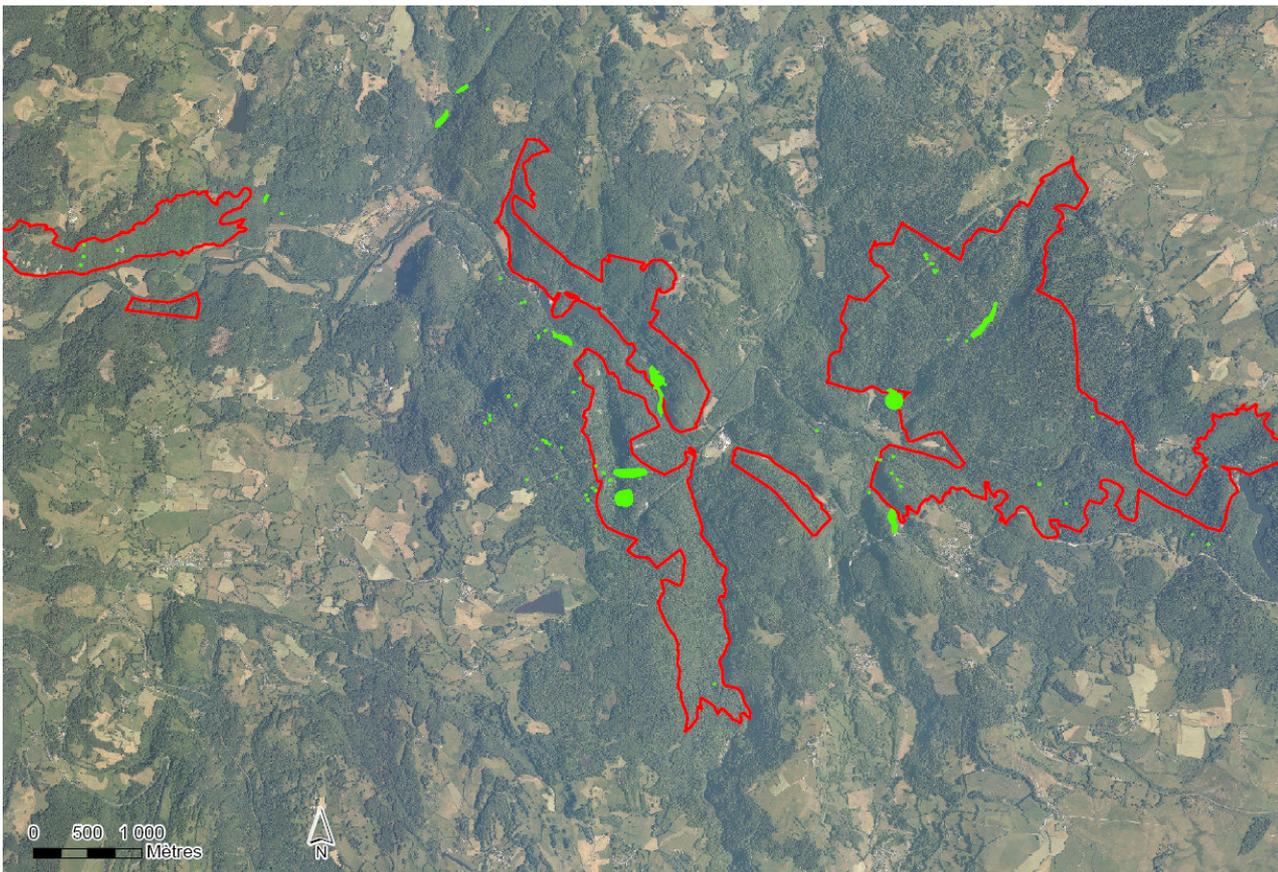
Photo 3 Ambiance forestière : Forêt d'Algère (© Darnis T.)

Parmi les espèces les plus remarquables, 11 se détachent particulièrement du fait de leur statut de protection nationale ou de leur valeur patrimoniale de niveau européen.

Taxon	Protection nationale	Statut LRA ¹ DH II ²	Habitat	Nombre de populations
<i>Aphanolejeunea microscopica</i> (Taylor) A.Evans		CR	Rochers humifères frais	1
<i>Breutelia chrysocoma</i> (Hedw.) Lindb.		CR	Eboulis	1
<i>Buxbaumia viridis</i> (Moug. ex Lam. & DC.) Brid. ex Moug. & Nestl.	+		Troncs pourris	4
<i>Dicranum viride</i> (Sull. & Lesq.) Lindb.	+	LC	Troncs de chêne vivant	1
<i>Frullania jackii</i> Gottsche		VU	Parois rocheuses chaudes mais ombragées	2
<i>Harpalejeunea molleri</i> (Steph.) Grolle		EN	Rochers humifères	3
<i>Harpanthus scutatus</i> (F.Weber & D.Mohr) Spruce		CR	Troncs pourris	1 (disparu)
<i>Lejeunea patens</i> Lindb.		EN	Rochers humifères moyennement chauds et ombragés	2
<i>Orthotrichum rogeri</i> Brid.	+	VU	Troncs d'arbustes vivants	1
<i>Plagiochila bifaria</i> (Sw.) Lindenb.		EN	Rochers humifères frais	1
<i>Plagiochila exigua</i> (Taylor) Taylor		EN	Rochers humifères frais	8
TOTAL	3	-	-	25

¹ Statut LRA = statut dans la liste rouge d'Auvergne

² Directive Européenne 92/43/CEE dite « Directive Habitats » Annexe II Espèces animales et végétales d'intérêt communautaire dont la conservation nécessite la désignation des zones spéciales de conservation



Carte 1 Localisation (en vert) des taxons de la Liste Rouge Régionale Auvergne dans le site Natura 2000 (contour en rouge)

La répartition des taxons remarquables et menacés est hétérogène. Certains sites concentrent un lot important d'espèces et de populations, tandis que certaines autres parcelles en sont dépourvues. La zone médiane des gorges de la Rhue, correspondant au cœur du site, apparaît comme secteur majeur, la richesse se dissipant graduellement plus vers les marges. Le fond et la partie basse des vallées se révèlent plus riche que les hauts de versants, les crêtes et les plateaux. Au sein de cet ensemble central, les taxons les plus remarquables sont groupés dans des sites de petite taille, comme la Combe-Noire, qui apparaît comme « un hot-spot dans le hot-spot », et, dans une moindre mesure Cornilhou et Coindre Haut.

Toutes ces espèces font l'objet de fiches détaillées. Photos des habitats

LA BUXBAUMIE VERTE (*BUXBAUMIA VIRIDIS* MOUG. EX LAM. & DC.) BRID. EX MOUG. & NESTL.)

Espèce d'affinités montagnardes, à distribution morcelée dans l'hémisphère nord, présente très ponctuellement en Asie, dans l'ouest de l'Amérique du nord et en Europe (surtout Europe du nord et Europe centrale, beaucoup plus disséminée en Europe de l'ouest). En France, *Buxbaumia viridis* apparaît strictement cantonnée aux principaux massifs montagneux. D'assez nombreuses localités sont signalées dans les Alpes, les Pyrénées, le Jura, les Vosges et le Massif central.

Dans les gorges de la Rhue, *Buxbaumia viridis* est rare et généralement peu abondant. Il colonise les pièces de bois de résineux à un stade de décomposition avancée, au sein de peuplements forestiers relativement anciens. Les cortèges observés localement sont pauvres en espèces et globalement constitués d'espèces relativement plastiques au plan écologique, alors que les communautés bryophytiques concernées sont, ailleurs en France et en Europe, riches en espèces remarquables.

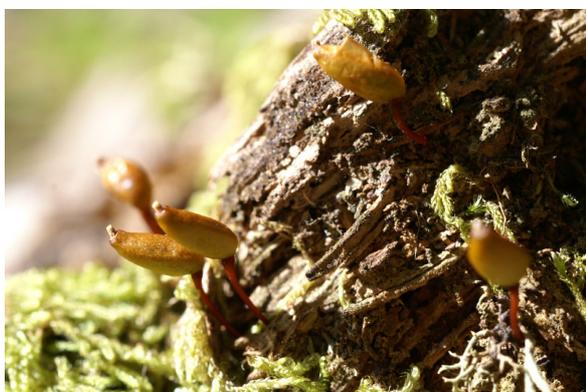


Photo 4 Buxbaumie verte (© Darnis T.)

LE DICRANE VERT (*DICRANUM VIRIDE* SULL. & LESQ. LINDB.)

Espèce largement répandue en Asie, en Amérique du nord et en Europe des Pyrénées (où elle est très rare), jusqu'au sud de la Scandinavie et en Europe centrale). Espèce à tendance continentale-montagnarde en Europe. Les localités les plus nombreuses sont situées dans l'est de la France, tandis que les populations du bassin parisien, d'Auvergne, de Picardie et des Pyrénées sont très limitées dans l'espace et en nombre d'arbres porteurs.

Dicranum viride est une espèce strictement corticole, forestière et mésophile. Dans les gorges de la Rhue, un seul arbre porteur a pu être détecté malgré des recherches répétées. L'espèce colonise un unique Chêne sessile dans une ambiance forestière claire. La seule touffe observée occupe une superficie réduite.



Photo 5 Dicrane vert (© Darnis T.)

L'ORTHOTRIC DE ROGER (*ORTHOTRICHUM ROGERI* BRID)

Orthotrichum rogeri est un endémique européen (cas exceptionnel chez les bryophytes), connu des Pyrénées à la Scandinavie et d'Europe centrale jusqu'au Caucase. En France, *Orthotrichum rogeri* est recensé dans les principaux massifs montagneux (Alpes, Pyrénées, Massif central) et vient d'être réobservée récemment dans quelques rares localités des Vosges.

Orthotrichum rogeri est rare dans le site des gorges des Rhue. Cette espèce n'a été observée que sur quelques rares saules et des sureaux jeunes dans une ancienne coupe forestière. Le nombre de touffes observées n'excède pas 5.



Photo 6 © Michael Lüth

APHANOLEJEUNEA MICROSCOPICA (TAYLOR) A. EVANS PHOTO

Minuscule hépatique hyperocéanique sud-tempérée connue en Amérique du sud, en Afrique, en Macaronésie et en Europe (Grande Bretagne, Irlande, îles Féroé, Espagne, Belgique, Luxembourg et France). Cette micro-hépatique a été signalée pour la première fois en France à la fin des années 80, dans le Finistère où elle est connue dans deux localités (Huelgoat et Saint-Herbot). Elle est également connue dans les Côtes-d'Armor. Elle a été découverte récemment dans les Pyrénées-Atlantiques, dans les gorges du Laxia.



Photo 7 *Aphanolejeunea microscopica* (© Jan-Peter Frahm)

Dans les gorges de la Rhue, elle n'a été observée que dans la Forêt d'Algère, vers 650 m d'altitude, sur des parois verticales, semi-ombragées, en hêtraie-sapinière, en compagnie de *Lejeunea patens*, *Plagiochila exigua*, *Isothecium myosuroides*, sur des pellicules organiques très minces.

Aphanolejeunea microscopica est une espèce monoïque qui présente des propagules discoïdes (rares dans les populations du Cantal) mais dont les sporophytes n'ont pas été observés.

BREUTELIA CHRYSOCOMA (HEDW.) LINDB.

Breutelia chrysocoma est l'unique représentant européen du vaste genre *Breutelia*, essentiellement tropical. Il s'agit d'une espèce hyperocéanique européenne recensée en Norvège, aux Féroé, en Grande Bretagne et en Irlande ainsi qu'aux Açores. Quelques populations isolées sont également connues en Suisse, en Allemagne (d'où l'espèce a disparu), Belgique (disparue également), en Corse, dans le nord de l'Espagne, l'ouest des Pyrénées, la Bretagne et le Massif central. En France, *Breutelia chrysocoma* présentait jusqu'à aujourd'hui 3 noyaux de populations. La Corse possède les populations les plus nombreuses tandis que dans les Monts d'Arrée, en Bretagne, le nombre de localités reste extrêmement faible (une localité disparue et une retrouvée à proximité). L'extrémité occidentale de la chaîne des Pyrénées constitue le troisième noyau.

Dans les gorges de la Rhue, *Breutelia chrysocoma* occupe un versant pentu (environ 70 degrés) exposé au NNW, vers 580 m d'altitude, et entièrement occupé par une hêtraie-sapinière, à la base d'un éboulis fixé à gros blocs surplombé par une falaise. L'espèce colonise également la falaise, sous forme de petites touffes assez éloignées les unes des autres. La population est ici particulièrement luxuriante. Un seul site est toutefois colonisé dans l'ensemble des gorges.

Breutelia chrysocoma est une espèce robuste qui occupe des surfaces importantes (80 m² de surface combinée) dans l'unique localité du Cantal, qui est aussi la seule du Massif central. Dans ce site, *Breutelia chrysocoma* se comporte en espèce très compétitive qui parvient à saturer l'ensemble de l'éboulis fixé sur lequel elle est installée. Cette espèce est présente à l'état d'individus mâles intimement mélangés à des individus femelles. La production de sporophytes est très importante au sein de cette population. Dans le nord de l'Europe, l'observation des sporophytes de *Breutelia chrysocoma* reste rare et souvent localisée. Les sporophytes sont rares également en Grande-Bretagne, en Irlande, en Espagne et en Suisse. Les données disponibles en France montrent que les populations sont faiblement sexualisées et non porteuses de sporophytes. Les sporophytes observés dans la localité du Cantal sont donc les premiers observés en France.



Photo 8 *Breutelia chrysocoma* (© Darnis T.)

FRULLANIA JACKII GOTTSCHKE

Frullania jackii est une espèce essentiellement européenne, présente surtout dans la chaîne des Alpes, ailleurs très rare et présente en populations isolées. Elle est recensée dans le sud des pays scandinaves et, en Asie, jusqu'en Sibérie. Espèce rarissime en France, essentiellement signalée dans les Alpes (Isère, Savoie, Hautes-Alpes et Haute-Savoie). En Auvergne, l'espèce est connue de populations disjointes, dans les Monts du Cantal, dans le massif du Sancy et dans la vallée de la Loire (Haute-Loire).

Dans les gorges de la Rhue, *Frullania jackii* reste peu fréquent et peu abondant. C'est une espèce typiquement inféodée aux parois rocheuses riches en bases, mais dépourvues de calcaire, moyennement éclairées, plutôt sèches à faiblement suintantes, dans des ambiances chaudes mais non xériques, pouvant subir un dessèchement estival marqué. Les espèces compagnes sont généralement assez peu nombreuses. *Amphidium mougeotii*, *Fissidens dubius*, *Diplophyllum alicans* font partie des espèces relativement constantes.

Frullania jackii est dioïque, ne produit pas de sporophytes et ne possède aucun moyen de multiplication végétative spécialisé.



Photo 9 *Frullania jackii* (© Blanka Shaw)

HARPALEJEUNEA MOLLERI (STEPH.) GROLLE

Hépatique européenne hyperocéanique sud-tempérée, connue en Macaronésie. L'espèce est considérée comme une grande rareté en Europe continentale hors de la façade océanique (Bisang et al., 1986). Recensée en Norvège, aux îles Féroé, dans la Péninsule ibérique, en Corse, en France continentale, dans le nord de l'Italie et en Suisse.

En France, il s'agit d'une espèce très rare. Elle est connue dans le Finistère, le Morbihan, les Côtes-d'Armor, la Manche et le Calvados. Elle est signalée dans l'Aveyron et le Cantal, dans les Pyrénées-Atlantiques, dans les Hautes-Pyrénées, dans l'Hérault et dans les Pyrénées-Orientales (massif du Canigou). Elle se trouve aussi en Corse.

Dans les gorges de la Rhue, elle croît essentiellement dans le forêt d'Algère, sur des parois verticales semi-ombragées sèches ou suintantes, en compagnie de *Plagiochila exigua*, *P. bifaria*, *Cololejeunea calcarea*, *Isothecium myosuroides*, à même la roche ou sur des pellicules organiques très minces.

Harpalejeunea molleri est dioïque, ne produit pas de sporophytes et ne possède aucun moyen de multiplication végétative spécialisé.



Photo 10 *Harpalejeunea molleri* (© Lueth M)

LEJEUNEA PATENS LINDB.

Hépatique hyperocéanique sud-tempérée, à répartition essentiellement ouest-européenne, en situation disjointe dans le Caucase et les Balkans puis dans l'Himalaya. En Europe, surtout présente dans les secteurs soumis à un climat océanique marqué, dans les îles Féroé, de la Norvège à l'Espagne, dans les îles britanniques dans le nord de l'Italie et sur la façade océanique en France.

En France, *Lejeunea patens* a été mentionnée dans le Finistère et dans les Pyrénées-Atlantiques. L'identification du matériel provenant de la localité des Pyrénées-Orientales devrait être confirmée. La localité du Cantal est erronée et celle de la forêt de Fontainebleau l'est aussi très probablement. *Lejeunea patens* est donc une espèce rarissime en France.

Dans les gorges de la Rhue, surtout bien représentée en Forêt d'Algère, entre 500 et 700 m, sur des parois verticales, dans des contextes de hêtraie-sapinière, en compagnie de *Plagiochila exigua* et *Cololejeunea calcarea*, à même la roche ou sur pellicule organique, dans des ambiances chaudes mais moyennement éclairées.

Lejeunea patens est monoïque mais ne produit pas de sporophytes et ne possède aucun moyen de multiplication végétative spécialisé.



Photo 11 *Lejeunea patens* (© Darnis T.)

PLAGIOCHILA BIFARIA (SW.) LINDENB.

Hépatique hyperocéanique sud-tempérée, connue en Amérique du sud et Amérique centrale, en Macaronésie et en Europe. Les localités sont presque toutes situées sur la façade océanique en Europe, d'Écosse à la Péninsule ibérique. Quelques rares localités isolées sont recensées dans le nord de l'Italie, en Belgique et au Luxembourg. Il s'agit d'une espèce d'une grande rareté en France, connue dans le Finistère, les Côtes-d'Armor, le Morbihan, la Manche, la Loire-Atlantique et la Vendée. Elle semble avoir disparu de la plupart des localités anciennes. Elle a été signalée dans le département des Hautes-Pyrénées mais cette donnée est sans doute fautive. Dans le Massif central, elle est également signalée dans une localité cantalienne au sud-ouest de Mauriac. Certaines données anciennes de *Plagiochila spinulosa* sont à rapporter à *P. bifaria*. C'est notamment le cas de la donnée de Héribaud (1899) des gorges de la Rhue.

Dans les gorges de la Rhue, l'espèce est très peu abondante. Elle se développe sur les parois verticales, semi-ombragées dans des contextes forestiers, sur des versants chauds et nébuleux, en compagnie de *Lejeunea patens*, *Harpalejeunea molleri*, *Isothecium myosuroides*, sur la roche sèche revêtue d'une pellicule organique noire et mince.

Plagiochila bifaria est dioïque, ne produit pas de sporophytes et ne possède aucun moyen de multiplication végétative spécialisé.



Photo 12 *Plagiochila bifaria* (© David S.)

PLAGIOCHILA EXIGUA (TAYLOR) TAYLOR

Hépatique hyperocéanique sud-tempérée, connue en Amérique du sud, en Amérique centrale, dans le sud des USA, en Afrique, en Asie et en Macaronésie. En Europe, *Plagiochila exigua* est extrêmement rare en dehors des îles britanniques et d'Irlande. Elle n'est en effet recensée qu'en Norvège, en France et en Suisse.

Espèce rarissime en France qui n'était connue jusqu'alors que dans de très rares localités dans le Finistère et les Pyrénées-Atlantiques (vallon du Laxia et de l'Haitzaberriko). Elle est également connue dans la Manche. En Auvergne, *Plagiochila exigua* n'est actuellement recensé que dans les gorges de la Rhue où elle est connue depuis quelques années.

Dans les gorges de la Rhue, *Plagiochila exigua* est abondante, en particulier dans la Forêt d'Algère. Elle colonise des parois rocheuses verticales, semi-ombragées dans des contextes de hêtraie-sapinière.

Plagiochila exigua est la seule espèce (parmi les sept citées dans ce chapitre) susceptible de se multiplier végétativement au moyen de feuilles caduques. Il s'agit également de la seule hépatique à présenter des populations importantes (de 1 à 3 m²). C'est toutefois une espèce dioïque dont les individus femelles ainsi que les sporophytes ne sont pas connus en Europe.



Photo 13 *Plagiochila exigua* (©Alamy stock photo)

E. POURQUOI DANS LES GORGES DE LA RHUE PLUS QU'AILLEURS ?

La grande richesse en bryophytes et notamment en hépatiques dans le site est tout à fait significative et s'explique avant tout par :

- la richesse exceptionnelle en microhabitats variés : C'est quoi un micro-habitat ? Les falaises, les éboulis, les gros arbres, surtout les bois sénescents ou dépérissants, présentent fréquemment des cavités, des fissures, des abris dans les falaises, sous les blocs rocheux et sur les troncs et les branches des arbres. Tous ces "accidents" du milieu naturel forment des milieux de vie différents qui abritent une très grande diversité d'espèces qui participent pour la plupart d'entre elles au bon fonctionnement et à l'équilibre de l'écosystème forestier : énormes blocs de rochers, fissures, replats en falaises, dalles rocheuses, ruisseaux, trous de pics, fissures pour les nombreux oiseaux cavicoles et les chauves-souris, arbres foudroyés, branches mortes en cime, bois écorcés, pourritures, dendrotelmes ou autres cavités sur bois remplies d'eau. Ces minis ou micros habitats hébergent une multitude d'insectes, de champignons, de lichens, de mousses, de bactéries qui interviennent dans le cycle de décomposition du bois et de la matière organique en général. Le nombre de micro-habitats augmente avec la grosseur des bois, la présence de phase de décomposition du bois (sénescence) et la complexité de la topographie,
- la diversification des conditions stationnelles, c'est-à-dire les grandes variations des facteurs écologiques tels que l'ensoleillement, la richesse du substrat (sol, humus, roches sous-jacentes), l'hygrométrie de l'air,
- et donc la grande hétérogénéité des milieux naturels et des peuplements forestiers.



Photo 14 Ambiance sur éboulis : station à *Breutelia chrysocoma* (© Darnis T.)

A QUOI CELA EST DU ?

- Pour que les mousses se développent, il faut de l'eau qui ruisselle afin que les spores soient emportées et ainsi que de nouveaux individus puissent croître. Ça tombe bien, les gorges de la Rhue sont encerclées au nord par les Mont Dore, au sud par les Monts du Cantal et à l'est par le Cézallier. Ces montagnes dirigent les rivières et les masses d'air humide des montagnes dans les gorges de la Rhue. De plus, l'absence de relief à l'ouest fait que les dépressions océaniques arrivent directement dans cet entonnoir volcanique. Les nuages s'y agglutinent. Le climat est donc océanique à tendance montagnarde (1300 à 1400 mm d'eau/an en moyenne d'après les données de la station météorologique de Montboudif à 730 m d'altitude).
- Les roches métamorphiques sous-jacentes (Gneiss hétérogène notamment) sont dures et ont été fracturées par l'activité volcanique de la région induisant un socle rocheux fissurés où les glaciations, les phénomènes de gel/dégel, le creusement des rivières et l'érosion de l'eau de précipitation ont fini de sculpter ce paysage aujourd'hui chaotique. On trouve donc de nombreux ruisseaux confluents vers la grande Rhue, dominés par de nombreuses falaises instables parfois aux dimensions hectométriques aux pieds desquelles se sont installés de grandes nappes d'éboulis rajeunis périodiquement. Les roches métamorphiques sont coiffées par endroits de roches et éboulis volcaniques (Basaltes). Les dépôts glaciaires et des colluvions de pente mélangés à ces roches vont influencer la répartition très complexe des différents types de sols allant du plus acide à basique ainsi que des réserves en eau quasi nulles à très bonnes (sources : notices BRGM et cartes géologiques de Mauriac au 1 :80000 et de Riom au 1 :50000).
- Sur ce relief complexe se sont installées depuis les dernières glaciations des types de forêts variées accompagnées de nombreux habitats associés. Les forêts conservent un microclimat local humide et protège les strates muscinales de la sécheresse en été. De plus, ce secteur du Cantal, fait partie des rares sites du département où une culture forestière historique a pu se développer. L'installation très ancienne des moines de Fenier (avant le 12^{ième} siècle) a permis très tôt l'application de principes rationnels de gestion des forêts autant pour permettre au seigneur local de chasser que pour réaliser des prélèvements de bois de bonne qualité. Cette histoire forestière ancienne est attestée et consignée dans les archives de l'abbaye et de l'ONF sur les forêts domaniales. De ce fait, depuis longtemps, les forêts ont été gérées durablement.

EN CONSEQUENCE, GRACE :

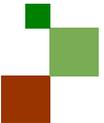
- à ce relief très accidenté peu accessible interdisant une surexploitation des forêts et offrant une multitude de micro habitats,
- au climat humide et plutôt froid garantissant une présence constante de l'eau dans les sols et l'atmosphère,
- aux sols tantôt acides, tantôt basiques proposant une gamme variée de nutriments pour les mousses,
- à cette culture forestière ancienne qui a su composer avec les essences locales et permettre que l'ensemble des phases du cycle des forêts soient représenté (phase jeune, phase d'épanouissement, phase mature, phase de sénescence) garantissant la maximisation des micro-habitats,...

... les gorges de la Rhue abritent donc encore une richesse exceptionnelle en essences forestières, en types de forêts et en micro-habitats. Il existe également une diversité des modes de gestion de ces forêts entre celles de très petites surfaces du domaine privé aux grands groupements forestiers et forêts domaniales. Leur état de conservation (c'est-à-dire l'écart estimé entre un état optimal des forêts sans impacts humains et un mauvais état où les forêts sont des plantations monospécifiques équiennes composées d'essences non locales) a été mesuré par une méthode standardisé et s'est révélé exceptionnel pour de nombreux types forestiers. Toutes les conditions sont donc réunies pour favoriser le développement des bryophytes.

Parmi les nombreux microhabitats du site, certains sont décrits en détail du fait de leur intérêt, et classés par grand type de support.



Photo 15 Ambiance forestière (© Darnis T.)



F. LES MICROHABITATS

LES ROCHERS

Les rochers sont de loin les supports les plus remarquables du site. 37 % des taxons du site sont typiquement inféodés aux parois rocheuses, tandis que 16 % sont liés aux blocs de taille moyenne à petite. En outre, 65 % du total des espèces remarquables du site sont des saxicoles. De nombreuses communautés peuvent être individualisées en fonction des caractéristiques stationnelles.

LES ROCHERS CHAUDS

Les rochers chauds et exposés, suintants très temporairement, sont investis par un groupement à *Andreaea rothii* subsp. *falcata* et *A. rupestris*. *Braunia imberbis* colonise en masse (avec des *Hedwigia*) les rochers chauds émergeant de la canopée. Elle est surtout bien représentée sur la rive droite de la Rhue, sur des versants sud, dans les chênaies (pubescentes ou sessiliflores) thermophiles.

Amphidium mougeotii forme des faciès imposants à la base des falaises fraîches et sombres. Il est souvent seul ou plus rarement accompagné d'espèces comme *Diplophyllum albicans*, *Orthothecium intricatum*. Cette communauté est assez fréquente dans le site.

LES DALLES CHAUDES

Les surfaces tabulaires pentues des pentes exposées au soleil et temporairement humides hébergent une communauté à *Campylopus atrovirens* et *Ulota hutchinsiae*. On trouve cette communauté dans l'ensemble du site, mais elle est mieux représentée sur la rive droite de la Rhue, dans les chênaies (pubescentes ou sessiliflores) thermophiles.

LES PAROIS OMBRAGEES

Les parois ombragées et sèches, avec accumulation de matière organique, abritent des groupements à *Lejeunea patens*, *Harpalejeunea ovata*, *Plagiochila exigua*, *Sciuro-hypnum flotowianum*. Dans le détail, plusieurs communautés distinctes pourraient être individualisées. *Lejeunea patens* et *Harpalejeunea ovata* sont plutôt typiques des secteurs moyennement ombragés et recevant une certaine quantité de rayons lumineux et de chaleur, tandis que *Plagiochila exigua* ou *Sciuro-hypnum flotowianum* affectionnent des habitats plus sombres (en été !) et suintants très temporairement. Ces communautés sont surtout bien représentées à mi-pente sur des versants nord ou nord-est, dans la Combe Noire et à proximité. Pour leur maintien, ces espèces exigent une certaine érosion naturelle du substrat, ayant un effet rajeunissant, mais également une grande stabilité des ambiances forestières. Les habitats concernés sont les hêtraies-chênaies sessiliflores collinéennes acidiphiles, acidiclinales ou neutroclinales et les hêtraies-sapinières ou sapinières montagnardes acidiphiles à acidiclinales.

LES EBOULIS

Les éboulis et les falaises froides et humides, au sein de forêts de ravin à *Asplenium scolopendrium* et *Polystichum setiferum*, hébergent des communautés à *Bazzania trilobata* et exceptionnellement *Breutelia chrysocoma*. Ce dernier groupement ne se trouve que dans la partie nord de la Combe Noire.

Les vastes pierriers ouverts hébergent d'imposantes colonies de *Racomitrium lanuginosum* et *R. heterostichum*. Les blocs rocheux des marges des éboulis intraforestiers se caractérisent par des espèces comme *Ptilium crista-castrensis* et *Hylocomium splendens*.



Photo 16 Paroi ombragée (© Darnis T.)

LES GROS BLOCS FRAIS

Dans les frênaies riveraines des cours d'eau, les blocs rocheux épars dans le lit mineur abritent des communautés amphibiennes diversifiées, en fonction de la violence du courant, du profil topographique des berges et de l'importance des dépôts de limons. *Schistidium rivulare*, *Fontinalis antipyretica*, *Sciuro-hypnum plumosum*, *Chyloscyphus polyanthos*, *Dichodontium pellucidum*, font partie des espèces les plus abondantes. Ces communautés sont sensibles à toute dégradation des conditions écologiques (eutrophisation, piétinement, ouverture forestière, modification du régime hydrologique, etc.). Elles se rencontrent en linéaire, le long des principaux cours d'eau permanents.

La protection des bryophytes saxicoles passe à la fois par la conservation des spécificités du support (structure, érodibilité), le maintien des ambiances forestières à proximité et l'apport constant de matière organique qui finit par le revêtir.

LE BOIS MORT

Le bois mort est localement présent en grande quantité dans le site, conséquence directe de l'ancienneté des peuplements et d'une sylviculture relativement extensive dans certains secteurs. Les chênaies sèches, exposées au sud, n'abritent pas de communautés très spécialisées. Les troncs au sol sont généralement couverts de peuplements étendus de *Hypnum cupressiforme* var. *cupressiforme*. D'autres robustes pleurocarpes, telles que *Loeskeobryum brevirostre*, *Rhytidiadelphus triquetrus* peuvent également former des faciès sur d'importantes surfaces. Au contraire, dans des habitats sous influences montagnardes, exposés au nord, ou dans des talwegs suffisamment encaissés (hêtraies-sapinières ou sapinières montagnardes acidiphiles à acidiclinales), la bryoflore saprolignicole s'enrichit de manière notable. Les cortèges les plus diversifiés sont observés sur des bois mort d'assez gros diamètre (généralement supérieur à 20 cm de diamètre), le plus souvent sur *Fagus sylvatica* ou *Abies alba*, dans des secteurs avec une assez forte humidité ambiante. L'essentiel des bois morts pourrissants sont colonisés par un groupement pauvre à base de *Lophocolea heterophylla* et *Herzogiella seligeri*. *Buxbaumia viridis* se rencontre rarement dans ce groupement. Dans les vallons les plus frais, on peut toutefois noter quelques populations, souvent isolées, d'espèces comme *Blepharostoma trichophyllum*, *Cephalozia lunulifolia*, *Nowellia curvifolia* et *Riccardia palmata*. Les souches très décomposées sont parfois envahies par d'importantes colonies de *Tetraphis pellucida* et de *Lepidozia reptans*. En effet, les souches n'ont pas des phases de décomposition identique aux autres pièces du compartiment bois mort, ce qui explique en partie la singularité des groupements bryophytiques qu'on y rencontre.

LE BOIS MORT RECENT

Dans les systèmes forestiers préservés, les phases pionnières de décomposition des troncs hébergent des communautés saprologoniques diversifiées et hautement spécialisées. Les bryophytes saprologoniques montrent en effet une haute spécialisation en fonction des microhabitats disponibles et notamment du stade de décomposition et constituent des assemblages floristiques de grande valeur patrimoniale. La disparition de *Harpanthus scutatus* est à cet égard significative d'une évolution défavorable des milieux d'accueil. La gestion forestière est capitale si l'on souhaite favoriser ce cortège.

L'ECORCE DES ARBRES

L'écorce des arbres vivants offre des surfaces importantes aux bryophytes capables de coloniser ce substrat. Les vastes sapinières et hêtraies-sapinières sont peu colonisées par les bryophytes corticales. On peut toutefois noter l'existence d'une communauté pauvre inféodée aux fûts de hêtres, dominées par *Orthotrichum stramineum*, *O. affine* et *O. striatum*. Les chênaies sessiliflores sont pauvres en espèces corticales. Ces dernières sont néanmoins susceptibles de former de véritables draperies et des manchons qui impriment une physionomie particulière aux habitats forestiers. Seules quelques espèces dominent dans ce contexte, comme *Neckera crispa*, *N. complanata*, *Loeskeobryum brevirostre* et *Orthotrichum lyellii* dans les habitats les plus secs. *Dicranum viride* est rarement observé dans cette situation. Le groupement corticole aérohygrocline sciaphile des hêtraies montagnardes se développe sur les fûts de vieux hêtres dans des conditions d'assez forte humidité atmosphérique (présence d'une canopée dense et d'une forêt pluristratifiée, expositions fraîches...). Il se caractérise essentiellement par la présence d'importantes draperies de *Neckera complanata*, *N. pumila*, *Isothecium myosuroides* et *Frullania fragilifolia*. Ce groupement est associé aux stades matures, riches en gros et très gros bois, avec couvert fermé du fait d'une canopée dense et pluristratifiée. Il est rare dans le site. Les communautés les plus remarquables sont celles des fourrés arbustifs mésophiles à *Salix caprea* et humides à *S. atrocinerea*. Sur *Salix caprea* (parfois dans des coupes forestières ou le long des pistes), on peut relever un riche cortège d'espèces d'Orthotrichacées, dont *O. scanicum*, *O. rogeri*, *O. pallens*, *Ulota coarctata*. Sur *Salix atrocinerea*, on observe la communauté océanique caractérisée par *Lejeunea ulicina*, *Ulota bruchii*, *Metzgeria violacea*, sans doute dans une situation limite, sur les marges de son aire de répartition.



Photo 17 Ecorce décollée (© Darnis T.)

LE SOL

Les bryophytes du sol sont diversifiées en relation avec les multiples combinaisons écologiques du site des gorges de la Rhue. Nombreuses sont les espèces inféodées à des habitats perturbés par un phénomène naturel (loupe de solifluxion, assiette de chablis, éboulement, etc.). Les robustes humicoles neutrophiles comme *Loeskeobryum brevirostre*, *Rhytidiadelphus triquetrus*, *Hylocomium splendens* forment parfois des colonies sur des centaines de m². *Pleurozium schreberi*, *Hypnum jutlandicum* et *Pseudoscleropodium purum* colonisent les landes et les bois clairs. *Polytrichastrum formosum* est également une espèce physionomiquement importante. Le groupement terrico-humicole mésophile sciaphile montagnard des chablis et talus forestiers se développe naturellement sur les galettes (assiettes) de chablis mais on le rencontre également en station secondaire sur les talus ombragés intraforestiers. Il héberge de nombreuses acrocarpes comme *Pogonatum aloides*, *P. urnigerum*, *Pohlia lutescens*, *Tortula subulata*, *Diphyscium foliosum*, *Dicranella heteromalla* et *Diplophyllum obtusifolium*. Fréquent dans le site, on le trouve surtout en linéaire sur les talus au bord des pistes. Dans une forêt naturelle, on l'observe dans des habitats perturbés par l'action des facteurs climatiques. Les groupements pionniers sont les plus riches en espèces. Sur les sols suintants, on peut observer *Solenostoma hyalinum* avec *Blindia acuta*. Les plaquages de matière organique abritent *Creatodon purpureus* avec *Pohlia nutans*, surtout dans les sites secs.

Les sphaignes constituent localement d'importants peuplements. Quelques tourbières basses (à *Sphagnum inundatum*, *S. palustre*), en complexe avec des hauts-marais (à *Sphagnum capillifolium*, *S. magellanicum*) peuvent être observés. Une des originalités du site est d'héberger de remarquables colonies de *Sphagnum quinquefarium*, soit dans des éboulis froids, mais également au sein de chênaies installées sur fortes pentes (chênaies édaphiques hyperacidiphiles). Certaines sapinières très acides abritent aussi une strate à sphaignes (*Sphagnum palustre* surtout). Plusieurs tourbières boisées comprennent également plusieurs sphaignes, comme *Sphagnum squarrosum*, *S. palustre* et *S. flexuosum*. Ces habitats sont très sensibles à la gestion forestière.



Photo 18 *Campylopus introflexus* (© Darnis T.). Espèce envahissante, apparu en 1941 en Europe, elle colonise les traines des engins forestiers sur les sols forestiers du site Natura 2000.

MICRO-HABITAT POTENTIEL : LES DENDROTELMES

Dans une forêt naturelle, la chute de certaines grosses branches (suite à des phénomènes climatiques violents ou l'élagage naturel de branches basses) engendre la création de cavités temporairement humides (dendrotelmes) pouvant accueillir potentiellement des espèces comme *Anacamptodon splachnoides* ou *Zygodon forsteri*, toutes deux strictement inféodées à cette niche spécifique. Ces espèces dépendent d'une part de la disponibilité en cavités, leur nombre devant vraisemblablement dépasser un certain seuil, et d'autre part de perturbations à l'échelle de l'arbre (cassure de branches, chute d'un arbre voisin...) entraînant localement une augmentation de la radiation lumineuse. Ces deux espèces, en voie de disparition à l'échelle de l'Auvergne, n'ont pas été observées dans le site des gorges de la Rhue. Elles sont typiques des forêts très anciennes et la gestion forestière pourrait permettre leur retour. Les habitats concernés sont les hêtraies-chênaies sessiliflores collinéennes acidiphiles, acidiclinales ou neutroclines et les hêtraies-sapinières ou sapinières montagnardes acidiphiles à acidiclinales.



Photo 19 Dendrotelme (© Darnis T.)

G. QUELLES SONT LES CONDITIONS ECOLOGIQUES A FAVORISER POUR CONSERVER LES BRYOPHYTES EXCEPTIONNELLES DES GORGES DE LA RHUE ?

L'IMPORTANCE DES CYCLES SYLVIGENETIQUES ET DE LA MATIERE ORGANIQUE POUR LES BRYOPHYTES

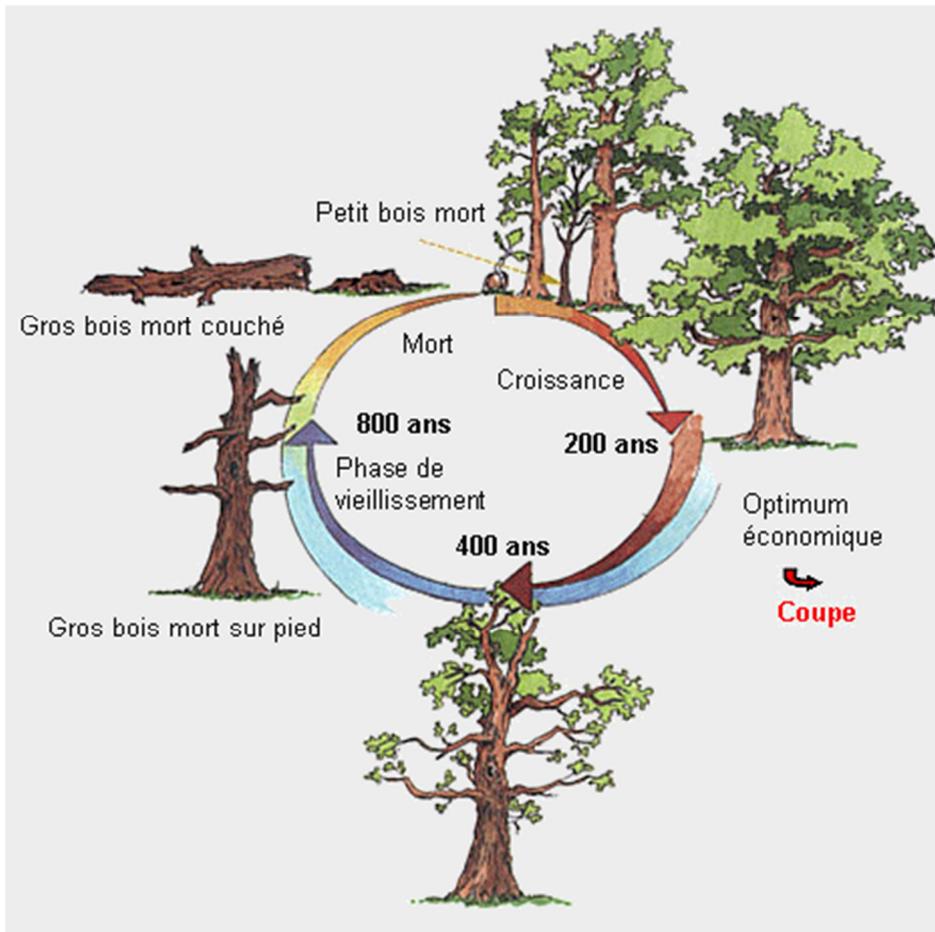


Figure 1 Cycle de vie du chêne schématisé : La grande majorité des arbres sont exploités avant 200 ans. Ils n'atteignent donc dans les forêts que très rarement les stades de vieillissement. Seuls des efforts ciblés peuvent permettre d'éviter le court-circuitage du cycle naturel permettant le maintien des espèces liées aux vieux arbres et au bois mort. (Source : Büttler, 2006)

Les exceptionnelles communautés bryophytiques des gorges de la Rhue sont liées aux affleurements rocheux, qu'il s'agisse de falaises ou d'éboulis. Ces rochers sont colonisés, au moins sur leurs marges, par des forêts. L'ambiance générée par les arbres, souvent de grande taille, et les dépôts de matière organique sont les déterminants essentiels de la richesse bryophytique.

Le cycle de la matière organique est en quelque sorte calqué sur le cycle évolutif de la forêt, le cycle sylvigénétique (cf. figure 1). Ce cycle n'a pas, dans la plupart des forêts, le temps de se réaliser du fait des coupes forestières qui correspondent à l'optimum économique et non pas à l'optimum de biodiversité.

Ce cycle de la matière est notamment lié à l'accumulation de végétaux non ligneux (feuilles notamment) mais aussi à l'accumulation de bois mort. Les processus d'accumulation de matière organique et d'humification sont surtout importants aux stades de maturité et de sénescence du peuplement, ce dernier étant caractérisé par une accumulation maximale de bois mort.

Les processus d'humification (faisant suite au dépôt de litière) sont à l'origine de la plupart des groupements bryophytiques du site. Dans la phase de maturité du peuplement, les nombreux arbres appartenant à différentes classes d'âges (structure forestière pluristratifiée) constituent autant de supports verticaux à différents stades de colonisation par les cortèges corticoles. L'accumulation de matière organique au sol, sur les rochers et à la base des troncs dépend des sources telles que la litière et le bois mort.

Les chablis constituent des perturbations naturelles à l'échelle d'un massif forestier, et l'ouverture de trouée par chute d'arbres ou de branches constitue l'un des processus clef dans la régénération de ce type de forêt. Ces chablis génèrent différents micro-habitats spécifiques pour les bryophytes. Les assiettes de chablis, formées de l'amas de terre entourant les racines après la chute des arbres, constituent des surfaces de terre mise à nue, propices à l'installation de groupements terricoles pionniers.

La diversité et la typicité des cortèges bryophytiques est directement liée à l'existence des différentes étapes des cycles sylvigénétiques et de la matière organique, créateurs de nombreux micro-habitats favorables aux bryophytes à des échelles spatiales et temporelles différentes. Les phases de maturité et de sénescence sont des stades clef du cycle sylvigénétique pour les bryophytes, de même que les processus d'accumulation de bois mort et d'humification. La grande majorité des nombreux groupements observés sur le site sont strictement dépendants de ces processus. La création de micro-habitats, source de diversité, est liée à la complexification progressive de la structure du peuplement et accidents de croissance des arbres, notamment lors de la phase très longue de maturation du peuplement (bris de branche, etc...). De nombreux micro-habitats pionniers, comme la terre mise à nu par les chablis, sont liés à la phase d'innovation (trouées créées par la chute d'arbre ou de branche maîtresse). Les groupements humo-saxicoles (rochers couverts d'humus) sont liés à la présence du couvert forestier, avec accumulation de litière et lumière plus ou moins diffuse.



Photo 20 Zone d'effondrement forestier (© Darnis T.)

LA RESSOURCE EN EAU

A l'échelle de la vallée, un véritable cycle hydrologique se poursuit immuablement. Il revêt une importance capitale pour les bryophytes qui ont besoin d'eau pour croître et pour se reproduire. L'eau se trouve dans les nappes, plus ou moins hautes, et conditionne l'existence d'habitats particuliers et contraignants pour les bryophytes, comme les tourbières boisées ou les forêts alluviales.

Les bryophytes sont des végétaux de petite taille, sans système vasculaire bien différencié, et qui dépendent d'une alimentation en eau superficielle. Ces végétaux sont incapables de puiser l'eau en profondeur. Après une pluie, les bryophytes peuvent sécher, et se déshydrater, rapidement, donc cesser toute activité photosynthétique. Les bryophytes dépendent donc le plus souvent d'une alimentation en eau atmosphérique, ou de l'eau de ruissellement (source, écoulement temporaire dû à une collecte d'un microbassin versant, etc).

Des phénomènes de condensation ponctuels associés à des écoulements sur des ruptures de pentes peuvent se produire et favoriser des communautés hygrophiles sur des rochers par exemple. Dans les gorges, comme dans la Combe Noire d'autres phénomènes particuliers, encore imparfaitement compris, peuvent se produire schéma. Au cours de la nuit, l'air se stratifie dans le vallon, avec une limite couche froide / couche chaude plus ou moins haute sur le versant, en fonction de sa géométrie (profil de pente, hauteur des crêtes, ouvertures, etc...). Cette zone d'inversion de température confine alors des bancs de brumes nocturnes à un niveau précis sur le versant, stable et localisé. C'est à ce niveau précis que la courbe des températures et celle du point de rosée sont les plus proche. Dès lors, les apports hydriques peuvent être très importants, par simple condensation au sommet de la couche froide et au contact de la végétation du versant. Ce phénomène de transition de phase vapeur vers la phase liquide (enthalpie) entraîne un échauffement et en conséquence le refroidissement reste modéré. A mi versant, des zones habituellement relativement ensoleillés et ouvertes peuvent parfaitement être concernées par ce phénomène. Au niveau des pentes, ce secteur dans lequel fluctue la zone d'interface entre les deux couches d'air est réchauffé en partie haute par le soleil, en partie plus basse par la pénétration des rayonnements thermiques qui peuvent traverser quelques dizaines de mètres de brume dans l'infrarouge et par le changement de phase vapeur vers liquide pendant la condensation. Ce phénomène complexe expliquerait la présence paradoxale d'espèces océaniques parmi les plus exigeantes, dépendant essentiellement d'une ressource en eau continue et de températures tamponnées, qui se localisent à un étage particulier des versants, ni dans le fond, ni dans les parties hautes, mais généralement à un niveau moyen. Ces phénomènes dépendent donc étroitement des conditions microclimatiques, dans lequel la forêt joue également un rôle certain.

Enfin, les écoulements temporaires présentent une importance capitale. Là encore, les études font défaut pour comprendre avec précision les phénomènes impliqués. Lors des épisodes pluvieux, l'eau météorique se répand plus ou moins régulièrement sur le sol, en fonction de la couverture végétale et de l'interception par la strate arborescente. Sur les pentes, cette eau se concentre dans des microtalwegs collecteurs et est stockée, au moins partiellement, de façon superficielle dans les couches de matière organique, dans les fissures de la roche affleurante, ainsi que dans la végétation (écorces, feuilles) à partir desquels elle est restituée lentement au milieu superficiel. Cette restitution partielle est d'une importance primordiale pour les bryophytes des rochers qui dépendent largement de cette ressource au plan physiologique. D'autre part, l'eau de ruissellement entraîne une érosion des surfaces qui permet le maintien de conditions pionnières pour des espèces qui ne supportent pas la compétition. *Plagiochila exigua* illustre parfaitement la complexité du microhabitat. Cette espèce croît presque exclusivement sur une matrice organique pleurocarpique (les pleurocarpes sont des grandes mousses très ramifiées) déposée sur des parois, sur laquelle l'eau suinte de façon intermittente. Le réseau hydrographique (comme le système forestier, permettant l'accumulation de petits débris organiques) responsable une alimentation discontinue, mais soutenue, ne doit en aucun cas être perturbé.



Photo 21 Dalle suintante à bryophytes (© Darnis T.)

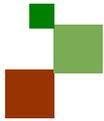
IMPORTANCE DE LA LUMIERE

Le mélange des essences, la stratification forestière, l'âge des peuplements concourent à créer des conditions lumineuses extrêmement hétérogènes au niveau des peuplements bryophytiques. L'exposition est également un facteur à prendre en compte. Ainsi, les bryophytes inféodées aux troncs de trembles dans les grandes trouées de chablis de la sapinière acidiphile seront soumises à des niveaux d'éclairement relativement élevés. Les colonies de bryophytes croissant en pied de falaise, dans la Combe Noire, sont ombragées partiellement par des arbres de grande taille, mais sont également partiellement soumis à une insolation significative en raison de l'hétérogénéité de la canopée.

Tous les facteurs conduisant à maximiser l'hétérogénéité des conditions lumineuses sont des facteurs d'amélioration des potentialités en termes de biodiversité.



Photo 22 Effet de l'orientation sur l'éclairage de la végétation (© Darnis T.)



H. MAIS AU FAIT, POURQUOI PRÉSERVER LA BIODIVERSITÉ ET NOTAMMENT LA BIODIVERSITÉ FORESTIÈRE ?

Toute perte d'espèce est une perte inacceptable pour les générations futures. Sans biodiversité, il n'y a pas de vie possible. Or, les activités humaines sont les principales causes d'extinction de la biodiversité (destruction/fragmentation des habitats par l'urbanisation, voies de transports, desserte forestière, introduction d'espèces non autochtones parfois envahissantes, pollutions et changements climatiques). Les taux d'extinction d'espèces mesurés sont 100 à 1000 fois supérieurs à ceux des derniers siècles passés. C'est entre 17 000 et 100 000 espèces qui disparaissent chaque année de la surface du globe (sur 1,75 millions d'espèces décrites). Sur l'ensemble du continent européen, cela concerne :

- 42 % des mammifères,
- 15 % des oiseaux,
- 45 % des papillons,
- 30 % des amphibiens,
- 45 % des reptiles,
- 52 % des poissons d'eau douce sont menacés d'extinction,
- 25% des espèces forestières sont classées par l'UICN comme menacées d'extinction au niveau européen.
- En Auvergne, c'est 15% de la flore connue qui a déjà disparu en 1 siècle et 30% est menacée.

(sources UE, 2004 ; ETC/BD 2010).

Certain considère cette crise dont nous sommes responsables comme la 6^{ième} extinction de masses équivalent à celle qui a causé la disparition des dinosaures.

La biodiversité liée aux forêts est de loin la plus importante en France métropolitaine comparée à celle des milieux ouverts. Le fonctionnement des écosystèmes forestiers est des plus complexes, régi par de nombreuses interactions entre des organismes vivants dont la présence est indispensable pour optimiser ce fonctionnement (rôle des mycorhizes, des insectes pollinisateurs...). Certains groupes d'espèces, comme par exemple les recycleurs du bois mort, ont même une influence directe sur la productivité, en optimisant une partie du cycle des éléments nutritifs.

De plus, en contexte forestier, est associée à la notion de biodiversité celle de naturalité. Elle se définit comme suit : est qualifié de haut niveau de naturalité un milieu naturel tel que « sa communauté de vie n'est point entravée par l'homme, où l'homme lui-même n'est qu'un visiteur de passage. ». Pour certains milieux il existe clairement une opposition entre biodiversité et naturalité comme les landes secondaires, les prairies ou pelouses en cours d'évolution dynamique. La présence de ces groupements est entièrement dépendante des activités humaines qui les entretiennent. Ainsi sur ces milieux la biodiversité élevée est liée au un faible niveau de naturalité. En revanche, c'est l'inverse pour les milieux forestiers. Plus le temps passe sans perturbation (donc souvent sans intervention humaine) et plus cet écosystème se complexifie et la biodiversité augmente (cf. graphique de droite ci-après, d'après ETC/BD 2010). Ceci rappelle que l'écosystème forestier n'a pas besoin de l'intervention des hommes pour s'épanouir. En revanche, ce sont nos sociétés qui ont besoin de forêts en bonne santé afin de pouvoir bénéficier en retour des services environnementaux indispensables qu'elles nous délivrent (bois, eau et air purifié, récréation, détente...).

Pour la forêt, la biodiversité et la naturalité sont donc liées. Plus la naturalité augmente et plus la biodiversité augmente.

Pour mémoire, les insectes correspondent à 80% de la biodiversité totale tous milieux confondus et 40 % des insectes forestiers sont liés aux phases de sénescence des forêts comme illustré sur le graphique de gauche ci-après (d'après ETC/BD 2010). Ces phases de sénescence forestière sont éminemment dépendantes d'un très haut niveau de naturalité.

Or, ces phases ont tendance à être substituée par les coupes forestières qui interviennent bien en amont de la vie des écosystèmes forestiers (exploitabilité).

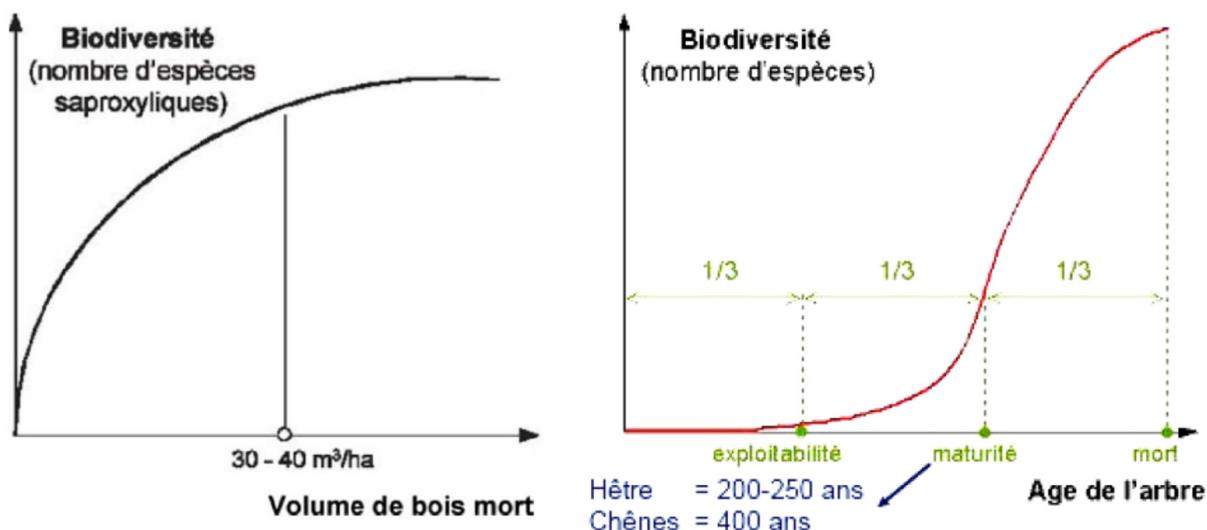


Figure 2 Lien entre biodiversité et naturalité en contexte forestier. Nombre d'espèces saproxyliques inféodées aux vieux arbres : relation entre la richesse spécifique et l'âge des arbres. Le nombre d'espèces saproxyliques monte en flèche une fois que l'arbre a atteint sa maturité et arrive à son maximum à la mort de l'arbre (Source : Branquart et al. 2005).

Ainsi, dans le contexte forestier, la biodiversité est un bon estimateur de la naturalité et inversement. Ces deux concepts sont proportionnellement et positivement liés. Ainsi, une naturalité élevée est synonyme d'une biodiversité élevée.

Une biodiversité, ou un niveau de naturalité élevé, concourt à la résistance des forêts faces aux perturbations et aux maladies, ainsi qu'à la résilience des écosystèmes forestiers. La résilience est la capacité d'une forêt à pouvoir revenir à un état stable après une perturbation. La communauté scientifique a reconnu le fait que la résilience et la capacité d'adaptation aux changements (climatiques notamment) des forêts dépendent du niveau de leur biodiversité et donc de leur naturalité. Ainsi, la présence d'essences pionnières (bouleaux, saules, Tremble...) ou d'espèces compagnes à côté des essences dryades, clés de voûte de l'écosystème, permettra d'accélérer la recolonisation naturelle de parcelles touchées par une tempête, voire l'accession à un nouvel équilibre viable. Maximiser la biodiversité forestière (dont 30 % est liée aux phases de sénescence) c'est maximiser les chances de résilience des écosystèmes forestiers.

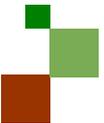
La conservation de la biodiversité forestière des gorges de la Rhue est donc un gage de pérennité de ces milieux remarquables.

Il est donc important de proposer des mesures de gestion pour préserver la biodiversité là où elle est encore élevée.

Devant la grande diversité des forêts du site et des modes de gestion, nous proposons 4 axes de recommandations de gestion des forêts et des bryophytes afin de garantir la conservation de cette richesse naturelle exceptionnelle tout en permettant la poursuite de la production de bois utile dans le contexte actuel d'utilisation des ressources naturelles renouvelables. Il est à noter que les propositions de gestion sont éminemment favorables aux bryophytes mais également à toute la biodiversité forestière (insectes, champignons, lichens ...) liée aux phases de maturation et de sénescence des forêts.

Ces 4 axes sont les suivants et font l'objet d'un chapitre indépendant :

- 1. Propositions de mesures permettant la diffusion des connaissances pour une gestion intégrée**
- 2. Propositions de mesures de conservation des bryophytes remarquables**
- 3. Propositions de mesures de gestion durable des forêts**
- 4. Proposition de mesures de restauration des forêts**



I. GESTION FORESTIERE : GUIDE DES BONNES PRATIQUES

La vallée de la Rhue possède une culture sylvicole très ancienne. Un nombre conséquent de propriétaires perpétuent cette pratique en gérant leurs forêts et en exploitant leurs bois. L'exploitation forestière reste une des principales sources de revenus dans la vallée. Les essences sont diverses tant en résineux (sapin, épicéa, douglas,...) qu'en feuillus (hêtre, chênes, érables, tilleuls,...). Ces forêts sont le plus souvent gérées en futaie irrégulière. Mais, des plantations résineuses sont également observées sur certaines zones. Pour partie, elles sont issues des replantations suite aux tempêtes de 1982 et de 1999.

Les bryophytes constituent un nouvel enjeu majeur, au même titre que les insectes saproxyliques ou les chauves-souris. La conservation de ce patrimoine de valeur internationale appelle des recommandations spécifiques dont l'objectif est de progressivement sortir de « l'optimum productif » qui a prévalu depuis des décennies pour aller vers l'excellence environnemental ! C'est le sens de l'histoire dans le contexte actuel de 6^{ième} extinction de masse de la biodiversité terrestre.

MESURES 1 : CONNAITRE POUR PROTEGER

- Informer les propriétaires privés et publics du nouvel enjeu écologique que sont les bryophytes remarquables dans leurs parcelles. La carte GG permet de préciser les secteurs concernés. Le Document d'Objectifs du site Natura 2000 intégrera ces nouvelles données et sera mis à disposition des utilisateurs du site.
- Rédiger, modifier les plans simples de gestion, ou règlement type de gestion des forêts privée et les plans d'aménagement des forêts publiques concernées, afin d'intégrer la prise en compte des mesures ci-après.
- Modifier le périmètre du site Natura 2000 afin d'intégrer dans ce réseau les stations les plus remarquables. A ce titre, ces habitats pourront bénéficier de financement européen pour subvenir à leur protection. En effet, l'examen de la carte GG permet de constater que certaines populations de bryophytes exceptionnelles (*Breutelia chrysocoma*, *Plagiochila exigua*, etc...) ne sont pas incluses à l'intérieur du périmètre actuel du site N2000. Une extension du site se justifie donc pleinement.

Dans les Gorges de la Rhue, les professionnels de la forêt ont un impact global relativement neutre sur l'environnement. Cependant, cela n'exclut pas, en temps normal, des impacts négatifs ponctuels (voirie, place de dépôt, plantation d'essences non autochtones). Il a été constaté de gros contrastes en fonction de l'accessibilité. Dans certains secteurs difficiles d'accès, les milieux forestiers tendent vers une maturation, une naturalité croissante (bas de pente, versants très pentus...). Et d'autres secteurs bénéficiant d'une desserte optimale présentent des cortèges végétaux et animaux d'une banalité croissante (augmentation des insectes ravageurs des essences exotiques introduites en l'absence de leurs prédateurs). Les impacts constatés sont :

- La destruction ou la dégradation d'habitats ou d'espèces patrimoniaux lors des coupes et travaux mal planifiés (création de pistes de desserte dans des éboulis fragiles, passage d'engins forestiers sur une trop grande surface des parcelles, changement d'essences objectives, raréfaction des très vieux peuplements, diminution des micro-habitats dans les peuplements...),
- Dégradation de zones humides lors de travaux et coupes forestières (exploitation et création de pistes de débardage en période pluvieuse, traversée à gué de ruisseau, rémanents stockés dans les fossés et mares,...),

- Lors des coupes et travaux, le dérangement d'une faune encore exceptionnelle durant les périodes de reproduction (notamment avifaune).

Toutefois, comme précisé plus haut, ces impacts négatifs sont encore localisés et dans les Gorges de la Rhue plus qu'ailleurs dans le département il est possible de concilier un objectif de gestion durable des richesses naturelles en maintenant les pratiques actuelles mais en les faisant évoluer à la marge et en veillant à ce qu'elles ne s'intensifient pas dans le futur. En effet, la principale menace qui pèse sur les forêts du site est l'intensification des pratiques sylvicoles qui pourrait être induite par la crise énergétique à venir et l'engouement pour le bois énergie.

MESURES 2 : MESURES DE GESTION CONSERVATOIRE DES BRYOPHYTES REMARQUABLES

La préservation du patrimoine bryophytique nécessite la mise en place de mesures de conservation. En tout premier lieu, il est préconisé de :

- Rechercher, préserver et/ou développer la trame verte. Il s'agit de mettre en place un réseau d'îlots de vieux bois et de corridors de connexions. Ces îlots et corridors permettent la survie de nombreuses espèces entièrement dépendantes des arbres de gros diamètre, sénescents ou morts, dont on a préalablement souligné l'importance pour le cortège saprolognicole, les espèces liées aux dendrotelmes et l'ensemble des bryophytes inféodées aux habitats rocheux intraforestiers.

Cette mesure permet la conservation des secteurs considérés localement comme des « hot-spots » pour la bryoflore.

Vue la très faible étendue des stations de bryophytes à enjeux dans le site et sans connaissance approfondie sur les niveaux d'intensité des pratiques sylvicoles que ces stations sont susceptibles de supporter, le principe de précaution nous incite à croire que l'exploitation forestière de certaines parties de parcelles serait incompatible de quelque manière que ce soit avec la préservation de ce cortège de mousses exceptionnelles.

Il s'agit essentiellement des parcelles situées à proximité immédiate des populations d'espèces les plus menacées. Le but principal est que cet ensemble de parcelles joue ici le rôle de réservoir-source dans l'optique d'une amélioration du statut des populations.

Cette non intervention sera également **favorable à d'autres groupes taxonomiques très sensibles comme la faune liée aux arbres morts et à cavité, les lichens, les champignons.**

Cette mesure indispensable est cependant localisée et ne concerne qu'une petite surface du site. Le plan ci-après propose une répartition idéale et optimale de ces îlots aux vues des connaissances actuelles sur la répartition des richesses en bryophytes, insectes saproxyliques, lichens et champignons liés aux phases de sénescences des forêts dans le site.

De plus, souvent la mise en place d'îlots s'accompagne du recrutement d'arbres sénescents ou morts et des arbres à cavités disséminés au sein des zones productive et désignés pour être conservés.

Cependant, ces arbres bien qu'intéressants pour la biodiversité générale, ne suffisent pas à assurer une conservation efficace de la biodiversité liée aux forêts mûres : ils conviennent en effet plutôt à des espèces de forêt « claire » (c'est-à-dire moins de 60-70% de couvert) ou de milieux ouverts, mais très rarement aux espèces de forêt « fermée » (c'est-à-dire plus de 70% de couvert). Le maintien de ces dernières nécessite au contraire de conserver des peuplements adultes préservant « l'ambiance forestière » : c'est le rôle des « îlots de vieux bois », terme générique désignant l'ensemble des « îlots de vieillissement » et des « îlots de sénescence ».

Cependant, les « îlots de vieillissement » ne sont pas à favoriser ou du moins doivent venir compléter les îlots de sénescence décrit ci-après car, bien qu'ils concernent de petits peuplements ayant dépassés les critères optimaux d'exploitabilité économique et qui bénéficient d'un cycle sylvicole prolongé pouvant aller jusqu'au double de celui-ci, ces îlots de vieillissement peuvent faire l'objet d'interventions sylvicoles, les arbres du peuplement principal conservant leur fonction de production. Du fait du maintien de l'exploitation de ces îlots, les guildes faunistiques ou floristiques des phases de sénescence en cours d'installation seront anéanties alors même qu'elles venaient de s'y installer.

Il vaut mieux privilégier le deuxième type d'îlot, à savoir les « îlots de sénescence ». Ce sont de petits peuplements laissés en évolution libre sans intervention culturale et conservés jusqu'à leur terme physique, c'est à dire jusqu'à l'effondrement des arbres. Les îlots de sénescence sont composés d'arbres qui présentent une valeur biologique particulière dits "arbres bio" : gros bois à cavité, vieux bois sénescents, arbres abritant une flore et/ou une faune indicatrice de continuité forestière. Les îlots de sénescence sont donc préférentiellement recrutés dans des peuplements de qualité écologique élevée. Pour des raisons de sécurité et de responsabilité, ils sont choisis hors des lieux fréquentés par le public).

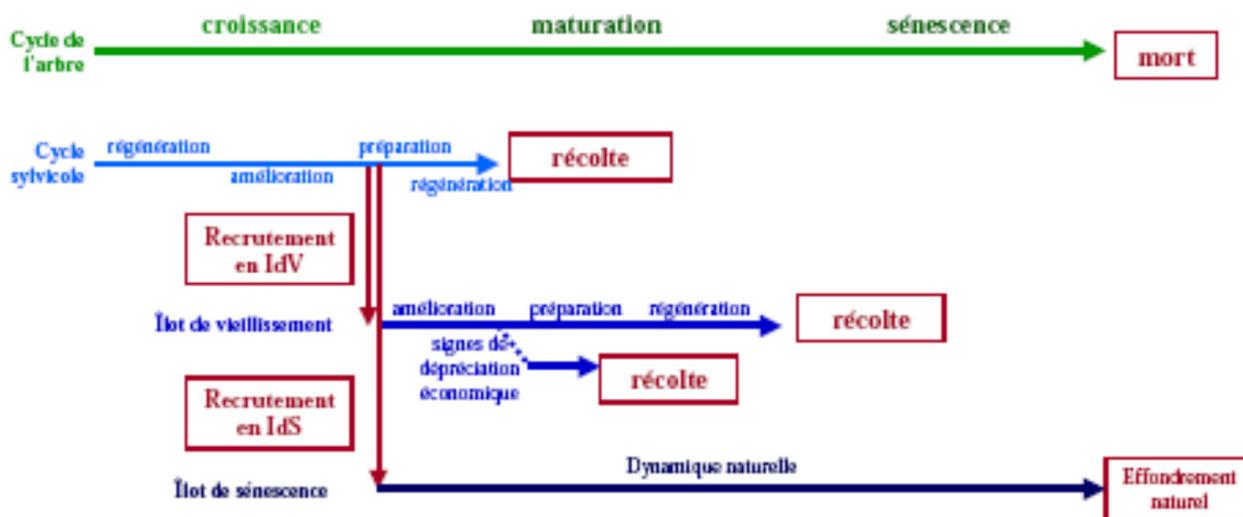
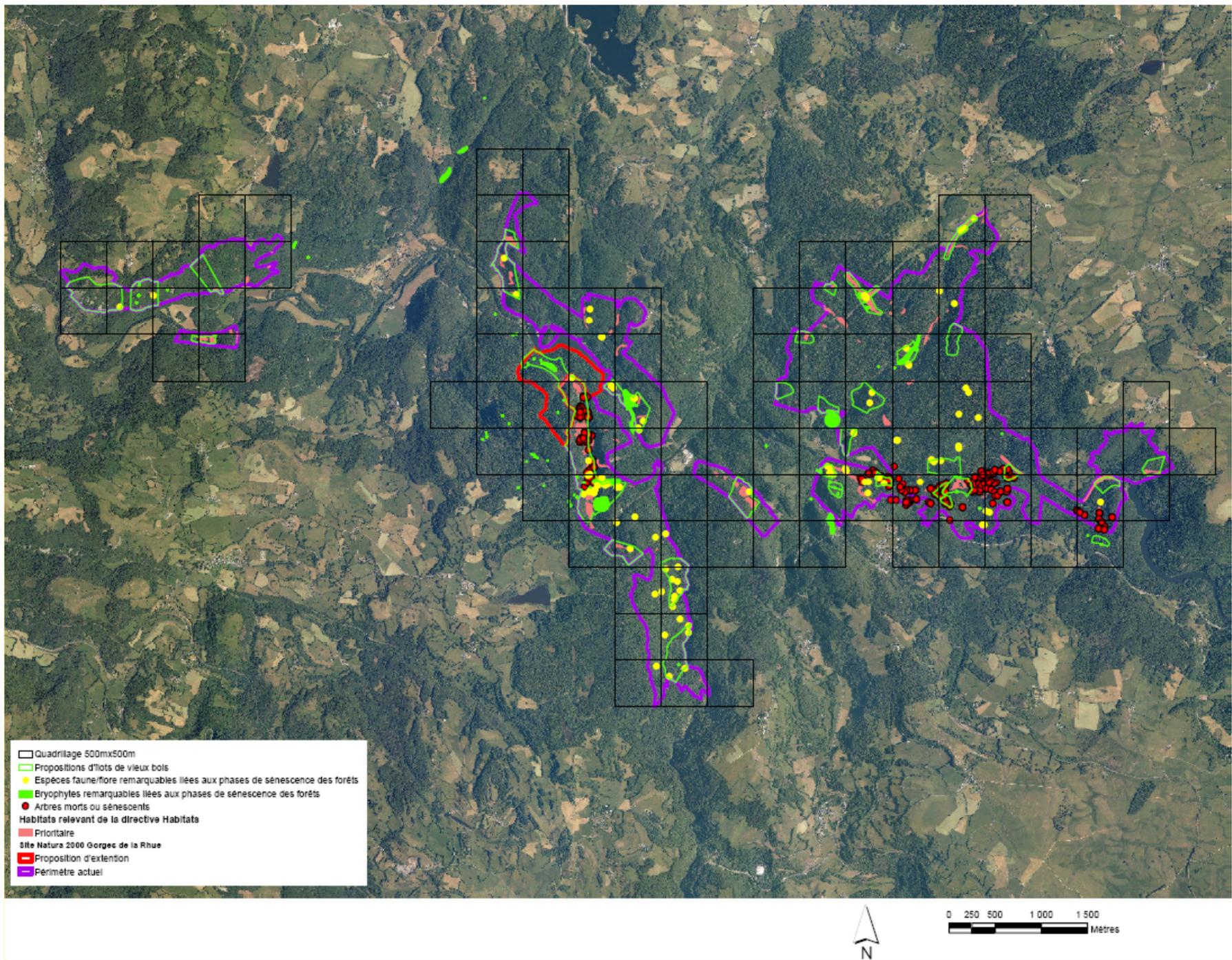


Figure 3 Place des îlots de vieux bois dans la gestion sylvicole (d'après NS-STF- n°05/2005 ONF)

EN PRATIQUE

- Ces îlots devront être de surface minimum de 4 ha d'un seul tenant par îlot. La capacité de dispersion des bryophytes n'étant pas bien connue (liée à l'eau de ruissèlement), elle doit être relativement faible. Nous conseillons donc à minima de positionner les îlots à une distance relativement faible (max 500 m) du cœur du site à savoir la Combe Noire et environ, le secteur de Coindre versants orientés au Nord, les forêts publiques de Saint-Amandin notamment la forêt sectionale, les forêts de Cornillou, et devront être disposés maximum tous les 500 m en chapelets plus ou moins connectés. L'axe de connexion à privilégier est bien entendu le réseau hydrographique et ses habitats forestiers (ripisylves, Hêtraie-Frênaie, Saulaies, Boulaies etc.) immédiat d'une largeur de 5 à 20 m de part et d'autre des berges du lit mineur des ruisseaux. Dans l'idéal, l'ensemble des îlots/corridors devrait concerner 5% de la surface productive des massifs forestiers des Gorges de la Rhue,
- Centrer les îlots autour des populations de bryophytes menacées, à faible capacité de dispersion. Ils doivent également s'appuyer sur la présence concomitante d'arbres à microhabitats et idéalement des arbres morts. Ils doivent être situés dans des peuplements adultes, les vieux peuplements étant bien sûr les plus intéressants. Privilégier les zones forestières autour des accidents rocheux (falaises, éboulis). Cela se justifie dans la mesure où ces végétaux sont d'excellents indicateurs de la continuité forestière. On peut aussi envisager de recruter des îlots de vieux bois sur des secteurs où les peuplements sont jeunes ou composés d'essences pionnières locales permettant de renforcer la continuité entre les îlots,
- Les îlots devraient être composés, autant que faire se peut, d'arbres sénescents des essences principales ou secondaires du peuplement, pour un volume à l'hectare d'au moins 5 m³ de bois fort avec l'idée d'atteindre un idéal de 15 à 20 arbres morts, à cavités ou simplement sénescents par hectare,
- Abandonner l'objectif de production : proscrire toute intervention sylvicole sur ces îlots y compris tout passage d'engins motorisés ou non,
- Délimiter/marker les îlots réservés sur site voire les arbres sénescents et/ou à cavité, faire le levé/report cartographique de ces localisations. En effet, ces îlots/corridors doivent être délimités sur le terrain de façon à être facilement identifiés par les différentes personnes intervenant en forêt,

Dans le site Natura 2000, cette action peut faire l'objet d'un contrat Natura 2000 (mesure Bois sénescents) et présenter une alternative économiquement très intéressante face aux interventions sylvicoles. Le propriétaire/gestionnaire s'engage sur 30 années à ne pas couper l'îlot en échange d'une rétribution couvrant la surface et la valeur sur pieds des arbres de l'îlot. Cette mesure est la plus contractualisée dans les sites Natura 2000 à vocation forestière. Les montants peuvent dépasser les 2000 €/ha. Au terme des 30 années le propriétaire/gestionnaire retrouve la jouissance de sa forêt. Un tel contrat est en cours de montage pour le secteur de la Combe noire.



Carte 2 Carte de proposition de placement théorique des îlots de vieux bois

Bien évidemment, les propositions concernant la Combe noire sont prioritaires.

Si tout ou partie de ces propositions de localisation ne sont pas possible, voici ci-après une méthodologie pour mettre en place cette trame de vieux bois de manière structurée.

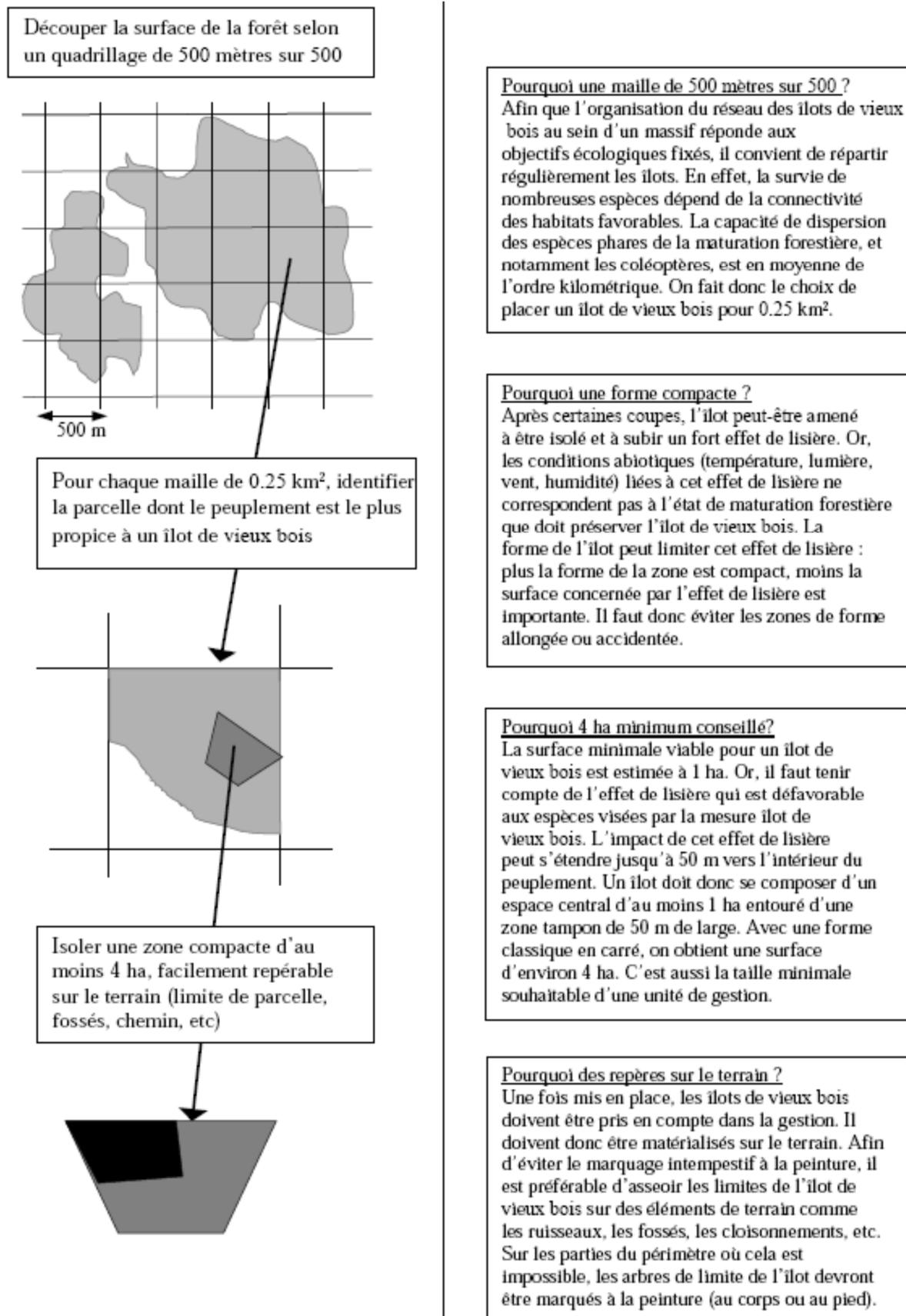


Figure 4 Proposition de méthodologie pour la mise en place de la trame verte.

Toutefois, dans les Gorges de la Rhue, même dans la Combe Noire, une sylviculture reste possible de façon à ne pas mettre en péril le système économique lié à la forêt. Il faut toutefois prendre en compte la présence des îlots et des corridors préalablement mis en place. Conserver le patrimoine actuel est sans doute une priorité, mais favoriser l'émergence de nouveaux sites riches en bryophytes doit également figurer au rang des objectifs de gestion. Les secteurs encore potentiels mais au sein desquels la diversité bryologique est faible et où aucune espèce sensible n'est recensée sont les secteurs prioritaires en termes de gestion, dans la mesure où il s'agit des plus potentiels dans l'optique d'une amélioration. Dans ces parcelles, l'adoption de bonnes pratiques sylvicoles est indispensable.



Photo 23 Bois mort au sol colonisé par les bryophytes

MESURES 3 : MESURES DE GESTION DURABLE DES FORETS ET DE LA RESSOURCE EN EAU

La gestion durable du reste des peuplements productifs des forêts des gorges de la Rhue passe par l'application d'une gestion pérenne sur le long terme dite en bon père de famille. Cette gestion passe par l'application des préconisations suivantes :

- Traiter les peuplements en futaie irrégulière par bouquets de 10 ares maximum en visant un prélèvement maximum de 100 m³/ha,
- L'âge d'exploitabilité des essences devrait être rallongé tout comme l'intervalle de temps entre les rotations (coupes et travaux). Ainsi :
 - Espacer les coupes tous les 15-20 sur une même parcelle,
 - Prélever les arbres « mûres » de diamètre (à 1,3m) 45-55 pour les Hêtres et Sapins.
- Afin de garantir le maintien d'un couvert continu, le prélèvement ne devrait pas excéder 25 à 30% du couvert sur chaque bouquet,
- Respecter le plus possible un équilibre scrupuleux des classes de diamètres à l'échelle des parcelles ou massifs. Dans l'idéal le type futaie jardinée serait indiqué, d'autant que les deux essences majoritaires (Hêtre et Sapin) s'y prêtent parfaitement. Des coupes par bouquets (maximum 5000 m² de surface d'un seul tenant) peuvent être localement indiquées pour permettre le maintien des groupements liés aux écorces de saules et de sureaux (cortège à *Orthotrichum rogeri*),
- Conserver les houppiers démembrés, voire non démembrés sur le parterre des coupes afin de maximiser les microhabitats,
- D'une manière générale, la conservation du sapin et du hêtre est essentielle. Dans les éboulis les essences d'accompagnements (*Tilia platyphyllos*, *Acer pseudoplatanus*, *Fraxinus excelsior*, *Sorbus aucuparia*...) ont une grande importance et doivent être conservés. Il s'agit en effet d'essences autochtones qui concourent à la grande richesse bryologique des éboulis, par leurs écorces riches en bases et en nutriments, favorisant les épiphytes, et par la litière aux propriétés particulières qu'elles produisent. Le rééquilibrage visant à un retour à des proportions plus naturelles, avec plus de hêtre et de chêne, permettra de favoriser les épiphytes, comme *Dicranum viride* en situation de refuge. La substitution des essences en place par des essences dites « plus adaptées » aurait des conséquences catastrophiques sur la diversité bryologique ainsi que sur la fonctionnalité des écosystèmes. En effet, ces essences non autochtones réduisent et banalisent la flore et la faune qu'elles abritent ce qui diminue d'autant la résilience des peuplements face aux changements climatiques en cours,
- Maintenir et favoriser un mélange résineux/feuillu. Les choix de sylviculture du passé ont eu tendance à favoriser les résineux or, les feuillus abritent plus de faune que les résineux, notamment les chênes. Permettre leur présence au sein des peuplements productifs est un gage de maximisation de la biodiversité forestière,
- Maintenir un sous-étage important, riche et diversifié, et favoriser une forte stratification verticale des peuplements,
- Créer ou maintenir des lisières riches en arbustes (bordures de pistes par exemple),
- Porter le diamètre d'exploitabilité à 40-50 cm pour le Hêtre et le Sapin et conserver des surséserves,

- Maintenir les arbres à cavités, les chandelles, les arbres fendus, les arbres morts avec écorce décollée, etc. sur l'ensemble du massif,
- Favoriser les méthodes douces d'exploitation moins impactantes pour les sols, la flore, la régénération, les strates basses, les arbres morts, les arbres réservés ou non marqués. Exemple : la technique du câble mât ou câblage à distance par les skidders depuis la desserte ou les cloisonnements d'exploitations et mettre en vente selon la méthode du bois façonnés bord de route,
- Pour la biodiversité ordinaire et les milieux humides se reporter aux Règlement national d'exploitation forestière et au Règlement national des travaux et services forestiers,
- De plus, la dynamique des peuplements doit être prise en compte, l'objectif en termes de gestion étant de gérer une véritable mosaïque de stades différents, optimum à la fois pour la production forestière et la biodiversité. Les forêts climaciques sont constituées schématiquement d'une mosaïque de quatre unités fondamentales évoluant dans le temps et dans l'espace. A l'échelle du site, les données suivantes peuvent servir de guide :
 - phase d'innovation, liée aux trouées de chablis ou aux coupes ; cette phase est représentée dans le site par formations arbustives artificielles, dues à des travaux forestiers ; un des objectifs serait d'augmenter les surfaces naturelles de cet habitat, en laissant se recoloniser spontanément des trouées de chablis au sein de peuplement mûrs ; ces stades jeunes peuvent être privilégiés dans les secteurs moins riches et où les enjeux sont moindres ; ces stades peuvent également participer à la diversification des cortèges bryologiques,
 - phase d'aggradation, phase croissance et d'expansion en hauteur et latérale ; les peuplements jeunes, en cours de développement couvrent des surfaces significatives dans le site ; il conviendrait de laisser croître et vieillir de telles parcelles, afin d'augmenter les surfaces de la phase suivante,
 - phase « biostatique », phase de maturation, la plus stable ; cette phase est moyennement représentée dans le site, mais il conviendrait de laisser mûrir de nombreuses parcelles afin d'augmenter les surfaces,
 - phase de sénescence, et une forte mortalité avec accumulation maximale de matière organique, dont le bois mort ; cette phase est la plus importante et l'augmentation des surfaces doit constituer un objectif prioritaire ; cette phase doit dominer, en mosaïque avec la précédente, dans les secteurs à enjeux prioritaires,
 - Dans l'idéal la mosaïque générée par la gestion sylvicole devrait mimer celle que l'on trouve dans les systèmes naturels, d'où la nécessité de disposer d'un site vaste et cohérent au plan écologique, où la mise en place d'un plan global est possible.
- L'eau est un des enjeux environnementaux majeurs. Pour préserver sa qualité et sa quantité au travers d'une gestion durable des habitats naturels associés, la présence de végétation en rive notamment arborescente (ripisylve) est très importante. Elle permet le maintien de l'équilibre des cours d'eau (qualités biologique et hydraulique) ainsi que le maintien des berges, par le réseau des racines. Elle est la ressource principale pour la production primaire dont dépend toute la chaîne trophique et constitue un corridor de déplacement très apprécié pour la faune et la flore. Il est donc principalement préconisé une non intervention sur ces milieux sur une bande de 10 m de part et d'autre des rives du lit mineur. Conserver et maintenir les zones humides et les eaux stagnantes annexes aux cours d'eau à l'échelle du bassin versant (ces zones sont d'importants réservoirs de biodiversité). Ne pas procéder à l'assèchement, au drainage ou au remblaiement de ces zones.

- Préserver la diversité naturelle des cours d'eau : à l'échelle du lit majeur et des boisements riverains : Ne pas planter de résineux à moins de 30 mètres des cours d'eau. La fonctionnalité naturelle du milieu aquatique, qui génère des zones aux rythmes et aux faciès différents, sera favorisée. Les secteurs de type plat des cours d'eau doivent être prioritairement conservés. A l'échelle du bassin versant : respect du principe de libre divagation des rivières. Un espace minimal devra être attribué au cours d'eau pour qu'il puisse assurer son équilibre géodynamique et écologique.
- Proscrire les actions lourdes d'entretien du lit par calibrage/recalibrage, dragage... ou tous travaux d'aménagements pouvant entraîner des conséquences importantes sur le fonctionnement hydraulique du cours d'eau (sauf dans le cadre d'interventions en génie écologique). Limiter les interventions lourdes sur les berges. Dans le cas où un entretien est nécessaire, préférer un entretien de la ripisylve manuel à un entretien mécanique ou chimique. Ne pas stocker le bois à proximité des cours d'eau. Ne pas laisser les rémanents dans les mares ou milieux humides après les exploitations. Limiter au maximum le passage des engins d'exploitation sur les berges et utiliser des kits de franchissement temporaire de cours d'eau chaque fois que nécessaire. Raisonner l'enlèvement des embâcles (expertise/consultation requise). Eviter l'artificialisation (protection des berges par des enrochements, etc.) et privilégier les techniques naturelles (plantation d'essences locales, techniques de génie végétal, accompagnement de la recolonisation naturelle),
- Sur les zones tampons d'une hauteur d'arbre dominant (environ 25-30 m) autour des îlots de sénescence et corridors, la cueillette forestière ne devrait concerner au maximum qu'une tige sur 5 tous les 20(30) ans, en prenant soin cependant de ne jamais prélever les dominants et de faire un abattage centripète hors îlot.
- Si le traitement en irrégulier est non retenu :
 - Veiller à un scrupuleux équilibre des classes d'âges sur le long terme,
 - Porter l'âge d'exploitabilité du Pin laricio à 250 ans,
 - Répartir de façon homogène les groupes de régénération et d'amélioration, sur l'ensemble de la zone productive

Dans le cadre de Natura 2000, ces préconisations peuvent être compensées financièrement par des contrats Natura 2000. Les gestionnaires et propriétaires forestiers intéressés sont invités à se rapprocher de l'animateur du site Natura 2000 (cf. contact en fin de brochure).

MESURES 4 : MESURES DE RESTAURATION DES FORETS

Pour les parcelles déjà dégradées, les orientations sont les suivantes :

- favoriser le retour d'essences autochtones,
- proscrire l'ouverture de nouvelles pistes (qui peuvent de façon pernicieuse bouleverser totalement les écoulements superficiels par modification du réseau microtopographique, en amont des affleurements rocheux),
- pratiquer une gestion en futaie irrégulière par petits parquets (inférieurs à 0.5 ha) afin de restaurer un éclaircissement optimal pour la bryoflore,
- favoriser l'hétérogénéisation dans les parcelles régulières ou irrégulières,
- privilégier l'emploi du câble-mât pour les opérations de débardage. Les coûts d'exploitation avec cette technique sont maintenant comparables à ceux du couple skidder/porteur,
- La création de nouveaux plans d'eau doit être proscrite. Cette pratique entraîne des modifications sensibles dans l'écoulement de l'eau et la circulation des masses chargées d'humidité. Elle entraîne une profonde modification de l'ambiance forestière capitale pour le maintien des cortèges bryophytiques. D'autre part, elle entraîne le remplacement de parcelles boisées, riches en épiphytes, par des surfaces dépourvues de végétation bryologique.
- La réapparition d'espèces sensibles disparues du site, ou présentes sous forme de très petites colonies, peut être un objectif. Le retour de *Harpanthus scutatus*, espèce exceptionnelle inféodée aux gros fûts pourrissant au sol, peut être un objectif intéressant. Cette espèce, ainsi que la totalité des espèces du cortège des bois morts au sol, nécessite des bois autochtones pour se développer. Les résineux exotiques ne doivent donc pas être utilisés. L'identification et la conservation jusqu'à effondrement naturel d'arbres morts ou sénescents disséminés dans les peuplements productifs devrait être mis en place dans chaque hectare géré. En ce qui concerne les volumes, entre les seuils préconisés par les normes de l'ONF (5 m³/ha) et les volumes d'une forêt naturelle (plusieurs dizaines de m³/ha), l'écart est immense. L'objectif de 15 m³/ha minimum semble raisonnable dans le contexte biogéographique et sylvicole local (d'après Stokland & al 2012). Notons que pour les bryophytes, les bois morts sur pied en tant que support, sont moins importants que pour d'autres groupes végétaux ou animaux. De plus, avec cette mesure, les espèces des dendrotelmes pourront un jour être observées dans le site si des arbres vétérans, déformés et à cavité sont laissés en place. Les dendrotelmes peuvent être nettement favorisés dans des zones à faible production (type taillis de hêtre) par une sylviculture type « cueillette » ou taillis fureté notamment là où l'on souhaite garder des dotations de bois de chauffage. Cette notion de bois mort sur pied ou au sol doit être considérée comme dynamique. Les phases de succession des cortèges de bryophytes nécessitent un renouvellement du bois mort, surtout pour les espèces saprologiques qui sont fugaces, sensibles à la compétition interspécifiques et donc présentes très brièvement (à l'échelle de temps de décomposition d'une grosse pièce).



J. PERSPECTIVES

En général, les bryophytes ne font pas partie des préoccupations du gestionnaire. Elles constituent toutefois un élément important du patrimoine végétal, et contribuent à la fonctionnalité des écosystèmes forestiers (rôle d'éponge, microhabitats pour les arthropodes et les oiseaux, cycle de la matière organique, etc.). Les gorges de la Rhue font figure de site pilote pour l'intégration du groupe des bryophytes au cœur des stratégies de gestion du milieu forestier. En effet, le site :

- est un haut-lieu de la diversité bryologique en France et en Auvergne,
- concentre un nombre exceptionnellement élevé de taxons remarquables,
- est majoritairement forestier,
- compte des surfaces très significatives de forêts anciennes,
- est un modèle de richesse et de complexité des microhabitats (en lien avec le cycle de la matière organique, le réseau hydrographique, etc.).

Sur la base de l'expérience acquise dans ce site, certaines des mesures préconisées pourraient être appliquées, moyennant quelques adaptations en fonction du cadre géographique, de l'ancienneté des boisements, etc, à d'autres sites forestiers ailleurs dans le Massif central et en France. Il convient toutefois d'insister sur le fait que les mesures énoncées dans ce document peuvent ne pas être transposables à certains domaines biogéographiques de plaine où la sylviculture qui est pratiquée est bien différente de celle qui a cours dans les gorges de la Rhue.

Des actions de sensibilisation pourront être organisées une fois par an (1 jour/an), comme appui à l'utilisation pratique de ce manuel. Ces actions d'information seront à destination des propriétaires et des gestionnaires forestiers du site et des sites proches.

Des actions de renforcement de populations pourraient être envisagées pour certaines espèces pour lesquelles les enjeux conservatoires sont de première importance. Les espèces ciblées en priorité sont celles qui sont aujourd'hui incapables de se reproduire sexuellement et qui ne possèdent pas de moyen de multiplication végétative spécialisée : *Frullania jackii*, *Harpalejeunea mollerii*, *Lejeunea patens*, *Plagiochila bifaria*. L'efficacité de ces espèces pour la colonisation de nouveaux sites semble excessivement faible et lente, et sans doute incompatible avec le rythme actuel d'évolution des milieux forestiers d'accueil. Pour ce lot d'espèces, il semble donc opportun de pratiquer une gestion active, consistant à l'introduction dans de nouveaux sites. Pour *Plagiochila exigua*, la situation est quelque peu simplifiée du fait de la possibilité de fragmentation végétative. *Breutelia chrysocoma* est presque certainement une espèce relictuelle dans les gorges de la Rhue, dont l'aire s'est contractée jusqu'à ne plus occuper qu'un minuscule éboulis du fond de la Combe Noire. Cette espèce est en grand danger d'extinction dans ce site. La réintroduction de cette espèce pourrait être facilitée par l'existence de sporophytes et sa taille, qui en fait un candidat facile à déplacer sous forme de petites colonies décimétriques. Le choix de sites d'accueil potentiels est sans aucun doute déterminant et conditionnera les chances de succès. Il s'agit de localiser des sites sans aucune contrainte de propriété, relativement distants des gorges de la Rhue et aux caractéristiques mésologiques comparables. Un suivi annuel devra également être entrepris à la suite de la mise en œuvre de cette action.



K. REMERCIEMENTS

Yves Garnier pour les échanges concernant les questions microclimatiques.

Thierry Gautrot pour ses remarques précieuses sur les mesures de gestion.



L. REFERENCES

BRANQUART E., VANDEKERKHOVE K., BOURLAND N. & LECOMTE H., 2005 - Les arbres sur-âgés et le bois mort dans les forêts de Flandre, de Wallonie et du Grand-Duché de Luxembourg. In : Vallauray et al. (coord.), Bois mort et à cavités - une clé pour des forêts vivantes. Paris : TEC & DOC.

BÜTLER, R., 2006 - Le bois mort et les vieux arbres: le signe d'une gestion forestière moderne et durable. La Forêt, 1: 10-13.

HÉRIBAUD J., 1899 - Les Muscinées d'Auvergne. Mémoires de l'Académie des Sciences, des Belles-Lettres & des Arts, Clermont-Ferrand, 2ème série, 14, 544 p.

HUGONNOT V. & CELLE J., 2013 - Première liste rouge des bryophytes d'Auvergne. Conservatoire Botanique National du Massif Central.

HUGONNOT V. 2016. – La flore bryologique des Gorges de la Rhue. Conservatoire botanique national du Massif central \ Office national des forêts, 28 p.

STOKLAND, JOGEIR N., et al., 2012 - Biodiversity in dead wood, Cambridge University Press, 509 p.

UICN France, 2011 - Guide pratique pour la réalisation de Listes rouges régionales des espèces menacées – Méthodologie de l'UICN & démarche d'élaboration. Paris, France, 56 p.