

Sol sensible ou résistant ? Éléments simples de diagnostic de la sensibilité à la dégradation chimique ou physique

par Bernard Jabiol^a, Jacques Ranger^b et Claudine Richter^c

^aENGREF, 14, rue Girardet, CS 4216, 54042 Nancy
jabiol@engref.fr

^bINRA – Nancy, 54280 Champenoux
ranger@nancy.inra.fr

^cONF – STIRNE, Parc de Haye, 54840 Velaine-en-Haye
stirne@wanadoo.fr

Avant-propos

Cet article, rédigé avant tempêtes et publié dans le numéro 253 de La Forêt Privée¹ a été soumis aux experts dans la mesure où le sujet abordé - la dégradation physique ou chimique des sols - se trouve être un thème clef de la reconstitution suite aux tempêtes de décembre 1999. Il a été complété d'une note de synthèse (insérée en italique dans le texte), dont l'objet est précisément de mettre en exergue les principaux risques de dégradations des sols dans un tel contexte.

La série d'articles sur le sol parus dans les n° 246 à 249 de *La Forêt Privée* a bien montré que les sols forestiers actuels n'étaient pas à l'abri de « dégradations » possibles, c'est-à-dire de baisse de leur potentiel de production à court ou moyen terme. Ces dégradations peuvent être le fait soit d'activités humaines générales (via des pollutions de l'air ou des eaux), soit des interventions sylvicoles elles-mêmes : substitution d'essences, types d'opérations sylvicoles. Mais leur impact sera très différent selon les conditions écologiques et, en particulier, les caractères du sol. Certains sols seront résistants (sur le plan chimique on dira « tamponnés ») et d'autres au contraire très fragiles.

L'objectif de ce dernier article est d'essayer de donner aux propriétaires ou aux gestionnaires un certain nombre d'éléments de diagnostic simples de la sensibilité de ces sols à la dégradation, assortis d'un certain nombre de précautions utiles à respecter sur le plan sylvicole dans un souci de gestion durable.

Les risques présentés correspondaient à deux grands types de facteurs de production que nous reprendrons séparément encore ici :

- les qualités nutritionnelles du sol, indissociables de ses caractères biologiques (humus et mycorrhization) ;
- les qualités physiques du sol influant sur les possibilités de prospection racinaire. Ce second facteur peut affecter le facteur principal de la production forestière en France, qui est le facteur « réserve en eau du sol ».

¹ *La Forêt Privée*, 61, av. de la Grande-Armée, 75782 Paris cedex 16.

Remarque : il est un troisième type de facteur de production qui n'a pas été abordé dans cette série d'articles, c'est celui de l'excès d'eau. Les effets des interventions sylvicoles sur l'engorgement sont plus connus depuis une trentaine d'années et correspondent, rappelons-le, soit à des améliorations de la circulation des eaux et donc de l'aération des sols après drainage, soit au contraire à des aggravations de ces conditions lorsque les opérations sylvicoles diminuent trop fortement la « pompe » végétale, par coupes rases sur de grandes surfaces, en particulier.

Concernant les deux premiers types de facteurs, l'article de Ranger et Bonneau et celui de C. Richter avaient mis en évidence le manque de connaissances et d'outils scientifiques pour faire des prévisions précises relatives à l'évolution de tous les sols en fonction de leurs caractères et des interventions et, par exemple, de quantifier des apports de fertilisants comme le ferait un agriculteur.

Les éléments de connaissance que nous vous proposons resteront donc généraux et n'auront d'autre souci que de diagnostiquer et limiter des risques, tant il est vrai que, sur tous les plans, la prévention est plus facile et moins coûteuse que la correction. Sur le plan chimique, C. Nys a bien montré dans le précédent numéro (n°252) l'effet positif, parfois à long terme, des amendements pour redresser le statut chimique de certains sols qui auraient risqué de conduire à des dysfonctionnements graves de l'écosystème sous certaines sylvicultures ; lorsque l'on ne souhaite pas faire de telles interventions, une adaptation de la sylviculture est alors indispensable. Sur le plan physique, la correction est non seulement presque toujours difficile mais souvent même impossible (tassements profonds, érosion...). Cette prévention a sa place, rappelons-le, dans un souci de gestion durable des qualités du sol. Si nous ne parlons ici que de la composante « sol » de l'écosystème forestier, n'oublions pas, par ailleurs, que d'autres composantes peuvent en être affectées par les interventions humaines.

Diagnostic de terrain de la sensibilité des écosystèmes à la dégradation des conditions nutritionnelles

L'article de Ranger et Bonneau (*La Forêt privée* n°247) nous a indiqué que les qualités et la fragilité trophiques d'une station dépendaient à la fois :

- des apports acides ou fertilisants par les pluies. Retenons que la situation en région industrielle ou dans le Nord-Est de la France sensibilise les stations à l'acidification par rapport aux situations plus générales traitées au tableau I (ci-après). De même, un peuplement résineux à petites aiguilles accélère le « captage » des éléments acidifiants de l'atmosphère ;
- des flux d'altération de la roche : aucun diagnostic de routine n'est possible autre que très grossier : on sait, par exemple, que les roches calcaires, mais aussi les alluvions, assurent des flux importants, alors que l'altération des roches acides (granite, schistes...) ne fournit que très peu d'éléments chimiques. La présence et la profondeur de calcaire dans la terre (effervescence de la terre fine à l'acide) ou sous forme de roche en profondeur seront donc un élément de diagnostic majeur ; dans le premier cas, il ne faudra cependant pas oublier que ce calcaire peut devenir toxique pour certaines espèces s'il apparaît à proximité de la surface ; dans le deuxième cas, la « remontée biologique » d'éléments chimiques à partir de la dissolution de la roche sera d'autant plus limitée que sa profondeur sera grande ;
- des flux issus de la décomposition de la matière organique : ces flux sont liés à l'activité biologique, en particulier la présence ou non de vers de terre, et pourront donc être évalués grâce au diagnostic des formes d'humus présentés par J.-F. Ponge (*La Forêt privée* n°248) ;

- des teneurs en éléments disponibles dans le sol : celles-ci ne sont accessibles directement que par analyse de sol². Un lien grossier existe cependant avec le pH du sol, donnée plus facilement accessible sur le terrain à l'aide de petits pH-mètres portatifs. Un pH supérieur à 5 peut être relié avec des stocks toujours satisfaisants (sauf pour le phosphore) ; notons que ces pH permettent également une forte activité biologique donc des flux importants. Mais inversement, des pH inférieurs à 5 (« sol acide ») peuvent correspondre à des réserves soit encore suffisantes, soit au contraire très faibles. Pour une teneur donnée, les réserves en éléments seront d'autant plus importantes que la profondeur de sol prospecté sera grande. La participation des horizons profonds dans l'alimentation des arbres est cependant mal connue.

En conclusion, on remarque que pour le gestionnaire, les éléments simples de diagnostic, à la fois des conditions nutritionnelles actuelles et de leur sensibilité à la dégradation, sont peu nombreux et parfois « grossiers ». Il faut y ajouter, lorsque l'on a les connaissances suffisantes, les possibilités liées à l'interprétation de la flore qui traduit certainement le mieux les conditions trophiques actuelles.

La grille d'estimation de la sensibilité des milieux sur le plan trophique présentée au tableau I est donc basée sur les éléments suivants :

- en premier lieu, la forme d'humus ;
- puis la présence ou non de calcaire et sa profondeur d'apparition ;
- et, de manière moins précise, la nature de la roche et le pH.

Des exemples de flore associée sont donnés. Nous les complétons par des conseils de gestion destinés à respecter les équilibres trophiques de chaque milieu.

Les interprétations sont faites dans l'hypothèse qu'aucune autre contrainte très forte n'intervient sur la station, comme par exemple une très faible réserve en eau ou, au contraire, un engorgement fort des sols.

La grille ne prend pas en compte l'intérêt patrimonial des milieux dont le diagnostic relève d'autres méthodes.

Diagnostic de terrain de la sensibilité des sols à la dégradation physique

Il n'est pas possible de traiter à la fois de la sensibilité des propriétés physiques et chimiques du sol, car les caractères des sols dont dépendent ces sensibilités sont rarement les mêmes : dans ce paragraphe et dans le tableau II (ci-après), la texture³ du sol sera un élément déterminant ainsi que la teneur en cailloux et l'hydromorphie. L'activité biologique et le niveau trophique n'interviendront qu'à un niveau moindre et, de plus, difficile à préciser. Il faut noter de plus que la sensibilité à la dégradation physique correspond toujours à une sensibilité à l'érosion. Cette dernière sera en outre aggravée par d'autres facteurs : valeur de la pente et couverture du sol (des sols limoneux laissés nus sont sujets à l'érosion sur des pentes cependant très faibles, de quelques%) et facteurs climatiques (comme, par exemple, la violence des précipitations de la zone méditerranéenne). Cette sensibilité à l'érosion accroît de plus le risque de dégradation chimique car les horizons superficiels sont ceux qui contiennent la matière organique et la majorité des éléments nutritifs.

² Le CRPF Midi-Pyrénées (A. Delarue et L. Larrieu) vient d'éditer un logiciel simple d'interprétation des analyses de sol, outil d'aide à la décision destiné aux conseillers forestiers ou propriétaires sensibilisés. Disponible moyennant frais de mise à disposition auprès du CRPF Midi-Pyrénées.

³ C'est-à-dire l'ensemble des propriétés liées aux proportions de limon, argile et sables.

Il semble nécessaire de redonner quelques précisions relatives à la définition et au diagnostic de l'hydromorphie sur le terrain :

- l'hydromorphie est une manifestation morphologique témoignant de la présence d'une nappe d'eau stagnant dans le sol à certaines périodes de l'année (engorgement temporaire) ; nous ne traiterons pas des nappes permanentes liées à la proximité de cours d'eau ;
- elle se traduit par des taches gris clair, des taches ocre (dus à la concentration de fer) ou des couleurs uniformément gris clair, que l'on retrouvera dans les horizons engorgés. Dans le dernier cas, elle ne doit pas être confondue avec la podzolisation : la couleur gris clair est associée avec la présence probable de petites taches ocre plus profondément et non, comme dans la podzolisation, avec un horizon brun noir profond (dû à la migration de matières organiques de mauvaise « qualité » et de fer) ;
- la profondeur d'apparition de l'hydromorphie témoigne de la profondeur atteinte par la nappe. Nous distinguons ci-dessous des sols à hydromorphie forte dans lesquels la nappe arrive à moins de 25 cm environ de la surface à certaines périodes de l'année (parfois en surface), et des sols à hydromorphie profonde où elle n'apparaît qu'entre 50 et 25 cm de profondeur ;
- plus la nappe sera proche de la surface, plus elle représentera une contrainte forte pour la végétation (mais notre sujet n'est pas là) et plus elle augmentera la fragilité physique des sols ;
- des hydromorphies fortes sont témoignées souvent par une végétation particulière : couverture de molinie, de crin végétal, par exemple. La présence de jonc ne témoigne que de tassements et stagnations superficiels d'eau liés à des dégradations antérieures.

Quelques éléments relatifs au diagnostic de la texture sont donnés directement dans le tableau II.

Les catastrophes liées aux tempêtes rendent particulièrement d'actualité cette dernière partie, car si les chablis eux-mêmes n'ont que des conséquences limitées sur les propriétés des sols, bien plus graves peuvent être les conséquences des exploitations faites dans l'urgence, des conditions de travail particulièrement difficiles et des conditions météorologiques défavorables. Chacun pourra en prendre la mesure, et même si cet article paraît un peu tard, d'autres interventions ou expérimentations ont eu lieu afin de sensibiliser les gestionnaires ou proposer des techniques permettant la protection des sols et, *in fine*, assurant des conditions meilleures pour une régénération rapide. Mais comme en toute chose « malheur est bon », les chablis sont parfois aussi l'occasion d'améliorer les sols (!), comme dans le cas des sols calcaires peu profonds, et ils seront pour les scientifiques l'occasion d'améliorer les connaissances sur les enracinements et la sensibilité des espèces en fonction des sols et donc mieux choisir l'adéquation « essence-milieu ».

Note de synthèse : risques de dégradation des sols suite aux chablis de décembre 1999

par B. Jabiol (février 2000)

Les risques encourus par les sols par effet direct de la disparition du peuplement sont limités à quelques types de milieu lorsque les surfaces atteintes sont importantes :

- *risques de « remontée de nappe » sur les zones très hydromorphes ; ces risques seront importants (mais bien difficiles à évaluer réellement), principalement dans le cas où la végétation accompagnatrice était inexistante et ne pourra donc relayer la pompe du peuplement détruit. Ce sera particulièrement le cas des peuplements résineux denses ;*
- *risques de minéralisation de matières organiques et d'entraînement d'éléments chimiques dans les eaux de drainage, pouvant contribuer à l'appauvrissement exceptionnel de sols fragiles de par la faiblesse extrême de leurs réserves en éléments minéraux : certains sols vosgiens, du Massif central,*

du Massif armoricain... Là aussi, le rôle d'une végétation accompagnatrice, herbacée ou ligneuse, peut être primordial pour assurer un recyclage des éléments minéraux libérés par minéralisation ;

- risques de perte de matière fine et donc de dessèchement dans les éboulis grossiers dans lesquels la seule terre fine est constituée de matière organique.

Mais les principaux risques semblent dus aux interventions lourdes susceptibles d'intervenir dans les parcelles concernées lors des exploitations, et pouvant conduire à certaines dégradations :

1) décapage des humus, ayant pour conséquences :

- des pertes de fertilité chimique graves dans les sols acides ;

- des possibilités d'érosion sur les pentes, aggravant les pertes de réserves minérales car les horizons superficiels sont ceux qui contiennent la matière organique et la majorité des éléments nutritifs (voir 3).

La sensibilité des sols aux pertes de fertilité chimique sera d'autant plus forte que les sols seront initialement filtrants, acides et à faible réserve minérale, à humus de type moder ou mor.

2) tassements diffus et orniérages pouvant dans les milieux les plus sensibles être extrêmement difficiles à corriger et conduire à des problèmes d'infiltration d'eau, d'enracinement de surface ou profond et donc, finalement, de régénération.

La sensibilité des sols aux dégradations physiques sera d'autant plus forte que :

- la quantité de limon est forte (limons, limons sableux, limons argileux). Mais de faibles quantités de limons (sables limoneux) peuvent permettre une prise en masse ; les textures très limoneuses sont extrêmement fragiles ;

- l'hydromorphie est proche de la surface et intense ;

- le sol est humide, voire engorgé, au moment de l'intervention ;

- la quantité de cailloux est faible.

3) La sensibilité à la dégradation physique correspond toujours à une sensibilité à l'érosion. Cette dernière, portant atteinte aux propriétés physiques et chimiques du sol, sera en outre aggravée par d'autres facteurs :

- valeur de la pente ; des sols limoneux laissés nus sont cependant sujets à l'érosion sur des pentes très faibles, de quelques% ;

- absence de couverture du sol par une végétation herbacée ou un humus épais ;

- facteurs climatiques (comme, par exemple, la violence des précipitations de la zone méditerranéenne).

La restauration physique des sols sera d'autant plus difficile qu'ils seront limoneux et à faible activité biologique (donc acides) : des argiles de décarbonatation sont des matériaux sensibles à l'orniérage mais de restauration, naturelle et par travail du sol, assez facile ; un limon acide compacté sera très difficilement restauré en surface et jamais en profondeur.

Il convient donc, lors des interventions, de prendre des précautions élémentaires d'autant plus drastiques que la sensibilité des sols sera grande. Certaines sont connues et « relativement » faciles à mettre en œuvre : cloisonnements d'exploitation à installer et... à respecter, choix des engins et pneumatiques ; d'autres plus difficiles à respecter bien que fondamentales, comme la période d'intervention sur sols sans nappe et ressuyés ; d'autres moins connues comme la protection des cloisonnements par des couches épaisses de rémanent (C. Richter, 1999). Sinon, la mise en andains des rémanents doit être limitée au maximum, à la fois pour éviter des pertes excessives en éléments chimiques dans les sols acides, mais aussi pour éviter les dégradations physiques accompagnant fréquemment ce type d'intervention.

Signalons pour terminer que les chablis peuvent aussi être favorables aux propriétés physiques des sols : c'est le cas sur les plateaux calcaires où les mottes remontent une partie des dalles calcaires, ce qui conduit, à moyen terme, suite au remaniement des éléments grossiers, à une augmentation de la profondeur prospectable.

Tableaux complémentaires

Tableau I. Grille d'estimation de sensibilité à la dégradation des conditions trophiques et précautions de gestion

Remarque : ce tableau indique la sensibilité des sols à la dégradation chimique en fonction de certaines de leurs caractéristiques ; ce n'est pas une clé pour déterminer la potentialité des milieux, qui dépend souvent d'autres facteurs comme le bilan hydrique. Cependant, des indications très générales sont données sur les potentialités de chacun des milieux considérés ci-dessous ; ces indications figurent en italique dans la rubrique Gestion forestière et potentialités.

1. Humus de type mull actif

Faible couche de feuilles (de l'année : horizon OLn), parfois discontinue ou absente, reposant directement sur la terre où l'activité des vers de terre est bien visible (turricules) (eumull, mésomull).

1.1 Terre calcaire (effervescence à l'acide dès les 20 premiers cm)

Sol ou matériau concernés

Sols souvent argileux, souvent noirs en surface, dont la terre fine fait effervescence à l'acide, cailloux calcaires fréquents ; substrat : calcaires durs, marnes, alluvions, colluvions de bas-versant et fond de vallon en paysages calcaires.

Végétation fréquente

Végétation calcicole et calcaricole ; ex. : morts bois (camerisier, nerprun, viorne lantane...), hellébore, sésélière, brome dressé, etc.

Conditions générales de nutrition

Sols tamponnés à réserve calcique inépuisable. Mais calcaire toxique pour les espèces calcarifuges. Souvent sols secs sauf sur versant d'exposition nord et bas de versant.

Risques à éviter

Néant sauf dans le cas d'habitat à intérêt patrimonial.

Opérations sylvicoles à éviter

Néant.

Gestion forestière et potentialités

Sur sols profonds, la seule contrainte est d'éviter les essences calcarifuges. Gestion intensive possible. Nutrition à surveiller seulement en ligniculture (peupleraies et taillis).

Sur sols secs, sans doute les plus fréquents, seule une gestion extensive est financièrement justifiée ! Les essences doivent être résistantes à la fois au calcaire et à la sécheresse.

Sensibilité à la dégradation des qualités trophiques

Aucune.

1.2 Terre fine non calcaire (dans les 20 premiers cm) (cailloux calcaires possibles)

Sol ou matériau concernés

Sols argileux sur substrat calcaire peu profond (< 70 cm env.), limons, fonds de vallons à matériaux divers, alluvions, etc.

Végétation fréquente

Chênaies-charmaies, chênaies pédonculées, hêtraies...

Végétation neutrophile très variée ; par ex. : arum, aspérule, euphorbe des bois, géranium des bois, violette des bois...

Conditions générales de nutrition

Sols riches en éléments nutritifs, souvent à forte réserve en profondeur, flux importants par minéralisation rapide des litières.

Risques à éviter

Epaississement de l'humus par baisse d'activité biologique. Peu de risque cependant d'atteindre le stade moder.

Opérations sylvicoles à éviter

Peu de contraintes pour l'équilibre chimique du sol ; flux et réserves importants.

Gestion forestière et potentialités

Tous types de sylviculture à base de feuillus possibles sans précaution, sauf ligniculture. Substitution résineuse possible, et avec de faibles conséquences : apports inutiles, favoriser la diversité de l'écosystème et l'activité biologique en ouvrant les peuplements ; vérifier cependant l'intérêt patrimonial de la station.

En l'absence de contraintes chimiques, la potentialité n'est liée qu'au bilan hydrique : forte sur les sols profonds, elle dépendra beaucoup du climat local pour les autres (ex. des plateaux calcaires à forte productivité pour le hêtre dans le nord-est de la France).

Sensibilité à la dégradation des qualités trophiques

Nulle à faible

2. Mull épais

Couches de feuilles ou aiguilles épaisses (plusieurs cm : horizon OLn et OL), plus ou moins transformées et collées, reposant directement sur la terre sans intermédiaire de couche de terreau organique noirâtre (oligomull, dysmull)

2.1. Forêt feuillue ou sous résineux spontanés de moyenne montagne

Sol ou matériau concernés

Sols non podzolisés, légèrement acides, matériaux très divers, textures variables : sables plus ou moins limoneux issus de roche assez acide (granites, schistes ou grès « riches »...), dépôts sédimentaires sableux à limoneux, parfois argileux. Pas de calcaire sauf peut être à grande profondeur (> 70 cm env.).

Végétation fréquente

Chênaies ou chênaies-charmaies acidiclinales, hêtraies, sapinières.

Flore acidycline, par ex. : houlque molle, oxalis, chèvrefeuille des bois, flouve... accompagnées de plantes à large amplitude (ronce, anémone des bois, muguet...).

Conditions générales de nutrition

Matériaux à réserve minérale souvent encore suffisante et flux dus à la décomposition des litières encore importants. Cependant : a) flux dus à l'altération des roches faibles ; b) fonctionnement de type mull « limite » étant donné les bas pH ; c) dans le cas de sols très peu profonds (env. < 50 cm), réserves plus faibles et donc risques d'acidification plus forts.

Fertilité chimique globalement assez bonne à moyenne mais fragile à moyen terme.

Risques à éviter

Transformation de l'humus en moder par dégradation des conditions de vie des vers de terre : litières défavorables, peuplement trop sombre (par enrésinement) ; acidification ; érosion et décapage des couches superficielles les plus riches en nutriments (cf tab. II).

Opérations sylvicoles à éviter

Éviter les exportations trop fortes inutiles (andainage, brûlage...) ; précautions importantes à prendre en cas d'enrésinement pour éviter la dégradation des humus et l'acidification (voir ci-dessous), sauf peut-être sur anciennes terres agricoles. Éviter les révolutions trop courtes, éviter les coupes rases si risque d'érosion.

Gestion forestière et potentialités

Gestion feuillue extensive à semi intensive (par enrichissement) ; en cas d'enrésinement, préférer les résineux à litière moins dégradante (Douglas), les éclaircies fortes surtout dans le jeune âge permettant un bourrage ou un mélange d'essences feuillues spontanées. Des analyses de sols sont souvent utiles pour juger de l'intérêt d'une fertilisation en cas d'enrésinement, surtout dans les régions à acidification anthropique potentiellement forte. Vérifier l'intérêt patrimonial de la station.

Les conditions peuvent devenir limites pour beaucoup de feuillus (ex. : merisier), elles restent très favorables au hêtre et au chêne sessile.

Sensibilité à la dégradation des qualités trophiques

Sensibilité très forte des humus, moyenne à forte pour les réserves à moyen terme et risque de dépérissement.

2.2. Forêt résineuse de substitution

Ce type de milieu correspond souvent à un épaissement de l'humus d'une station 1 après substitution d'essence. S'y reporter.

3. Humus de type moder

Sous les feuilles ou aiguilles en couches épaisses, présence, sur 0,5 à plusieurs centimètres, d'une couche brun rougeâtre organique* passant progressivement à la terre (* aspect de terreau de feuilles, horizon OH).

3.1. Sous feuillus ou sous résineux spontanés de moyenne montagne

Sol ou matériau concernés

Sols podzolisés ou non, toujours acides ou très acides (pH \leq 4,5) sur matériaux très divers, texture variable : sables plus ou moins limoneux issus de roche très acide (granites, schistes, grès...), dépôts sédimentaires acides sableux à limoneux, plus rarement argileux.

Végétation fréquente

Chênaie sessiliflore, hêtraie, sapinière...

Flore acidiphile ; par ex. : fougère aigle, canche flexueuse, polytric, mélampyre des prés, germandrée...

Conditions générales de nutrition

Matériaux pauvres à flux d'altération très faible, à réserve minérale faible mais variable (faible à très faible) ; pH bas défavorable aux vers de terre, d'où faible flux de minéralisation des matières organiques. Conditions de nutrition médiocres à assez mauvaises, principalement dans les cas où la couche OH est épaisse (> 1 cm). Meilleures conditions si ancienne terre agricole. Dans le cas de sols très peu profonds (env. < 50 cm) ou très caillouteux, réserves plus faibles et donc risques d'acidification plus forts.

Risques à éviter

- aggravation des conditions pour l'activité biologique et ralentissement des retours d'éléments minéraux au sol ;
- acidification croissante et baisse des réserves minérales ;
- envahissement par les éricacées.
- érosion des couches superficielles

Opérations sylvicoles à éviter

- appauvrissement chimique : andainage, décapage des humus, brûlage, exportation des houppiers, augmentation de production sans fertilisation (enrésinement), révolutions trop courtes (< 80 ans) ;
- ralentissement de l'activité biologique : peuplements trop sombres, litières défavorables ;
- coupes rases si risque d'Éricacées ou risques d'érosion.

Gestion forestière

- gestion extensive des peuplements naturels feuillus ou résineux (y compris épicéa, pin sylvestre, quand ils sont en situation d'indigénat) ; fertilisation non indispensable sauf souhait d'augmenter la productivité (mais l'amendement au sens restauration peut être toujours cohérent, surtout si l'on vise un impact sur la qualité de l'eau ---> amendement pratiqué à l'échelle de bassin versant) ; gamme d'essences feuillues de production faible (chêne sessile, hêtre, alisier, bouleau...) ;
- substitution résineuse et gestion semi intensive moyennant précautions (vérifier cependant l'intérêt patrimonial des stations) : fertilisation (analyse de sols souvent utile) ; fortes éclaircies surtout dans le jeune âge favorisant le bourrage d'essences spontanées et améliorant la minéralisation des litières (plus grande activité biologique : lumière et litière mélangée) ; préférer les résineux à litière moins dégradante (douglas, sapin, mélèze).

Sensibilité à la dégradation des qualités trophiques

Forte et d'autant plus marquée que sols peu profonds ou caillouteux.

3.2. Forêt résineuse de substitution

Ce cas peut correspondre à une évolution d'une station soit de type 2-1, soit de type 3-1 après enrésinement. La distinction est difficile ou impossible. Dans le premier cas, les pH du sol à moyenne profondeur seront souvent plus élevés : entre 4,5 et 5 au lieu de 4 à 4,5. Se reporter à ces stations. Milieu de toutes façons *fragile*.

4. Humus de type Mor

Épaisse couche de matière organique (terre de bruyère) reposant *brutalement* sur des couches minérales (souvent sable).

Sol ou matériau concernés

Podzols sur roche très acide : sables (ex. : Landes de Gascogne, Sologne, Bassin parisien...), grès (Vosges, Massif armoricain, etc.).

Végétation fréquente

Ericacées abondantes (bruyères, callune, myrtille...). Peuplements résineux ou landes.

Conditions générales de nutrition

Faibles à très faibles réserves chimiques, surtout si sols très peu profonds (env. < 50 cm) ou très caillouteux ; très faibles flux de décomposition des matières organiques. Faibles productivités.

Risques à éviter

- aggravation des conditions biologiques dues aux Éricacées ;
- acidification croissante ;
- altération du cortège mycorhizien.

Opérations sylvicoles à éviter

- accélération des exportations : exploitation des feuillages, écorçages, décapage et vente de terre de bruyère ;
- ouverture trop forte favorisant les Éricacées.

Gestion forestière

- gestion extensive des essences feuillues ou résineux indigènes favorisant le bourrage par des feuillus spontanés (bouleau verruqueux, sorbiers...) et des légumineuses arbustives ;
 - gestion intensive après chaulage ou fertilisation complète si pas de contrainte hydrique (ex. Landes de Gascogne), mais attention à la dénaturation des milieux à valeur patrimoniale élevée.
- Sensibilité à la dégradation des qualités trophiques

Tableau II. Grille d'estimation de sensibilité à la dégradation physique en fonction du sol, précautions et remèdes

Remarque : ce tableau indique la sensibilité des sols à la dégradation physique en fonction de certaines de leurs caractéristiques ; ce n'est pas une clé pour déterminer la potentialité des milieux, qui dépend souvent d'autres facteurs comme le bilan hydrique. Cependant, des indications très générales sont données sur les potentialités de chacun des milieux considérés ci-dessous ; ces indications figurent en italiques dans la rubrique 'Gestion forestière et potentialités'.

1. Sols à plus de 50% de cailloux en volume

Remarque : des teneurs moindres (25 à 50%) diminuent probablement la sensibilité par rapport aux sols non caillouteux traités aux rubriques suivantes.

1.1. Hydromorphie forte : taches grises ou ocre, ou couleur grise uniforme, apparaissant à moins de 25 cm de profondeur

Sensibilité au tassement et à l'érosion

Risque de dégradation si des interventions ont lieu en période d'engorgement, l'ensemble du sol pouvant prendre en masse après ressuyage ; risque d'autant plus fort que la texture est plus limoneuse.

Précaution

Interventions possibles sur sols secs ou légèrement humides mais sans nappe, sans précaution particulière.

Travail du sol et restauration

Impossible.

Gestion forestière et potentialités

Très fortes contraintes d'excès d'eau hivernal et de sécheresse estivale ; assainissement peu rentable si > 50% de cailloux ; éviter les coupes rases sur de grandes surfaces.

1.2. Hydromorphie profonde : taches grises ou ocre, ou couleur grise uniforme, apparaissant entre 25 et 50 cm de profondeur

Sensibilité au tassement et à l'érosion

Risques plus faibles, les horizons supérieurs caillouteux protègent les couches profondes de la déstructuration.

Précaution

Interventions possibles sur sols secs ou humides mais sans nappe, sans précaution particulière.

En période de présence de nappe, éviter les interventions ou préférer des interventions légères.

Travail du sol et restauration

Impossible.

Gestion forestière et potentialités

Contraintes d'excès d'eau hivernal et de sécheresse estivale ; assainissement peu rentable si > 50% de cailloux ; éviter les coupes rases sur de grandes surfaces.

1.3. Pas d'hydromorphie ou apparaissant à plus de 50 cm de profondeur

Sensibilité au tassement et à l'érosion

Sol très résistant.

Précaution

Aucune.

Travail du sol et restauration

Impossible.

Gestion forestière et potentialités

Sols secs à faibles potentialités si la profondeur est limitée (< 1 m à 1,50 m).

2. Sols très sableux

2.1. Hydromorphie forte : taches grises ou ocre, ou couleur grise uniforme, apparaissant à moins de 25 cm de profondeur

Sensibilité au tassement et à l'érosion

Les risques de prise en masse sont non négligeables surtout s'il existe une faible quantité de limons ou d'argile.

Précaution

Interventions possibles sur sols secs ou humides mais *sans nappe*, sans précaution particulière.

Travail du sol et restauration

Tous travaux possibles en absence de nappe ; les aptitudes à la restauration naturelle sont certainement limitées.

Gestion forestière et potentialités

Très forte contrainte d'excès d'eau hivernal ; la sécheresse estivale dépend des possibilités de prospection des racines au-delà du niveau de la nappe, en particulier dans le « plancher argileux » ; assainissement par fossés facile et efficace, rentable si la prospection des racines est possible en profondeur ; éviter les coupes rases sur de grandes surfaces.

2.2. Hydromorphie profonde : taches grises ou ocre, ou couleur grise uniforme, apparaissant entre 25 et 50 cm de profondeur

Sensibilité au tassement et à l'érosion

Les horizons engorgés (> 25 cm) restent sensibles à la prise en masse, ce qui limiterait les possibilités d'enracinement profond.

Précaution

Éviter les interventions en période d'engorgement ou prendre des précautions : types d'engins, cloisonnements.

Travail du sol et restauration

A éviter en période d'engorgement à cause des horizons profonds : risques de dégradations supérieures aux améliorations ! Tous travaux possibles en absence de nappe. Restauration naturelle possible seulement si bonne activité biologique (mull) ce qui est rare dans ces milieux.

Gestion forestière et potentialités

Contrainte moyenne d'excès d'eau hivernal ; la sécheresse estivale dépend des possibilités de prospection des racines au-delà du niveau de la nappe, en particulier dans le « plancher argileux » ; assainissement par fossés, non indispensable pour assurer la réussite des plantations ; éviter les coupes rases sur de grandes surfaces.

2.3. Pas d'hydromorphie ou hydromorphie apparaissant à plus de 50 cm de profondeur

Sensibilité au tassement et à l'érosion

Sol très résistant.

Précaution

Aucune n'est nécessaire.

Travail du sol et restauration

Tous travaux possibles en toutes saisons.

Gestion forestière et potentialités

Forte contrainte de sécheresse sur sols les moins profonds (< 1 m à 1,50 m), surtout si très acides ; bonnes potentialités sinon même pour le chêne sessile.

3. Sols argileux en surface

Terre très dure à l'état sec, impossible à casser, et très collante à l'état humide, s'écrasant difficilement en grosses pellicules.

Sensibilité au tassement et à l'érosion

En période humide à très humide, très forte sensibilité à l'orniérage et au compactage. Risques faibles à très faibles sur sols ressuyés à secs.

Précaution

Ne pas intervenir sur sols gorgés d'eau ou humide, ou prendre des précautions : cloisonnements préservés par rémanents, pneumatiques adaptés...

Travail du sol et restauration

Possibilité de labours grossiers laissés à nu en hiver avant émiettage. Billonnage conseillé en cas d'excès d'eau.

La restauration naturelle après dégâts limités ou après remise en état est sans doute relativement rapide sur argiles, surtout si l'activité biologique est forte (humus de type mull).

Gestion forestière et potentialités

En cas de stagnation d'eau en surface, le billonnage est conseillé et non dangereux pour le sol ; ouvrir les billons sur les fossés de ceinture ; drainage par fossés inefficace. La potentialité dépend de la richesse chimique et surtout des possibilités d'enracinement profond dans les argiles ; elle est excellente si la prospection > 70 cm.

4. Sols limoneux en surface

Terre douce au toucher et très souple (facile à écraser), non ou peu collante à l'état humide (pas de « blocs » de terre autour des chaussures !), s'écrasant en poudre à l'état sec, ne grattant pas.

Sensibilité maximale (aux tassements et à l'érosion) pour ces matériaux et d'autant plus forte que l'hydromorphie sera forte : les limons sont par excellence des matériaux fragiles : sensibilité aux tassements dès l'état humide jusqu'à l'état engorgé ; sensibilité au travail du sol à l'état sec également, le risque étant une prise en masse du matériau ; sensibilité à l'érosion si le sol est laissé à nu, même en pente faible ; un humus épais peut représenter une protection.

Précautions

Elles doivent être maximales (si possible !) : proscrire les interventions sur sols engorgés ou très humides. Sur sol humide, cloisonnements d'exploitation protégés par des rémanents, pneus adaptés. Proscrire les décapages et les andainages.

Travail du sol et restauration

Éviter au maximum tout travail du sol : un travail du sol fait dans de mauvaises conditions risque d'aggraver les tassements et prises en masse. Proscrire le travail sur sols engorgés, très humides ou très secs (risques de pulvérisation), proscrire les appareils rotatifs (pulvérisations, semelles de labour). Préférer les appareils à dents et surtout préférer la prévention !

La restauration naturelle ne sera possible, pour des dommages restant modérés, que si l'activité biologique est forte (humus de type mull).

Ne jamais laisser le sol nu de longues périodes (prise en masse et érosion) : préférer les travaux de printemps.

Gestion forestière et potentialités

Potentialités très variables selon la richesse chimique et l'hydromorphie, parfois optimales pour toutes les essences ! Dans les sols très hydromorphes, l'assainissement est possible mais dangereux, étant donné la fragilité : imposer des travaux sur sol sec, ce qui oblige un nivellement précis, et éviter toute circulation inutile sur la parcelle.

5. Textures intermédiaires

Il est très difficile de donner des indications précises pour chaque situation tant leur multiplicité et le manque de connaissances précises sont grands. Nous ne citerons donc que des tendances, déjà évoquées par C. Richter.

Sensibilité au tassement et à l'érosion

d'autant plus forte que :

- la quantité de limon est forte (limons sableux, limons argileux). Mais de faibles quantités de limons (sables limoneux) peuvent permettre une prise en masse ;
- l'hydromorphie est proche de la surface et intense ;
- le sol est humide voire engorgé ;
- la quantité de cailloux est faible.

De plus sensibilité à l'érosion d'autant plus forte que :

- la pente est forte ;
- les précipitations sont violentes ;
- le sol reste nu.

Précaution

D'autant plus nécessaires, toutes précautions confondues, que la sensibilité est forte : cloisonnements, utilisation des rémanents, choix des engins et pneumatiques, périodes d'intervention hors nappe et sur sols ressuyés ; il faut maintenir la praticabilité des cloisonnements donc les protéger à partir du moment où les risques d'orniérage sont forts ; éviter les andainages.

Travail du sol et restauration

- se reporter d'autant plus à la rubrique 4 que la proportion de limon sera forte, que ce soit en contexte non sableux (limons argileux) ou non argileux (limons sableux) ;
- les mélanges limons-argiles sont les plus sensibles à la formation de semelles de labours, surtout en période humide ;
- de manière générale proscrire les travaux en présence de nappe et sur sol non ressuyé ;
- le sol peut rester d'autant plus à nu que la teneur en argile est forte et d'autant moins que la quantité de limons est forte ;
- la restauration naturelle sera d'autant plus difficile que la teneur en argile est faible et l'activité biologique faible et... les dégâts importants.

Remarque générale : la présence de calcaire dans la terre fine (effervescence à l'acide) est souvent un critère de meilleure résistance à la dégradation.

Références bibliographiques

- | | |
|---|--|
| <p>BONNEAU M., RANGER J., 1999. Évolution de la fertilité chimique des sols forestiers – Recommandations pour une gestion durable. <i>La Forêt privée</i>, 247, 51-63.</p> <p>GARBAYE J., 1999. La rhizosphère au centre des interactions entre le sol et les arbres. <i>La Forêt privée</i>, 248, 51-54.</p> <p>JABIOL B., 1999. Le sol, facteur de production forestière à protéger. <i>La Forêt privée</i>, 246, 51-55.</p> <p>LANDMANN G., 2000. Suivi des sols forestiers en France. <i>La Forêt privée</i>, 254, 55-62.</p> | <p>NYS C., BONNEAU M., PICARD J.-F. <i>et al.</i>, 2000. Amendements et fertilisants associés : remèdes pour une meilleure fertilité chimique des sols forestiers. <i>La Forêt privée</i>, 252, 51-62.</p> <p>PONGE J.-F., 1999. Biodégradation des sols forestiers : causes et remèdes. <i>La Forêt privée</i>, 248, 55-60.</p> <p>RICHTER C., 1999. Mieux respecter les sols forestiers lors des opérations mécanisées : un enjeu de gestion durable ! <i>La Forêt privée</i>, 249, 51-58.</p> |
|---|--|