

# Les sols forestiers : diagnostic en vue de leur valorisation optimale

## Note préliminaire

Le sol est le substrat nourricier des végétaux qui doivent y trouver la satisfaction de leurs besoins nutritifs en éléments minéraux et en eau.

C'est dire l'importance de bien diagnostiquer un sol, que ce soit préalablement à un reboisement ou dans le cadre de la gestion d'un peuplement en place : dans les deux cas, les essences introduites ou favorisées doivent être en adéquation avec les caractéristiques du sol.

De nombreuses variations du sol existent dans le milieu forestier, en fonction des paramètres influant sur sa formation ou son évolution : le substrat géologique local, le relief, la topographie, le climat, l'exposition, la nature et la composition du couvert arboré. Il faut savoir prendre en compte ces différences dès lors qu'elles induisent des variations des potentialités du terrain.

Il n'est pas nécessaire d'être un pédologue averti pour appréhender les notions abordées ci-dessous, mais l'observation et l'interprétation d'un sol forestier requiert un minimum de connaissances exposées au fil du document qui suit.

## En guise d'introduction

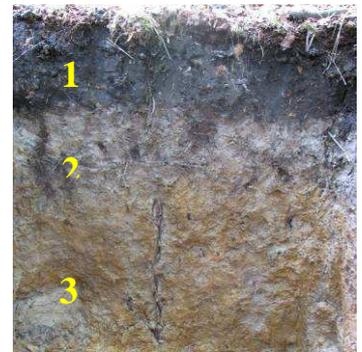
Le sol se forme à partir d'un matériau parental, le plus souvent une roche appelée roche-mère.

Sous l'effet de différents facteurs physiques, chimiques et biologiques, la roche-mère s'altère, se désagrège pour former la composante minérale du sol. Le sol peut également se développer à partir de matériaux parentaux apportés par le vent (limons éoliens) par l'eau (alluvions...) ou par la gravité (colluvions de bas de pente).

La nature de la roche-mère sur laquelle s'est développé un sol est donc fort intéressante à connaître du fait des interactions entre cette assise profonde et les couches qui la recouvrent.

D'un point de vue morphologique, un sol est constitué d'une succession de couches superposées appelées **horizons**, dont les caractères sont généralement bien différenciés. L'ensemble des horizons constitue le **profil** du sol.

Le sol est l'élément déterminant de la fertilité.



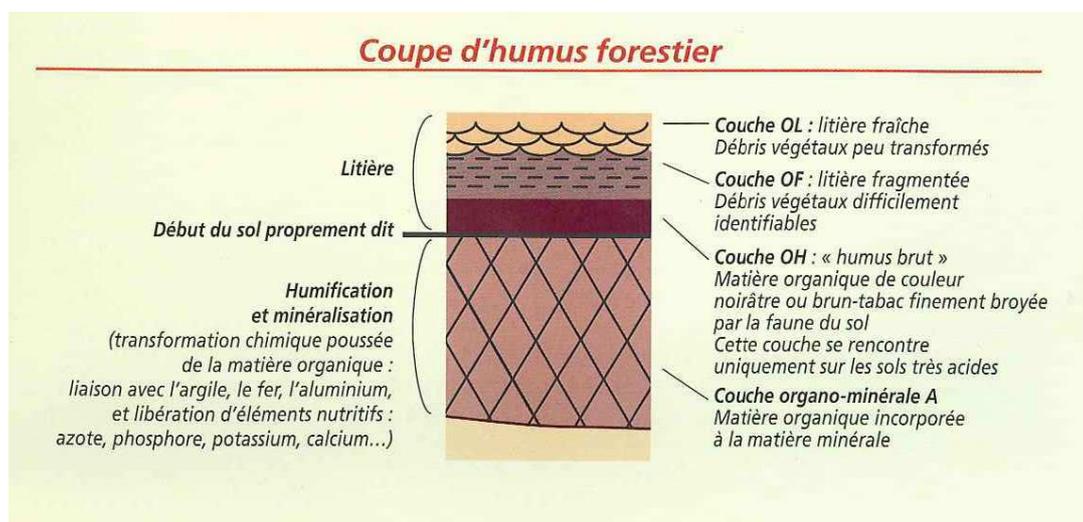
Exemple de profil de sol comportant 3 horizons

## 1 - L'examen du sol

A chaque relevé, il est recommandé d'effectuer plusieurs observations du sol (au moins trois) afin de s'assurer de son homogénéité et éventuellement déceler des variations locales.

L'étude du sol commence par l'examen des couches superficielles riches en matière organique (humus), puis se poursuit par l'observation des horizons sous-jacents.

L'examen de l'humus forestier se fait sur un échantillon prélevé à l'aide d'une petite pelle pliante ou d'un couteau à lame suffisamment longue et robuste. Il consiste essentiellement à distinguer les couches de litière présentes, potentiellement au nombre de trois (OL, OF, OH) comme indiqué dans le schéma ci-dessous, et à noter leur épaisseur respective.



Ensuite, dans l'espace ainsi dégagé, on prélève des carottes de terre à l'aide d'une tarière pédologique de type Edelman, qui permet d'explorer le sol sur une profondeur maximale de 120 cm. Le diamètre du trou de sondage est habituellement de 7cm. Le carottage est réalisé jusqu'à ce la tarière bloque sur un obstacle (cailloux, racine, roche-mère).

Les échantillons de terre extraits successivement sont déposés sur le sol de manière à reconstituer bout à bout le prélèvement complet (photo ci-contre). A la fin du sondage, on dispose d'une vision globale du profil du sol que l'on a extrait et son examen peut commencer.

La description repose à la fois sur le sens visuel et sur le sens tactile et consiste à déterminer, pour chaque horizon mis en évidence :

- son épaisseur (ou sa profondeur d'apparition)
- sa (ou ses) couleur(s)
- sa texture
- sa compacité et sa charge en cailloux.



## **2 - Les éléments à diagnostiquer**

### **a. Le type d'humus**

L'humus est l'ensemble des couches superficielles du sol riches en matières organiques issues de la décomposition des litières forestières (feuilles, aiguilles, brindilles...). Chaque couche correspond à un stade de transformation de la matière organique sous l'action des organismes vivants dans le sol (lombrics et microfaune du sol, champignons recycleurs, bactéries ...).

Faisant le lien entre le sol forestier et la végétation qu'il porte, l'humus reflète le fonctionnement biologique du milieu, (également appelé activité biologique) lui-même sous la dépendance de critères physiques (température, éclaircissement, humidité, pH...).

Son aspect, sa structure et son épaisseur nous renseignent sur les conditions de décomposition de la matière organique dans le sol et, par conséquent, sur l'acidité, le niveau d'humidité et la disponibilité en éléments nutritifs du sol.

#### Les humus hydromorphes

Ce sont des humus formés en milieu mal oxygéné parce qu'engorgé en eau une grande partie de l'année, sinon en permanence. La matière organique se décompose difficilement dans de telles conditions dites anaérobies où peu d'organismes peuvent vivre.

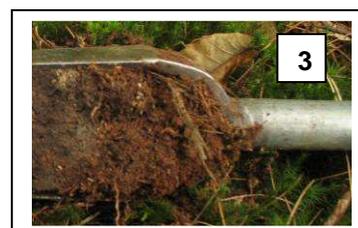
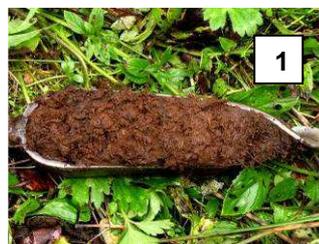
Dans les milieux très acides et saturés en eau où l'évolution de la matière organique est particulièrement lente, l'humus prend la forme de **tourbe** plus ou moins fibreuse, marron brunâtre, dépassant parfois un mètre d'épaisseur (photo 1).

Dans les milieux moins acides avec une courte période aérobie, l'humus est un **anmoor** noirâtre, collant, de consistance plastique, épais de 20 à 30cm en général (photo 2).

#### Les humus aérés

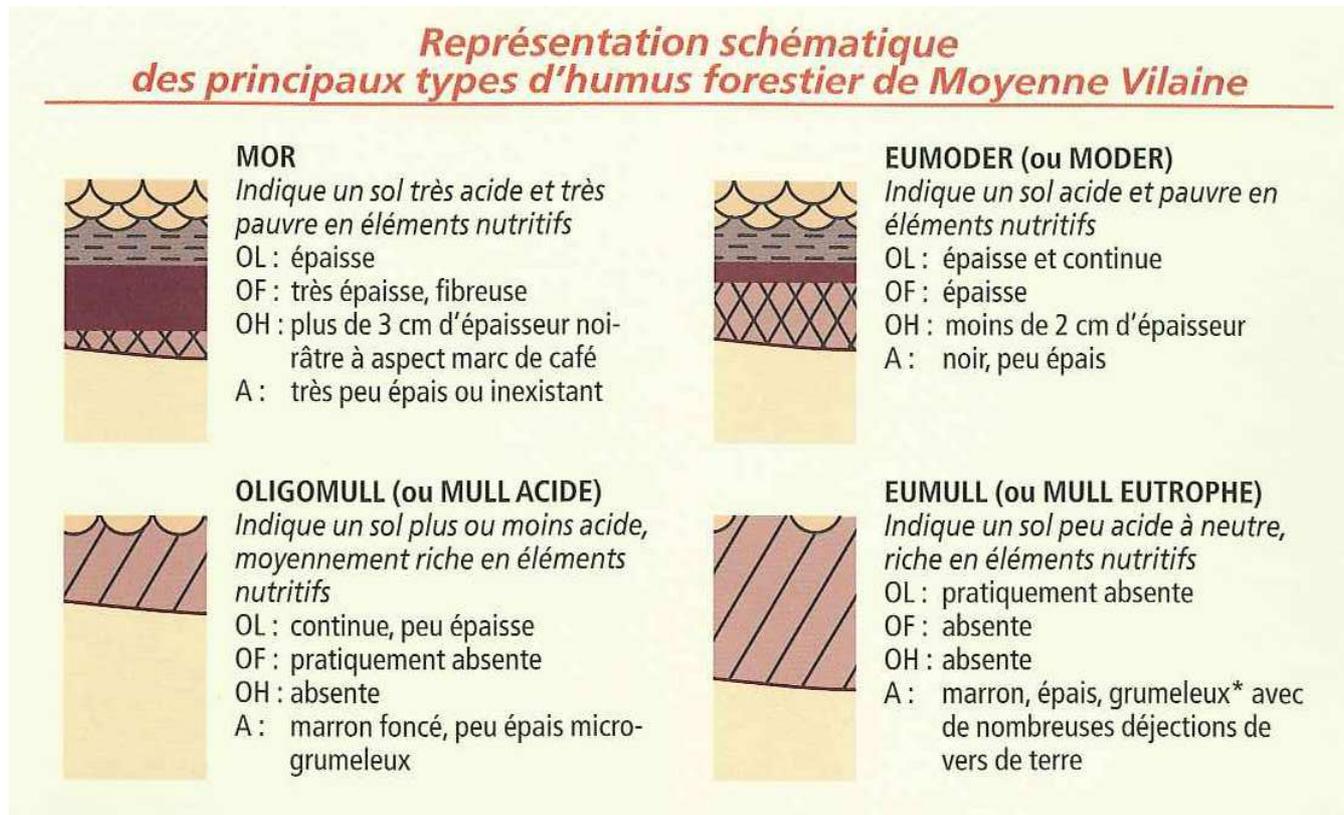
La décomposition de la matière organique a lieu en condition bien oxygénée, sans phase d'asphyxie par l'eau. Dans cette situation, le pH du sol est le paramètre influençant le plus les caractéristiques de l'humus produit.

Dans les terrains acides, l'activité biologique est faible car les agents humificateurs ne disposent pas de conditions favorables pour fonctionner de manière efficace. La décomposition des litières est lente et la matière organique s'accumule pour former les couches OF et OH (photo 3). Les éléments nutritifs contenus dans ces couches incomplètement transformées ne sont pas assimilables en l'état par les végétaux, car ils n'ont pas été minéralisés.



Au contraire, dans les terrains peu acides à forte activité biologique, le cycle de la matière organique est rapide. La litière reste mince (absence de couche OH) car sa vitesse de décomposition est élevée. Le recyclage des éléments nutritifs contenus dans la litière forestière, c'est-à-dire leur retour sous une forme facilement assimilable par les végétaux (processus de minéralisation) est rapide.

**En conclusion, plus la litière est mince, plus l'activité biologique du sol est intense et plus ce dernier est riche en éléments nutritifs assimilables par les plantes.**



### b. L'évaluation de la profondeur prospectable à la tarière

La réserve en eau du sol est étroitement corrélée à cette donnée particulièrement importante puisqu'elle conditionne l'approvisionnement hydrique des arbres durant la saison de végétation.

La profondeur du sol n'est pas toujours aisée à évaluer à la tarière, à cause des obstacles (pierres) sur lesquels elle peut bloquer alors que les racines peuvent les contourner et plonger en dessous.

Pour limiter des conclusions hâtives quant à la profondeur utile d'un sol, il est recommandé :

- d'effectuer toujours au moins deux ou trois sondages voisins sur un même point de relevé ;
- de multiplier les tentatives lorsque la tarière bloque en surface (5-6 sondages en présence d'un sol superficiel) ;
- en présence d'un horizon caillouteux superficiel, ne pas sous-estimer la profondeur du sol en assimilant trop hâtivement cet horizon à la roche-mère en place. Un tel cas se produit très fréquemment sur grès armoricain. Dans le doute, il est conseillé d'ouvrir une petite fosse à la pelle ou à la pioche.

### c. Les conditions de drainage

Quand l'eau circule mal dans le sol à cause d'un horizon peu perméable qui la retient, il se forme une nappe d'eau stagnante au-dessus de cet horizon ; ses effets sont de limiter les échanges gazeux avec la surface car l'oxygène présent dans les pores du sol s'épuise rapidement et le milieu devient asphyxiant pour les racines des arbres.

L'engorgement, c'est-à-dire la saturation périodique ou permanente d'un sol par l'eau en raison d'un drainage naturel déficient, constitue une contrainte d'autant plus forte pour les arbres que celui-ci est situé près de la surface du sol et qu'il se prolonge longtemps au cours de l'année.

La contrainte est considérée comme :

- très forte lorsque l'engorgement débute entre 0 et 20cm de profondeur ;
- moyenne lorsque l'engorgement débute entre 40 et 60cm de profondeur ;
- faible lorsque l'engorgement débute au delà de 60cm de profondeur.

Certains arbres sont très sensibles à l'engorgement (châtaignier, douglas..), d'autres peu, voire pas du tout (saules, épicéa de Sitka, thuya géant...), certains même s'y sont adaptés (cyprès chauve).

#### Critères de reconnaissance d'un horizon mal drainé

Un horizon soumis à un excès d'eau prolongé ou permanent, appelé **horizon hydromorphe**, prend des colorations caractéristiques qui permettent d'identifier le type d'engorgement auquel il est soumis. Ces colorations sont liées à la forme selon laquelle se présente le fer contenu dans le sol de cet horizon.

Un horizon affecté par un engorgement temporaire, lié à un excès d'eau saisonnier (en général hivernal) est appelé horizon de **pseudogley**.

Il présente un réseau de marbrures grises à beiges et de taches jaune ocre à rouille plus ou moins contrasté en fonction de l'intensité du phénomène d'engorgement (photo 1). On emploie le terme « **marmorisé** » (qui présente des marbrures) pour qualifier l'aspect bariolé de cet horizon, lié aux changements d'état du fer en fonction des conditions d'oxygénation du sol (couleur rouille en condition oxygénée, couleur gris verdâtre en condition anoxique). De tels horizons traduisent les phénomènes complexes d'oxydo-réduction auxquelles le fer est soumis du fait de l'alternance entre les phases asphyxiantes et les périodes où le sol « respire ».

Dans les milieux acides, le fer passe par des phases solubles où il est facilement entraîné par les eaux de drainage. Les zones appauvries en fer se présentent alors sous la forme de plages décolorées beige pâle. Lorsque l'acidité est forte et l'engorgement prolongé, l'horizon prend une teinte uniforme blanchâtre caractéristique d'une quasi disparition du fer qui a été dissous et entraîné : on parle de lessivage pour imager ce processus.

Un horizon affecté par un engorgement permanent ou quasi-permanent, appelé horizon de **gley** a une teinte gris verdâtre à gris bleuté, parfois ponctuée de rares petites taches rouille autour de zones oxygénées, par exemple en présence d'une radicelle vivante (photo 2).

- Critères de reconnaissance d'un horizon bien drainé

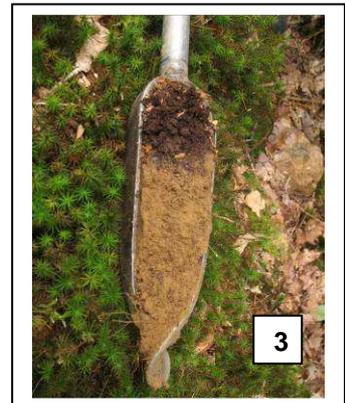
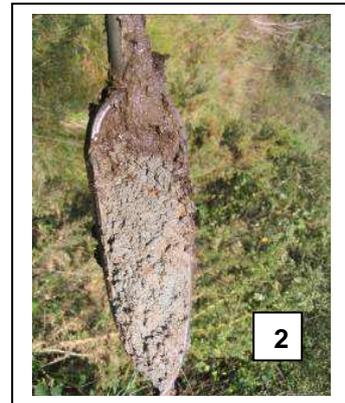
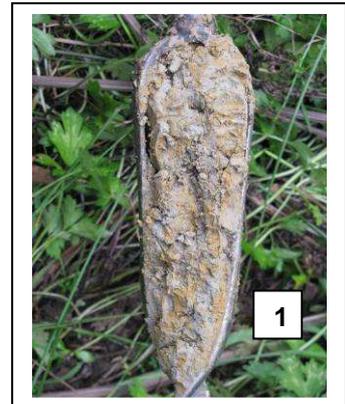
A contrario, un horizon bien drainé affiche une couleur uniforme, marron à jaune ocre plus ou moins vif selon sa teneur en fer et en matière organique ; il ne présente pas de taches de couleur rouille ni plages éclaircies. Cette coloration dominante est liée à la présence de fer ferrique indiquant une bonne oxygénation du milieu (photo 3).

Un sol constitué majoritairement ou entièrement d'horizons bien drainés est appelé sol brun, quel que soit son gradient d'acidité qui peut être très variable.

#### **d. La présence éventuelle de podzolisation**

En conditions à la fois très acides et bien drainées, une évolution particulière du sol appelée podzolisation se produit sous l'effet de l'infiltration des eaux de pluie qui s'acidifient au contact des acides humiques contenus dans la matière organique des humus bruts de type mor. Les secteurs les plus arrosés, avec des sols sur substrats pauvres (grès, quartzites, schistes durs), se prêtent à la podzolisation. Ce phénomène se traduit par :

- un appauvrissement en fer et en argile des horizons supérieurs, qui prennent une couleur grisâtre
- une accumulation en profondeur de matière organique se présentant sous forme d'un horizon marron ou



noirâtre, surmontant un horizon ocre vif enrichi en fer et en aluminium (voir photo 4 en page précédente).

La podzolisation peut être très atténuée et affecter seulement les premiers centimètres du sol. L'horizon éclairci se limite alors à un liseré peu épais et parfois même discontinu, surmontant des horizons d'accumulation peu visibles. On parle alors de micropodzol ou de sol faiblement podzolisé.

Lorsque le processus de podzolisation est marqué, les horizons se différencient bien les uns des autres et se distinguent facilement à l'œil (couleurs tranchées, épaisseurs significatives notamment de l'horizon éclairci qui atteint au moins 4 ou 5 cm) : le sol formé est un podzol.

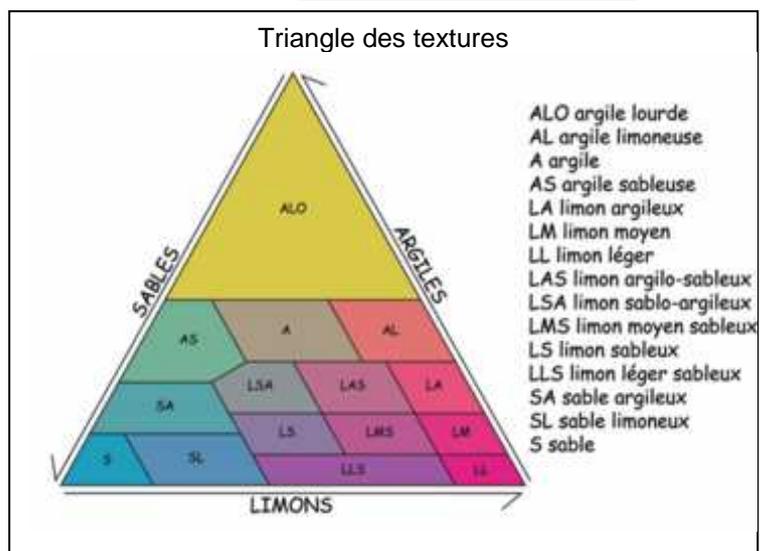
Attention toutefois à ne pas confondre ce type de sol avec celui également blanchi qui témoigne d'un mauvais drainage. Pour éviter la confusion, il suffit de vérifier l'absence de traces d'hydromorphie dans les horizons immédiatement sous-jacents qui confirmera qu'on a bien à faire à un podzol (ce qui n'est pas le cas du sol des photos ci-contre).



### e. La texture

La texture traduit la granulométrie du sol c'est à dire sa proportion entre les éléments fins qui le composent (excluant les éléments dits grossiers de type graviers, cailloux...excédant 2 mm) :

- le sable, dont le diamètre des grains est compris entre 50 microns et 2 mm (on distingue parfois les sables fins des sables grossiers) ;
- le limon, élément plus fin dont les « grains » ont un diamètre compris entre 2 et 50 microns ;
- l'argile, le plus fin d'entre eux, dont la granulométrie est inférieure à 2 microns.



La granulométrie s'apprécie au toucher en faisant rouler entre ses doigts un échantillon de terre ni trop sec, ni trop humide.

Les sables « grattent » entre les doigts et crissent à l'oreille ; ils rendent le sol plus léger et plus filtrant. Les sols riches en sable sont bien aérés, faciles à travailler mais présentent une faible capacité de rétention en eau et en éléments nutritifs.

Les limons sont décelables à leur toucher doux, un peu comme du talc. Lorsqu'ils sont saturés en eau, ils sont inconsistants et « fuient » entre les doigts ; à l'état sec ils forment une fine poussière sous la pression des doigts.

L'excès de limon conjugué à une insuffisance d'argile, cas fréquent en Bretagne, donne des sols « battants », déstructurés, très sensibles au tassement en période humide et peu aptes à retenir les éléments minéraux.

Les argiles collent, sont malléables et conservent leur consistance à l'état humide. L'appréciation de leur taux sur un échantillon de sol est relativement aisée car, lorsqu'il excède 20%, on parvient à rouler un boudin qui ne se délite pas. A 30% d'argile, ce même boudin peut former un « 0 » sans se casser et, avec 40% d'argile, on peut torsader ce « 0 » pour dessiner un « 8 »

Les sols argileux sont lourds, compacts, peu perméables et mal aérés. Ils sont difficilement pénétrables par les racines mais offrent une bonne capacité de rétention en eau. Par ailleurs, les propriétés physico-chimiques des argiles donnent des sols riches en éléments nutritifs.

Un sol est de texture équilibrée lorsqu'il présente la composition suivante :

- 20 à 30 % d'argile,
- 30 à 40 % de limon,
- 30 à 50% de sable.

Il cumule alors la plupart des qualités des trois textures précédentes sans en avoir les défauts individuels.

La texture a des nombreuses incidences sur les propriétés du sol (aptitude à l'enracinement, porosité, réserve en eau, perméabilité, portance...) mais est souvent peu prise en considération du fait de la prépondérance des types limoneux (texture limono-sableuse à limono-argileuse).

On ne doit donc pas la négliger lorsqu'il s'agit d'optimiser le choix des essences adaptées au contexte local.

#### **f. La structure du sol**

Cette notion recouvre la manière dont sont agrégées entre elles les particules élémentaires constitutives d'un sol (sable, limon et argile). Lorsque ces éléments n'ont aucune cohésion entre eux, on parle de structure particulaire (cas d'un tas de sable pur par exemple) ou, inversement, lorsqu'ils font bloc (cas des argiles lourdes ou des limons très compactés), on parle de structure massive.

Fort heureusement, ces cas extrêmes sont rares et les éléments du sol sont le plus souvent agencés entre eux pour former une structure fragmentaire.

Selon la forme des agrégats, on distingue :

- la structure grumeleuse qui présente des agrégats arrondis de 0.5 à 1mm (en dessous, la structure est micro-grumeleuse), qui est classique à la surface des terres riches et meubles travaillées par les vers de terre ;
- la structure polyédrique où les agrégats sont grossiers avec des formes de polyèdres ou de primes plus ou moins émoussés, de 5 à 50 mm d'arête, nettement prédominante dans les sols limoneux et les horizons plus profonds ;
- la structure lamellaire où les agrégats se présentent sous la forme de strates superposées (peu fréquent).

La structure, qui est à mettre en relation avec la texture du sol, est aussi un indicateur indirect de son activité biologique. Elle influe dans une large mesure sur la porosité du sol du fait des vides plus ou moins importants qui existent entre les agrégats : elle joue donc un grand rôle sur la capacité d'un sol à retenir l'eau et l'air (drainage et oxygénation).

#### **g. La présence éventuelle d'un sol remanié**

Les travaux lourds de préparation du terrain (dessouchage, labour profond, sous-solage, réalisation d'ados) qui ont précédé l'installation de nombreux boisements de landes ou de reboisements après coupe rase d'un peuplement ont perturbé le profil du sol sur une certaine profondeur, en mélangeant les horizons supérieurs. Ce cas est suffisamment fréquent pour être signalé et être pris en considération.

Les échantillons de sol prélevés ressemblent à un « patchwork », avec des colorations très diverses et présentent souvent des caractères très variables d'un sondage à l'autre, sans aucune logique apparente, ce qui rend l'interprétation du sol très délicate et invite à la plus grande prudence quant à leur usage effectif dans les choix de gestion.



Gilles PICHARD  
(d'après une base de Michel COLOMBET)  
mars 2009