Les sols forestiers: un outil de référence face à l'évolution climatique.



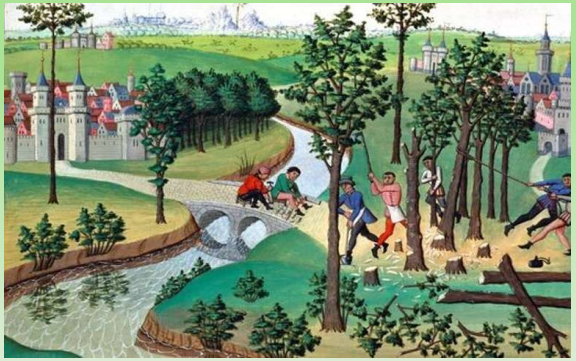
Observer, Analyser, Comprendre, Communiquer

Vendredi 23 octobre 2026

Eric Geoffroy, CNPF

La forêt: un espace pour de nombreux usages depuis le Néolithique:



















Vendredi 23 octobre 2026

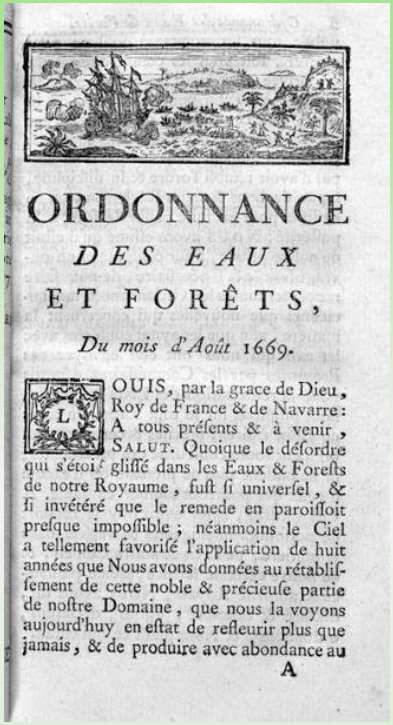
La gestion forestière durable? quelques dates essentielles!



Philippe LE BEL créa la première Administration des Eaux et Forêts en 1291!

Philippe IV DE VALOIS instaura le premier code forestier en 1346!





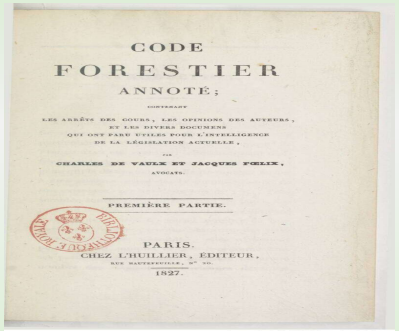
ORDONNANCE
DES EAUX
ET FORÊTS,
Du mois d'Août 1669.

LOUIS, par la grace de Dieu, Roy de France & de Navarre: A tous préſents & à venir, SALUT. Quoique le déſordre qui s'étoit gliſſé dans les Eaux & Foreſts de notre Royaume, fuſt ſi univerſel, & ſi invétéré que le remede en paroiſſoit preſque impoſſible; néanmoins le Ciel a tellement favoriſé l'application de huit années que Nous avons données au rétabliſſement de cette noble & précieuſe partie de noſtre Domaine, que nous la voyons aujourd'huy en eſtat de refleurir plus que jamais, & de produire avec abondance au

A

COLBERT, sous le règne de Louis XIV, publia son Ordonnance des Eaux et Forets en 1669!

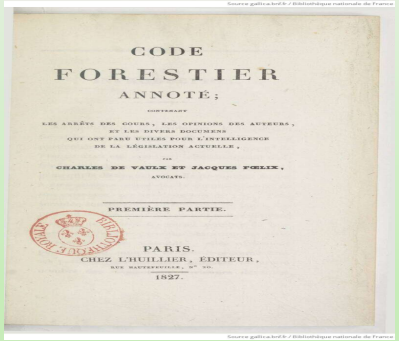
CHARLES X, promulgua un code forestier de 225 articles le 31 juillet 1827 ainsi que son ordonnance le 01 août de la même année, ce qui assura son exécution!



CODE
FORESTIER
ANNOTÉ;

PREMIÈRE PARTIE.

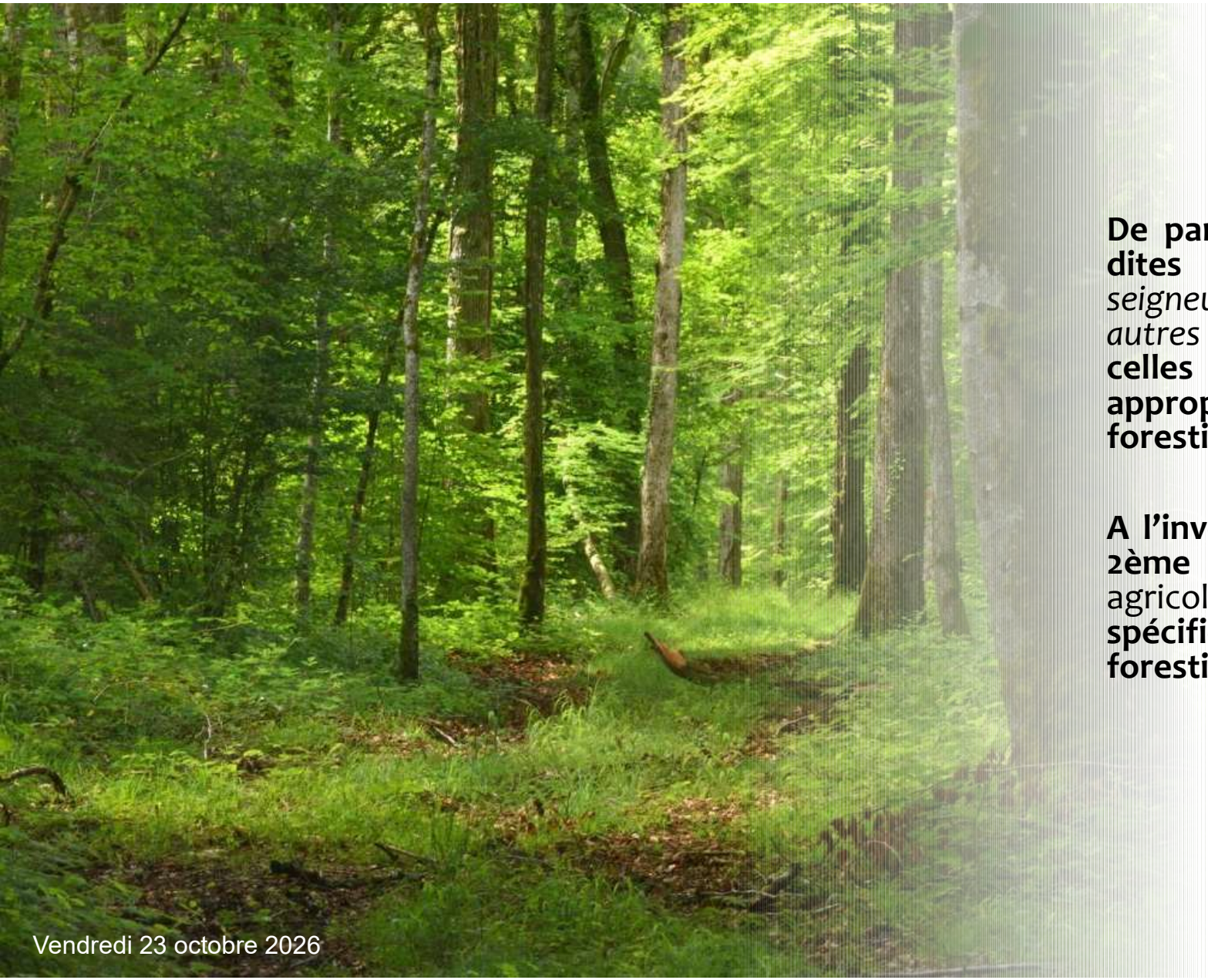
PARIS.
CHEZ L'HUILLIER, ÉDITEUR,
1827.



CODE
FORESTIER
ANNOTÉ;

PREMIÈRE PARTIE.

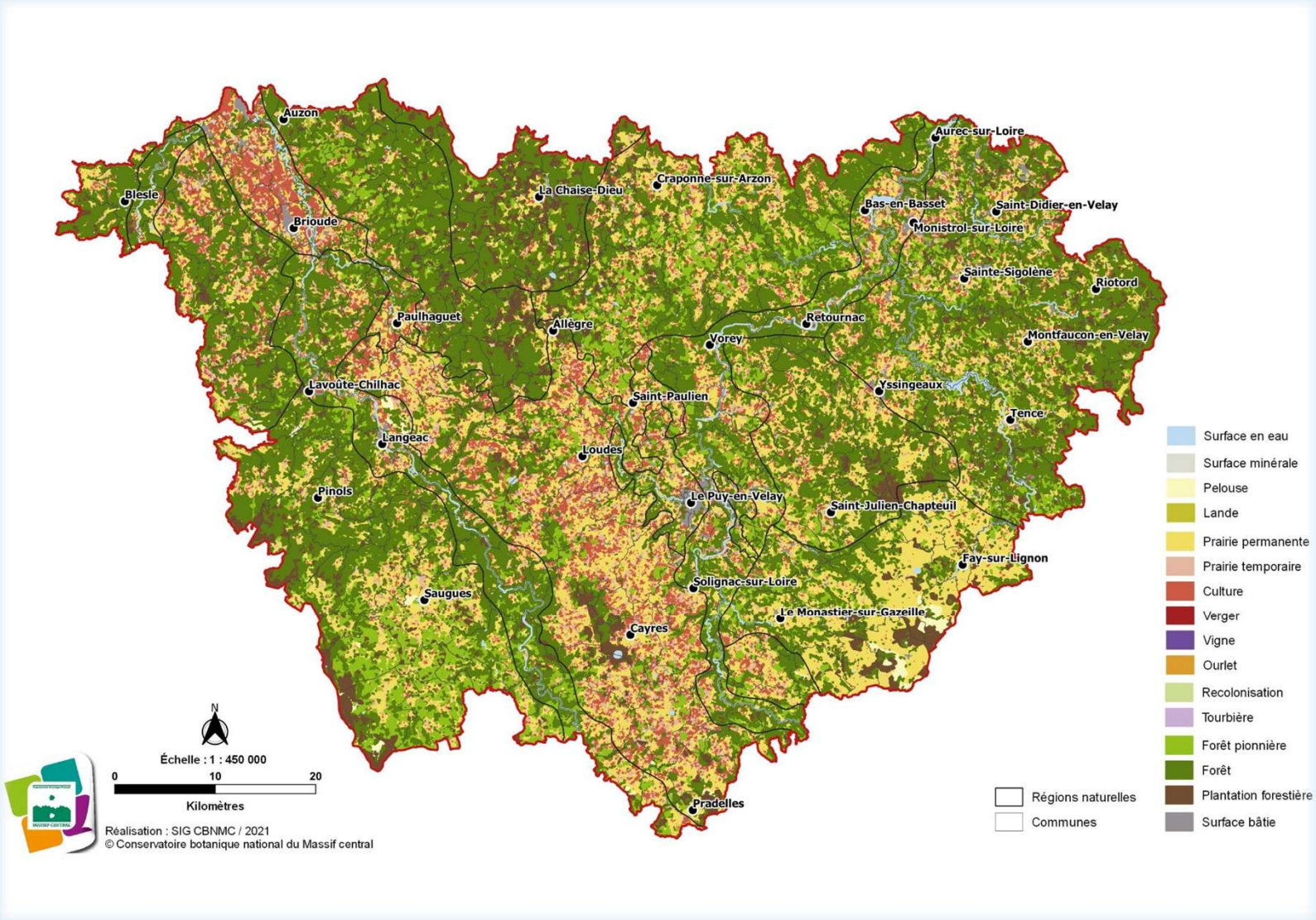
PARIS.
CHEZ L'HUILLIER, ÉDITEUR,
1827.



De part leur histoire, les forêts dites “ anciennes” (*royales, seigneuriales, communales et autres grands domaines*) **sont celles qui ont des sols plus appropriés à la gestion forestière.**

A l’inverse, les forêts de 1ère et 2ème generation (deprise agricole) **ont des sols moins spécifiés à la “culture” forestière.**

Forêt dites « primaires » et forêt « pionnières »



Une surface importante de forêt « pionnière » constitués de sols non spécifiques.

Le cycle général de la productivité forestière au XXIème siècle:





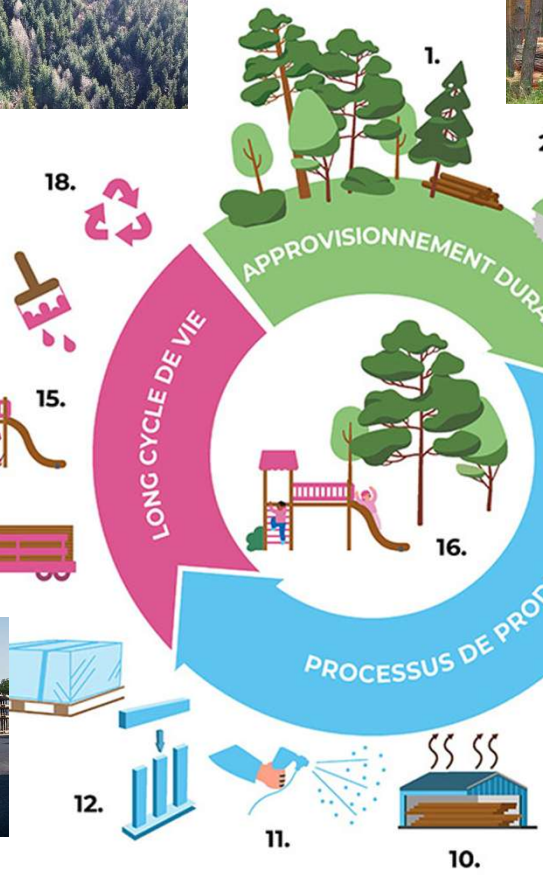














Sommaire:

- *Le sol forestier,*
- *Une matière non renouvelable,*
- *Les associations végétales,*
- *Les systèmes racinaires et les sols.*

Vendredi 23 octobre 2026



Sommaire:

- **Le sol forestier,**
- **Une matière non renouvelable,**
- *Les associations végétales,*
- *Les systèmes racinaires et les sols.*

Vendredi 23 octobre 2026

Comprendre le sol forestier: sol naturel (*rouge*) et exemples de « technosols »

Sol naturel



Sols pseudos naturels | Sols construits | Sols de dépôts | Sols imperméabilisés



Luvisol Forêt urbaine | Cambisol Agriculture urbaine | Anthrosol horticulture | Technosol construit | Technosol Toit végétalisé | Technosol site industriel | Technosol Bassin de décantation | Technosol pavé | Technosol imperméabilisé

Anthropisation croissante

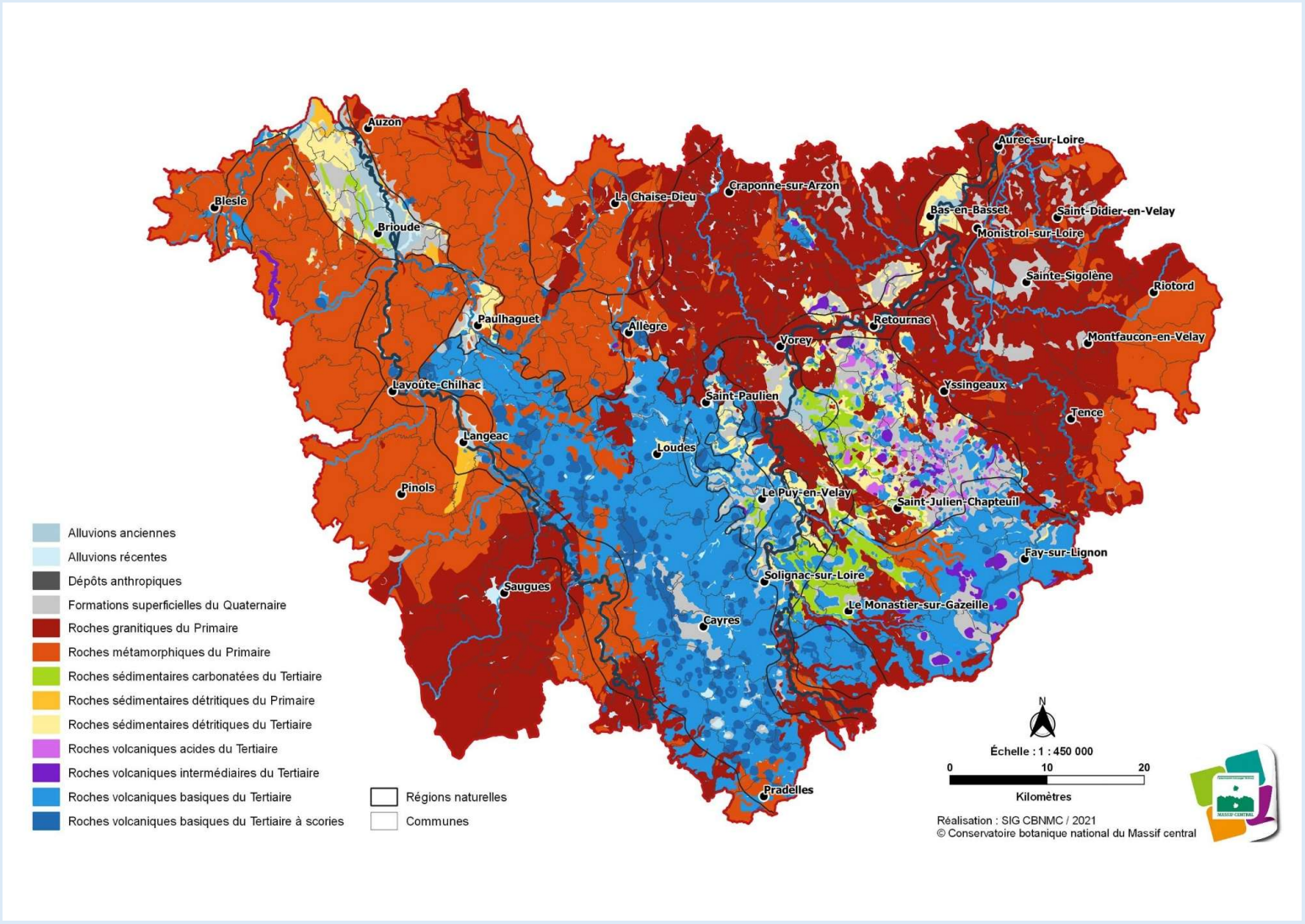
Comprendre le sol forestier: un profil-type équilibré





Horizons visibles sur la photo	Nom de la couche	Caractères permettant de l'identifier
	Végétation de surface	Ensemble de végétaux présents à la surface du sol
	La litière	Ensemble de feuilles mortes et débris végétaux en décomposition issus de la végétation
	Humus	Couche d'aspect foncé (brunâtre à noir), riche en matière organique et avec également des éléments minéraux fins (sables…)
	Horizon minéral	Couche formée par une accumulation d'argile et de sable (couleur marron clair) provenant de l'altération complète de la roche mère sous l'effet du climat local. Il n'y a presque plus de morceaux de la roche mère dans cette couche.
	Horizon d'altération de la roche-mère	Transformation de la roche mère reste limitée si bien que nombre de ses caractères originels (minéraux, nombreux morceaux de la roche mère encore présents)
	Roche mère	Roche composant le sous-sol non altéré, ici du granite.

Une diversité de roche-mere en Haute-Loire



La roche-mère est la base constitutive d'un sol

- **Matière minérale**
  - minéraux primaires
  - minéraux secondaires
    - argiles
    - oxy-hydroxydes (Al, Fe, Mn) : a-FeOOH, a-Fe_2O_3
    - Carbonates (calcite $CaCO_3$, dolomite)

Matériaux argileux



Matériaux quartzeux



- **Matière organique**
  - débris végétaux et animaux
  - microorganismes



Litière

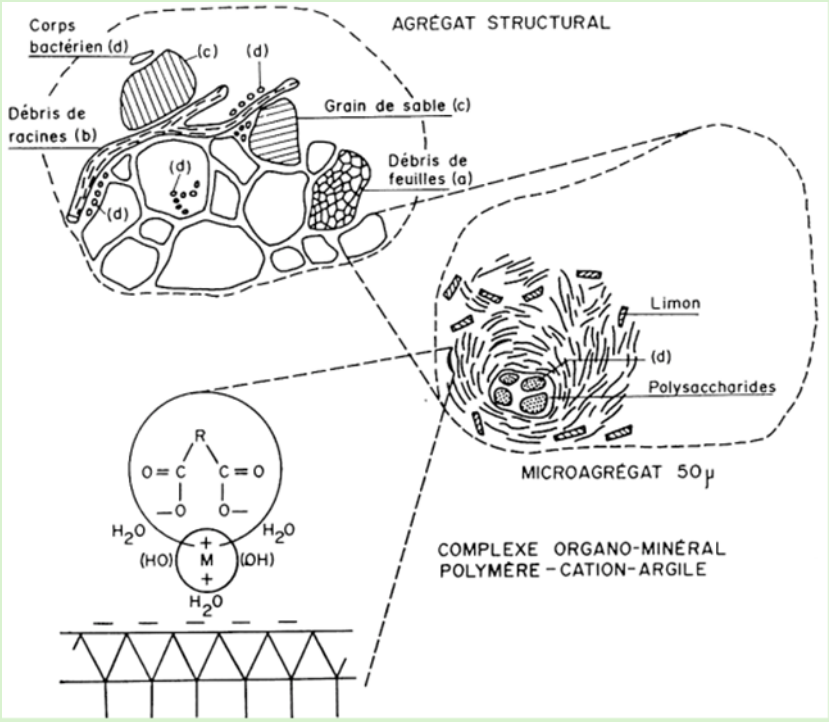
Compost



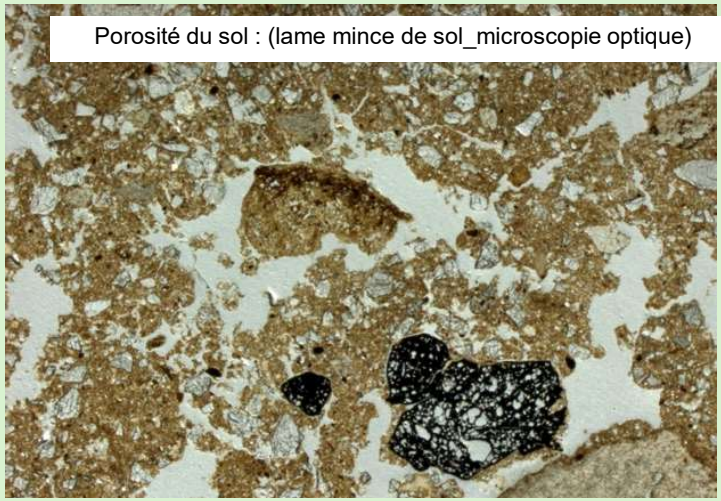
Le Sol Forestier: un milieu organo-minéral structuré



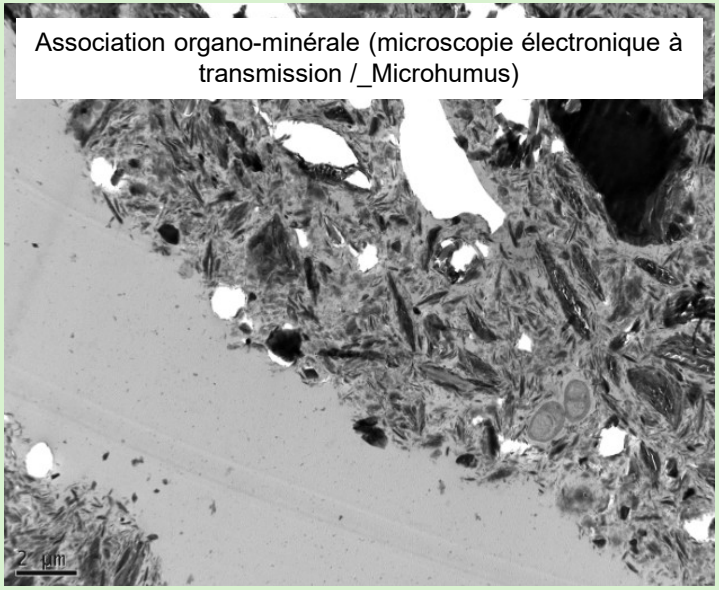
matière organique stabilisée (humus)



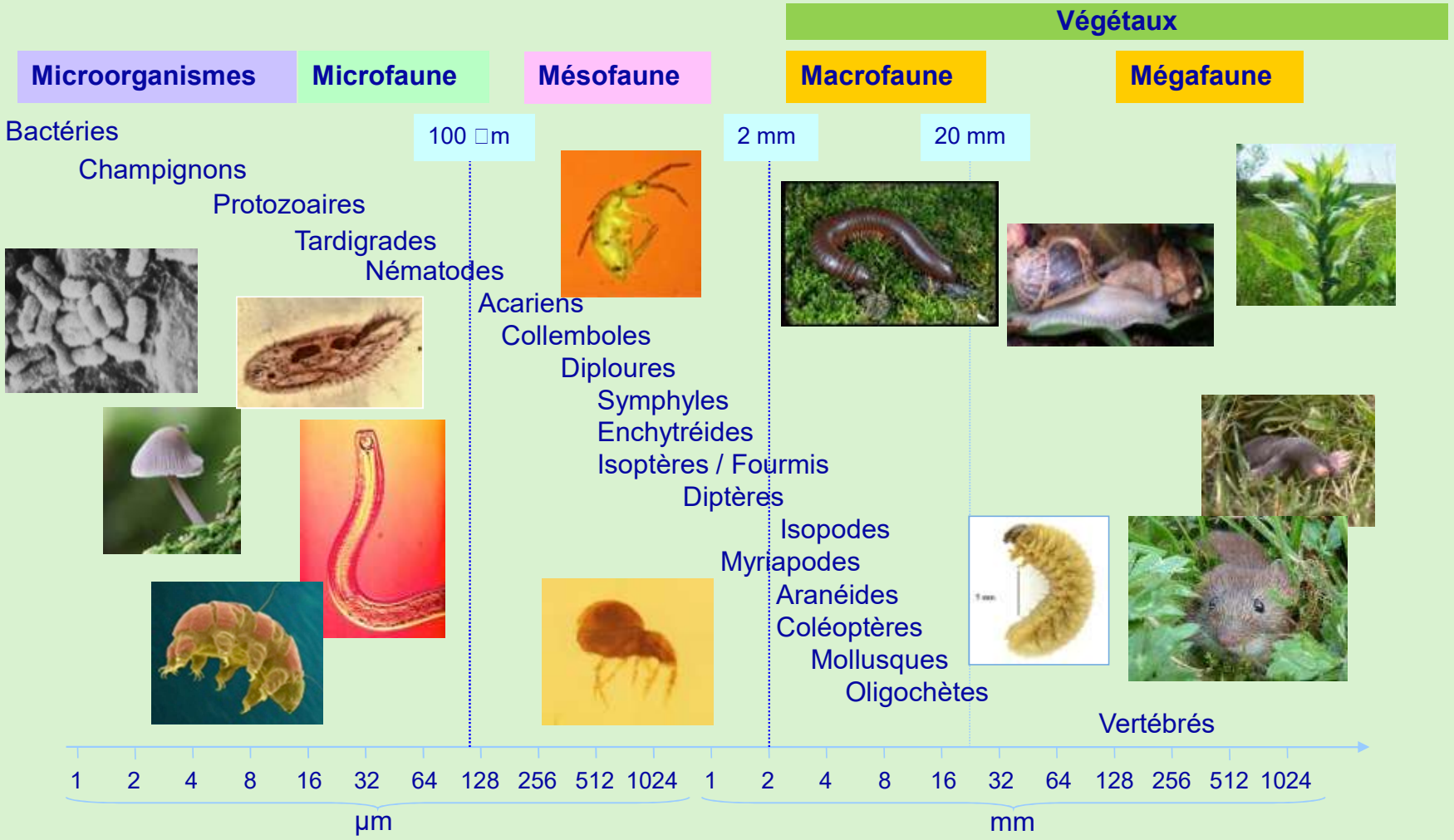
Porosité du sol : (lame mince de sol_microscopie optique)



Association organo-minérale (microscopie électronique à transmission /_Microhumus)

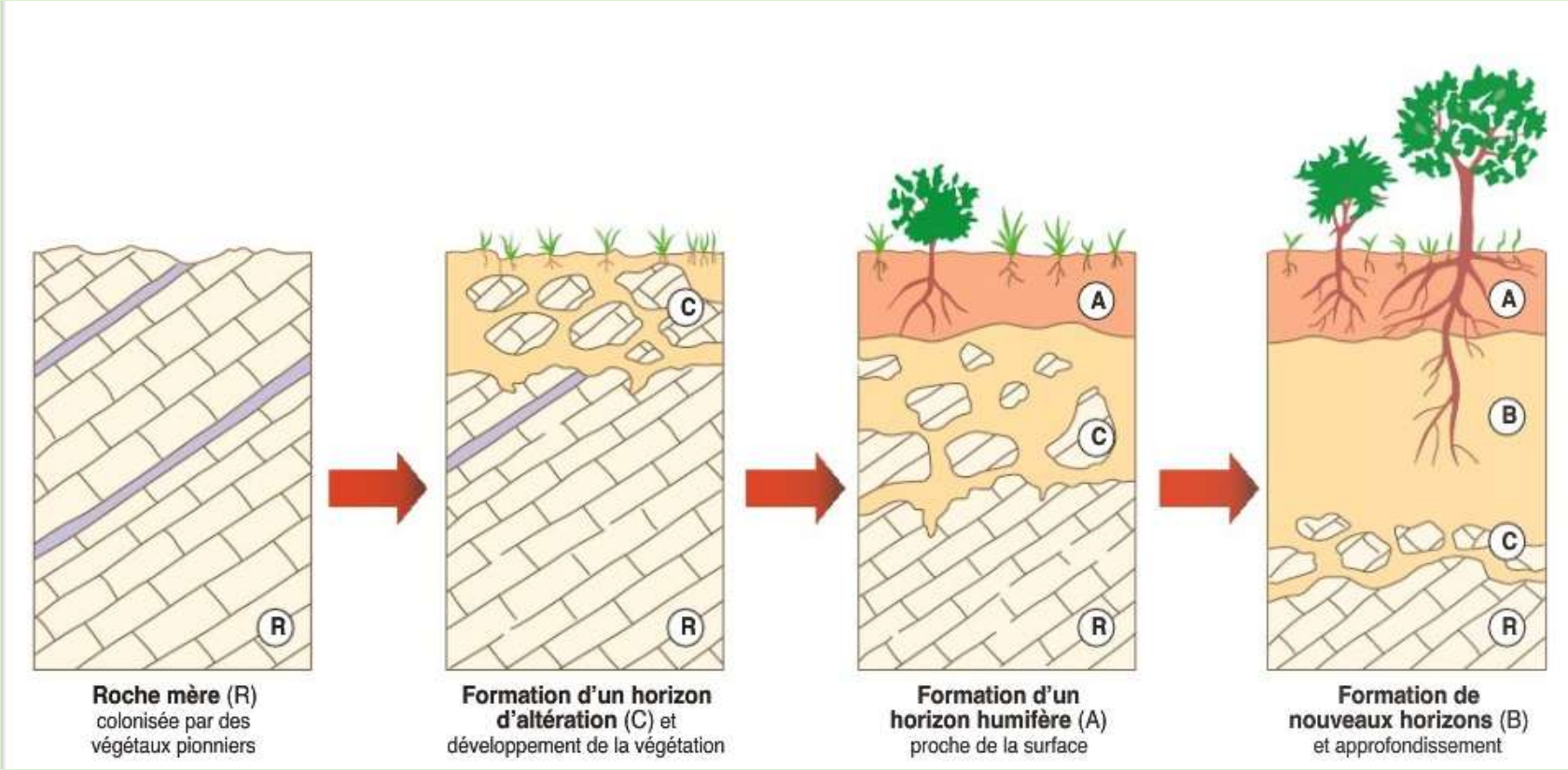


***Le Sol Forestier*: son indispensable biodiversité**



Modifié d'après Swift et al. (1979) par L. Ranjard.

Comprendre le sol forestier: *la Pédogénèse ou la construction d'un sol au fil du temps*



Roche mère (R) colonisée par des végétaux pionniers

Formation d'un horizon d'altération (C) et développement de la végétation

Formation d'un horizon humifère (A) proche de la surface

Formation de nouveaux horizons (B) et approfondissement

Il faut 100 ans pour constituer 1 cm de sol forestier !!

Le sol: une ressource non renouvelable

Le sol est une **ressource non renouvelable** qu'il convient de gérer en relation avec la fonction de la forêt à privilégier dans le cadre d'un aménagement durable.

Le cas de la forêt de production est celui qui est le plus préoccupant en termes de maintien de la qualité des sols et de leur pérennité.

Jacques RANGER, 2001 (Les sols forestiers)



La composition d'un sol forestier est définie par le % **d'argile, de sable et de limon**. Elle influence la richesse chimique, la rétention en eau et la fragilité au tassement

Comprendre le sol forestier: Principales menaces pour les sols

- « La **dégradation des sols** est définie comme un **changement dans l'état de santé du sol qui entraîne une diminution de la capacité de à fournir des biens et services pour ses bénéficiaires.**
- **Les sols dégradés** sont dans un état de santé tel qu'ils ne fournissent pas les biens et services habituels du sol
- **50 % des sols** mondiaux sont dégradées (UNCCD)

Organisation des Nations Unies pour l'alimentation et l'agriculture



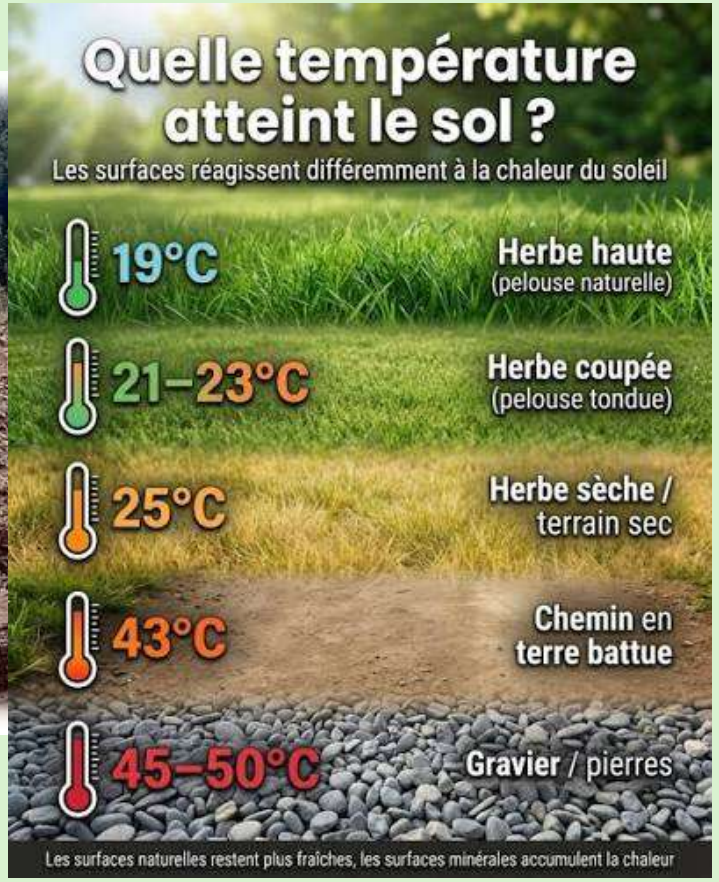
L'érosion: une perte de matière organique néfaste à sa productivité lié à un manque de couverture végétal



Sur sol agricole



Sur sol forestier après coupe rase





TASSEMENT ET COMPACTION:

DEUX EXEMPLES DE DEGRADATION





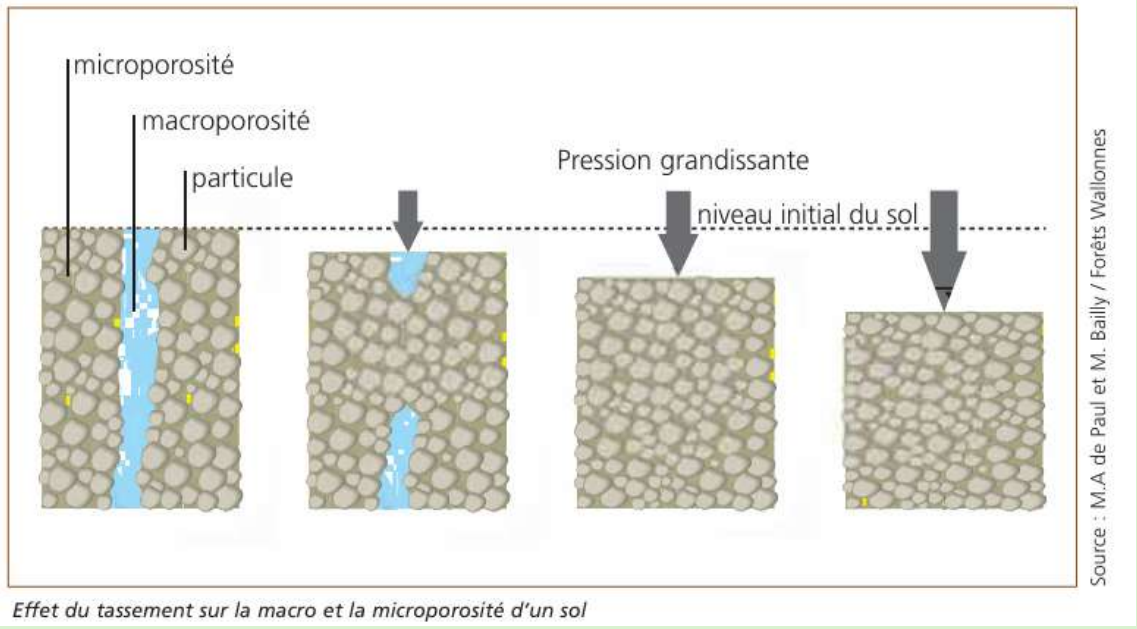
TASSEMENT ET COMPACTION:

DEUX EXEMPLES DE DEGRADATION



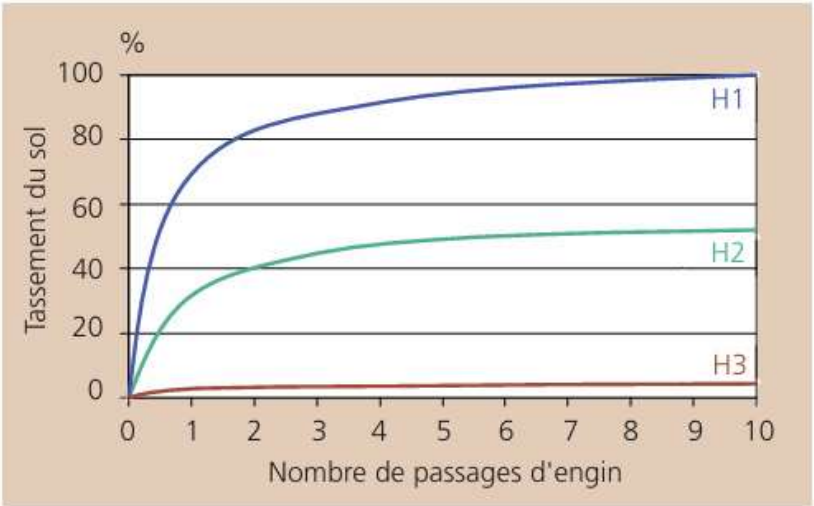
TASSEMENT ET COMPACTION:

DES IMPACTS SOUVENT EVITABLES!



Source : M.A de Paul et M. Bailly / Forêts Wallonnes

Effet du tassement sur la macro et la microporosité d'un sol



Représentation schématique du tassement du sol en fonction du nombre de passages d'engin et de l'humidité du sol (niveaux d'humidité décroissants H1, H2, H3)

80 à 90 % du tassement des horizons de surface du sol a lieu entre le premier et le troisième passage d'engin.

80 - 90 % de la macroporosité disparaît lors des tous premiers passages.

Le Sol Forestier: sa perpétuelle fragilité

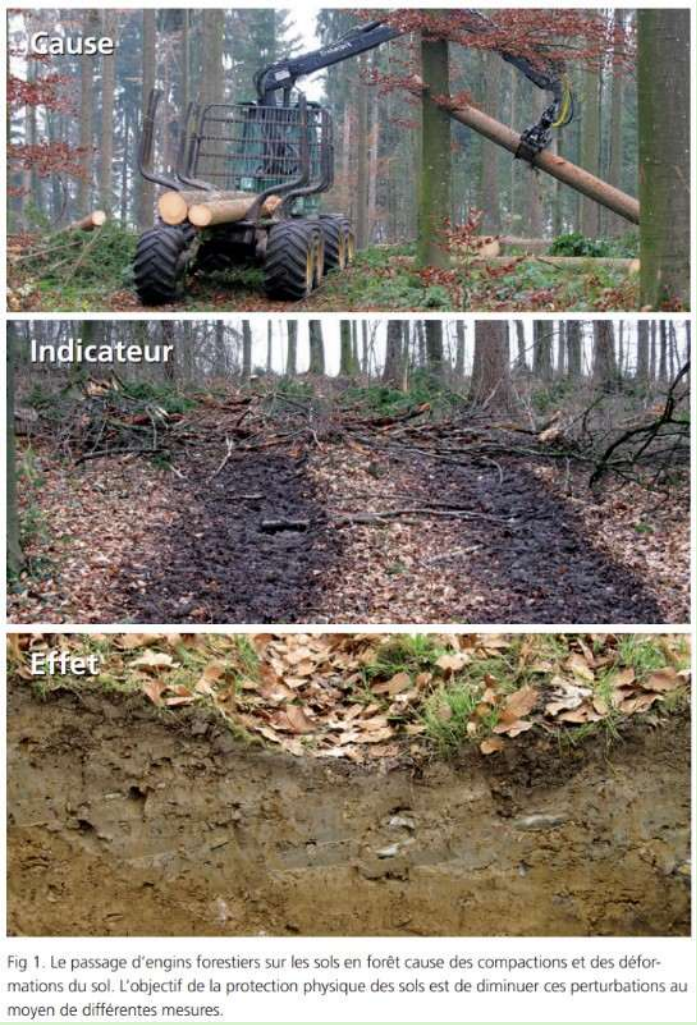
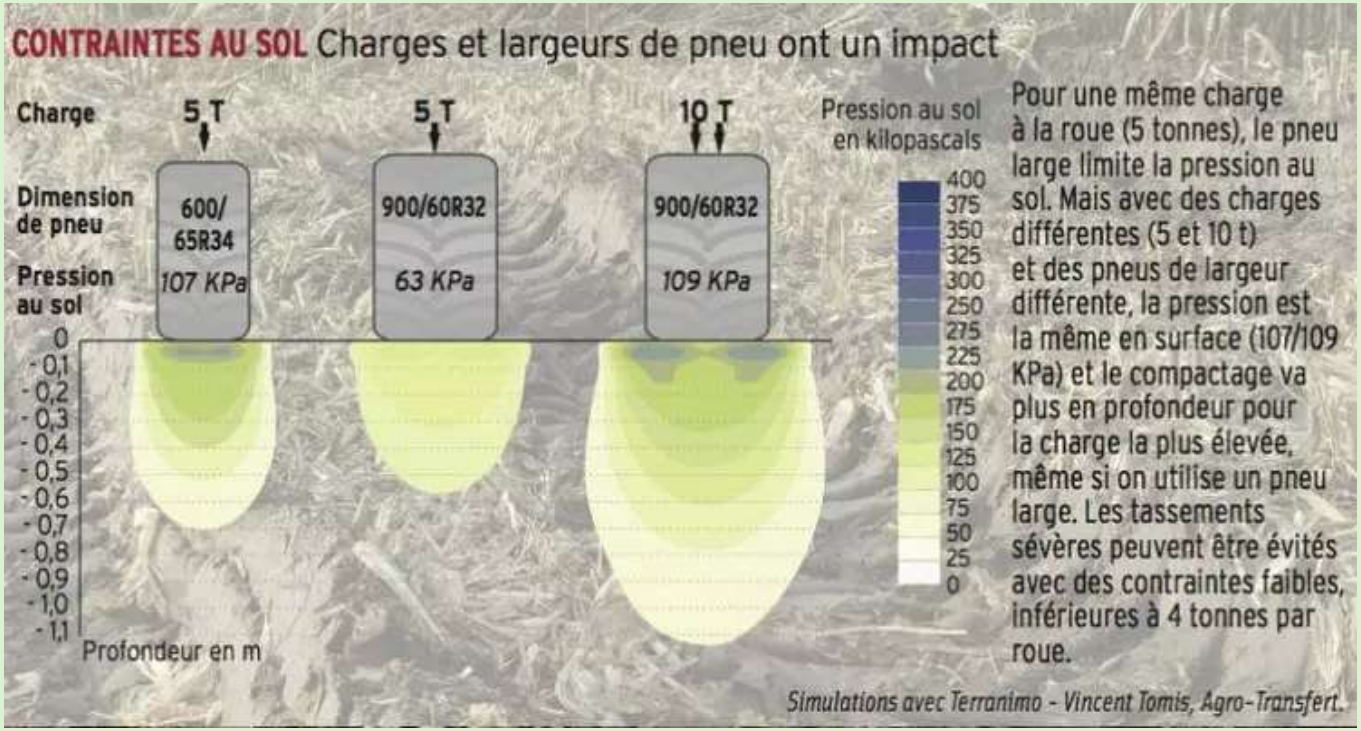


Fig 1. Le passage d'engins forestiers sur les sols en forêt cause des compactions et des déformations du sol. L'objectif de la protection physique des sols est de diminuer ces perturbations au moyen de différentes mesures.

TASSEMENT ET COMPACTION:

DES IMPACTS SOUVENT IRRÉVERSIBLES!

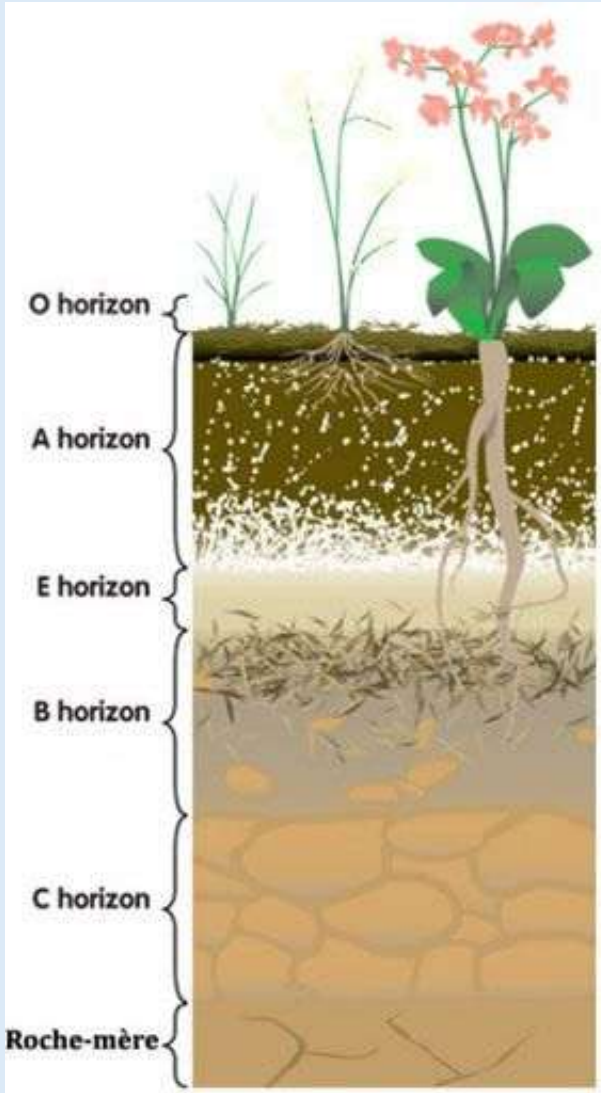




Sommaire:

- *Le sol forestier,*
- *Une matière non renouvelable,*
- **Les associations végétales,**
- *Les systèmes racinaires et les sols,*

Vendredi 23 octobre 2026



Horizon 0 : c'est l'horizon organique (ou humus) dans lequel les débris végétaux s'accumulent à la surface du sol.

Horizon A : l'horizon A est par définition un horizon contenant à la fois de la matière organique et de la matière minérale. Il est, en général, le résultat d'un brassage mécanique par les organismes vivants dans le sol (vers, insectes) ou bien matérialise l'intervention de la charrue dans le cas des sols cultivés.

Horizon E : il correspond à un horizon appauvri par le départ de constituants solides ou leur solubilisation in situ. C'est l'horizon éluvial. Il résulte en général d'une perte d'argile, de fer, ou de matière organique par lessivage. Sa couleur est souvent plus claire.

Horizon B

C'est un horizon enrichi. Il est enrichi en divers constituants, suivant les cas: argile, fer, matière organique, carbonate de calcium, etc.

Horizon C : c'est un horizon d'altération de la roche mère dans lequel la transformation de celle-ci reste limitée si bien que nombre de ses caractères originaux (litage, schistosité, minéraux) sont encore très visibles.

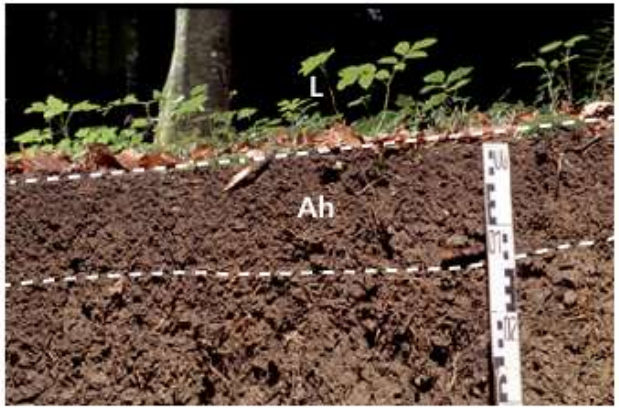
Matière organique et cycle de l’azote dans les sols

C'est toute la **matière organique** qui se trouve sur les sols : les feuilles, les rameaux, les brindilles, les bois morts, les cadavres d'animaux... En se décomposant par un processus naturel, les éléments nutritifs contenus dans la matière organique redeviennent disponibles pour la végétation.

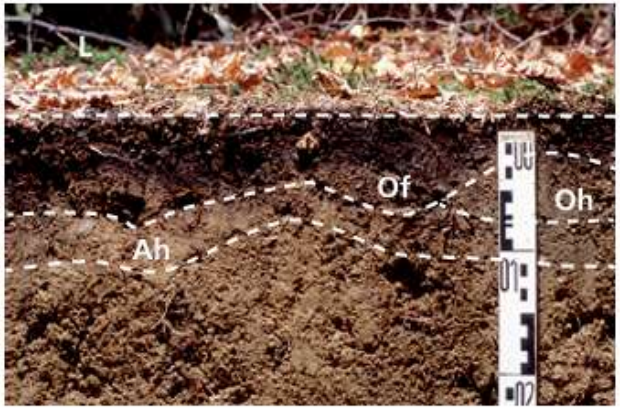
La matière organique est composée essentiellement de **carbone, hydrogène et oxygène**. De faibles quantités de nutriments tels que l'azote, le phosphore, le potassium, le soufre, etc., sont également constitutifs de certaines matières organiques, comme les protéines.



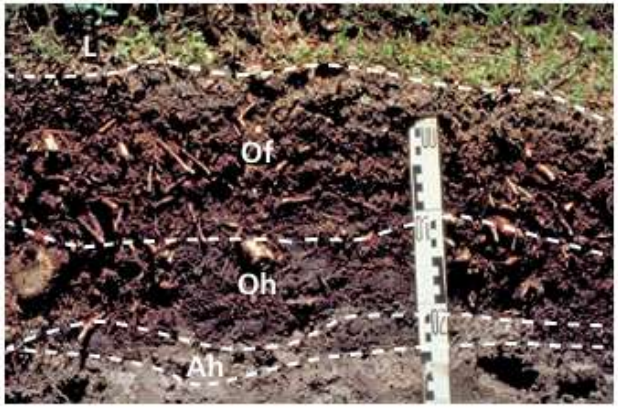
Matière organique et cycle de l'azote dans les sols:



La forme d'humus **Mull (L/Ah)** est déterminée par une intense activité biologique accompagnée d'une dégradation rapide de la litière fraiche et d'un mélange intime de la matière organique et de la matière minérale fine (processus durant en moyenne de un à deux ans). Ce type de sols de surface est généralement bien approvisionné en éléments nutritifs et possède grâce à sa structure granulaire un régime optimal d'eau et d'air.

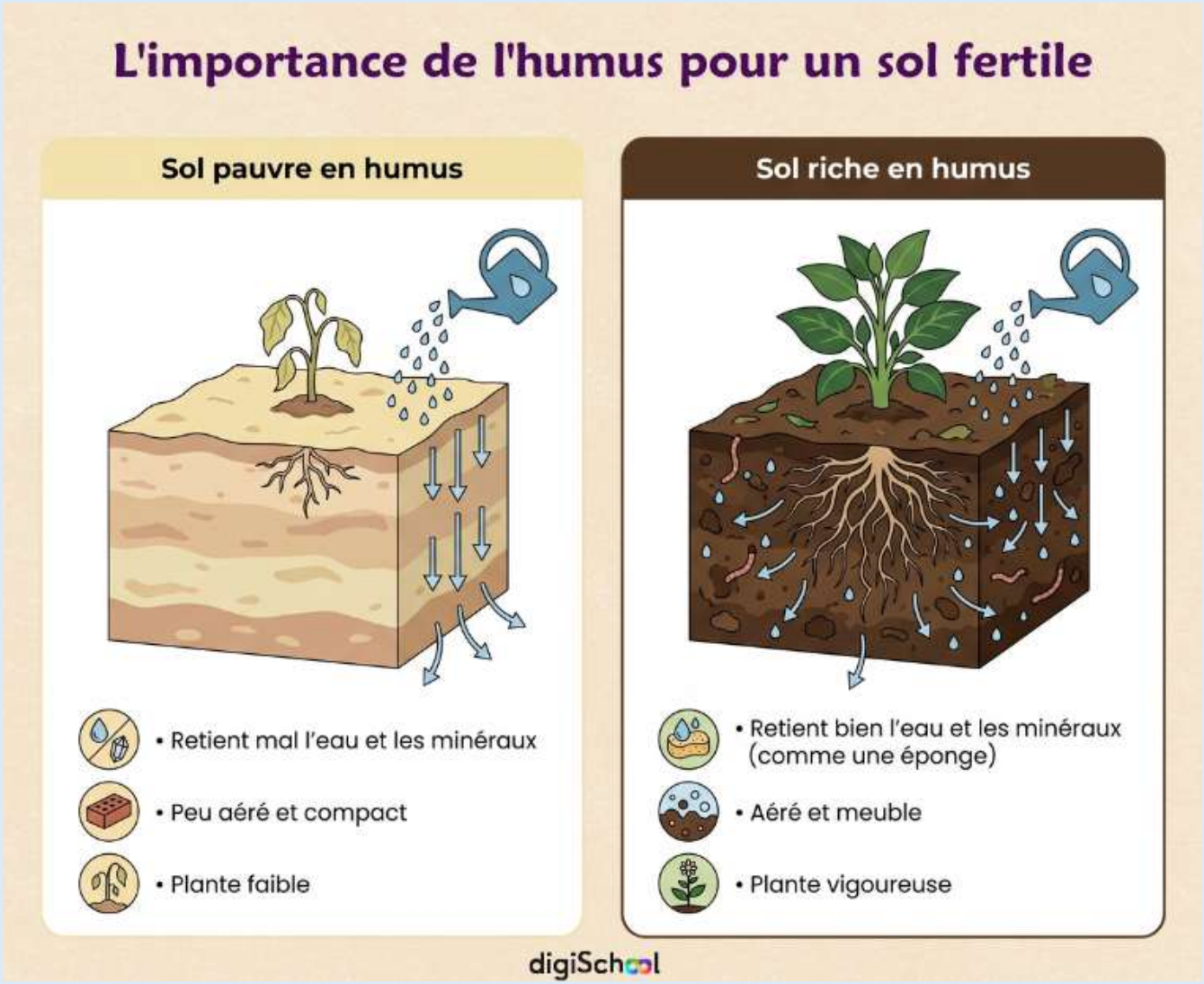


Le **Moder (L/Of/[Oh]/Ah)** se forme principalement soit dans les forêts de feuillus et de résineux à faible strate herbacée avec des sols de surface relativement pauvres en éléments nutritifs, soit là où les conditions climatiques sont froides et humides (état de développement entre le Mull et le Mor).

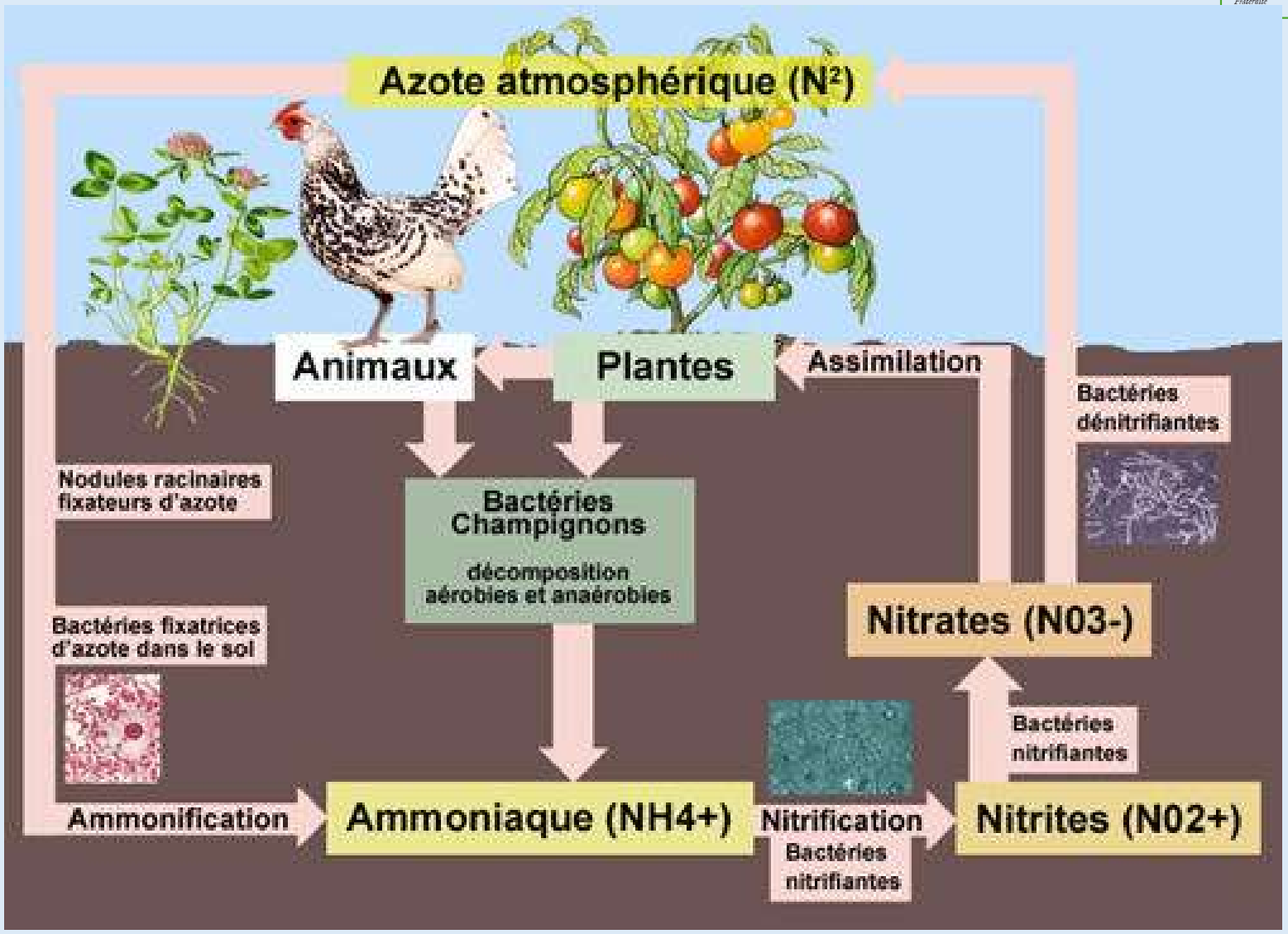


Le **Mor ou humus brut (L/Of/Oh/Ah)** est une forme d'humus typique des sols de surface extrê- mement pauvres en éléments nutritifs, à granulométrie grossière et sous une couverture végétale produisant de la litière coriace difficilement décomposable. Des forêts de résineux denses, avec peu de lumière, sans aucune strate herbacée ou en présence d'arbustes nains, favorisent la formation de cette forme d'humus de la même manière qu'un climat froid et humide. Les différents hori- zons humifères sont clairement différenciables.

Comprendre le sol forestier: *les humus, le socle des formations végétales:*



Matière organique et cycle de l'azote dans les sols:



Matière organique et cycle de l'azote dans les sols: exemple des nodules

Plant nodulé

Plant « classique »



Alnus cordata de 2 ans
(Fertl'Innov Environnement)

Exemple de nodules racinaires



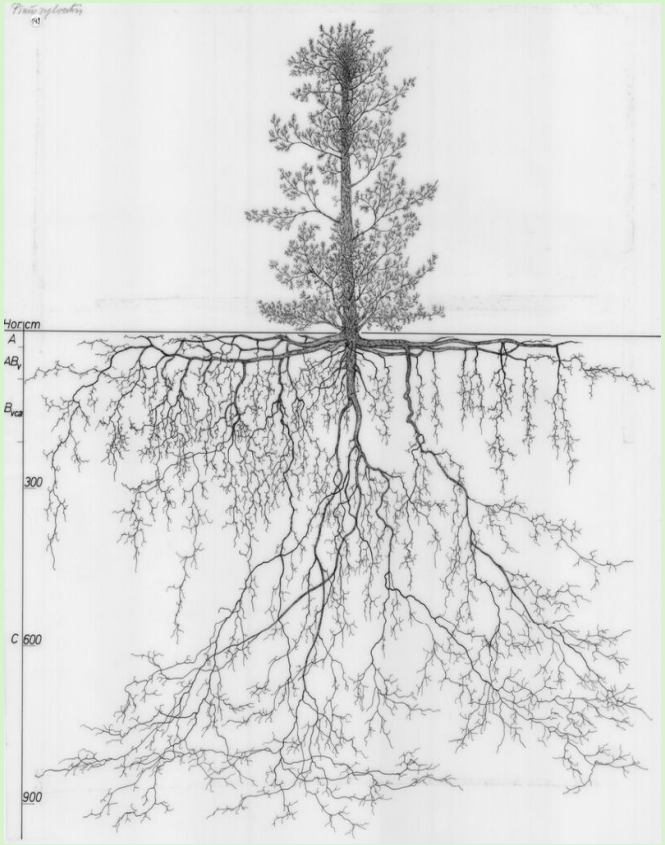


Sommaire:

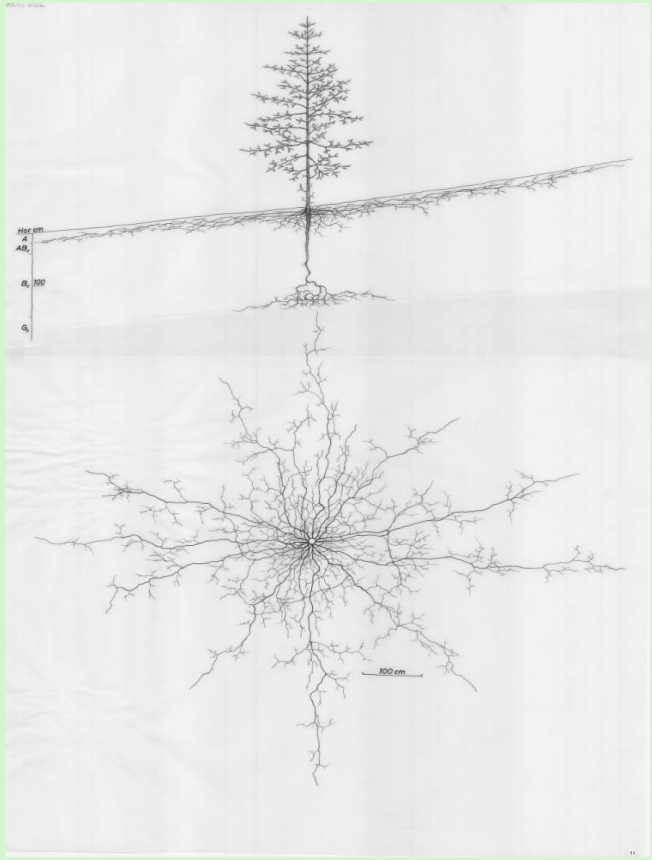
- *Le sol forestier,*
- *Une matière non renouvelable,*
- *Les associations végétales,*
- ***Les systèmes racinaires et les sols.***

Vendredi 23 octobre 2026

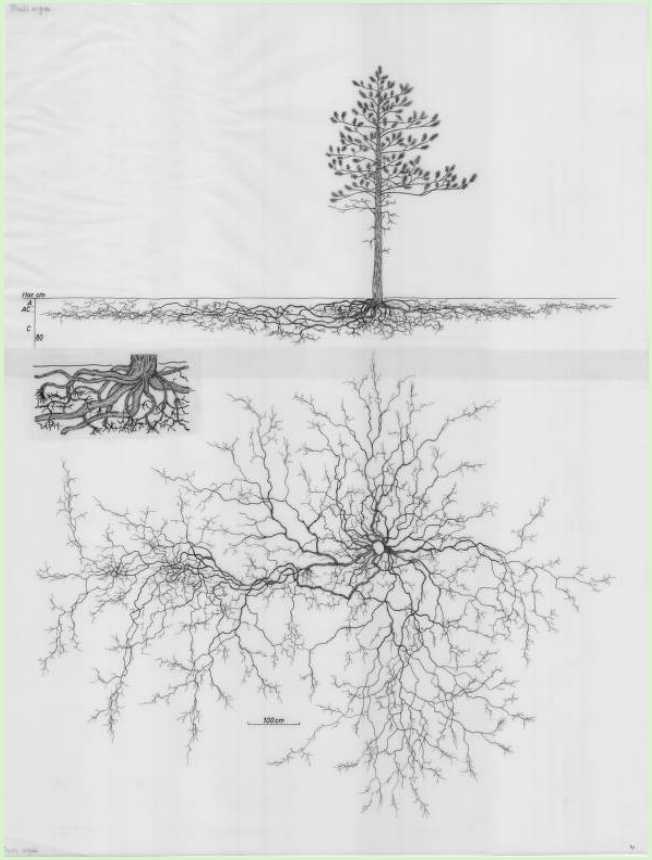
Le système racinaire: *le moteur de l'arbre*



Pin sylvestre (*Pinus sylvestris*)



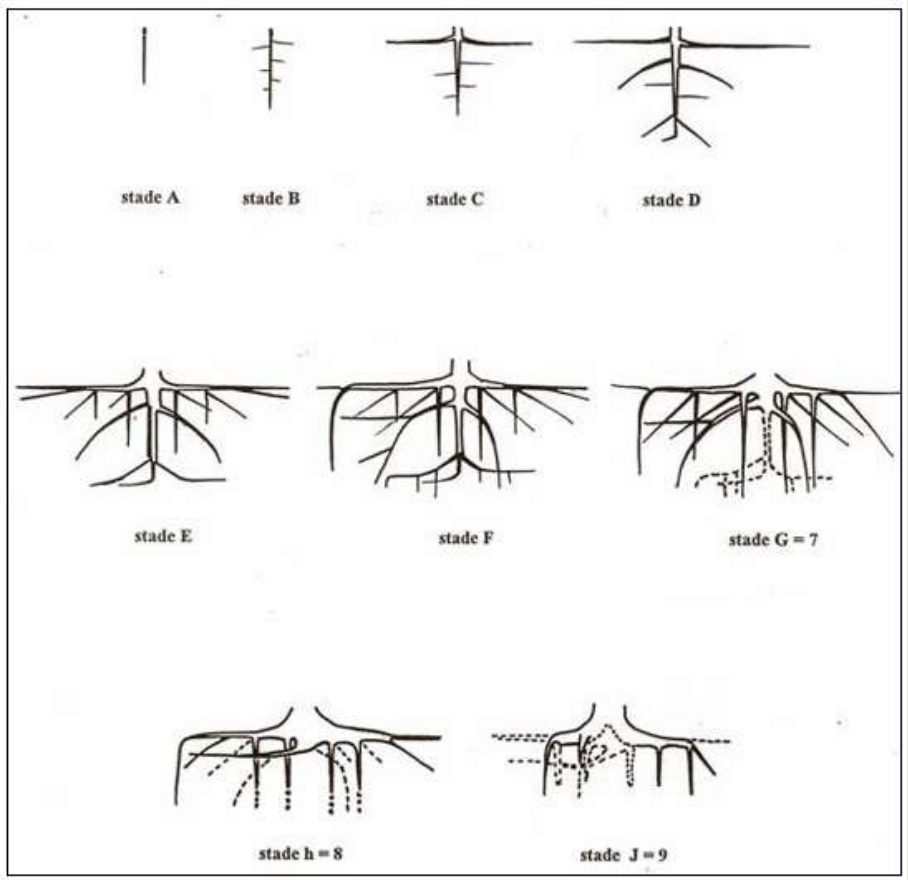
Sapin blanc (*Abies alba*)



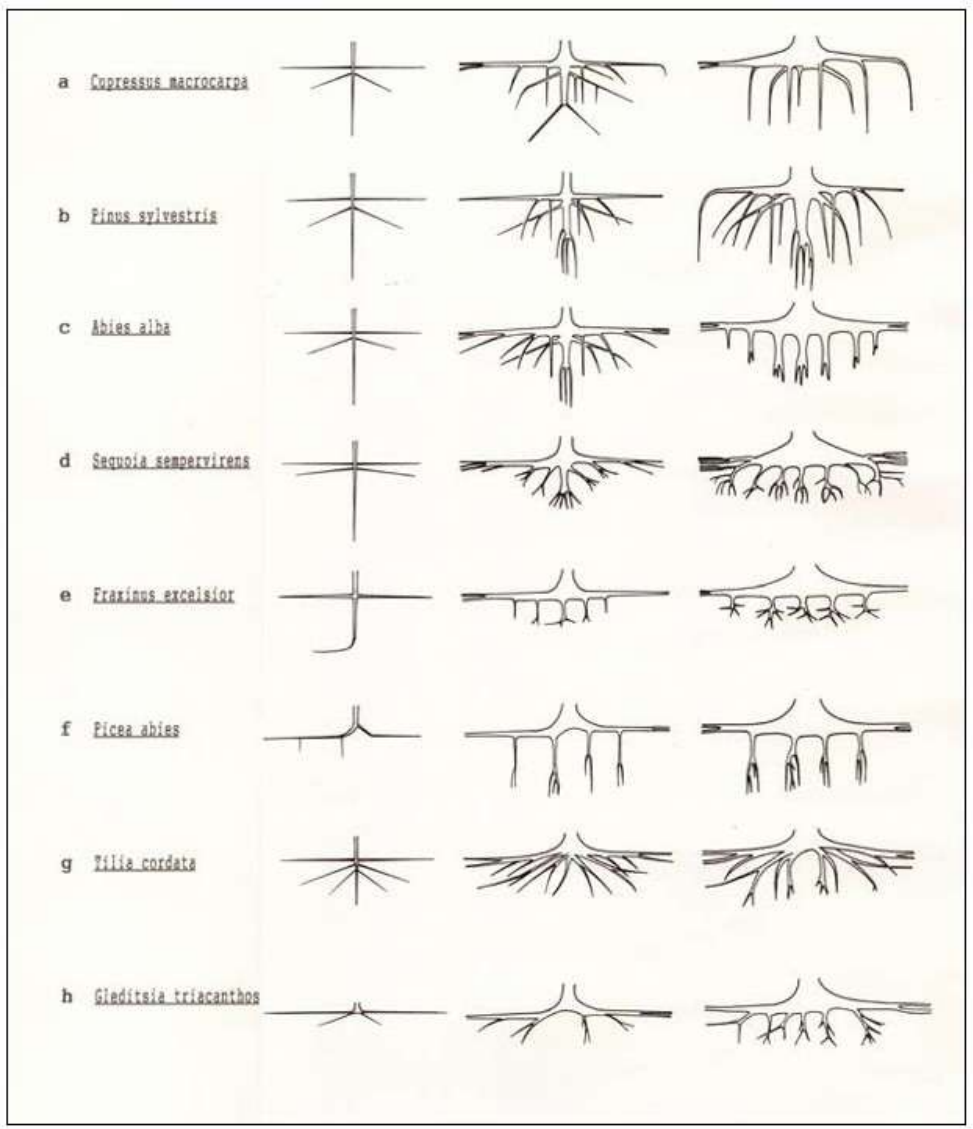
Pin noir d'Autriche (*Pinus nigra nigra*)

… Une morphologie racinaire adaptée à chaque essence!

Le système racinaire: *le moteur de l'arbre*



Les stades généraux de développement racinaire *(source: Pierre RAIMBAULT, INH, 2003)*



L'architecture racinaire de certaines essences forestières et végétaux permet ou non de lutter contre l'érosion des sols.

Le système racinaire: *le moteur de l'arbre*



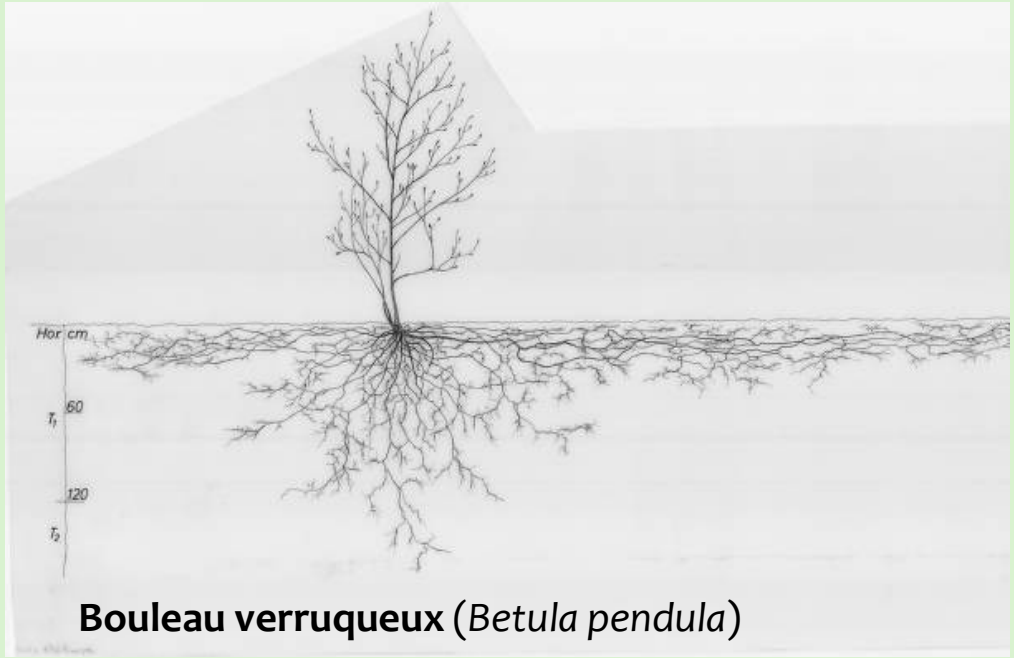
Epicéa Commun (*Picea abies*)





Enracinement superficiel érodant les berges des cours d'eau

Le système racinaire: *le moteur de l'arbre*

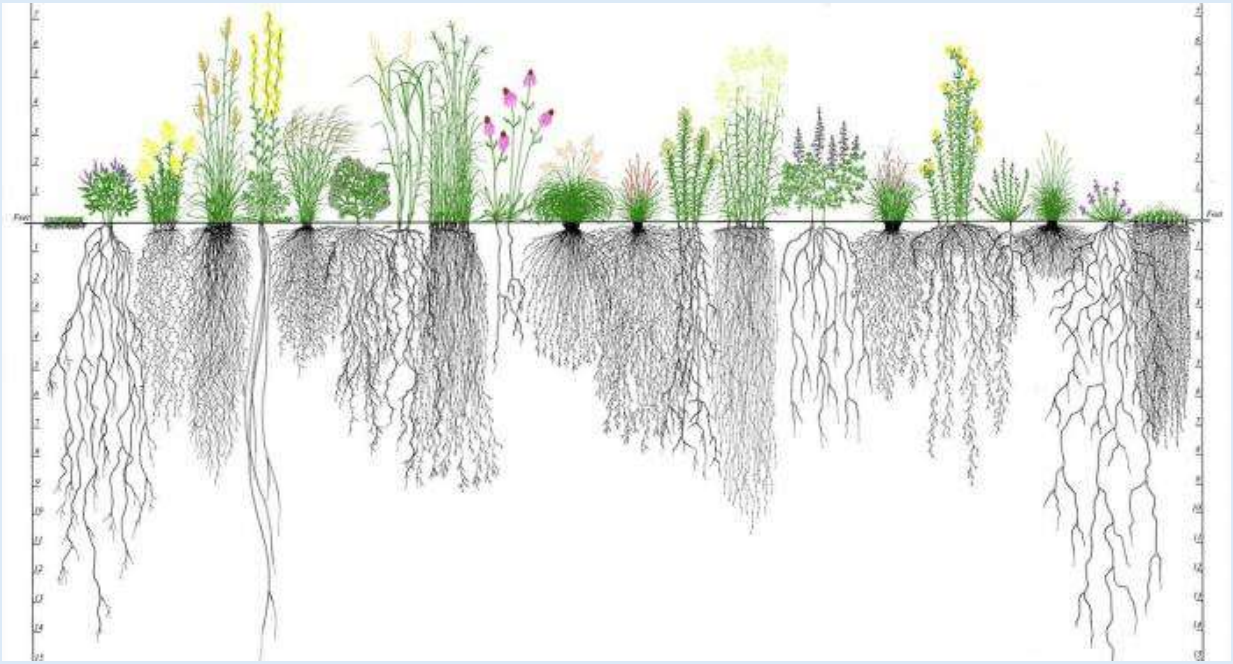


Bouleau verruqueux (*Betula pendula*)



Espèce pionnière avec un enracinement principal en surface

Notion d'habitats forestiers: les associations racinaires





Importance du choix des végétaux afin d'obtenir une prospection racinaire complète : type de racines et profondeur.
Intérêt de mise en place de végétaux différents pour reconstituer des écosystèmes cohérents et fonctionnels

Notion d'habitats forestiers: les associations racinaires



Forêts mélangées: différents types racinaires favorisant les associations fonctionnelles.

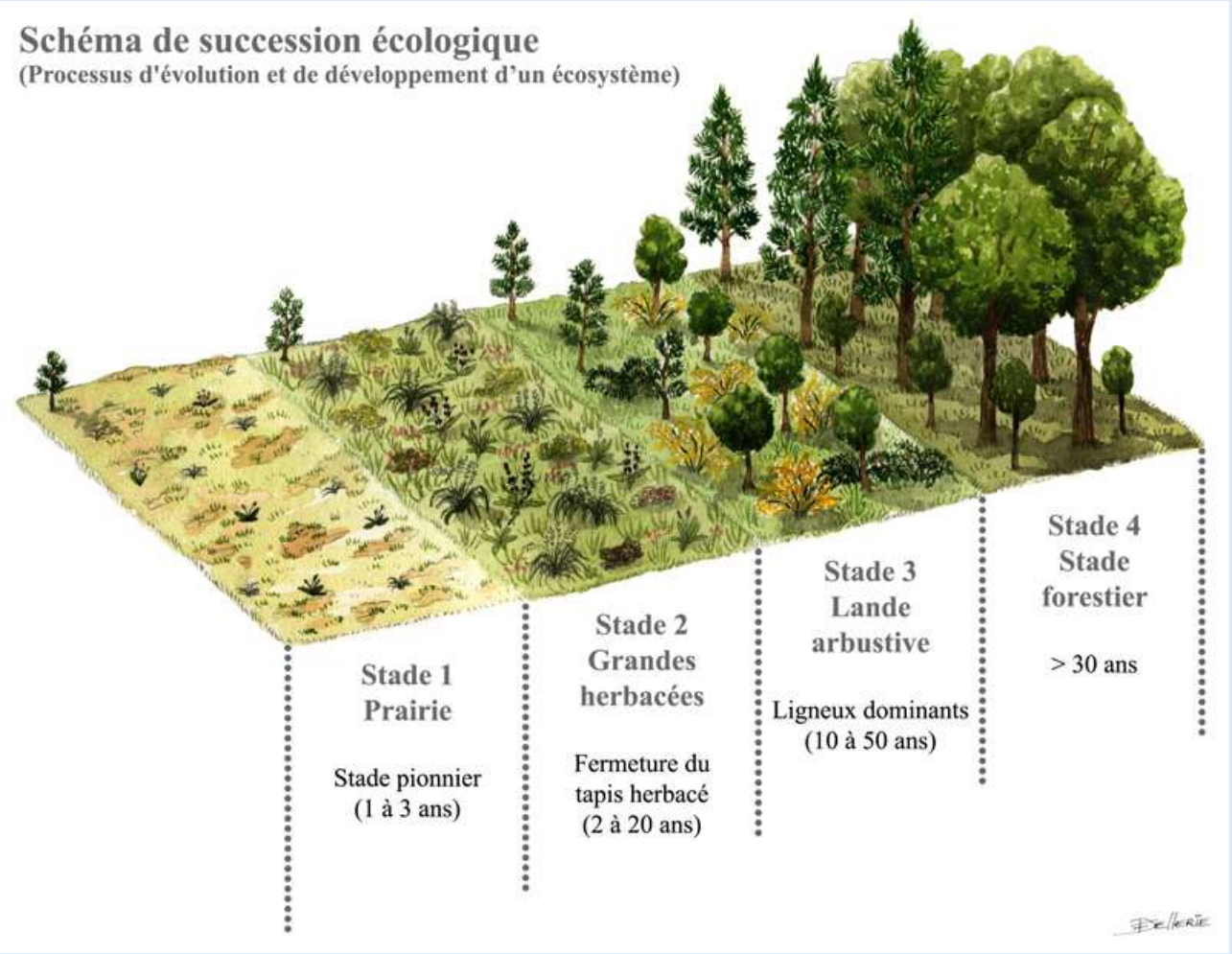


Plantation monospécifique: 1 seul type racinaire et absence d'association fonctionnelle. (« forêt pionnière »)

Notion d'habitats forestiers: les successions écologiques

Tous les ***écosystèmes évoluent naturellement du stade 1 au stade 4****, si et seulement si, aucune anthropisation n'est réalisée.*

Des régressions écologiques peuvent parfois retarder les différentes dynamiques végétales (ex: avalanche, incendie,…)



Notion d'habitats forestiers: quelques végétaux caractéristiques aux changements de stade d'évolution



Ronce: stade 1 au stade 2



Bouleau: stade2 au stade 3



Saules: stade 1 au stade 2



Aspérule odorante: habitat adapté au Hêtre



Genévrier: stade 2 au stade 3

Notion d'habitats forestiers: savoir observer et identifier les problèmes





Plantation en manque de dynamisme:

☞ humus de type « mor »: pas d'humus et donc absence de matière organique,

☞ absence de végétation au sol (pas de cycle d'azote),

☞ absence ou faible présence d'associations racinaires ,

☞ présence de cervidés (frottis de cerf).



Vendredi 23 octobre 2026

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
Liberté
Égalité
Fraternité

CNPF

Un grand merci pour votre attention !

SAINT-JULIEN-MOLHESABATE
Ressourcez-vous