



JB.Reboul - CRPE Normandie © CNPP

L'identification d'une station nécessite l'examen du relief, du sol, de la végétation et du climat (voir le chapitre 4). Ce chapitre précise les observations à réaliser sur le terrain pour diagnostiquer les unités stationnelles et les variantes. L'ensemble des observations à réaliser se retrouve consigné dans une fiche de relevé-type à photocopier avant d'aller sur le terrain.

## Critères de reconnaissance d'une US

- Le relief
- Les formes d'humus
- Le sol :
  - Description d'un sol
  - Engorgement
  - Réserve utile en eau du sol (texture, charge en cailloux...)
  - Richesse du sol (carbonatation/podzolisation...)
- Les groupes écologiques
- Fiche de relevé-type

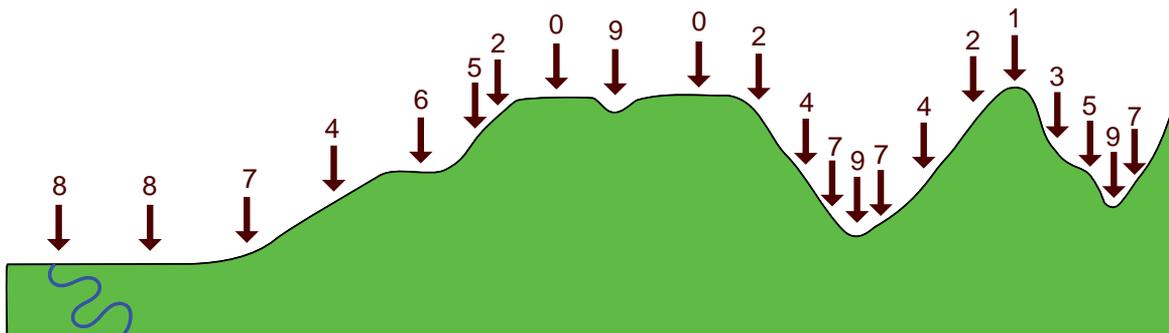


## ► LE RELIEF

Le relief est souvent corrélé à certains paramètres caractérisant une station forestière, comme l'alimentation en eau, le rayonnement solaire, la charge en éléments grossiers, ou l'épaisseur des matériaux de surface. Il explique donc la répartition des unités stationnelles et des variantes.

La position topographique se détermine à l'œil sur le terrain. Cependant, elle peut aussi être étudiée à l'échelle du massif, en interprétant les courbes de niveau sur une carte (cartes au 1/25000 de l'IGN).

Les situations topographiques rencontrées sont décrites par la figure suivante :



Ces situations topographiques sont distinguées dans le guide en zones neutres, de départ ou d'arrivée en eau pour différencier des variantes notamment pour des essences exigeantes en alimentation en eau, comme le Chêne pédonculé.

### Zones d'arrivée en eau :

► **Bas de versant (7), replat (6)** : un bas de versant se distingue par une diminution de la pente du versant, jusqu'à devenir progressivement nulle dans le fond de vallon. Le bas de versant est parfois inexistant ; le versant se termine alors brusquement et le fond de vallon ou la vallée large (9 ou 8) débute directement. Ce phénomène est fréquent lorsque la pente du versant est forte. Le replat est quant à lui caractérisé par un adoucissement prononcé de la pente, sur le versant même.

► **Dépression ou fond de vallon étroit (9), vallée ou fond de vallon large (8)** : les fonds de vallon sont assez souvent étroits. Lorsque les versants sont très proches, il en résulte un effet de confinement qui favorise l'apparition de gelées précoces ou tardives. Les fonds de vallon sont généralement secs, mais peuvent éventuellement abriter un cours d'eau temporaire. Les vallées caractérisées par la présence d'un cours d'eau permanent ou quasi-permanent correspondent au **lit majeur de ces derniers**, soit la surface occupée par le cours d'eau en période de crue. Les cartes SCAN 25° peuvent aider à mieux identifier les limites du **lit majeur**.

### Zones de départ en eau :

► **Sommet (1), haut de versant (2), mi-versant convexe (5)** : les sols sont le plus souvent superficiels et caillouteux dans ces positions topographiques.

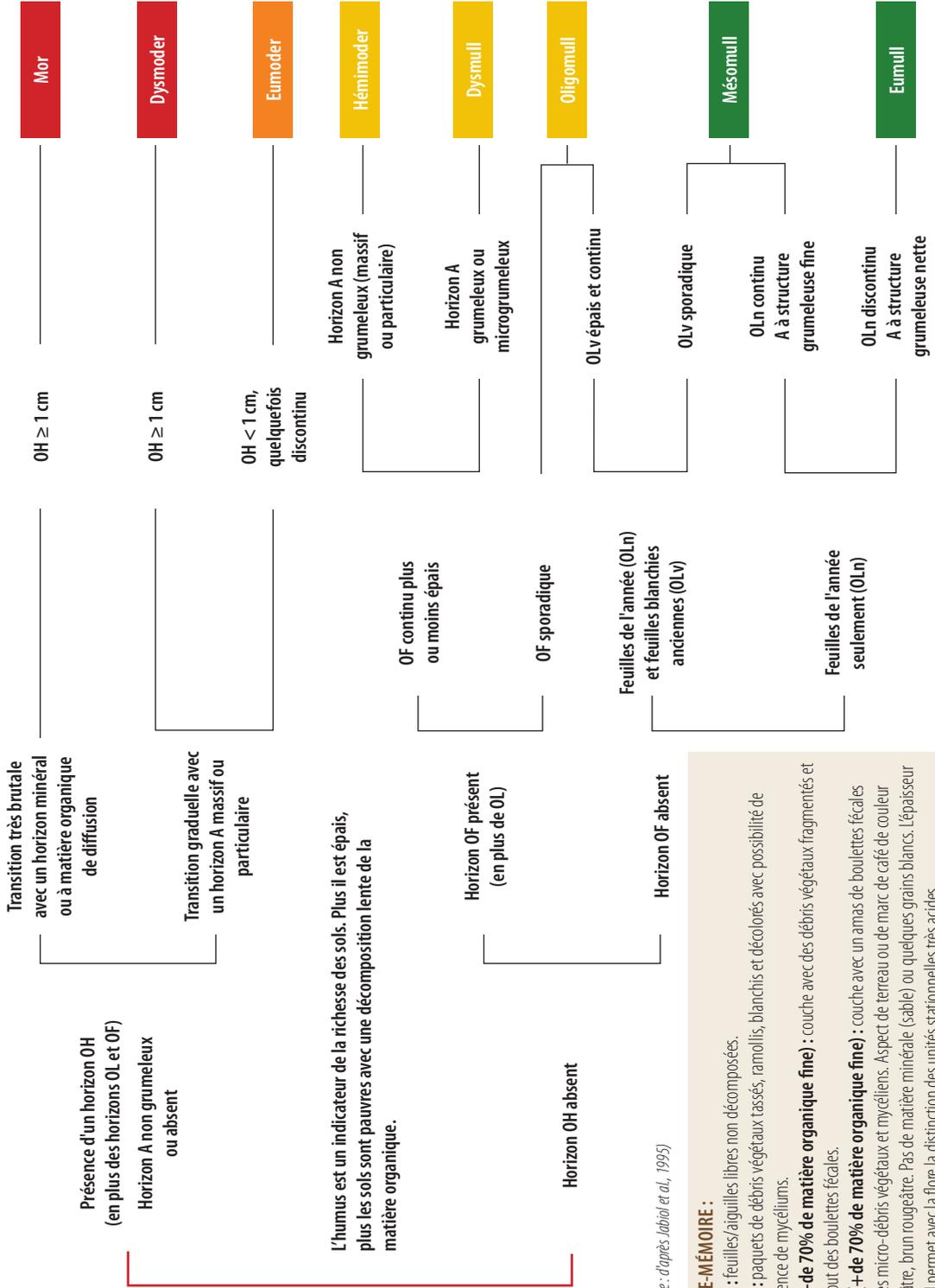
### Zones neutres :

► **Plateau (0), mi-versant rectiligne (4), mi-versant concave (3)** : les départs en eau sont équivalents à l'arrivée en eau. Sur plateau (0) avec un système de sol peu drainant et donc un écoulement lent des eaux en profondeur (drainage), des nappes temporaires d'eau peuvent se former en automne/hiver et début de printemps lors de fortes précipitations. Cette contrainte « d'engorgement » est assez fréquente notamment en Basse-Normandie (Perche, Pays d'Ouche, Pays d'Auge...).

Il faut aussi noter **la pente** qui peut moduler le bilan en eau d'une station forestière, ainsi que **l'exposition des versants** en cas de pente supérieure à 10 %. L'influence de l'exposition du versant sur le bilan climatique d'une station est expliquée dans le chapitre 4 sur « *le choix des essences et la prise en compte du climat et de son changement* ».

▶ LES FORMES D'HUMUS

Clé de détermination des principales formes d'humus aérés de plaine



(Source : d'après Jabiol et al., 1995)

**AIDE-MÉMOIRE :**

**OLn :** feuilles/aiguilles libres non décomposées.

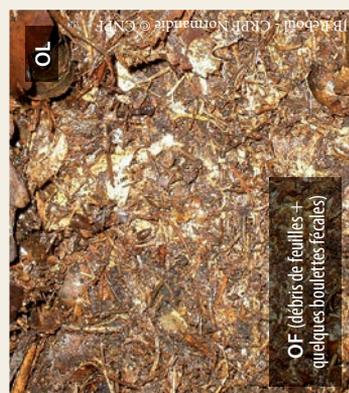
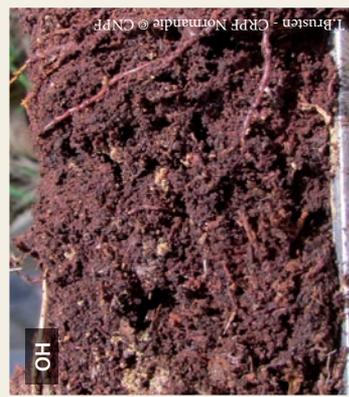
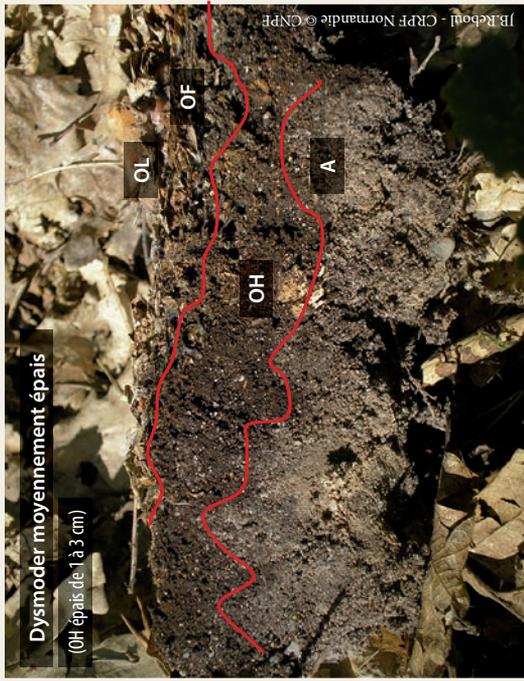
**OLv :** paquets de débris végétaux tassés, ramollis, blanchis et décolorés avec possibilité de présence de mycéliums.

**OF (-de 70% de matière organique fine) :** couche avec des débris végétaux fragmentés et surtout des boulettes fécales.

**OH (+de 70% de matière organique fine) :** couche avec un amas de boulettes fécales et des micro-débris végétaux et mycéliens. Aspect de terreau ou de marc de café de couleur noirâtre, brun rougeâtre. Pas de matière minérale (sable) ou quelques grains blancs. L'épaisseur d'OH permet avec la flore la distinction des unités stationnelles très acides.

**A :** couche poivre et sel, avec des éléments minéraux clairs et organiques noirs

# Critères de reconnaissance d'une US



## ► LE SOL

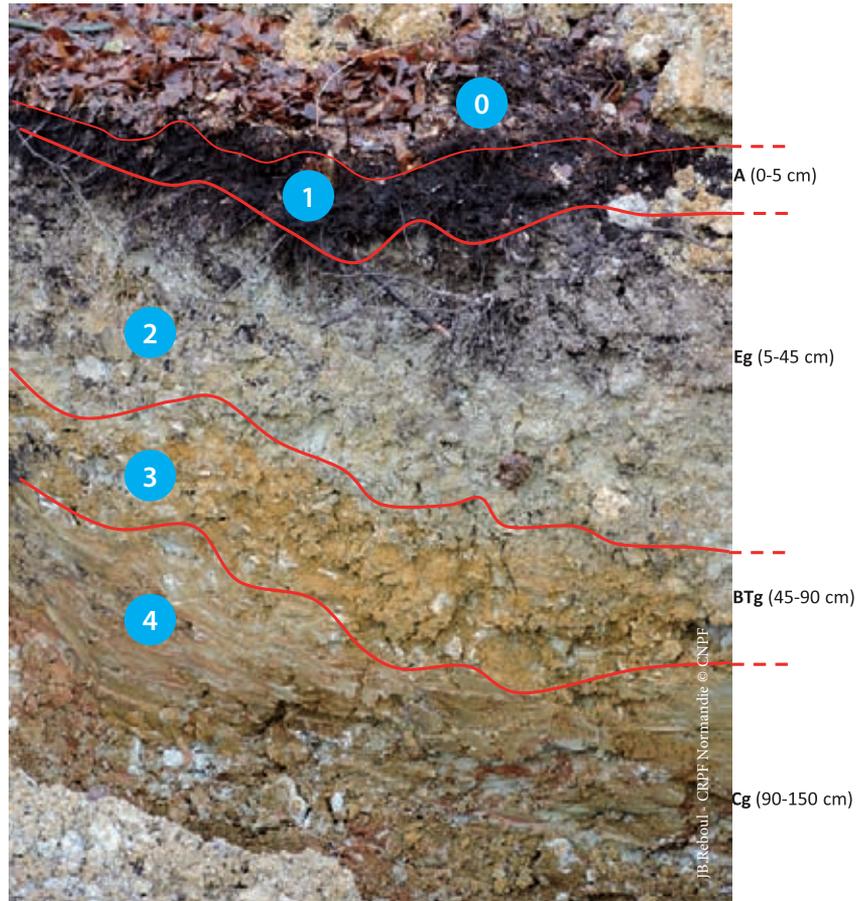
### DESCRIPTION D'UN SOL

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 s'altère, se désagrège et constitue la fraction minérale du sol. Il se développe également à partir de matériaux apportés par le vent (limons éoliens), l'eau (alluvions) ou la gravité (colluvions).

Il est constitué d'une **succession de couches horizontales** appelées **horizons**. Leur ensemble constitue le profil du sol qu'on différencie par les critères suivants : **couleur, texture, compacité, structure, charge en cailloux, carbonatation**.

Ce profil traduit les principales contraintes du sol pour la production forestière : **réserve en eau, engorgement temporaire ou permanent, fragilité physique du sol, disponibilité en éléments minéraux...** Cela est illustré dans l'exemple ci-dessous.

- 0 Humus de type eumoder avec un horizon OH
- 1 Premier horizon coloré par la matière organique, limoneux
- 2 Second horizon à hydromorphie marquée (60 % de traces de décoloration, 30 % de traces rouille et 10 % de la couleur originelle) et limoneux avec un léger enrichissement en argile. Charge en silex moyenne de 20 %
- 3 Troisième horizon à hydromorphie marquée (30 % de traces de décoloration, 70 % de traces rouille) et argilo-limoneux = plancher de la nappe. Charge en silex moyenne de 30 %
- 4 Quatrième horizon à argile lourde à hydromorphie marquée sans silex = roche mère



### Exemple d'une fosse pédologique ouverte en plateau dans le Pays d'Auge sur une formation d'argile à silex

#### Atouts

- Sol profond pour les essences à enracinement puissant.

#### Contraintes

- Engorgement hivernal et printanier avec une nappe d'eau remontant jusqu'à la surface.
- Humus épais de type eumoder traduisant un fonctionnement ralenti du sol en lien avec une faible réserve minérale.
- Problème de stabilité pour les essences craignant la présence d'eau et l'argile compacte à 45 cm de profondeur.
- Sol très sensible au tassement et à l'appauvrissement.

# Critères de reconnaissance d'une US

L'observation du sol et de certaines de ses contraintes peut être faite de trois manières :

## 1 - Relevé à la tarière pédologique :

▶ Les échantillons de terre sont prélevés à l'aide d'une tarière pédologique qui permet d'explorer le sol sur une profondeur maximale de 120 cm pour les tarières non démontables. Le carottage est réalisé jusqu'à ce que la tarière bloque sur un obstacle (cailloux, racine, roche-mère) ou soit complètement enfoncée.

▶ Les carottes de terre sont étalées directement sur le sol pour reconstituer l'ensemble du profil. On dispose d'une vision globale du profil de sol à la fin du sondage et sa description peut commencer. Celle-ci consiste à déterminer pour chaque horizon mis en évidence :

- sa profondeur d'apparition,
- sa (ou ses) couleur(s),
- sa texture,
- sa compacité (pénétrabilité de la tarière)

▶ Le forestier diagnostique les contraintes du sol en observant la profondeur des signes d'engorgement (hydromorphie), la profondeur d'apparition des planchers argileux, la profondeur de carbonatation, des signes de podzolisation et en estimant grossièrement la réserve en eau (texture, profondeur de blocage de la tarière, pourcentage d'éléments grossiers...)

▶ Cet examen ne permet pas de juger de la structuration des différents horizons car on casse la structure lors du prélèvement. De même, comme on remanie différents horizons, il faut rafraîchir les carottes (ôter la terre qui dépasse des bords de la tarière et le haut de la carotte avec un couteau) avant de les étaler sur le sol !

▶ **Un trou à la pioche ou à la pelle sur 40 cm est nécessaire si la tarière est bloquée dès la surface par la pierrosité (après avoir fait trois essais dans un rayon de 20 m) !**

## 2 - Ouverture d'une fosse pédologique :

▶ La fosse pédologique permet un diagnostic beaucoup plus fin qu'avec une tarière pédologique. Elle débouche sur une meilleure estimation de la réserve en eau par l'observation de la structure (arrangement tridimensionnel des particules minérales du sol), de la charge en cailloux et de l'enracinement (présence de racines fines...).



T.Brusten - CRPF Normandie © CNPF



J.B.Reboul - CRPF Normandie © CNPF

Les différents horizons ont été distingués en fonction de la texture et de la coloration.



J.B.Reboul - CRPF Normandie © CNPF

Sur ces limons sur argiles à silex moyennement chargés en silex (entre 30 % et 40 %), la tarière est bloquée dès la surface. Malgré la forte charge en silex et l'argile, on retrouve des racines fines à 90 cm. La réserve en eau n'est donc pas aussi faible que ce qu'indique la tarière.

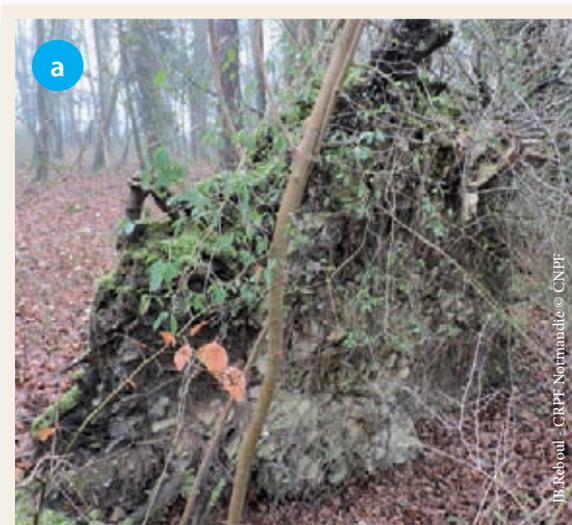
- ▶ Seule la fosse permet le diagnostic de la structuration des argiles qui influe sur la réserve en eau.
- ▶ L'ouverture d'une fosse est fortement recommandée sur une forêt en cas de doute (projet de plantation et obstacle à la pénétration de la tarière).
- ▶ Si vous avez une pelle ou une mini-pelle intervenant sur vos propriétés pour des travaux, profitez-en pour ouvrir des fosses dans les futurs reboisements. Le mieux est de décrire la fosse après à son ouverture, surtout en zone humide.
- ▶ La fosse permet aussi de suivre l'évolution du niveau de l'eau dans le sol, comme un piézomètre.



Sur ces stations développées sur sable et argile de Lozère, les racines fines s'arrêtent vers 70 cm de profondeur au niveau d'une argile compacte à structure massive. Cette argile compacte joue aussi le rôle de plancher par rapport à l'engorgement temporaire de surface (drainage de l'eau ralenti) révélé par les traces d'hydromorphie.

### 3 - Examen des galettes des chablis :

- ▶ L'observation des chablis donne des informations sur les contraintes des sols et la capacité d'enracinement des essences.



**a** Station développée sur des sols calcaires superficiels. La forte charge en caillasse calcaires limite l'enracinement à 60 cm environ. La réserve en eau est donc très limitée et le risque de chablis est important.

**b** L'enracinement superficiel de l'Épicéa de Sitka est dû à un engorgement temporaire qui remonte jusqu'à la surface. La stabilité et la réserve en eau seront limitées pour les essences ne supportant pas l'engorgement sur ce type de station.



### ENGORGEMENT

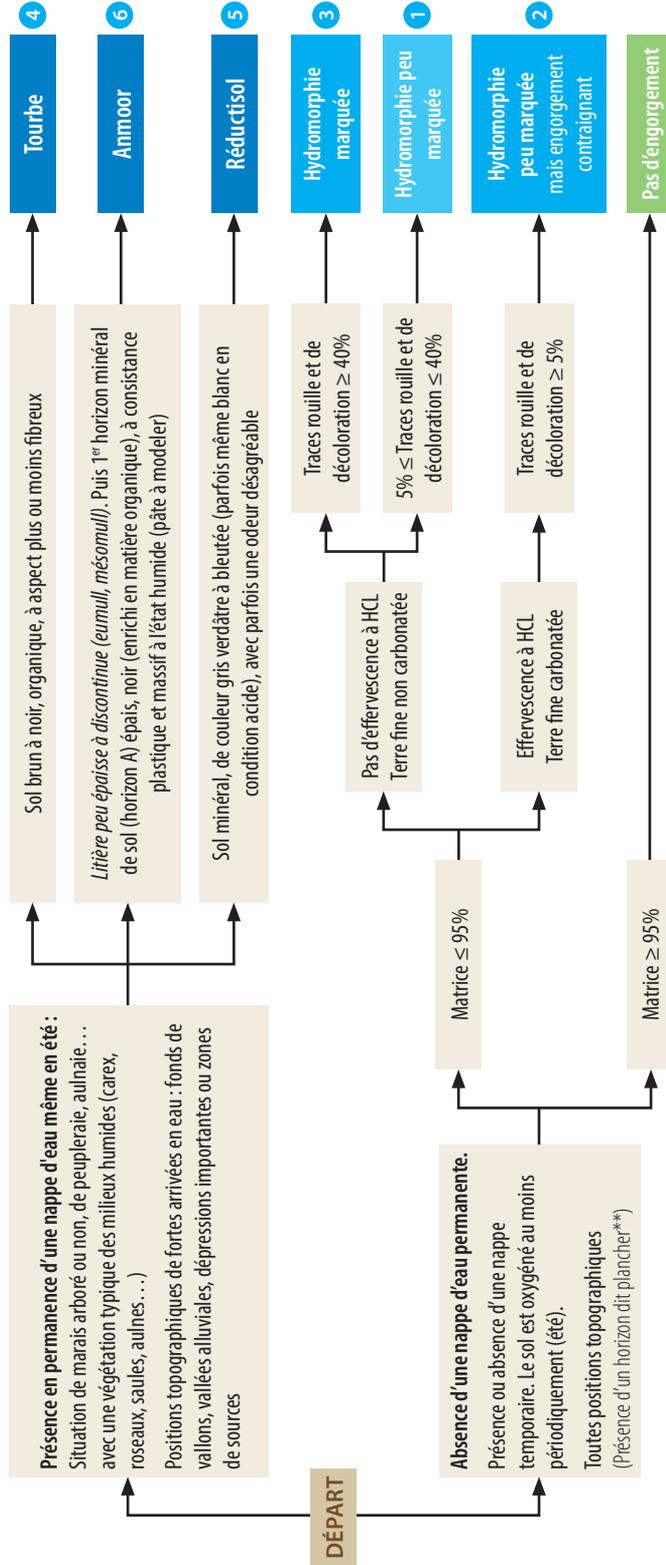
Un sol engorgé est un sol dont la porosité (vides du sol contenant de l'air) est occupée par l'eau, suite à la remontée près de la surface d'une nappe phréatique ou à un mauvais drainage interne des eaux de pluie. Il n'y a presque plus d'air dans la porosité d'un sol engorgé (asphyxie) et l'oxygène restant est consommé rapidement. Un certain nombre d'essences ne supportent pas l'engorgement, d'autant plus s'il est intense et proche de la surface. **L'hydromorphie** est l'ensemble des caractères morphologiques présentés par des horizons engorgés, de façon périodique ou permanente.

**Il faut donc noter l'intensité de l'hydromorphie et sa profondeur d'apparition, ainsi que la présence d'une nappe d'eau permanente et sa profondeur.**

## Comment décrire un sol engorgé ?

Deux critères principaux sont à prendre en compte pour l'hydromorphie lors de la description horizon par horizon d'un sol :

- 1) **La profondeur** d'apparition de traces d'hydromorphie ou d'une nappe d'eau permanente ;
- 2) **L'intensité** du phénomène. L'intensité de l'engorgement se caractérise indirectement grâce à la couleur du sol (traces d'hydromorphie). La couleur du sol va permettre de mettre en évidence la migration du fer liée, à des phénomènes d'oxydo-réduction dus à un engorgement. Lors du diagnostic d'un engorgement temporaire, 3 types de couleurs doivent être repérés et quantifiés (en pourcentage de présence), **s'ils sont présents** :
  - **La matrice** : il s'agit de la couleur originelle du sol. Pour la déterminer, il faut regarder, si possible, la couleur du sol au-dessus des horizons que l'on pense engorgés ;
  - **Les taches de rouille (ocre)** : ces taches témoignent d'un enrichissement en fer qui est oxydé et rouille au contact de l'air ;
  - **Les taches de décoloration (gris à blanchâtre)** : ces taches témoignent d'un appauvrissement en fer (couleur grise) qui peut aller jusqu'à la déferrification totale de l'horizon (couleur blanchâtre).



\*\* Plancher : Désigne un horizon peu perméable apparaissant sous un matériau plus perméable, ralentissant ainsi le drainage vertical et favorisant la formation d'une nappe perchée. (BASTIEN Y, GAUBERVILLE C., 2011. Vocabulaire forestier : écologie, gestion et conservation des espaces boisés. Centre National de la Propriété Forestière. 554 p.)

L'engorgement sous toutes ses formes... ou presque !

- Engorgement temporaire court

Engorgement temporaire prolongé

+ Engorgement permanent

- Milieux très acides



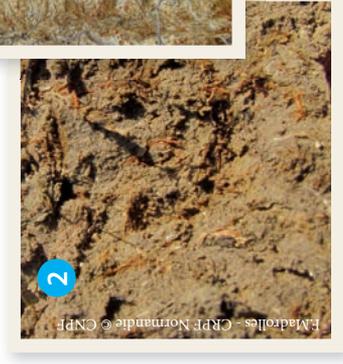
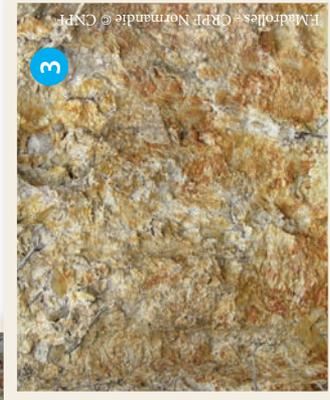
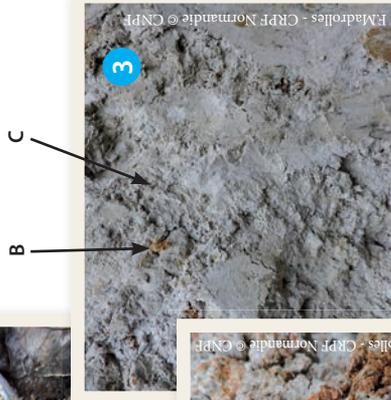
A : couleur de la matrice

B : taches rouille

C : taches de décoloration

La quantité de taches rouille et de décoloration dépend de la durée de l'engorgement et de la richesse des sols. Plus un sol est acide, plus la décoloration est importante, si l'engorgement est prolongé.

+ Milieux calcaires





L'interprétation de l'hydromorphie dans les horizons argileux qui font office de plancher est à prendre avec précaution !



## Quelques exemples :

- a** Il ne s'agit pas d'une argile hydromorphe, mais d'une argile glauconieuse de couleur verte avec des poches de sables de couleur rousse.
- b** Il s'agit ici d'une argile de Lozère. Cette coloration avec les taches « rouge-brique » est due à l'histoire géologique de l'argile ; on parle alors d'hydromorphie fossile.
- c** La couleur verte de cette argile est naturelle ; elle n'est pas due à un engorgement permanent. C'est une argile glauconieuse.
- d** La couleur bleutée de ces argiles au fond est naturelle. Elle n'est pas due à un engorgement permanent.

## Plusieurs indices peuvent aider à trancher, s'il y a un engorgement contraignant ou non :

- Horizons supérieurs à l'argile, non colorés par une hydromorphie marquée.
- Absence d'une flore des milieux humides à engorgement permanent (GE K) et d'une nappe d'eau permanente en profondeur (zone de source, zone alluviale) pour les argiles qui inciteraient au diagnostic d'un réductisol.

## RÉSERVE UTILE EN EAU DU SOL

La réserve utile maximale (RUM), c'est la quantité d'eau maximale potentiellement utilisable par les plantes, contenue dans l'épaisseur de sol exploitable par les racines. On l'exprime en mm d'eau, ce qui permet de la comparer à la pluviométrie. Elle dépend de nombreux facteurs comme :

**La texture des horizons ; la charge en cailloux ; la profondeur du sol prospectable par les racines.**

C'est la taille du réservoir en eau (RUM), que l'on estime lors des relevés. Comme on l'a vu précédemment, **on a tendance à la sous-estimer avec la tarière pédologique** ; elle donne malgré tout une indication sur la réserve en eau des horizons de surface qui impacte la réussite des plantations.



J.B. Reboul - CRPE Normandie © CNPFR

## Profondeur du sol prospectable par les racines :

Cette variable est difficile à estimer avec un relevé à la tarière et dépend également de l'essence. En effet, plusieurs raisons peuvent expliquer l'arrêt de l'enracinement :

- ▶ L'enracinement peut être bloqué par la roche non dégradée et non fissurée (calcaires, grès...). Il est souvent impossible à la tarière de voir dans ces contextes la profondeur réellement prospectée, car elle est bloquée par une forte charge en cailloux dès la surface.
- ▶ Pour certaines essences, l'enracinement peut être bloqué par la présence d'un engorgement prolongé.
- ▶ L'enracinement peut être bloqué par des horizons compacts mal structurés avec une très faible porosité. L'examen de la structure est impossible à la tarière pédologique, même si on peut juger de la compacité.
- ▶ Souvent, la profondeur du sol peut varier assez rapidement dans l'espace. C'est pour cette raison qu'il faut faire au moins 3 essais à la tarière dans un rayon de 20 m, avant de conclure.

## La charge en cailloux :

Une forte charge en éléments grossiers (dimension supérieure à 2 mm) limite la réserve en eau du sol et peut entraver la pénétration des racines. Les arbres sont ainsi plus sensibles aux stress hydriques...

On distingue trois seuils de charge en éléments grossiers avec une tarière pédologique à tête fermée :

- Faible (< 5 %) : quelques cailloux résiduels
- Moyenne (10 à 20 %) : la tarière grince mais s'enfonce dans le sol
- Forte (> 20 %) : trois sondages successifs à la tarière sont bloqués à la même profondeur

Au-delà de 20 % d'éléments grossiers, l'estimation précise de la charge en cailloux ne peut se faire que sur fosse.

## La texture :

Elle détermine la capacité du sol à retenir l'eau et les éléments minéraux nécessaires à la croissance des arbres. Elle influe également sur l'aération du sol et sa sensibilité au tassement, mais aussi à l'appauvrissement... Elle peut s'estimer au toucher et dépend de la teneur en argile, sable et limon. On distingue trois grands groupes de texture :

- ▶ **groupe des argiles (A)** : matériau très fin, retenant très bien l'eau et les éléments minéraux. L'argile est souvent compacte et difficile à prospecter pour les racines, d'autant plus quand elle est lourde et mal structurée. Elle est sensible au tassement en période humide.

**A l'état sec, l'argile forme des blocs très durs (forte compacité). Humidifié, l'échantillon résiste à la pression, colle fortement aux doigts. Il est possible d'en faire un boudin assez fin.**

On peut distinguer selon la teneur en limon et en sable :

- argile lourde (Alo) : très compacte, très dure à modeler (forte teneur en argile),
- argile (ALS) : moins riche en argile sans avoir les propriétés des deux argiles suivantes,
- argile sableuse (AS) : gratte très nettement,
- argile limoneuse (AL) : échantillon plus doux avec le limon (résiste à la pression et colle).

- ▶ **groupe des limons (L)** : matériau fin, qui retient bien l'eau. Le limon est très sensible au tassement, surtout en période humide.

**A l'état sec, le limon est doux comme du talc ou de la farine. Il tache et dessèche les doigts. A l'état humide, il s'écrase facilement sans coller les doigts.**

# Critères de reconnaissance d'une US

On peut distinguer selon la teneur en sable et en argile :

- limon sableux (LS) : présence de sable (il crisse) mais il n'est pas dominant,
- limon argileux (LA) : échantillon plus collant à l'état humide, avec lequel on peut faire un boudin (pâte à modeler) mais il se casse facilement et ne résiste pas à la pression,
- limon (L) : pur reconnaissable à sa texture soyeuse, douce au toucher.

▶ **groupe des sables (S)** : matériau très meuble, constitué d'éléments plus gros. Le sable ne retient que très peu l'eau et les éléments minéraux. Il est moins sensible au tassement.

**Le sable se reconnaît facilement car il gratte les doigts et crisse à l'oreille, même pour les sables les plus fins.**

On peut distinguer, selon la teneur en limon et en argile :

- sable limoneux (SL) : sable dominant dans le mélange mais la présence de limon tache légèrement les doigts (effet poussière),
- sable argileux (SA) : sable dominant mais l'échantillon humidifié devient plus ou moins collant et plastique,
- sable (S) : pur.

▶ **Lors du relevé pédologique, on note la texture, la charge en cailloux et l'épaisseur des différents horizons, afin d'avoir une estimation grossière de la réserve en eau (voir fiche de relevés). D'autres critères, comme la profondeur d'apparition d'un horizon argileux ou l'épaisseur des sables, permettent la distinction de variantes argileuses ou sableuses dans certaines US...**

## Estimation grossière de la réserve en eau :

Pour chaque horizon, on calcule la quantité d'eau que celui-ci peut retenir. Pour cela, on multiplie l'épaisseur du sol par un coefficient de stockage d'eau défini par le type de texture. Puis, on enlève au résultat la proportion de cailloux, considérant que ceux-ci ne retiennent pas d'eau. On effectue ce calcul pour chaque horizon et on additionne l'ensemble pour obtenir la réserve utile maximale.

Il existe plusieurs méthodes avec leurs propres coefficients. **La méthode de Jamagne** couramment utilisée par les forestiers est présentée ici :

$RUM = \text{coefficient texture horizon 1} \times \text{Epaisseur horizon 1} \times (1 - \text{charge en cailloux horizon 1}) + \text{coefficient texture horizon 2} \times \text{Epaisseur horizon 2} \times (1 - \text{charge en cailloux horizon 2}) + \dots$

Texture	Réserve utile (mm/cm)
S	0.70
SL	1
SA	1.35
LS	1.45
L	1.75
LAS	1.75
LA	1.95
AS	1.70
ALS	1.75
AL	1.8
Alo	1.65

Prenons le cas d'un limon sableux peu chargé en silex (10 %) d'une épaisseur de 20 cm, sur un limon sableux très chargé en silex (40 %) épais de 40 cm, sur une argile lourde à gros silex (40 % de cailloux) avec un arrêt de la prospection racinaire à 1 m.

$$RUM = 1.45 \times 20 \times 0.9 + 1.45 \times 40 \times 0.6 + 1.65 \times 40 \times 0.6 = 100.5 \text{ mm}$$

Une faible réserve en eau peut être compensée par un climat favorable, comme il est expliqué dans le chapitre 4.

**Si vous estimez la réserve en eau sur fosse ou chablis**, voici les références pour la région Centre (Baize et Jabiol, 1995) :

- RUM de plus de 200 mm : aucune contrainte à la croissance des arbres même les plus exigeants (Frêne, Peuplier).
- RUM de 200 mm à 150 mm : croissance diminuée pour les essences ci-dessus. Très bon comportement pour toutes les autres essences.
- RUM de 150 mm à 100 mm : la croissance des essences feuillues est diminuée mais reste satisfaisante.
- RUM de 100 à 70 mm : aucun peuplement de feuillus de production ne présente de croissance satisfaisante. Beaux peuplements possibles de Pins.
- RUM < 70 mm : production de bois remise en cause.

## RICHESSSE DU SOL

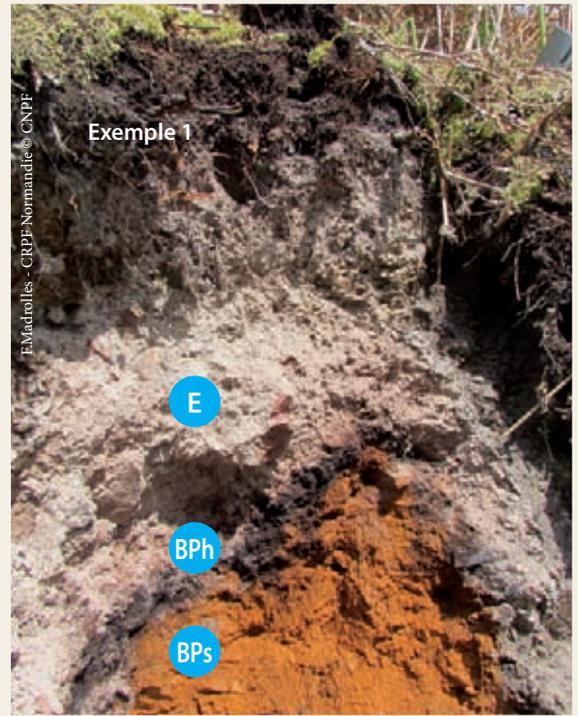
La richesse du sol (réserve minérale) peut être caractérisée avec la forme d'humus (voir au début du chapitre), la végétation indicatrice (voir la fin du chapitre), les analyses chimiques (non abordées dans cet ouvrage), mais aussi la profondeur de carbonatation et la présence/absence de phénomènes de podzolisation.

### Carbonatation :

- La présence dans la terre, de particules calcaires très fines (< 2 mm) perturbe l'alimentation minérale, essentiellement par la difficulté d'absorption ou d'assimilation de certains autres éléments nutritifs (azote, phosphore, fer...) qu'elle entraîne. Quelques essences y sont particulièrement sensibles (intoxication, chlorose), telles le Douglas, le Pin sylvestre, le Châtaignier.



- La détection de ce **calcaire fin dans la terre fine est possible** grâce à la **réaction effervescente** produite lorsqu'il est mis en présence de quelques gouttes d'acide chlorhydrique dilué comme dans l'exemple au-dessus.
- L'évolution des sols a pour conséquence la dissolution des particules calcaires fines dans les horizons les plus en surface, souvent sur plusieurs décimètres : les sols sont dits « décarbonatés » en surface. Il est nécessaire de vérifier la profondeur d'apparition de l'effervescence (**profondeur de carbonatation de la terre fine**), car elle est très variable et, dans certains cas, être encore présente dès la surface (colluvions de bas de pentes, haut de versant sur craie affleurante...).

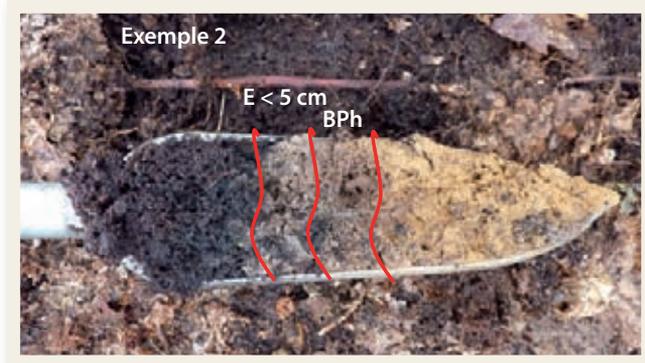


Exemple d'un podzsol très développé sur des grès culminants

### Podzolisation :

- Les sols très acides et filtrants sont le siège d'une évolution particulière, appelée podzolisation. Au contact du sol, les eaux pluviales se chargent d'acidité (cas des humus de type moder/mor) et solubilisent la matière organique. Dotées d'un pouvoir altérant accru, elles dégradent les argiles dont les constituants sont entraînés en profondeur.
- Cela se traduit par :
  - un appauvrissement en fer, en aluminium et en minéraux altérables des horizons supérieurs, réduits à une matrice quartzreuse de couleur grisâtre ou blanchâtre (horizon E),
  - une accumulation en profondeur de matière organique, de fer et d'aluminium, sous forme d'un horizon marron ou noirâtre surmontant un horizon ocre vif, dans lequel il s'insinue parfois (horizon BPh et horizon BPs).

- La podzolisation peut être très atténuée et affecter seulement les premiers centimètres du sol. L'horizon éclairci se limite alors à un mince liseré parfois discontinu, surmontant des horizons d'accumulation peu visibles (*exemples 2 et 4*).



Exemple 3



JB.Reboul - CRPF Normandie © CNPF

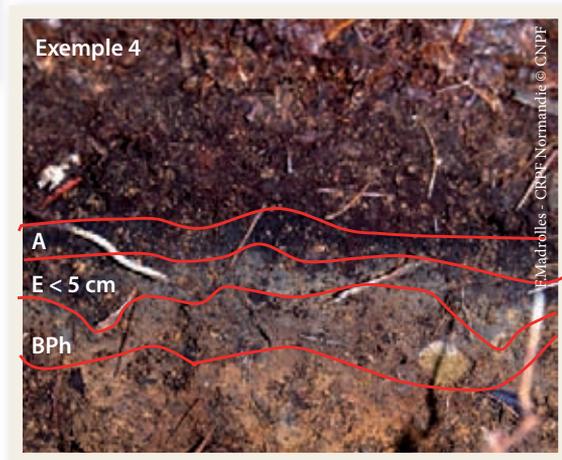
- La podzolisation peut aussi être masquée par une accumulation de matière organique dans les horizons superficiels du sol (cas notamment des landes ou anciennes landes ou en contexte engorgé avec la Molinie très recouvrante, avec des sols très humifères à podzolisation peu apparente à l'œil, *exemple 3*). C'est pour cela que dans un contexte acide, il est intéressant de noter **l'épaisseur des horizons noircis par la matière organique en surface**.

- En cas de podzolisation marquée, les horizons diagnostiqués sont épais, avec des couleurs bien tranchées permettant de les distinguer aisément les uns des autres. En pratique, dans la clef de détermination, on situe la limite entre les stations peu ou pas podzolisées et les autres, lorsque **l'horizon éclairci (E)** est bien visible et mesure au moins **5 cm d'épaisseur** (Exemples 1 et 5).

Exemple 5



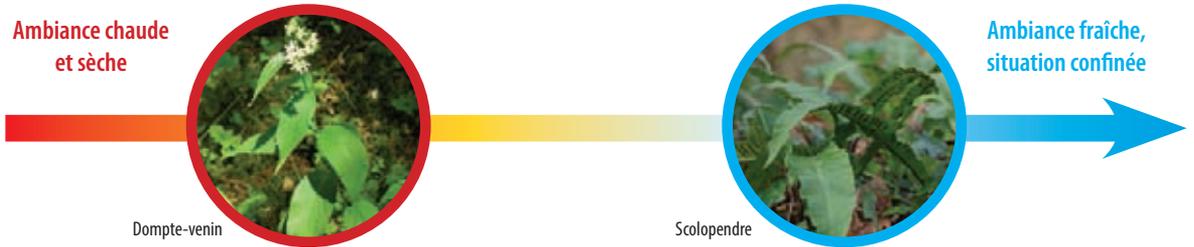
T.Brusten - CRPF Normandie © CNPF



- l'horizon E décoloré du sol podzolisé ne doit pas être confondu avec celui dû à un engorgement prolongé dans un contexte acide (horizon blanchi, décoloré comme dans l'exemple 5 pour le dernier horizon). Pour s'en assurer, examiner les horizons sous-jacents, où dans le cas d'un sol podzolisé on retrouve un horizon brun chocolat (BPh et BPs). Si l'engorgement remonte à la surface, le sol peut être à la fois podzolisé et hydromorphe (sol blanchi), mais on ne peut pas conclure sur l'intensité de la podzolisation avec l'absence d'un horizon BPh en profondeur, remplacé par un horizon avec des taches rouille.

## ► LES GROUPES ÉCOLOGIQUES

Plusieurs caractères écologiques influencent la répartition de la végétation : climat, relief et sol. Ils peuvent être révélés par certaines plantes dites « indicatrices ».

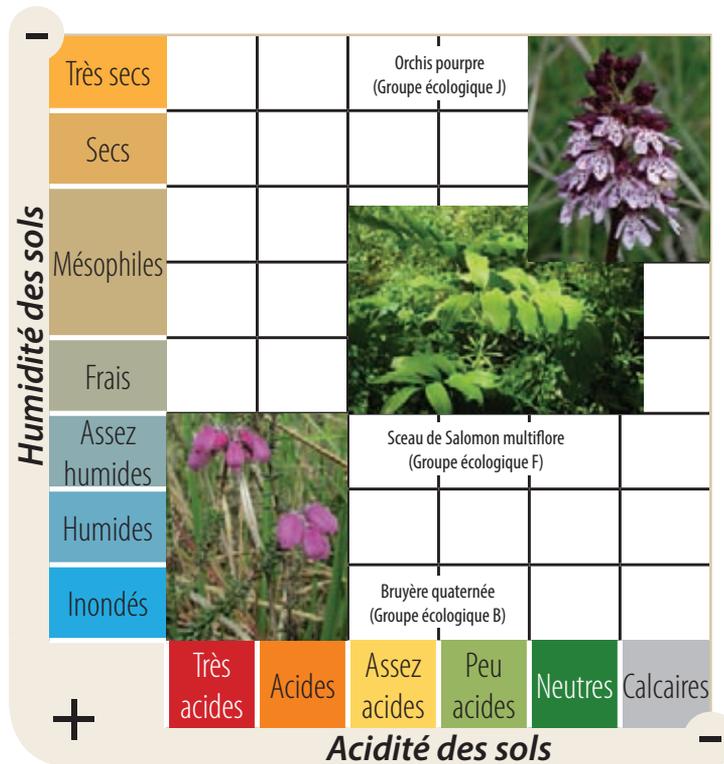


Les espèces végétales peuvent renseigner sur :

### ► L'alimentation en eau et la richesse minérale du sol

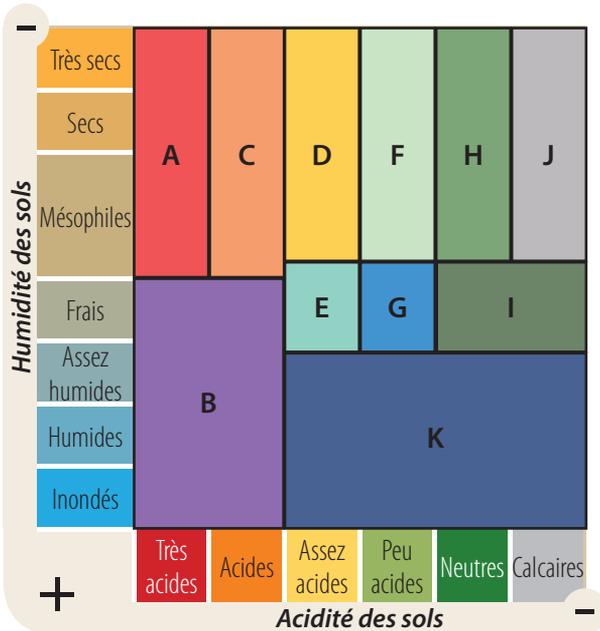
Les plantes qui présentent des besoins similaires se rencontrent souvent ensemble ; on les réunit au sein de **groupes écologiques**.

**Les groupes écologiques**, au nombre de 11 dans cet ouvrage, ont été distingués en fonction de la **richesse chimique du sol** et de **l'alimentation en eau du milieu**.



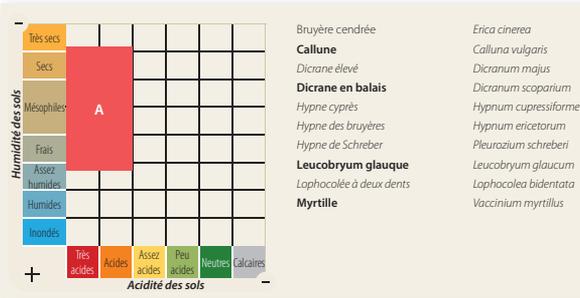
Les espèces et les groupes écologiques peuvent être positionnés sur un écogramme, diagramme qui combine les niveaux hydrique et trophique (éléments minéraux disponibles). Cette représentation graphique permet aussi de visualiser la richesse chimique et l'alimentation en eau des stations (voir l'écogramme des variantes en chapitre 5).

# Critères de reconnaissance d'une US



Ce sont 11 groupes écologiques d'espèces indicatrices qui ont été définis dans ce guide. Ils sont projetés de façon simplifiée (zone centrale des groupes écologiques affichées, même si en réalité ils se superposent) dans l'écogramme suivant.

GE	Intitulé
A	Milieus très acides, secs à mésophiles
B	Milieus très acides et engorgés
C	Milieus acides, secs à mésophiles
D	Milieus assez acides, secs à mésophiles
E	Milieus assez acides et frais
F	Milieus peu acides, secs à mésophiles
G	Milieus peu acides et frais
H	Milieus neutres, secs à mésophiles
I	Milieus neutres et frais
J	Milieus calcaires, secs à mésophiles
K	Milieus humides et engorgés



Les espèces très caractéristiques et fréquentes des groupes écologiques sont marquées en gras. Celles mentionnées en italique sont moins fréquentes et/ou difficiles d'identification. Elles n'ont donc pas été intégrées aux groupes écologiques simplifiés.

Vous retrouverez ces groupes écologiques simplifiés dans les fiches de relevés et les rabats de ce guide.

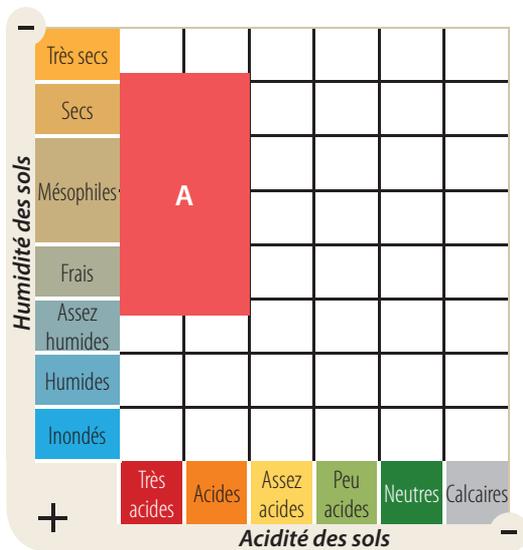


## Conditions de réalisation d'un relevé floristique :

- Il se fait sur 400 m<sup>2</sup> environ, soit un rayon de 11 m.
- Il doit s'éloigner des lisières ou des chemins. On ignorera les mousses et les fougères qui ne reposent pas directement sur la terre (souches, branches mortes...).
- Sous couvert dense, la flore est réduite voire absente ; on élargira le rayon de prospection à 20 m.
- Éviter les peuplements trop clairs (jeunes plantations, accrus...) ou au contraire trop sombres (plantations résineuses non éclaircies). S'il faut étudier ces stations, réaliser de préférence le relevé floristique sur des parcelles voisines, caractérisées par un sol et une topographie similaires.
- Le relevé doit se faire de préférence en saison de végétation (période de mai à juillet), afin d'avoir un nombre maximum d'espèces identifiables.

## A. PLANTES DES MILIEUX TRÈS ACIDES - SECS ET MÉSOPHILES (hyperacidiphiles)

Ces plantes se développent sur des sols très pauvres en éléments nutritifs, au pH bas et à l'humus épais à très épais (eumoder, dysmoder ou mor).



Bruyère cendrée

### Callune

*Dicrane élevé*

### Dicrane en balai

*Hypne cyprès*

*Hypne des bruyères*

*Hypne de Schreber*

### Leucobryum glauque

*Lophocolée à deux dents*

### Myrtille

*Erica cinerea*

*Calluna vulgaris*

*Dicranum majus*

*Dicranum scoparium*

*Hypnum cupressiforme*

*Hypnum ericetorum*

*Pleurozium schreberi*

*Leucobryum glaucum*

*Lophocolea bidentata*

*Vaccinium myrtillus*



Dicrane en balai



Callune



Myrtille



Leucobryum glauque

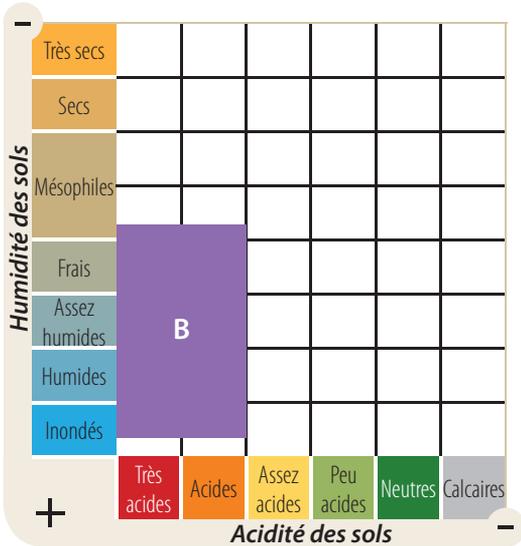


Callune

# Critères de reconnaissance d'une US

## B. PLANTES DES MILIEUX TRÈS ACIDES ET ENGORGÉS (hygro-hyperacidiphiles)

Ces plantes se développent sur des sols très pauvres en éléments nutritifs, au pH bas et à l'humus très épais (eumoder, dysmoder ou mor). Elles sont présentes sur des sols humides, engorgés.



Ajonc nain

**Bourdaïne\***

Bruyère à quatre angles

Laïche lisse

**Molinie bleue\***

Polytric commun

Osmonde royale

**Sphaignes**

*Ulex minor*

*Frangula alnus*

*Erica tetralix*

*Carex laevigata*

*Molinia caerulea*

*Polytrichum commune*

*Osmunda regalis*

*Sphagnum*

Les espèces précédées d'un astérisque\* sont des espèces de pleine lumière (héliophiles) qui peuvent être présentes et recouvrantes sur des sols bien drainés, très pauvres en éléments nutritifs (milieux équivalents du groupe A).



Bourdaïne



Molinie bleue



Bourdaïne



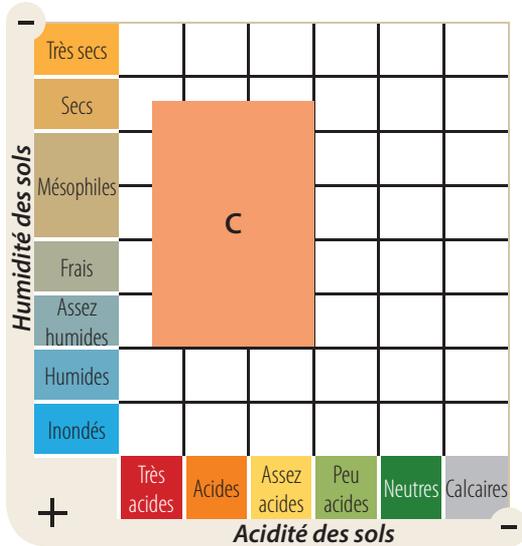
Sphaignes sp.



Molinie bleue

### C. PLANTES DES MILIEUX ACIDES - SECS ET MÉSOPHILES (acidiphiles)

Ce groupe rassemble des plantes qui poussent dans des milieux assez pauvres en bases, à l'humus souvent épais (eumoder).



Ajonc d'Europe\*\*

Blechnum en épi\*

**Canche flexueuse**

*Dicranelle plurilatérale*

Digitale pourpre\*\*

Épervière vulgaire

**Fougère aigle\*\*\***

Gaillet du Harz

Genêt à balais\*\*

**Germandrée scorodoine\*\***

**Laïche à pilules**

Mélampyre des prés\*\*

Néflier

**Polytric élégant**

**Sorbier des oiseleurs**

*Ulex europaeus*

*Blechnum spicant*

*Deschampsia flexuosa*

*Dicranella heteromalla*

*Digitalis purpurea*

*Hieracium vulgatum*

*Pteridium aquilinum*

*Galium saxatile*

*Cytisus scoparius*

*Teucrium scorodonia*

*Carex pilulifera*

*Melampyrum pratense*

*Mespilus germanica*

*Polytrichum formosum*

*Sorbus aucuparia*

\* Le Blechnum en épi est souvent plus présent sur les sols humides et engorgés mais en contexte atlantique (bordure du littoral) son amplitude écologique peut être plus large.

\*\* Ces espèces sont héliophiles et leur amplitude pour le niveau trophique peut-être plus importante en milieu ouvert. La Germandrée scorodoine est bimodale (deux comportements) et peut être aussi retrouvée sur des coteaux calcaires secs.

\*\*\* La Fougère aigle est héliophile et en contexte atlantique (bordure littorale) son amplitude pour le niveau trophique peut être plus importante.



Germandrée scorodoine



Laïche à pilules



Polytric élégant



Fougère aigle

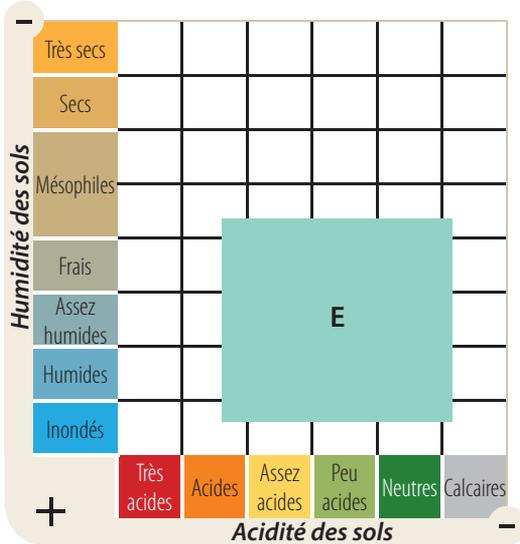


Laïche à pilules



## E. PLANTES DES MILIEUX ASSEZ ACIDES ET FRAIS (hygro-acidiclines à large amplitude)

Ce groupe comporte des plantes qui se développent sur des sols à bonne alimentation en eau ou engorgés et modérément désaturés, c'est à dire ayant partiellement perdu leurs éléments nutritifs.



### Canche cespiteuse

*Épilobe en épi*\*\*\*

*Deschampsia cespitosa*

*Epilobium angustifolium*

### Fougère femelle\*\*\*

Galéopsis tétrahit\*

*Athyrium filix-femina*

*Galeopsis tetrahit*

### Jonc aggloméré\*\*

*Juncus conglomeratus*

### Jonc épars\*\*

*Juncus effusus*

### Laïche espacée\*\*\*

*Luzule des champs*

*Carex remota*

*Lysimaque des bois*

*Luzula campestris*

Moehringie à trois nervures

*Lysimachia nemorum*

### Oxalide petite oseille

*Moehringia trinervis*

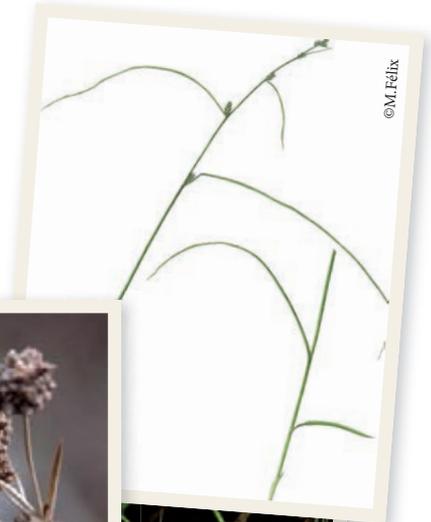
*Oxalis acetosella*

\* Ces espèces sont héliophiles et leur amplitude pour le niveau trophique peut être plus importante en milieu ouvert.

\*\* Les Joncs sont fréquents sur les sols tassés dans les anciennes ornières ou en bordure de chemin, où les relevés floristiques ne doivent théoriquement pas être réalisés.

\*\*\* Ces espèces sont plus fréquentes sur des sols anciennement tassés ce qui explique leur large amplitude.

Laïche espacée



© M. Félix

Jonc épars

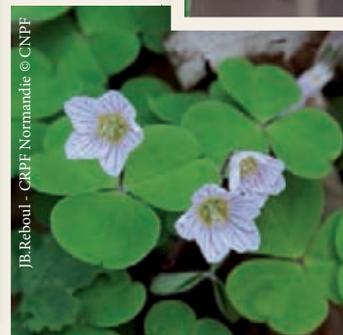


JB.Reboul - CRPF Normandie © CNPF



Sylvain Gaudin - CRPF CA © CNPF

Canche cespiteuse



Oxalide petite oseille



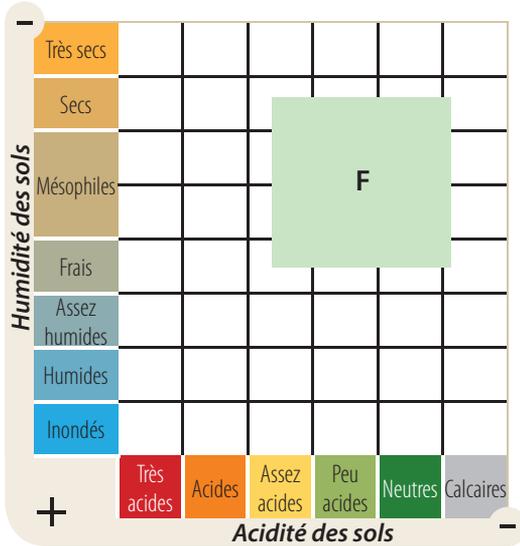
Laïche espacée

JB.Reboul - CRPF Normandie © CNPF

# Critères de reconnaissance d'une US

## F. PLANTES DES MILIEUX PEU ACIDES - SECS ET MÉSOPHILES (neutroacidiclinales)

Ces espèces sont présentes sur une large gamme de sols, mais leur abondance est maximale lorsque le pH est proche de la neutralité. Elles sont généralement absentes des milieux les plus acides. Elles sont fréquentes sur des humus de type mull (eumull, mésomull, oligomull voire dysmulll).



\* La viorne obier est également fréquente sur les sols engorgés

- Anémone des bois**
- Aspérule odorante**
- Aubépine épineuse**
- Aubépine monogyne**
- Érable sycomore**
- Euphorbe faux amandier**
- Faux fraisier
- Fragon
- Laîche des bois**
- Lamier jaune**
- Merisier**
- Mnie ondulée*
- Petite pervenche
- Rosier des champs
- Sceau de Salomon multiflore**
- Tilleul à petites feuilles
- Véronique petit-chêne*
- Violette de Rivin*
- Violette de chien*
- Viorne obier\***

- Anemone nemorosa*
- Galium odoratum*
- Crataegus laevigata*
- Crataegus monogyna*
- Acer pseudoplatanus*
- Euphorbia amygdaloides*
- Potentilla sterilis*
- Ruscus aculeatus*
- Carex sylvatica*
- Lamium galeobdolon*
- Prunus avium*
- Plagiomnium undulatum*
- Vinca minor*
- Rosa arvensis*
- Polygonatum multiflorum*
- Tilia cordata*
- Veronica chamaedrys*
- Viola riviniana*
- Viola canina*
- Viburnum opulus*



Laîche des bois



Viorne obier



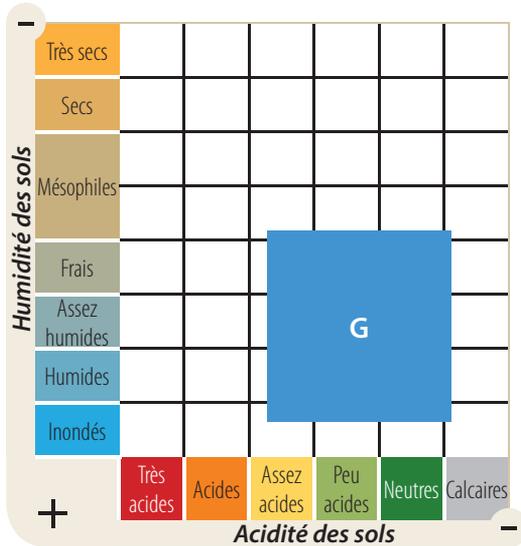
Euphorbe faux-amandier



Lamier jaune

## G. PLANTES DES MILIEUX PEU ACIDES ET FRAIS - (hygro-neutroacidiclines)

Ces espèces sont présentes sur une large gamme de sols, mais leur abondance est maximale lorsque le pH est proche de la neutralité. Elles sont généralement absentes des milieux les plus acides. Elles sont fréquentes sur des humus de type mull (eumull, mésomull, oligomull voire dysmull) et sur les sols frais avec une bonne alimentation en eau.



### Bugle rampante

*Cardamine flexuosa*\*\*

### Circée de Paris

*Conopode dénudé*

*Dactyle aggloméré\**

*Douce amère\**

*Dryopteris écaillée*

*Épilobe des montagnes\**

*Fétuque géante*

*Laïche maigre\*\**

### Laïche pendante\*\*

*Pâturin commun*

*Scrofulaire noueuse*

*Véronique des montagnes*

*Ajuga reptans*

*Cardamine flexuosa*

*Circaea lutetiana*

*Conopodium majus*

*Dactylis glomerata*

*Solanum dulcamara*

*Dryopteris affinis*

*Epilobium montanum*

*Festuca gigantea*

*Carex strigosa*

*Carex pendula*

*Poa trivialis*

*Scrophularia nodosa*

*Veronica montana*

\* Ces espèces sont plus fréquentes en milieu ouvert.

\*\* Ces espèces sont plus fréquentes sur des sols anciennement tassés.



Circée de Paris



Bugle rampante

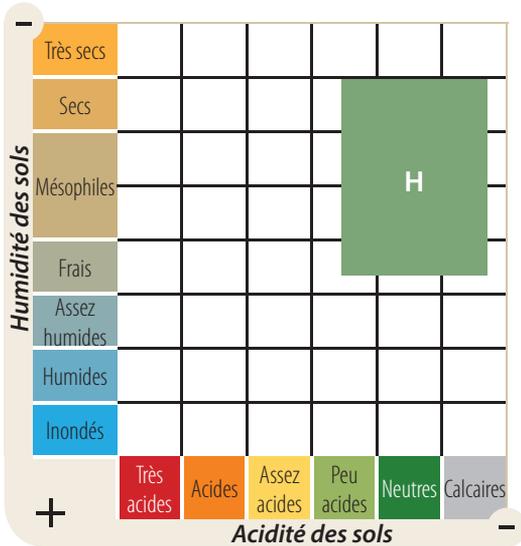


Laïche pendante

# Critères de reconnaissance d'une US

## H. PLANTES DES MILIEUX NEUTRES - SECS À MÉSOPHILES (neutrophiles)

Ce groupe rassemble les plantes préférant les sols saturés en bases (éléments nutritifs) et assez riches en azote. Elles sont plus fréquentes sur les formes riches de mull (eumull, mésomull).



### Benoîte commune

Brachypode des bois

### Érable champêtre

Fissident à feuilles d'if

### Fraisier sauvage

Frêne commun\*

### Gouet tacheté

### Listère ovale

### Orme champêtre

### Parisette

Primevère acaule

### Primevère élevée

Prunellier

Sanicle

Tilleul à grandes feuilles

Vesce des haies

Violette des bois

Violette odorante

*Geum urbanum*

*Brachypodium sylvaticum*

*Acer campestre*

*Fissidens taxifolius*

*Fragaria vesca*

*Fraxinus excelsior*

*Arum maculatum*

*Listera ovata*

*Ulmus minor*

*Paris quadrifolia*

*Primula vulgaris*

*Primula elatior*

*Prunus spinosa*

*Sanicula europaea*

*Tilia platyphyllos*

*Vicia sepium*

*Viola odorata*

*Viola reichenbachiana*

\* Le Frêne se régénère très bien sur sol riche mais aussi sur les sols frais ce qui peut expliquer parfois une amplitude un peu plus importante.



Gouet tacheté



Parisette



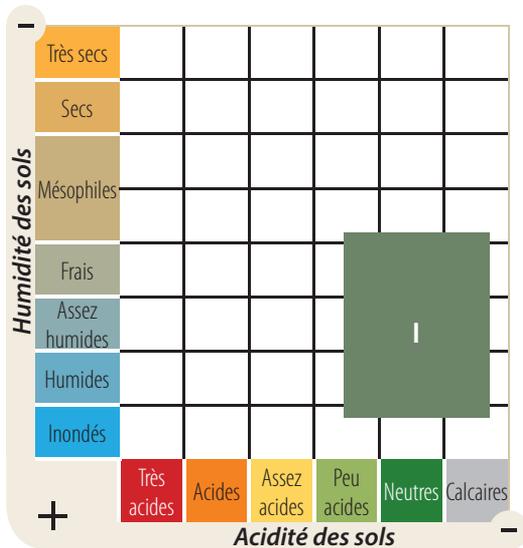
Listère ovale



Benoîte commune

## I. PLANTES DES MILIEUX NEUTRES ET FRAIS (hygroneutrophiles)

Ces espèces poussent sur les sols frais et chimiquement riches, tels que les bas de versant, les talwegs, les argiles riches de plateaux et versants, ainsi que les fonds de vallon ou vallées.



\* Ces espèces sont des espèces rudérales qui peuvent être présentes sur des sols riches en azote, mais sans toutefois une forte alimentation en eau.

- Ail des ours
- Alliaire \*
- Aspidium à cils raides
- Berce sphondyle
- Cirse des champs\*
- Cirse maraîcher\*
- Épiaire des bois**
- Eupatoire chanvrine\*
- Ficaire fausse renoncule**
- Gaillet gratteron\***
- Géranium herbe à Robert\***
- Groseiller rouge
- Lierre terrestre**
- Moschatelline
- Ortie dioïque\***
- Oseille\*
- Patience à feuilles obtuses\*
- Oseille sanguine
- Renoncule à tête d'or
- Scolopendre**
- Silène dioïque\*
- Sureau noir\*

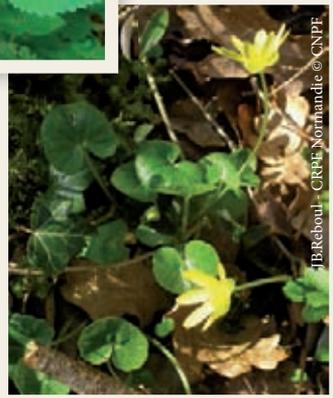
- Allium ursinum*
- Alliaria petiolata*
- Polystichum setiferum*
- Heracleum sphondylium*
- Cirsium arvense*
- Cirsium oleraceum*
- Stachys sylvatica*
- Eupatorium cannabinum*
- Ranunculus ficaria*
- Galium aparine*
- Geranium robertianum*
- Ribes rubrum*
- Glechoma hederacea*
- Adoxa moschatellina*
- Urtica dioica*
- Rumex acetosa*
- Rumex obtusifolius*
- Rumex sanguineus*
- Ranunculus auricomus*
- Phyllitis scolopendrium*
- Silene dioica*
- Sambucus nigra*

Géranium herbe à Robert



Épiaire des bois

Ficaire fausse renoncule



Gaillet gratteron

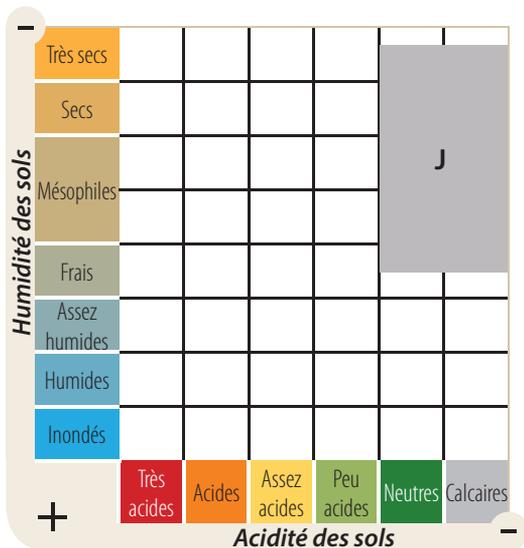


Scolopendre

# Critères de reconnaissance d'une US

## J. PLANTES DES MILIEUX CALCAIRES - SECS ET MÉSOPHILES (calciques)

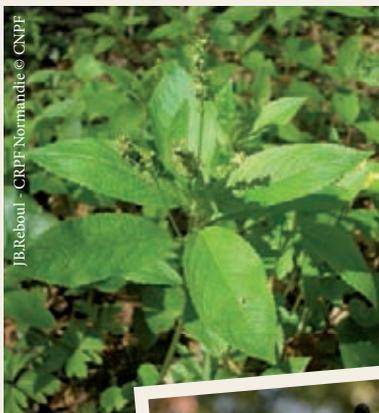
Ces espèces apprécient les sols riches en calcium et sont fréquentes sur les sols carbonatés (terre fine carbonatée dans les 50 premiers cm).



- Ancolie vulgaire*
  - Brachypode penné*
  - Brome rude*
  - Camérisier à balais*
  - Clématite vigne blanche**
  - Cornouiller mâle\**
  - Cornouiller sanguin**
  - Dompte-venin\**
  - Fusain d'Europe**
  - Garance voyageuse\**
  - Hellébore fétide\**
  - Iris fétide*
  - Laïche glauque\*\**
  - Lauréole*
  - Mercuriale pérenne**
  - Nerprun purgatif\**
  - Orchis mâle\**
  - Orchis pourpre\**
  - Rosier des chiens\**
  - Tamier commun*
  - Thamnie queue de renard*
  - Troène**
  - Viorne lantane\***
- Aquilegia vulgaris*
  - Brachypodium pinnatum*
  - Bromus ramosus*
  - Lonicera xylosteum*
  - Clematis vitalba*
  - Cornus mas*
  - Cornus sanguinea*
  - Vincetoxicum hirundinaria*
  - Euonymus europaeus*
  - Rubia peregrina*
  - Helleborus foetidus*
  - Iris foetidissima*
  - Carex flacca*
  - Daphne laureola*
  - Mercurialis perennis*
  - Rhamnus catharticus*
  - Orchis mascula*
  - Orchis purpurea*
  - Rosa canina*
  - Tamus communis*
  - Thamnobryum alopecurum*
  - Ligustrum vulgare*
  - Viburnum lantana*

\* Ces espèces sont plus fréquentes sur des milieux secs à faible réserve en eau.

\*\* La Laïche glauque peut avoir une amplitude plus large pour la richesse des sols, dans le cas de sols frais reposant sur des argiles riches.



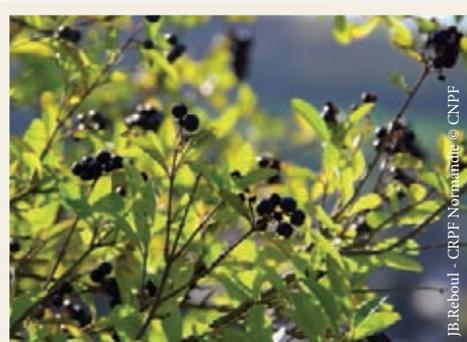
Mercuriale pérenne



Fusain d'Europe



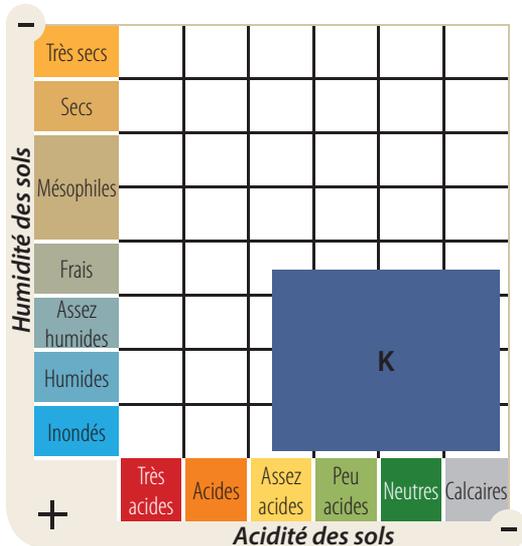
Cornouiller sanguin



Troène

## K. PLANTES DES MILIEUX HUMIDES ET ENGORGÉS - MÉSOHYGROPHILES ET HYGROPHILES

Ces espèces trouvent leur optimum sur des sols temporairement engorgés restant frais l'été (fond de vallon, vallée) ou sur des sols fortement alimentés en eau et engorgés quasiment toute l'année. La plupart de ces espèces poussent sur des sols neutres ou peu acides. Certaines espèces peuvent avoir une amplitude parfois plus importante pour la richesse du sol, comme l'Aulne glutineux.



\* Ces espèces sont les hygrophiles présentes sur des sols à engorgement constant (sols humides et inondés).

### Angélique sauvage

### Aulne glutineux

### Cardamine des prés

### Cirse des marais

### Consoude officinale

Dorine à feuilles opposées\*

Épilobe hérissé

Gaïlet des marais\*

Houblon

### Iris faux acore\*

Laïche des marais\*

Laïche des rives\*

Lotier des fanges

Lycophe d'Europe\*

Lysimachie commune\*

Menthe aquatique\*

Podagraire

Populage des marais\*

Prêle des champs

### Reine des prés

### Renoncule rampante

Salicaire\*

Scutellaire casquée\*

Valériane officinale rampante

*Angelica sylvestris*

*Alnus glutinosa*

*Cardamine pratensis*

*Cirsium palustre*

*Symphytum officinale*

*Chrysosplenium oppositifolium*

*Epilobium hirsutum*

*Galium palustre*

*Humulus lupulus*

*Iris pseudacorus*

*Carex acutiformis*

*Carex riparia*

*Lotus uliginosus*

*Lycopus europaeus*

*Lysimachia vulgaris*

*Mentha aquatica*

*Aegopodium podagraria*

*Caltha palustris*

*Equisetum arvense*

*Filipendula ulmaria*

*Ranunculus repens*

*Lythrum salicaria*

*Scutellaria galericulata*

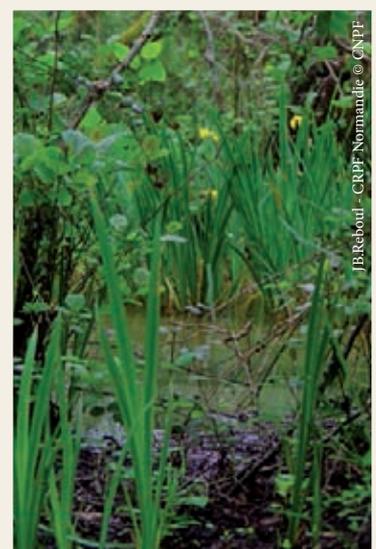
*Valeriana officinalis subsp. Repens*



Angélique sauvage



Cardamine des prés



Iris faux acore