

QU'EST-CE QUE LA BIODIVERSITÉ DU SOL ?

N°	DESIGNATION	U	RENDEMENT	TYPE DE VEGETAUX	NOMBRE D'INTERVENTIONS	TOTAL DES HEURES	PRIX HEURE	COÛT PAR UNITE
1	Entretien traditionnel : -plantation (2 x / an) -arrosage (5 x / an) -désherbage (3 x / an)	m2	2,50 h/m2	-plantes annuelles -plantes bisannuelles -bulbes	10	2,50	45	112,50
2	Entretien alternatif : -pas d'arrosage -pas de désherbage -taille 1 x / an	m2	0,50 h/m2	-plantes vivaces -plantes hôtes -plantes nourricières	2	0,50	45	22,50

**En Ile-de-France? d'ici 8 ans 39 % des oiseaux auront disparu
et 50 % des insectes d'après l'UICN**

« Tant que l'homme n'éventre pas la terre,
celle-ci le nourrit abondamment,
dès que l'homme la déchire,
elle fait pousser les ronces et les chardons »

Claude Bourguignon - 2010



LA FORMATION DU SOL

“ Le sol est une formation naturelle résultant de la transformation de la roche mère sous-jacente sous l’influence de divers processus physiques, chimiques et biologiques, au contact de l’atmosphère et des êtres vivants ”

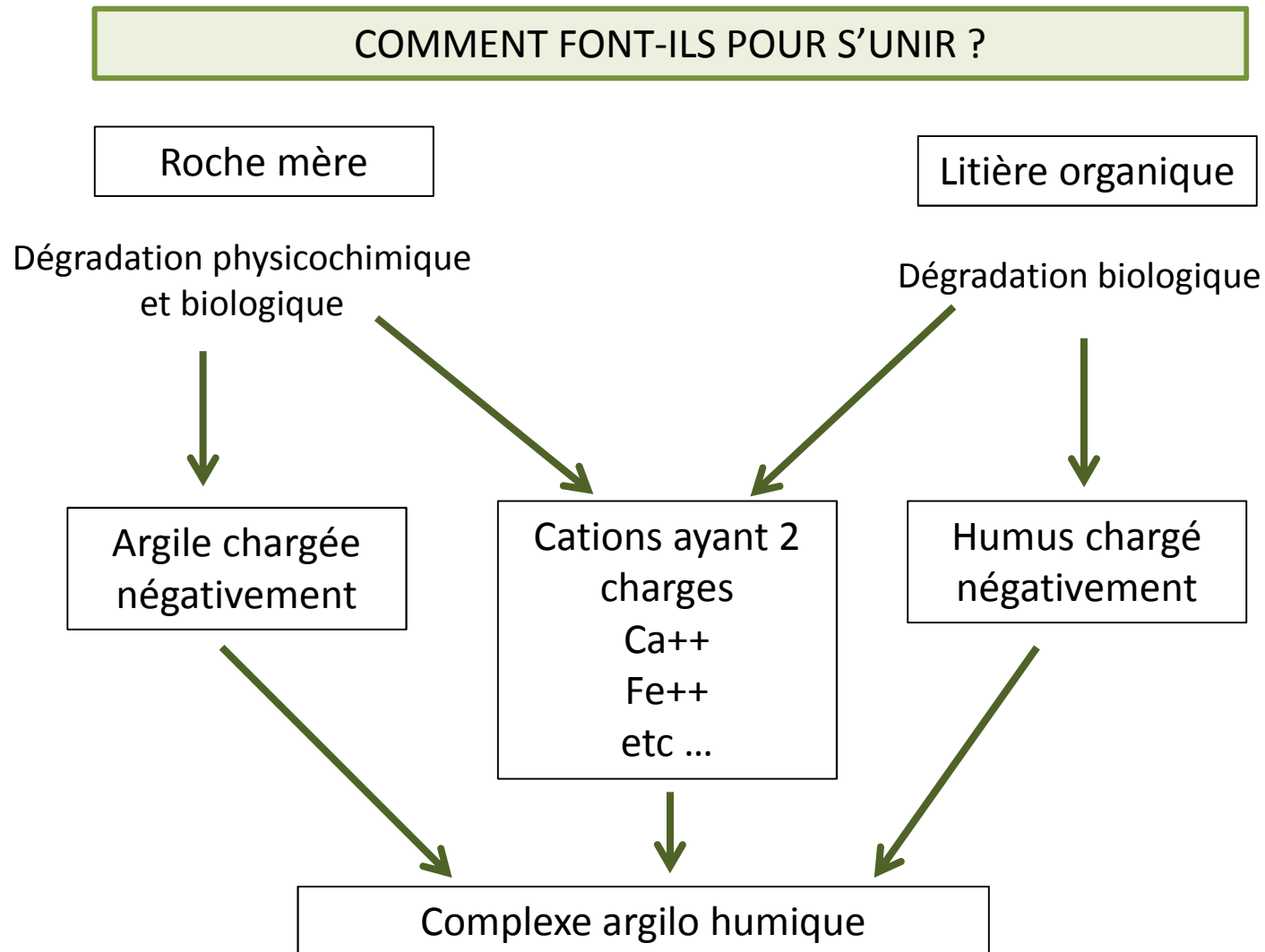
Albert DEMOLON - 1932



Profil de sol en milieu forestier

AUJOURD'HUI

Le sol est un fruit d'une synergie entre les argiles provenant de la roche mère et l'humus provenant des débris organiques, et plus encore.



LE SOL

Constitué de silice, de fer, d'aluminium essentiellement



Attaque des racines et des microbes du sol pour l'alimentation



Prélèvement de potasse, de phosphore, de soufre, de calcium
et de magnésie



Peu de prélèvement de silice de fer et d'aluminium



Sous l'action de l'eau dans le sol
et sous l'effet d'une forte concentration



Cristallisation en silicate de fer et d'aluminium en argile

Soit : 60 kg / ha / an

LES PRINCIPAUX HORIZONS

PROFIL CULTURAL AVEC LES PRINCIPAUX HORIZONS



→ Litière

→ Horizon humifère

→ Horizon de transition

→ Plus de minéraux que d'humus
Minéraux dominants et accumulation d'argile et d'oxyde de fer

→ Roche mère altérée

→ Roche mère

Horizon A

Formé de matières organiques provenant de débris végétaux et de déchets animaux

Horizon B

Mélange de matière organique et minérale

Horizon C

Purement minéral

selon Claude Bourguignon

LE SOL EN PAYSAGE

- ABSENCE DE SOL "PARENTAL"
- TRAVAIL SUR FOND DE FORME SOUVENT COMPACTE (remblais, gravats, etc.)
- REGALAGE DE TERRE VEGETALE
 - sur 0,20 m pour le gazon
 - sur 0,50 m pour les arbustes
 - sur 1,00 m / 1,20 m pour les arbres

Extrait fascicule 35 (CCTG)



LE FOND DE FORME

1 / Constitué de gravats



2 / Nappage de la terre végétale



3 / Stockage préalable de la terre végétale



- Hauteur souvent importante
- Compactage et stockage
- Aucun respect des horizons

SE CONTENTER D'ANALYSE ?

MAIS SE CONTENTER DE FAIRE UNE ANALYSE PHYSICO CHIMIQUE D'UN SOL
POUR DETERMINER UNE CORRECTION OU UN APPORT D'ENGRAIS
ABOUTIT A LA MORT DES SOLS



POUR UN SOL, IL FAUT DEUX COMPOSES :

un minéral - un organique

**Dans le sol où il n'y a pas de vie,
le sol ne peut pas naître.**

Désert Argentin : sable, cailloux ...



LA FAUNE ET LA FLORE DU SOL

REGNE ANIMAL

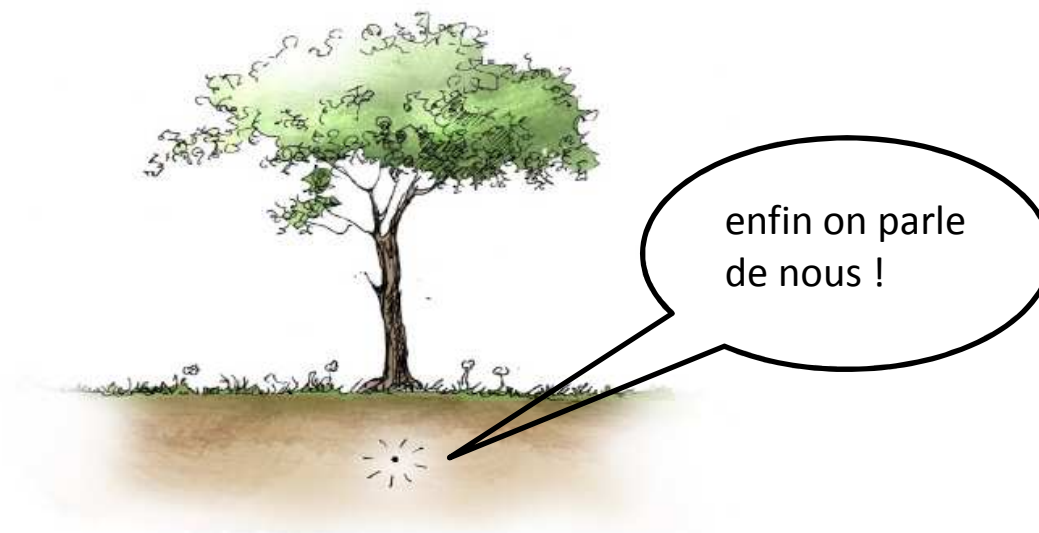
260 millions d'individus au m²
1,5 Tonne / ha, soit le poids de
40 chèvres des fossés.

- la mégafaune : taupes, carabes
- la macrofaune : vers de terre
- la mésofaune : acariens, collemboles
- la microfaune : nématodes, amibes

REGNE VEGETAL

1 milliard d' "individus "
au gramme de sol.

- les algues
- les bactéries filamenteuses
- les bactéries
- les champignons et les mycorhizes



LA MEGAFAUNE

La taupe



- 1 / Remontée de sol mélange des horizons
- 2 / Aération du sol
- 3 / Carnivore (vers blanc)

➔ mousse dans les gazons

LA MACROFAUNE

LES VERS DE TERRE
De 1 à 4 Tonnes / ha.
Ils sont de 3 types :

- Les épigées
- Les anéciques
- Les endogées



Espèce épigée



Espèce anécique



Espèce endogée



Espèce endogée

Ils se nourrissent de matières organiques mortes.

LA MACROFAUNE (suite)

LES CARABES

10 000 à l'hectare.

Ils se nourrissent de limaces, d'escargots,
de larves d'insectes ...



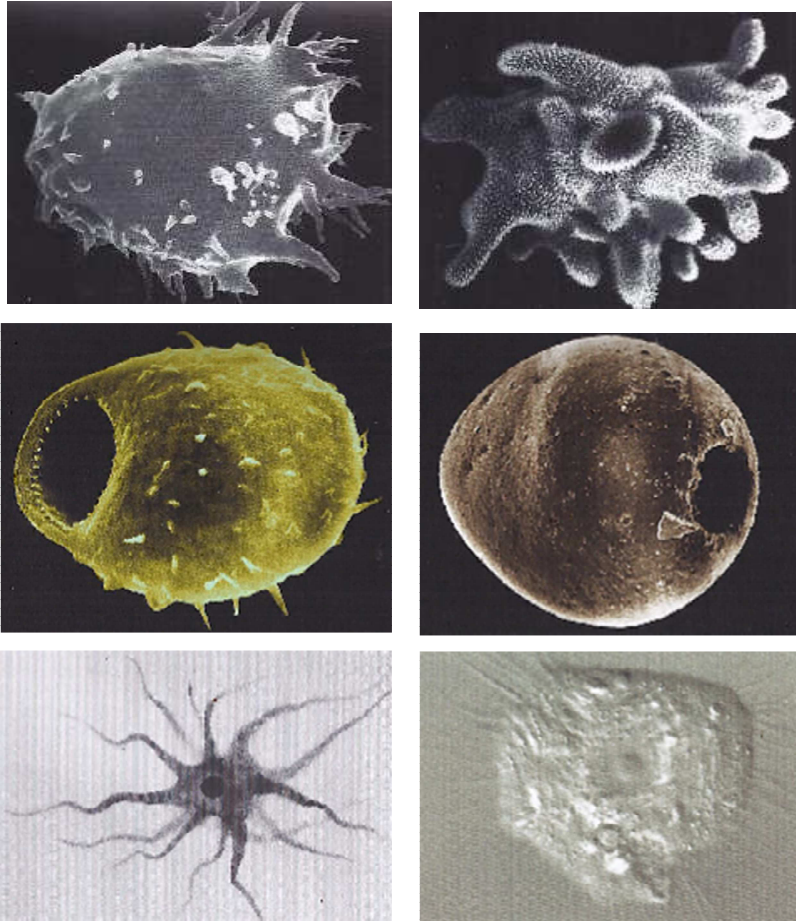
LES ARAIGNEES – LES PSEUDO SCORPIONS – LES LIMACES ET GASTEROPODES



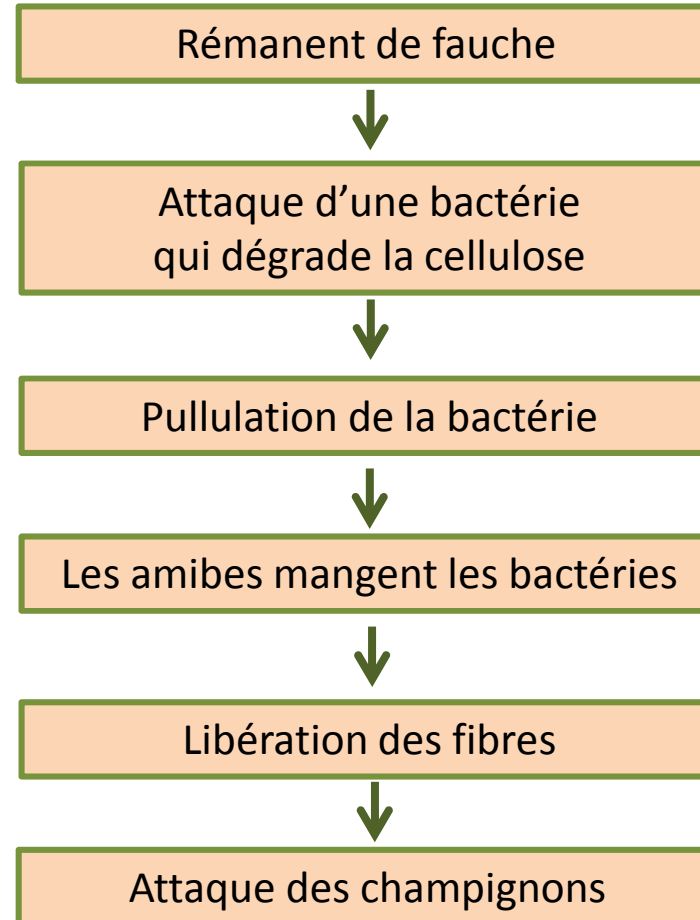
LA MICROFAUNE

LES AMIBES (300 kg / ha)

Certaines se nourrissent de matières organiques, d'autres de bactéries.



EXEMPLE



LA MICROFAUNE (suite)

LES TARDIGRADES

Il se nourrissent d'amibes, de rotifères et de nématodes.

500 espèces recensées en 1980, 1 000 en 2005, combien en 2020 ?



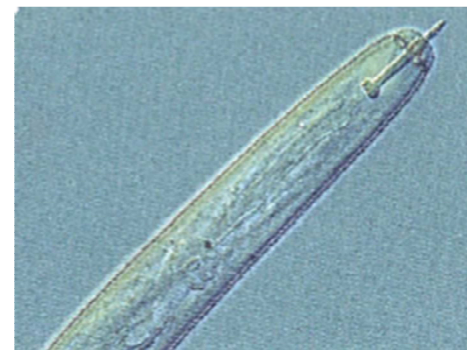
LA MICROFAUNE (suite)

LES NEMATODES

1 à 10 millions au m².

Dans le sol ils vivent dans le film d'eau qui entoure les particules.

Ils sont soit phytophages, bactérivores, fongivores ou parasites.



LA MICROFAUNE (suite)

LES COLLEMBOLLES

De plusieurs centaines à plusieurs milliers au m².
Essentiellement détrivores et microphytophages
(bactéries, champignons etc ...).

Ce sont des espèces soit endogées soit épigées.



LES ACARIENS

Plusieurs centaines de milliers par m².

Ils fragmentent la matière organique,
régulent les populations de champignons et bactéries.

C'est un très bon indicateur biologique comme les collemboles.

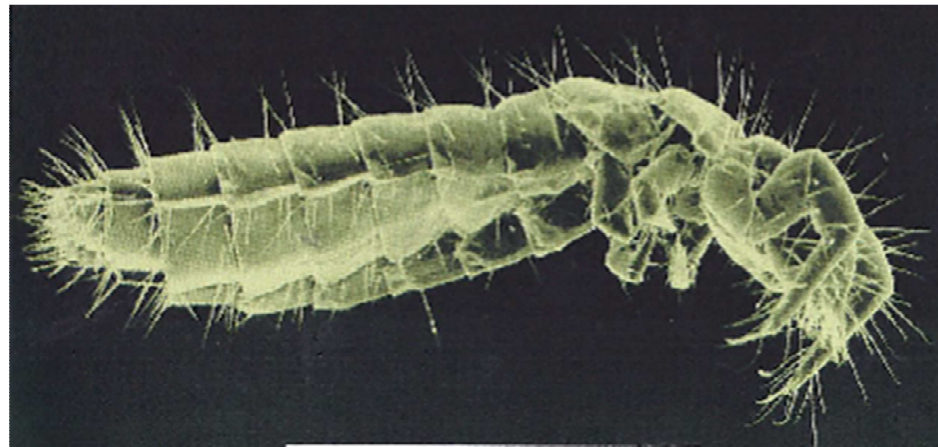


LA MICROFAUNE (suite)

LES PROTOURES - LES DIPLOURES

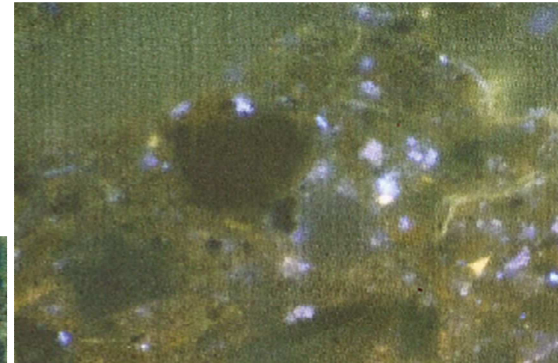
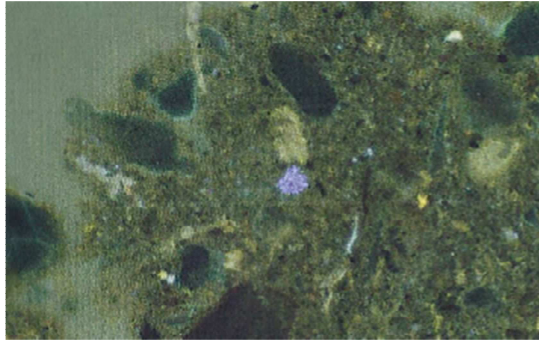
Entre 1 000 et 90 000 individus au m².

Ils se nourrissent du mycélium fongique et de débris végétaux.



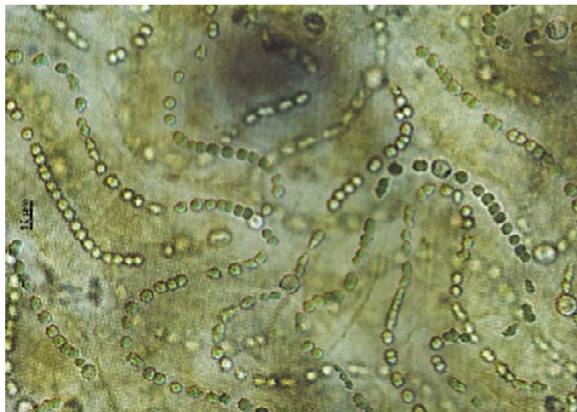
LES BACTERIES

90 % des bactéries du sol ne sont pas cultivables en laboratoire.



LES ALGUES

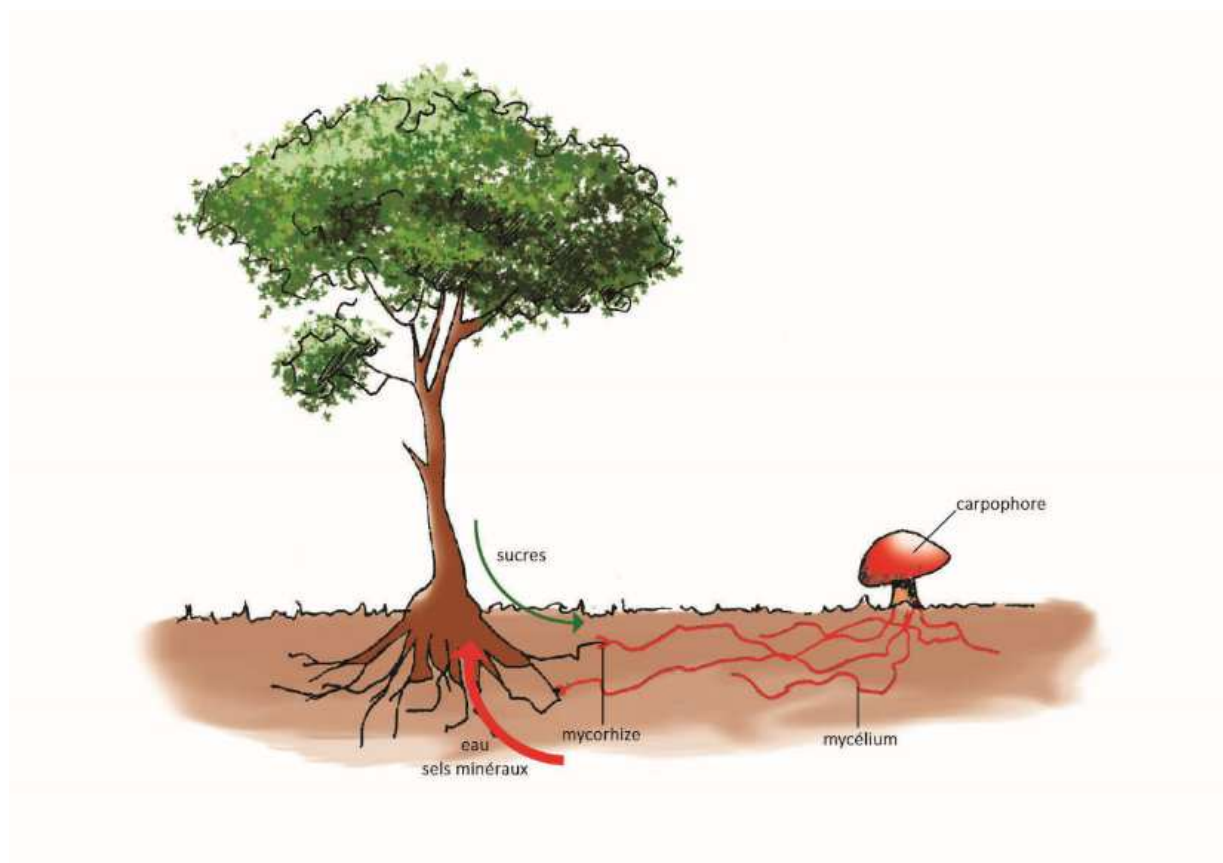
Elles sont un réservoir de nutriments pour les plantes,
et ont un rôle dans la rétention des minéraux.



LE SOL OU LA RAISON DU PLUS PETIT

LES MYCORHIZES

Arbres, herbes et champignons unis
pour le meilleur et pour le pire ...



LES DIFFERENTES MYCORHIZES

LES ENDOMYCORHIZES (450 millions d'années)

Le mycélium pénètre dans les racines et forme de nombreuses ramifications portant des vésicules : mycorhizes arbusculaires.

→ SURTOUT LES ANGIOSPERMES : végétal dont les organes reproducteurs sont condensés en une fleur et dont les graines fécondées sont enfermées dans un fruit.

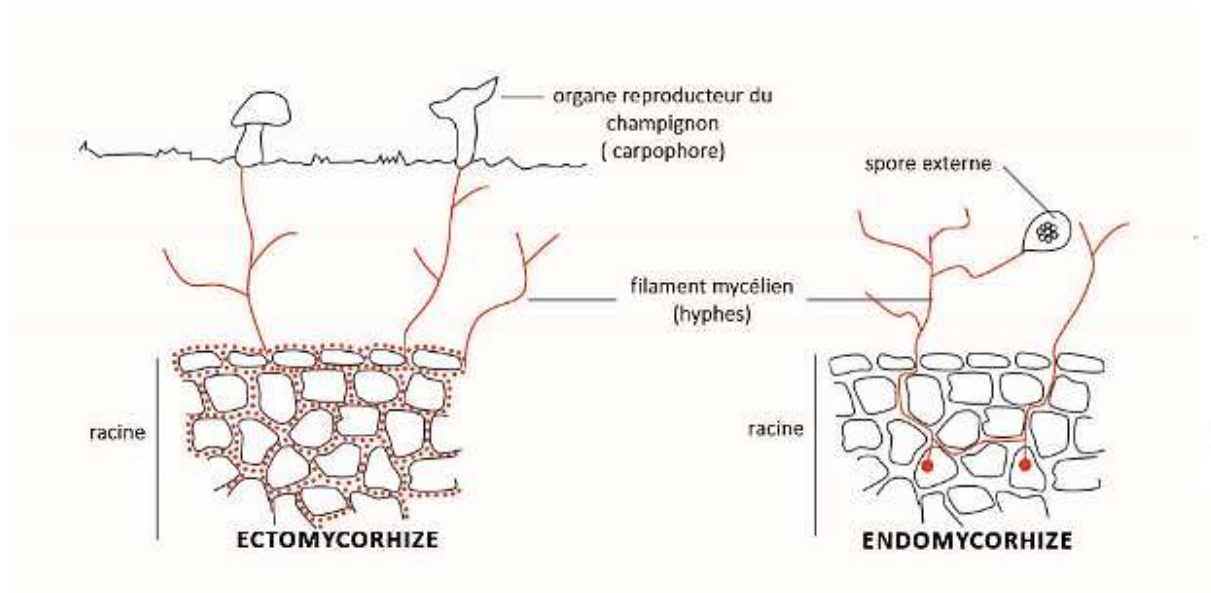
LES ECTOMYCORHIZES (250 millions d'années)

Le champignon est en contact avec les racines

→ Les gymnospermes : vient du Grec "dont les graines sont nues"

→ Pin, séquoia, picea, abies, larix ...

Mais aussi bétula, fagus populus ...



LES MYCORHIZES ERICOÏDES

→ les éricacées

LES PLANTES SANS MYCORHIZES

- les chenopodiacées (chenopodes)
- les brassicacées (choux)
- certaines fabacées comme le lupin, mais racines proteoïdes



LES SYMBIOSE FIXATRICES D'AZOTE (25 millions d'années)

Les fabacées



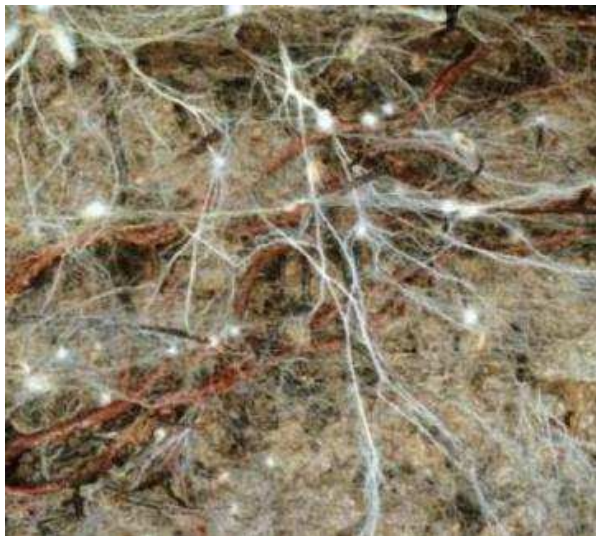
SANS mycorhizes

AVEC mycorhizes

LES FILAMENTS DE CHAMPIGNONS

Les filaments permettent :

- 1 / L'absorption des éléments minéraux
- 2 / L'absorption de l'eau
- 3 / Les activités hormonales
- 4 / L'amélioration de la structure du sol
- 5 / La protection contre des agents pathogènes
- 6 / La résistance au stress environnementaux



L'absorption des éléments minéraux

Découverte récente

En synergie avec les micro-organismes (bactéries) qui forme un biofilm autour de la mycorhize.

→ Dégrade la roche en potassium et en phosphore pour les rendre disponibles pour la plante hôte.

Mais aussi l'azote en décomposant la matière organique.



L'absorption de l'eau

Dans le cas des arbres, l'absorption d'eau ne se fait que par les mycorhizes.

Bourguignon

Un signal chimique déclenché par le champignon assure la fermeture des stomates des feuilles.

1 km de mycorhizes dans 1 litre de terre



Carotte en sol naturel avec mycorhizes



Carottes en sol fumigé sans mycorhize



Poireaux en sol naturel avec mycorhizes



Poireaux en sol fumigé sans mycorhizes



Poireaux en sol naturel, en sol fumigé et en sol réinoculé avec *Glomus intraradices*



Pommiers inoculés avec divers champignons micorhiziens. Témoin non inoculé à gauche

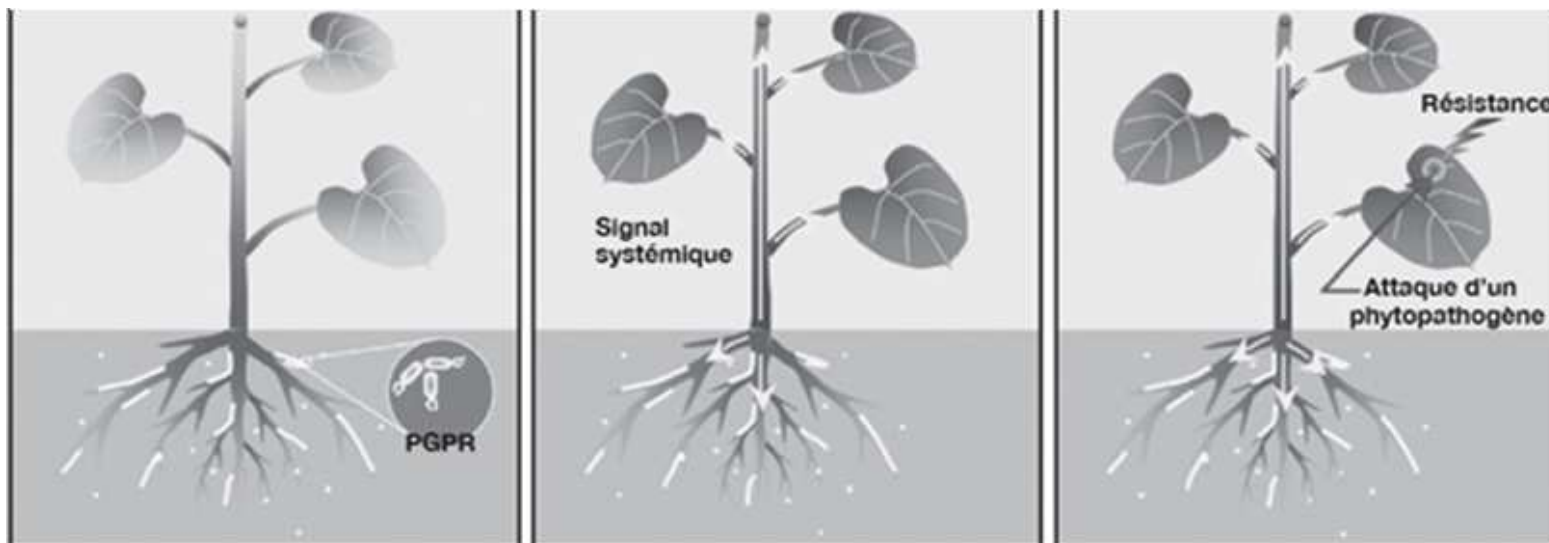
PROTECTION CONTRE LES AGENTS PATHOGENES

Nous en sommes à la préhistoire !

Certaines mycorhizes arbusculaires préviennent l'herbivorie par certains insectes via l'acide jasmonique.

D'autres divisent par 10 les risques de maladies, des maladies racinaires.

Beaucoup de synergies mais peu étudié en paysage, un peu plus en agroécologie.



RESISTANCE AUX STRESS ENVIRONNEMENTAUX

La mycorhize modifie le PH autour des racines pour que l'arbre puisse pousser.

Exemple : le pin d'Alep

Biotope PH supérieur à 7,00 voir 7,5

- Entraîne l'impossibilité de prendre le fer
- Carence en fer
- Sécrétion de la mycorhize d'acide organique
- Modification de PH
- Fer accessible



QUELQUES EXEMPLES EN ECOPAYSAGE

LES GLOMUS ET LES POACEES

→ Nécessaire dans les terres déstructurées

- Les nouveaux lotissements
- Les travaux en déblais / remblais avec un mauvais stockage de la terre végétale



Glomus



LES BOULEAUX ET LES DOUGLAS

En 2000 – Suzanne Simard

- Les mycéliums transportent des aliments organiques d'une même espèce mais aussi vers une autre espèce.



HIVER



ETE



Echange de sucres carbonés

LES CONSEQUENCES CATASTROPHIQUES D'UN TRAVAIL DU SOL

L'idée que le bêchage ou le travail du sol sont bons et nécessaires pour nos travaux de jardin, est aussi tenace que celle de la génération spontanée au XIXème siècle.



“La forêt précède les peuples, le désert les suit ”

(Chateaubriand)

LES DEGATS DU MOTOCULTEUR, ROTAVATOR ET AUTRES OUTILS ROTATIFS

IL FAUT BIEN SAVOIR QUE LAISSER UN SOL NU APRÈS BÊCHAGE ENGENDRE DES CONSÉQUENCES IRRÉVERSIBLES :

- LIBÉRATION DU CARBONE EMPRISONNÉ DANS LE SOL À RAISON D'UNE TONNE DE CARBONE PAR HECTARE
- IMPOSSIBILITÉ DE TRANSFORMER LA MATIÈRE ORGANIQUE EN HUMUS
- EROSION DES SOLS : 1 TONNE DE LIMON FIN PAR HECTARE ET PAR AN QUITTE NOS SOLS POUR LES ÉGOUTS, PUIS LES RIVIÈRES
- PERTE DE LA MACROFAUNE DU SOL: 2 À 4 TONNES DE LOMBRIC S À L'HECTARE
- PERTE DE LA CAPACITÉ DE RÉTENTION EN EAU QUI EN TRAÎNE L'AUGMENTATION DE L'ARROSAGE
- PERTE DE LA BIODIVERSITÉ
- MORT DU SOL QUI NE DEVIEN T PLUS QU 'UN SUPPORT INERTE DE CULTURE : 10 MILLION S D'HECTARES DE TERRE DEVIENNENT STÉRILES PAR AN , JUSQU 'OÙ IRON S-NOUS ?
- PERTE DE LA MACROFLORE DU SOL
- PERTE DES MYCORHIZES ET DES ASSOCIATIONS SYMBIOTIQUES AVEC LES VÉGÉTAUX
- PERTE DE BACTÉRIES ET DES MICROBES DU SOL
- PERTE DE TOUS LES MICRO-ORGANISMES DU SOL À SAVOIR UN MILLIARD PAR GRAMME DE TERRE VÉGÉTALE
- PERTE DU COMPLEXE ARGILLO-HUMIQUE , TERRE ASPHYXIANTE ET APPARITION DE LA CROÛTE DE BATTANCE



LA SOLUTION : L'ECOPAYSAGE - LES T.C.S ET LES TECHNIQUES ALTERNATIVES

1 / L'aggradation du sol

Pour relancer la vie microbienne d'un sol

- Les B.R.F (Bois raméaux Fragmentés)
- L'écopaturage

2 / Pour protéger les sols

- Les B.R.F (Bois raméaux Fragmentés)
- Les paillages
- Les Plantes accompagnatrices pour les roseraies et massifs d'arbustes

3 / Pour engazonner

- Sans travail de sol
- Sur stabilisé existant

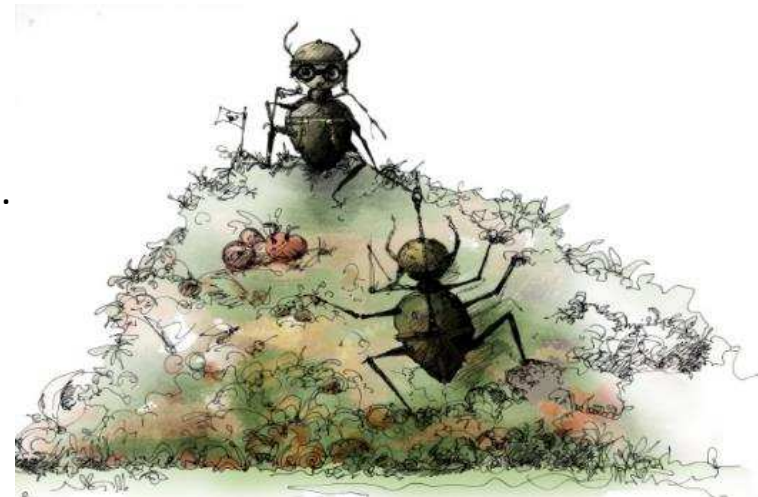
4 / Pour planter sans terre végétale

L'aggradation des sols

Les B.R.F sont le résultat du broyage frais de rameaux d'un diamètre inférieur à 7 cm et se composent essentiellement d'arbres et d'arbustes feuillus (maximum 20 % de conifères).

Ils permettent :

- la diminution du carbone dans l'atmosphère
- une augmentation de la capacité de rétention de l'eau dans le sol permettant une réduction, voire une absence d'arrosage
- une stimulation des organismes du sol
- un meilleur contrôle des plantes hôtes
- une diminution des maladies cryptogamiques.
- ils jouent un rôle de biostimulant pour les végétaux.





1/3 maximum de conifères



2/3 minimum de feuillus



Broyage



Epandage en frais

L'ECOPATURAGE

↓
Excréments

↓
Insectes coprophages

↓
Champignons fumicoles et autres

↓
Bactéries, amibes

↓
Transformation de la matière organique



L'écopaturage

L'écopaturage favorise les champignons dont les fumicoles, les mycélium, les bactéries.
Il favorise la macro et microfaune du sol

INTERÊT AVEC LES RACES A PETIT EFFECTIF
si on respecte une gestion extensive (0,75 UGB / ha)



POUR PROTEGER LES SOLS

Les paillages

NE JAMAIS LAISSER UN SOL NU

Nom du paillage	Origine France	Type de terre
Cosse de sarazin	Grand ouest	Terre végétale
Paillette de lin	Nord et ouest	Terre végétale
Paillette de chanvre	Toutes régions	Terre végétale
Paillette de miscanthus	Moitié nord	Terre végétale
Paillette de blé	France et toutes régions	Terre végétale
Paillette d'orge	France et toutes régions	Terre végétale
Bois caulinaire	Toutes régions	Terre végétale
Feuilles mortes	Toutes régions	Terre végétale
Fougère	Aquitaine et Bretagne	Terre acide
Ecorce épicéa	Jura / Vosges	Terre acide
Fleurs sèches de tilleul	Toutes régions	Terre végétale



Ville de Beauvais

Les plantes accompagnatrices couvre-sol

La plante « compagne », ou accompagnatrice, a pour rôle de favoriser la croissance sans autre rôle particulier et sans réciprocité.

Nous avons constaté de façon empirique que la présence de fabacées (trèfle) évite l'apport d'azote et favorise le développement des rosiers.

L'ail et la ciboulette accompagnent souvent les rosiers et semblent permettre une meilleure résistance aux maladies cryptogamiques, type oïdium et marsoniana.

Le romarin et le thym, la lavande et la menthe, repousseraient les insectes commensaux aux rosiers.



Plante accompagnatrice : lamier



Plante accompagnatrice : Plantes hôtes et horticoles

Les plantes accompagnatrices pour les roseraies

Il est préférable d'habiller le pied à l'aide de plantes accompagnatrices et tout dépendra de la hauteur du rosier. Les principaux avantages de la présence de ces végétaux sont les suivantes :

- **Faire profiter de l'azote grâce à la présence des fabacées, par exemple.**
- **Bénéficier de l'effet protecteur et, ou répulsif de certaines espèces.**
- **Mieux couvrir le sol pour le protéger.**
- **Eviter le développement des plantes hôtes dont la présence en roseraie n'est pas du plus bel effet.**



Plante accompagnatrice : ancolie



L'engazonnement de stabilisés sans terre végétale

“Ou comment semer un gazon sur les allées existantes ?”

L'ENGAGONNEMENT SE PRATIQUE SUR STABILISÉ EN GRAVE NATURELLE SANS DÉCAISSEMENT NI APPORT DE TERRE VÉGÉTALE.

Cette technique que nous avons développée depuis des années repose sur un semis de poacées calcicoles accompagné de mycorhization et d'une restructuration du complexe argilo-humique : aucune exportation de déblais n'est à prévoir lors de la création de ces allées.

Nous utilisons uniquement le potentiel du site.





Etat des lieux : allées enherbées, esthétique moyen et difficultés vis-à-vis de la population

Milieu calcicole



Absence de complexe argilo humique



Absence de vie microbienne



Absence de mycorhize

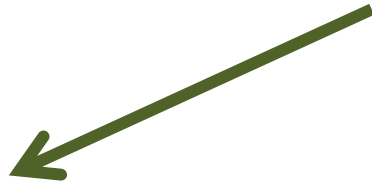


PREMIERE SOLUTION

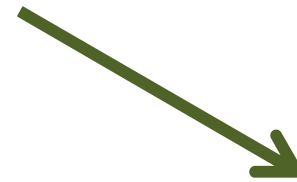
Minéralisation des sols



Béton désactivé ou béton balayé



Fragmentation des sols



Coût élevé de 85 à 100 €/m²



SECONDE SOLUTION

L'E.S.T.V (Engazonnement sans Terre Végétale)



Décompactage de surface sur 5 cm



Apport de PLANTAFORM (Tracer) : 5 kg /m²

Composition standard hors formule prescrite après analyse du sol par le L.E.M.

- 55 % d'un amendement végétal riche en levain bactérien et mycorhizes
- 45 % de silicates naturels lamellaires
- dopée avec 3 % d'un fertilisant organique d'origine animale, végétale et minérale



Semis de poacées calcicoles : 35 gr/m² + mycorhizes



Surfaçage en terreau : 20 Litres /m²

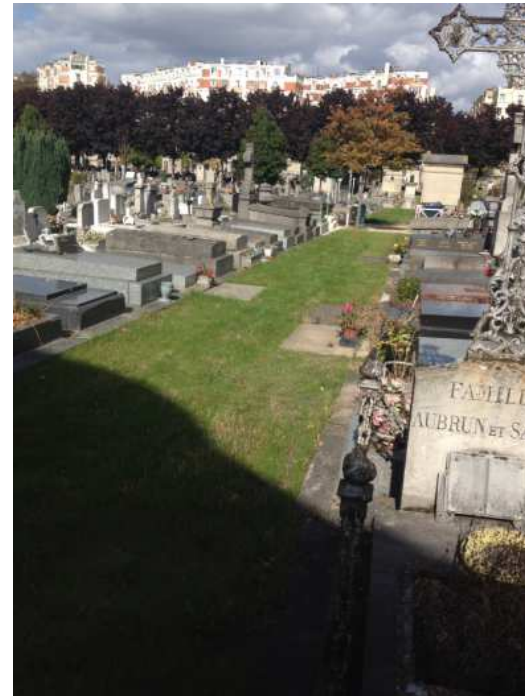
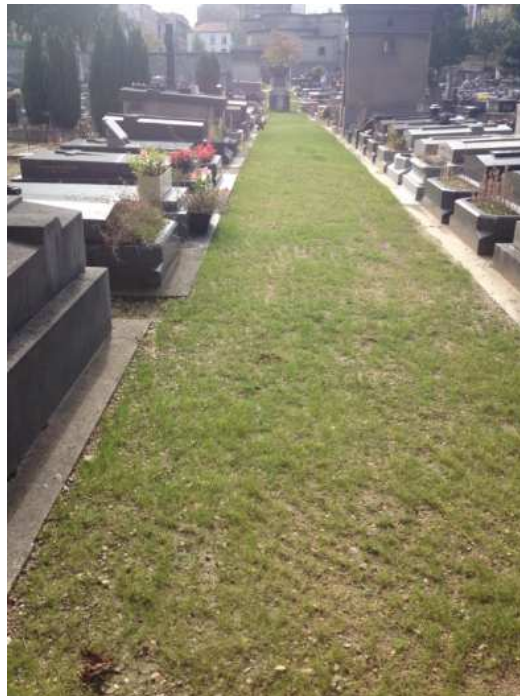


Roulage au rouleau compresseur



Coût au m² : 25 € H.T

L'E.S.T.V au bout de 6 mois :



Engazonnement sans travail de sol

- Enlèvement du gazon existant au scarificateur (2 à 4 passages en général).



- Ramassage avec une tondeuse avec bac.



- Semis à 30 gr/m² directement sur le sol avec semence mycorhizée ou non suivant le cas



- Terreautage sur 5 à 7 mm d'épaisseur

- Roulage du gazon

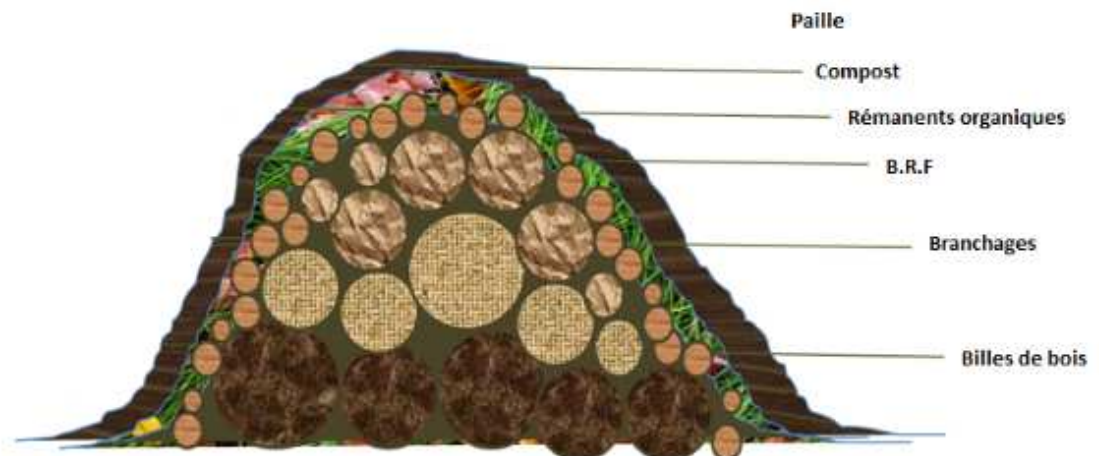


Pour planter sans terre végétale :

LA METHODE HUGELKULTUR



La méthode : **hugelkultur**





Palette végétale :

- Cornus mas
- Cornus sanguinea
- Prunus spinosa
- Ilex
- Rhamnus
- Buddleia stérile
- Perovskia
- Caryopteris
- Lavande ...



Plantations sans terre végétale d'arbres et d'arbustes



Chez des particuliers

Méthode de mycorhization et de paillage.





A collage of three images. On the left, a photograph of a building entrance with a paved walkway. In the center, a portrait of a woman with dark hair wearing a white shirt. On the right, the text "AVANT" in a bold, sans-serif font, followed by "PIC" in a larger, bold, sans-serif font, and "1889" in a cursive script font below it.



Plantations sans terre végétale d'arbres et d'arbustes sur remblais

Choix de la palette végétale



Les Ectomycorhizes ne concernent que 3 à 5 % des espèces végétales terrestres, mais elles ont une importance forestière considérable. Le pH du sol est un des facteurs importants dans le choix de l'espèce mycorhizienne la mieux adaptée au site de plantation. ROBIN Pépinières produit dans son laboratoire une gamme de mycorhizes adaptées aux différentes essences hôtes, aux différents types de conditions et de sols.



Pépinières ROBIN

www.robinpepinieres.com

Bâche biodégradable

TRACER



THORENAP Linéaire est un feutre de fibres végétales aiguilletées (jute/bois ou jute/chanvre) renforcé par un voile non tissé en jute, viscosse ou polypropylène Pour l'utilisation en pied de massifs et haies.

www.technivert-neho.com





Pinus sylvestris et carpinus betulus

Centre Héliomonde à Saint Chéron

Héliomonde 
Votre seconde nature



Pinus sylvestris et miscanthus



Détails du sol : gravats et remblais



Acer campestre et reliquat de la bâche



Entrée principale du centre

LA DEMINERALISATION



Elle permet de transformer des surfaces minérales, en surfaces perméables à un moindre coût tout en apportant de l'esthétisme.



Crocsmia masoniorum



FloX paniculata



Hemerocallis fulva



Ciste



Helenium hybride



Gaura



Echinops bann



Eryngium alpinum



Felicia amelloides



Geranium himalayense



Globularia cordifolia



Salvia officinalis



Lobelia cardinalis



Lupinus russell



Monarda hybrise



Paeonia tenuifolia



Heuchera



Phlox paniculata

QUELQUES PLANTES VIVACES NATURELLES



Bouillon blanc



Vipérine



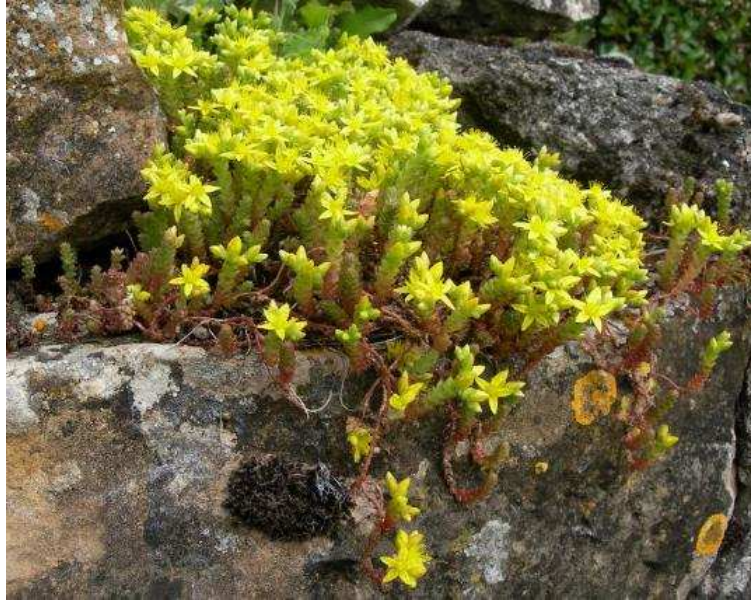
Bourache officinalis

Tanasetum





Linaria



Sedum acre



Compagnon blanc



Leucanthemum



Campanula glomerata



Pulsatilla vulgaris



Dianthus carthusianorum

Epilobium





Angélique



Senecio



Mauve sauvage



Primula veris



Orties



Perce neige



Salicaire



Onagre



Cardère



Scabieuse



Achillée mille feuilles



Bourrache



Consoude



Saugé des prés



**Millepertuis
perforé**



Trèfle des prés



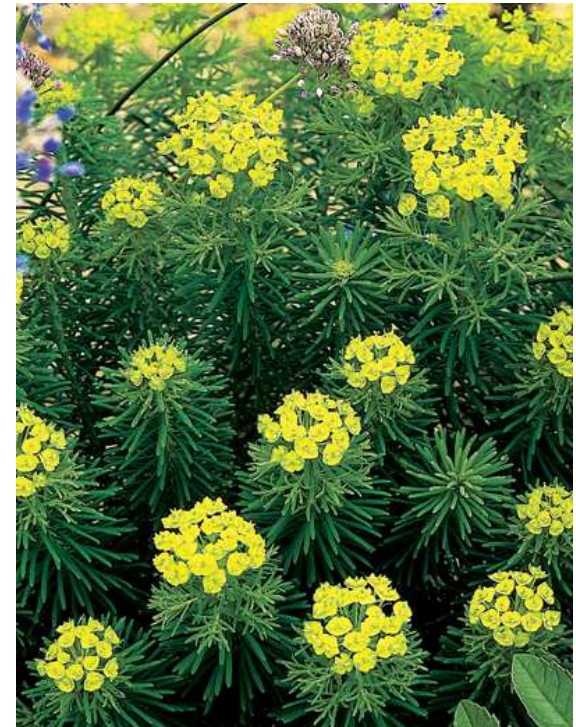
Melilot



Cerfeuil cultivé



**Pervenche
mineure**



**Euphorbe
petit cyprès**



Fenouille sauvage



Orchis bouc



Orchis pourpre

QUELQUES GRAMINEES HORTICOLES



Achnatherum



Festuca glauca



Miscanthus sinensis



Luzula nivea



Pennisetum orientale



Stipa tenuifolia



Elymus arenarius



Glyceria maxima



Holcus mollis



Deschampsia cespitosa



Carex hachijoensis



Arundinaria argenteostriata

QUELQUES GRAMINEES D'ILE DE FRANCE



Brize intermédiaire



Orge vulgaire



Festuca ovina



Phléole



Vulpin



**Melica
uniflora**

