

ECOLOGIE VEGETALE
INFLUENCE DE L'ENVIRONNEMENT
SUR LES VEGETAUX
Partie 2 : les facteurs physico-chimiques ou facteurs
abiotiques

Mme CARUSO
Maître de Conférences

Outre la sélection de type morphologique (vu en Partie 1) il existe une sélection génétique des plantes /environnement

Notion **d'écotype** (introduite par Turesson en 1922) ou sous-espèces ou variétés chez les végétaux.



Exemple l'épicéa avec un port plus étroit qui offre moins de prise à la neige plus on va dans les zones froides

Caractéristiques transmises de façon héréditaire

Echanges de gènes si écotypes géographiquement proches dans une même espèce

Exemple écotypes hydriques

→ ex graminées de milieux humides



Exemple écotypes édaphiques



Plantago coronopus

Les plantains (Plantaginacées)

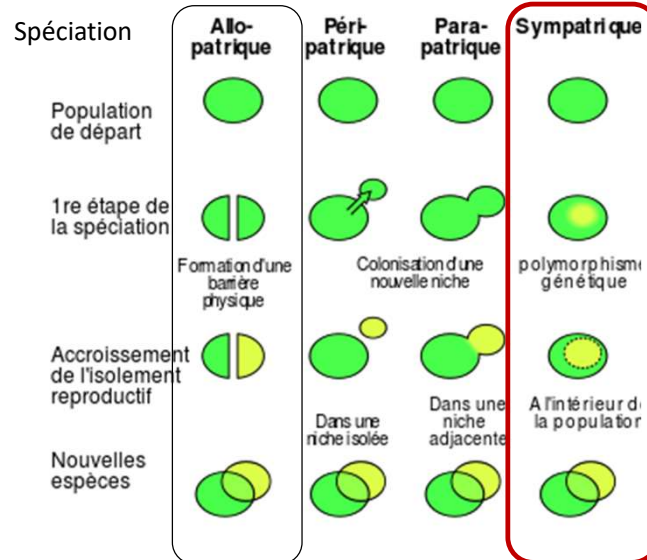
Plantago coronopus, par exemple, offre des séries écotypiques caractéristiques selon qu'il pousse sur :

- * le sable,
- * des argiles
- * des marnes,
- * des sols gravillonneux ...



Différenciation des espèces = **spéciation**

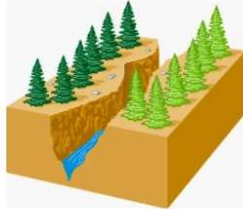
→ sélection naturelle et/ou de la dérive génétique



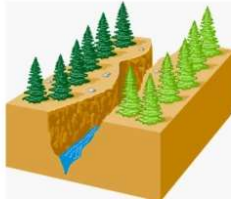
Espèce A



Spéciation **allopatrique**



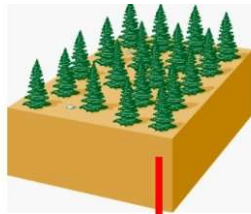
Facteurs
évolutifs et
temps



Espèce A

Espèce B

Espèce A

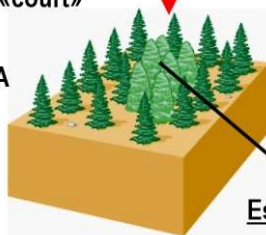


Spéciation **sympatrique**



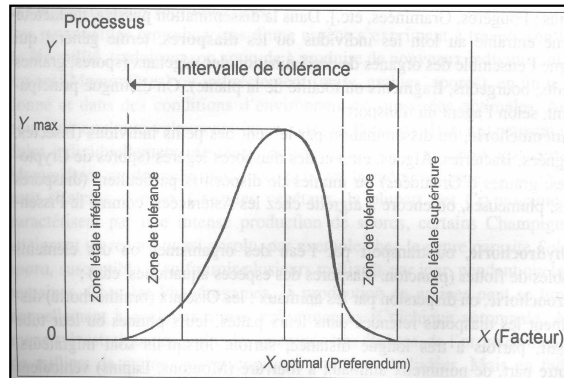
Facteurs évolutifs
et temps «court»

Espèce A



Espèce B

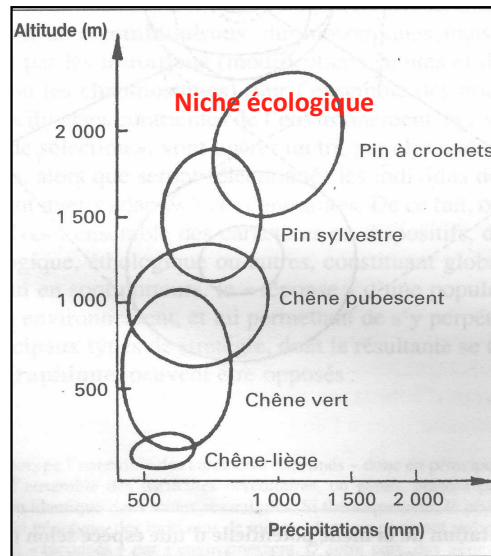
A retenir → chaque espèce a des besoins et des limites par rapport à l'aire géographique qu'elle occupe = **amplitude écologique**



Notion de **niche écologique**



Deux espèces de lichens ; l'une verte (à gauche) et l'autre orange (à droite) cohabitent sur ce rocher dans deux niches écologiques différentes, résultant des conditions d'exposition et d'hygrométrie.



Deux sortes de niches :

Niche fondamentale

Niche réalisée

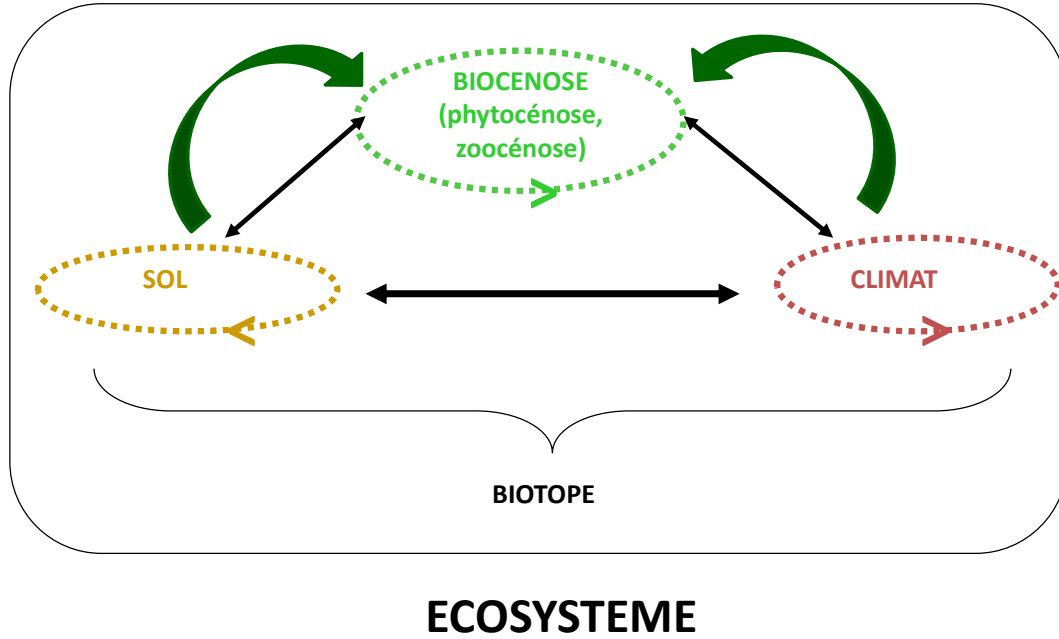


RECHERCHE AVANCÉE HISTORIQUE

Affichage complet

URL	http://prodinra.inra.fr/record/48785
Titre, sous titre	Modélisation de la niche écologique des espèces végétales : intérêt pour la prospection et la gestion des ressources génétiques
Auteur(s)	Jean-Paul Sampaou Jean-Paul Sampaou@lusignan.inra.fr INRA, UR 0004 P3F Unité de Recherche Pluridisciplinaire Prairies et Plantes Fourragères. Centre de recherche de Poitou Charentes, Lusignan, France. Vincent Badaeu Vincent.Badaeu@nancy.inra.fr INRA - Université de Lorraine, UMR 1137 EEF Ecologie et Ecophysiologie Forestières. Centre de recherche de Nancy, Champenoux, France.
Type de produit	Communication sans actes
Année	2011
Langue	Français
Public visé	Scientifique
Résumé	La modélisation statistique de la niche écologique d'une espèce consiste à construire une fonction de paramètres environnementaux qui prédit la probabilité de présence de l'espèce à partir d'un jeu de données de calibration comprenant des données de présence/absence ou d'abondance de l'espèce et des valeurs de paramètres environnementaux aux sites d'observation. A partir de l'exemple d'une collection d'espèces de fétuques à feuilles fines, nous montrons que les données de référencement spatial et les données environnementales rassemblées à l'occasion des campagnes de prospection de ressources génétiques peuvent constituer une information pertinente pour modéliser la niche écologique des espèces. A l'aide d'analyses multivariées à deux tableaux et de modèles linéaires généralisés, nous avons étudié la distribution environnementale des espèces de fétuques à feuilles fines et modélisé leurs niches écologiques en utilisant des données de présence/absence. Nous avons produit, à l'aide d'un logiciel SIG, des représentations spatiales des patrons de distribution environnementale prédits par les modèles. Ces représentations spatiales devraient permettre de mieux piloter de nouvelles campagnes de prospection de diversité spontanée. De plus, la prise en compte de la position des sites de collecte d'une espèce sur les gradients environnementaux conditionnant sa présence devrait permettre d'optimiser le choix de core-collections de diversité spontanée, en identifiant les populations dont le maintien in situ est le plus menacé par les changements environnementaux et en échantillonnant de façon plus exhaustive la diversité adaptative intra-spécifique. Français

Donc pression de sélection très importante des facteurs physico-chimiques

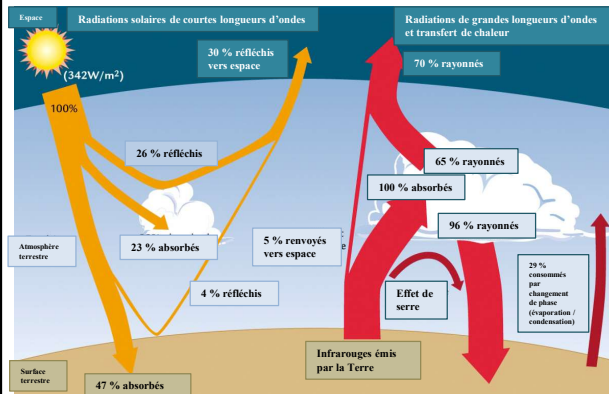
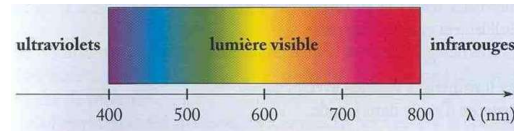


Facteurs abiotiques

1. Facteurs climatiques

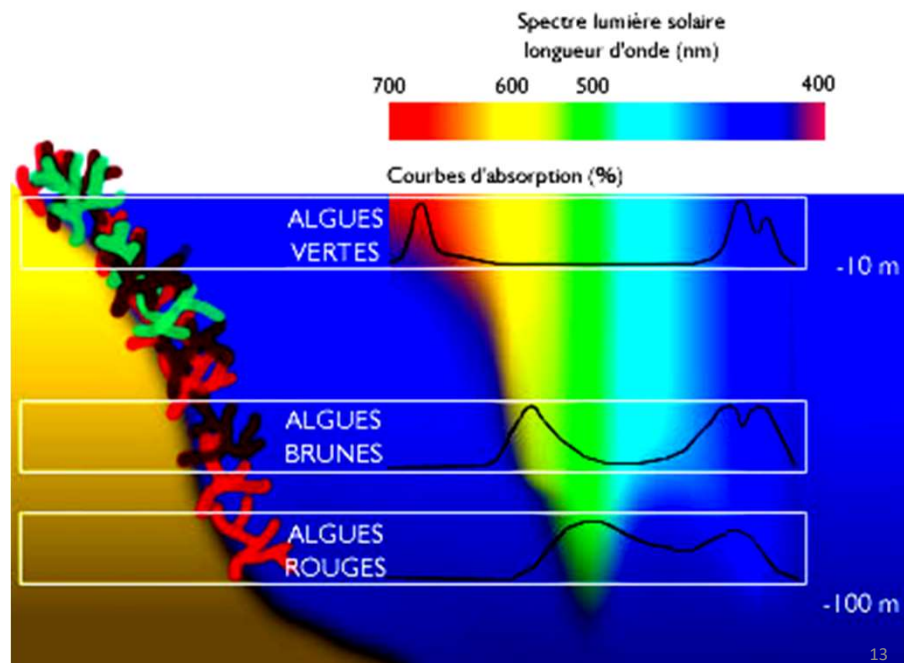
1.1 Lumière

* Au niv biosphère

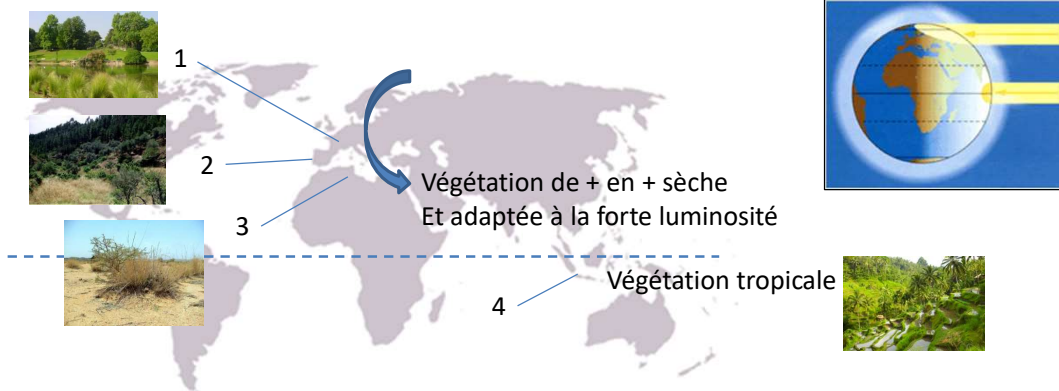


- rayonnement solaire direct
- rayonnements atmosphériques réémis
- rayonnement terrestre émis

Cas du milieu marin



Cas du milieu terrestre



Variations annuelles du rayonnement journalier (calorie / cm²)

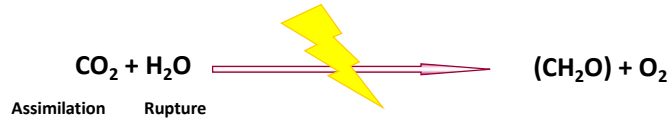
Villes	Latitude	Moy mensuelle basse	MM haute
1 Paris	48 ° N	63 (déc)	470 (juil)
2 Coimbra (Portugal)	40 ° N	144 (janv)	652 (juil)
3 Tamanrasset (Algérie)	38 ° N	370 (déc)	700 (juil) Végétation la + sèche
4 Djakarta (Indonésie)	6 ° S	360 (janv)	460 (sept)

14

* Influence rayonnements sur végétaux

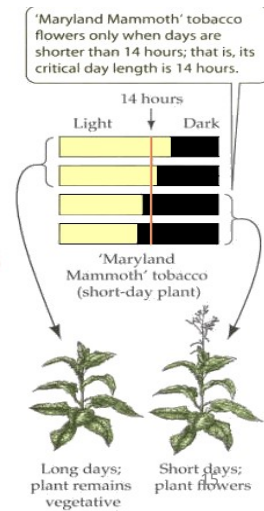
Lumière jouant 1 rôle ds déroulement de processus bio (plantes terrestres, algues) :

- activité photosynthétique



- durée (j / n) ou **photopériode** influence floraison

Floraison en hiver



Plantes de jours courts = **nyctipériodiques**

[durée de phase lumineuse < à photopériode critique ~ dizaine d'heures /24 heures]



Soja



Chrysanthème



Dahlia

Plantes de jours longs = **héméropériodiques**

[durée de phase lumineuse > à photopériode critique ~ 12-14 heures /24 heures]



Epinard



Fenouil

Plantes indifférentes



Tomate



Petit pois



Maïs

Plantes **aphotiques**



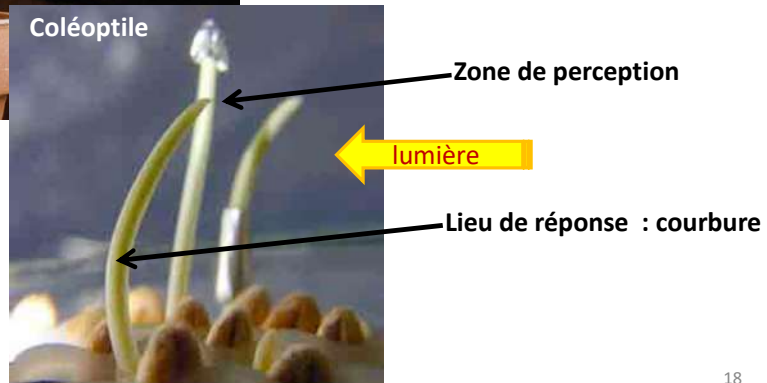
Jacinthe



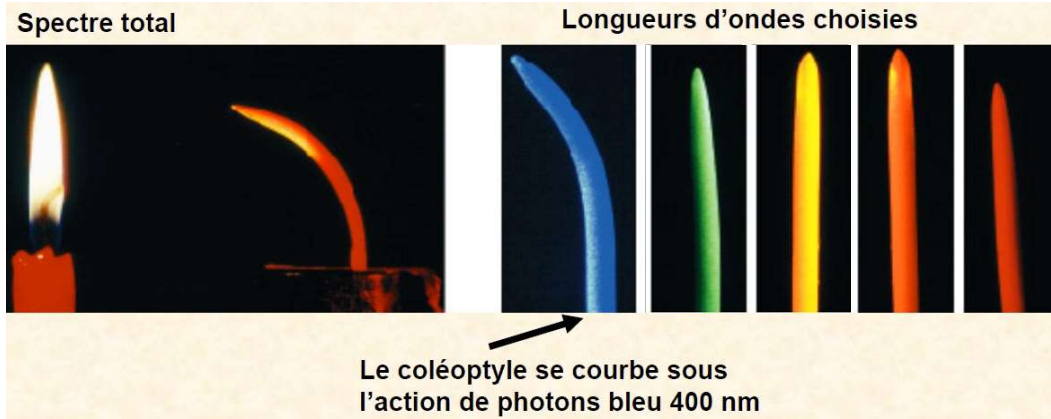
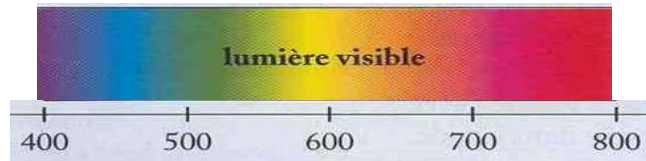
Pomme de terre

- influence l'orientation de la plante : **phototropisme**

Croissance incurvée de jeunes plantules

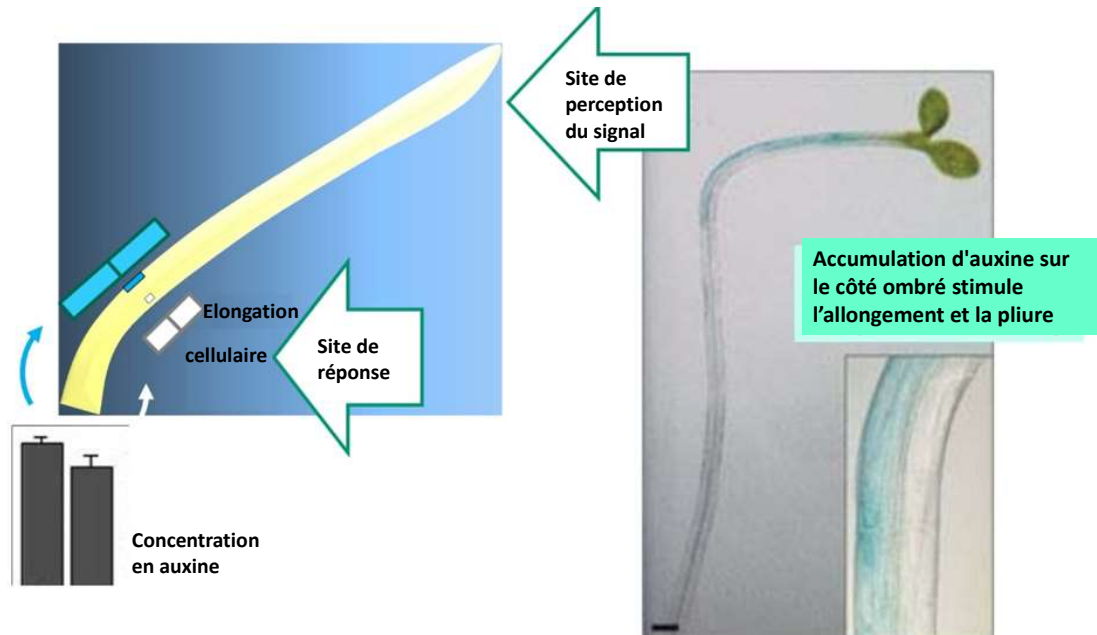


Perception → longueur d'onde responsable du phototropisme ?



PHOTOTROPINE (photorécepteur = protéine membranaire)

Réponse à la perception → synthèse d'**auxine**



Esmon, C.A. et al. (2006) A gradient of auxin and auxin-dependent transcription precedes tropic growth responses. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA* 103: 236-241
Friml, J., et al. (2002) Lateral relocation of auxin efflux regulator PIN3 mediates tropism in *Arabidopsis*. *Nature* 415: 820-825.

* Au niv écologique → classement des plantes / exigences en lumière

- Plantes héliophiles strictes

Parasolier des forêts tropicales humides
(besoin de coupes et éclaircies)



- Plantes héliophiles moins extrêmes



Epilobium angustifolium L.



- Plantes sciaphiles



- Plantes sciaphiles extrêmes

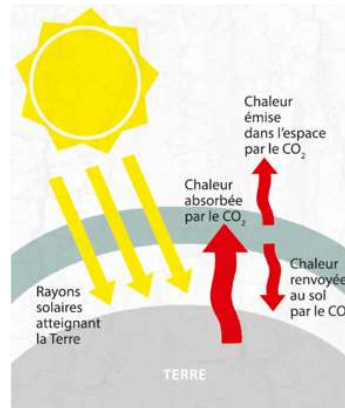


Conclusion



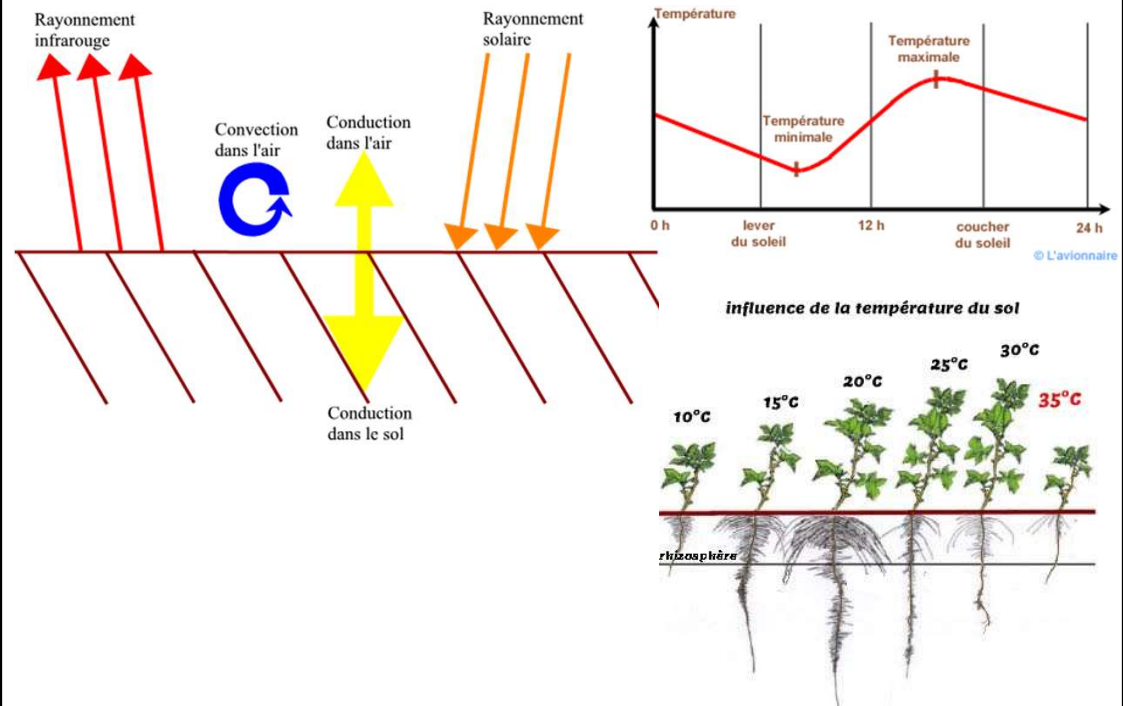
1.2. Température

*Action sur le sol et donc sur la microfaunes et flores, et sur les racines



Ex. Dans nos régions, l'énergie incidente (cf. rayonnement) est de :

- 144 calories / jour / cm² pour 1 surface horizontale
- 185 calories / jour / cm² pour 1 pente de 30 % à exposition Sud
- 72 calories / jour / cm² pour 1 pente de 30 % à exposition Nord



* Action directe tp°C sur végétation

Actions des basses températures



Graines



Spores



Bourgeons



Bulbes



Tubercules

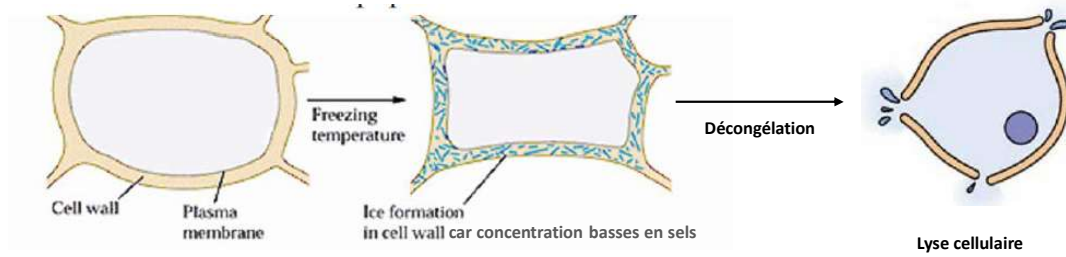
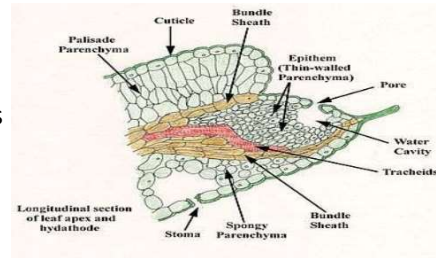
Organes en vie ralentie

→ résistance à tp°C très froides / tps +/- longs

Actions négatives



Blessures via les stomates ou les hydathodes



Congélation intracellulaire → lyse cellulaire

∃^{ce} d'1 Δ° dans les **tp°C létales** / végétaux

Algues marines



Mers tropicales : + 5 à + 15 °C



Mers froides : – 4 °C

Plantes terrestres



Tropicales : ~ 5 °C



Tempérées : – 10 à – 20 °C



Boréales : en dessous de – 20 °C

Actions positives

Levée de **dormance**

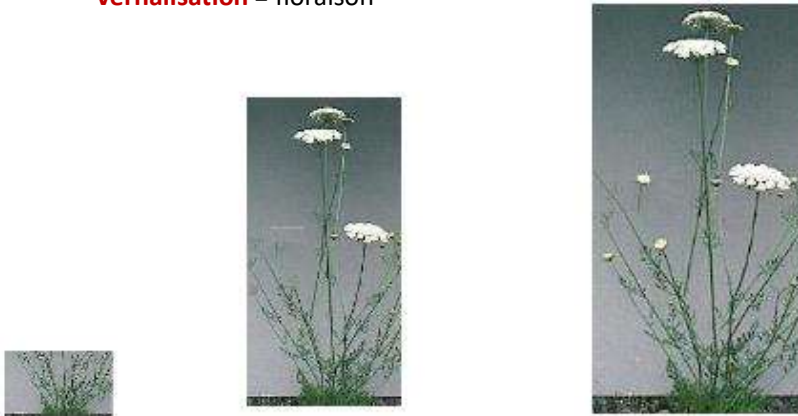


Climat tempéré → levée de dormance des graines = ~nombre d'heures
où température < 7,2 °C



Selon les variétés la fraise a besoin d'entre
500 et 1200 h de $tp^{\circ}C < 7,2^{\circ}C$

Vernalisation = floraison



Carrot plats (var. Early french forcing). left: control; centre: maintained at 17°C but supplied 10 mg of gibberellin daily for 4 weeks; right: plant given vernalizing cold treatment (6 weeks). All Photographed 8 weeks after completion of cold treatment.

*plant contrôle
(6 semaines à 17°C
ambiante)*

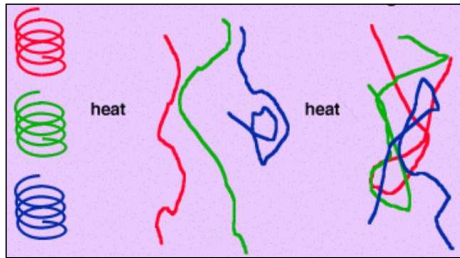
*avec 10mg de
gibbérelline (4
semaines)*

*traitement au froid 6
semaines (vernalisation)*

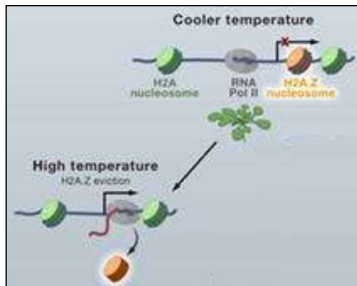
Photos prises 8 semaines après traitement

30

Actions des hautes températures



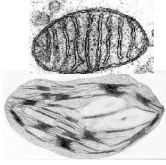
Thermodénaturation et thermoaggrégation des protéines



~ histones sensibles à la chaleur → favorisent le décompactage de l'ADN

→ gènes accessibles à l'ARN polymérase → transcrits en ARNm, traduits en protéines

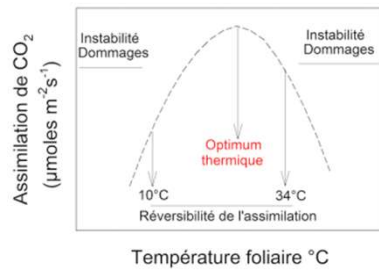
→ Gènes soustraits à l'ARN polymérase par changement de conformation de la chromatine et ne sont plus transcrits



Action sur enzymes chaîne respiratoire

Action sur enzymes de photosynthèse

Action sur croissance



Plantes tempérées
20 à 30 °C

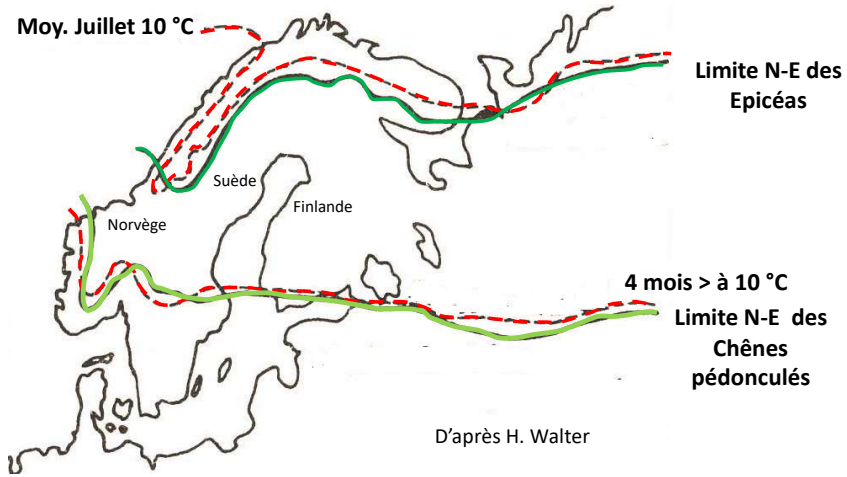


Plantes hautes montagnes boréales
~ 10 °C max

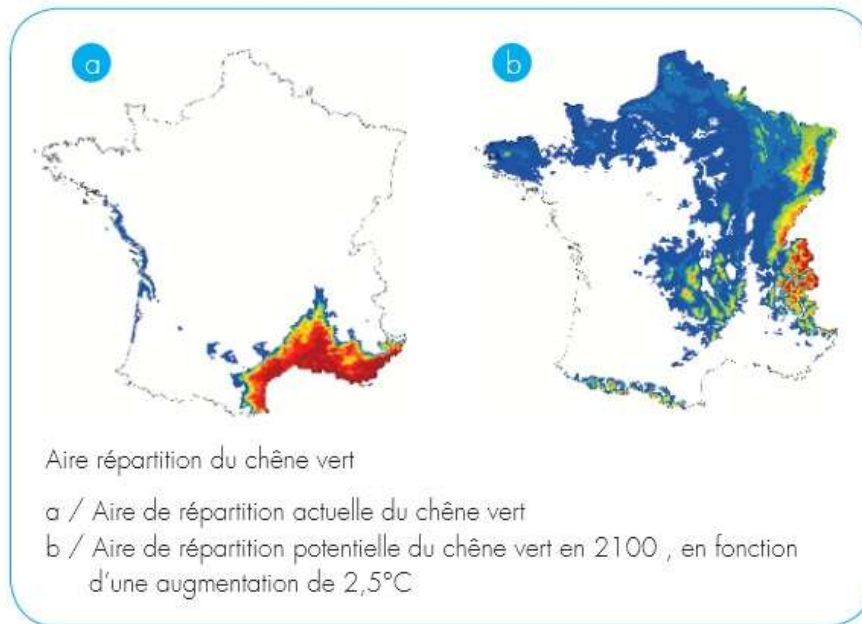


Plantes subdésertiques
entre 40 et 45 °C

Action globale de $tp^{\circ}C$ sur distribution géographique des végétaux



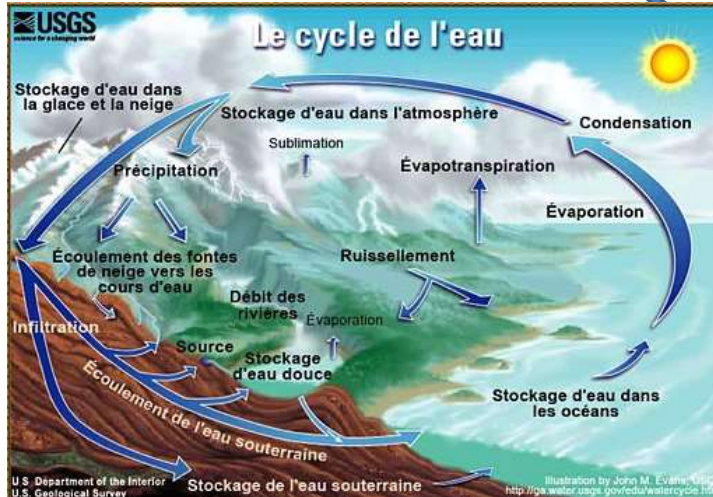
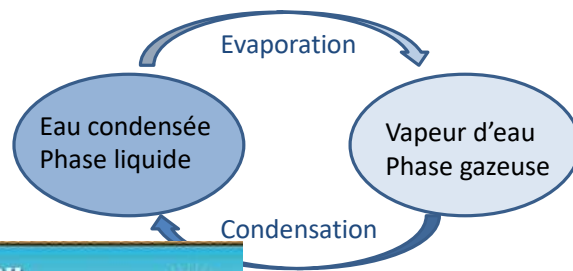
Conclusion



34

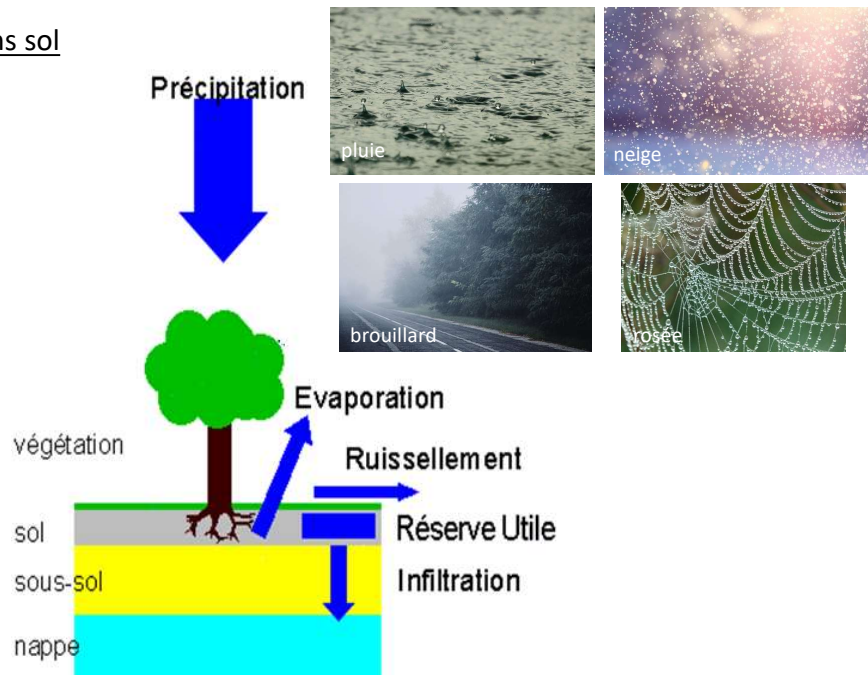
1.3. Facteur hydrique

* Eau dans atmosphère



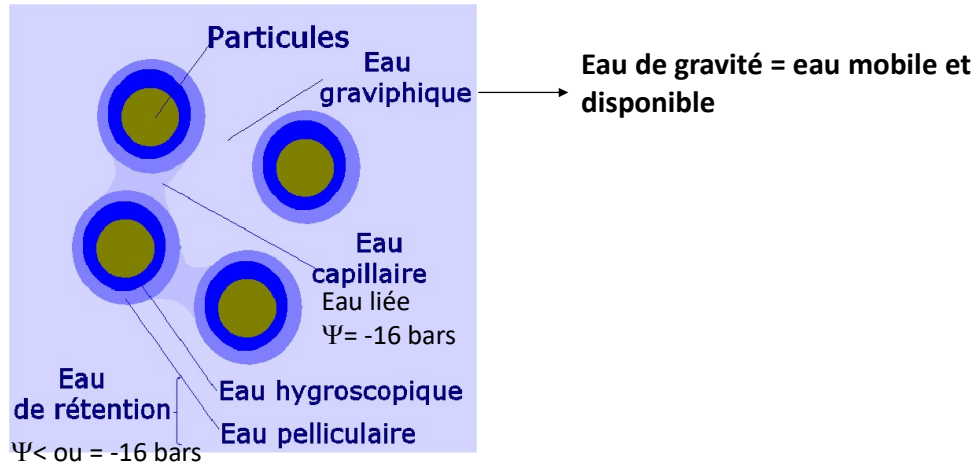
35

* Eau dans sol

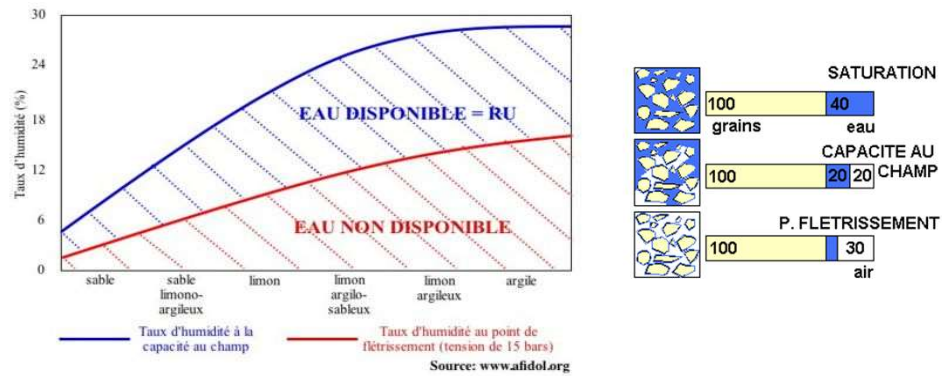


Quantité disponible d'eau → fonction de :

- volume de sol drainable
- état de l'eau dans sol
- nature du sol



Définition de caractéristiques hydriques d'un sol



- RU = réserve utile
- CR = capacité de rétention ou capacité au champs
- PFP = point de flétrissement permanent

$$RU = CR - PFP$$

* Eau dans plante

Quelques chiffres

teneur en eau / compartiments :

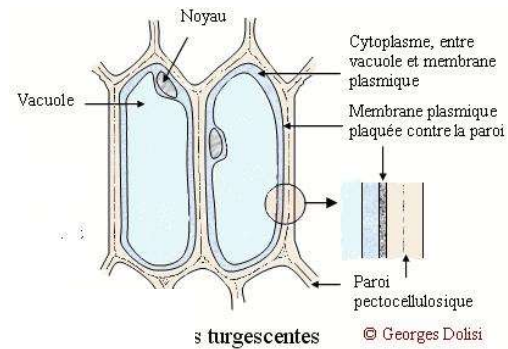
- 50 % pour les membranes
- 85 % pour le cytoplasme
- 98 % vacuoles

Fonctions générales

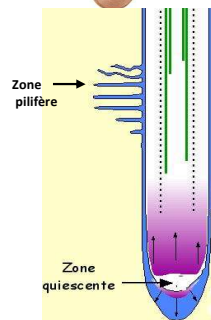
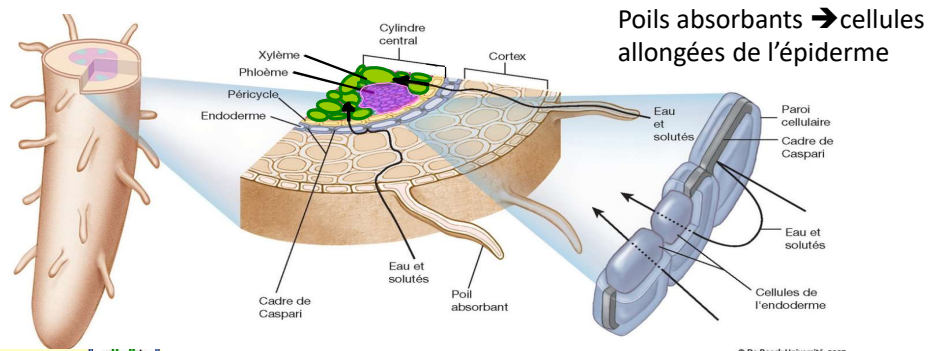
- solvant** (ions, molécules organiques)
- agent structurant** (protéines, acides nucléiques)
- substrat de réactions enzymatiques** (hydrolyse, condensation...)

Fonctions mécaniques et physiologiques chez les plantes

- transport de solutés** (ions, molécules organiques)
- transport de chaleur** (refroidissement par évapo-transpiration)
- croissance cellulaire** (pression de turgescence)
- squelette hydrique** (port dressé des plantes (pression de turgescence)

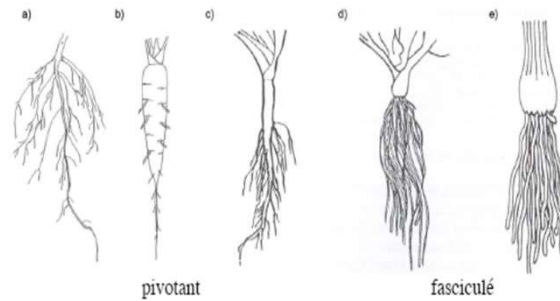


Mouvements d'eau horizontaux vers cylindre central racinaire



Absorption influencée par morphologie racinaire

Système racinaire principal -> pivotant ou fasciculé

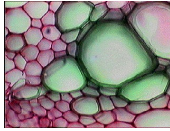


Système pivotant (Angiospermes Dicotylédones; Gymnospermes) → racine principale à «gravitropisme positif» et des racines secondaires latérales.

Système fasciculaire (Angiospermes Monocotylédones) → nombreuses racines à origine commune

Puis mouvements d'eau verticaux ascendants

Potentiel hydrique traduit intensité des forces liant l'eau et le végétal



Bilan d'eau
Eau absorbée : 100 %
= Eau transpirée 99 %
+ eau fixée 1 %

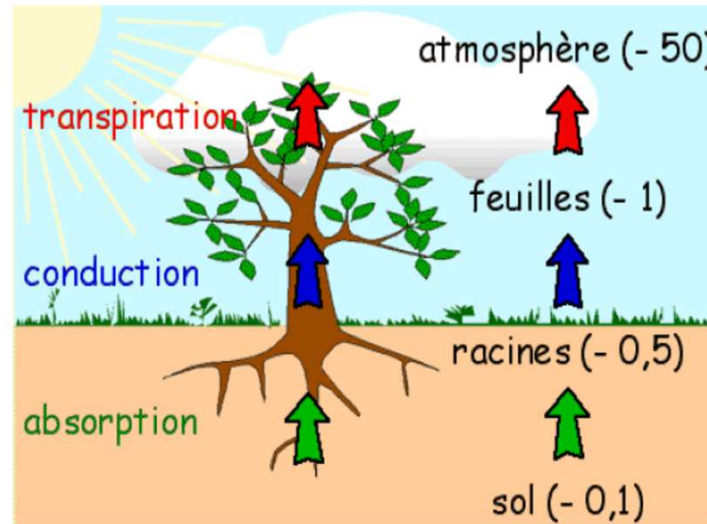
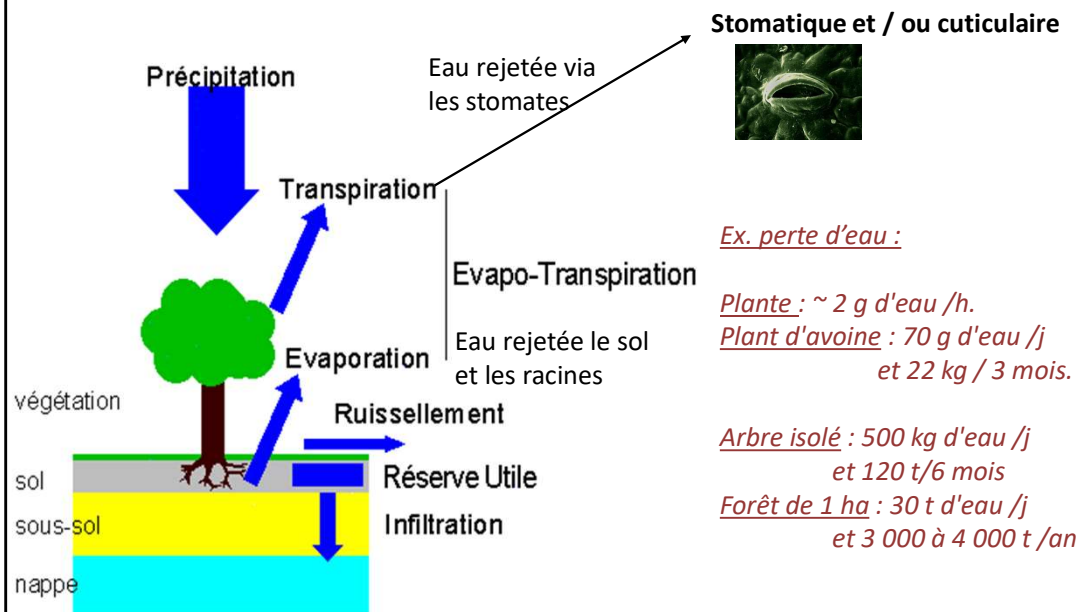
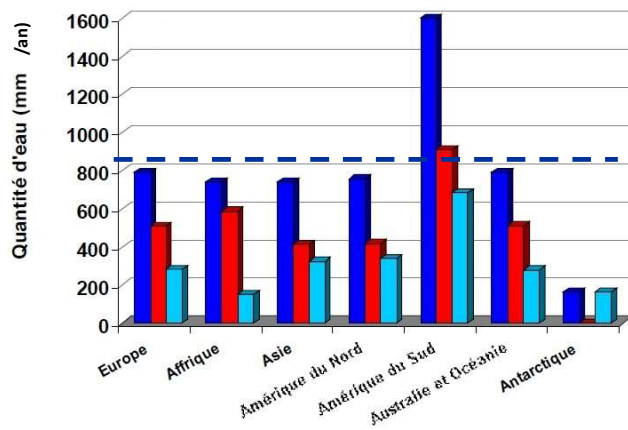


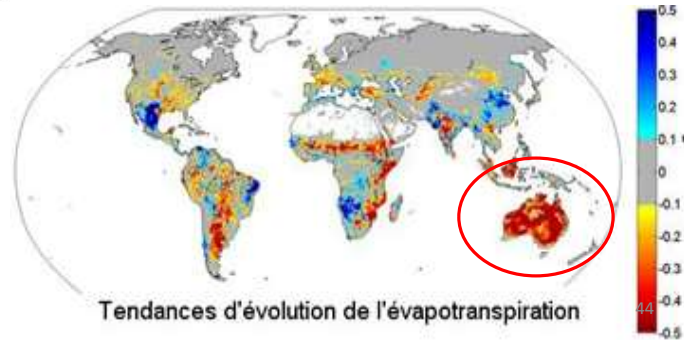
Figure 1. La plante et son environnement hydrique. L'eau absorbée dans le sol par les racines est conduite dans toutes les parties de la plante. Une partie est éliminée dans l'atmosphère par la transpiration. A droite, sont notées² les valeurs du potentiel hydrique en Méga-Pascal (MPa) des différents partenaires. © Biologie et Multimedia

Attention : tenir compte de transpiration et de évaporation = évapotranspiration

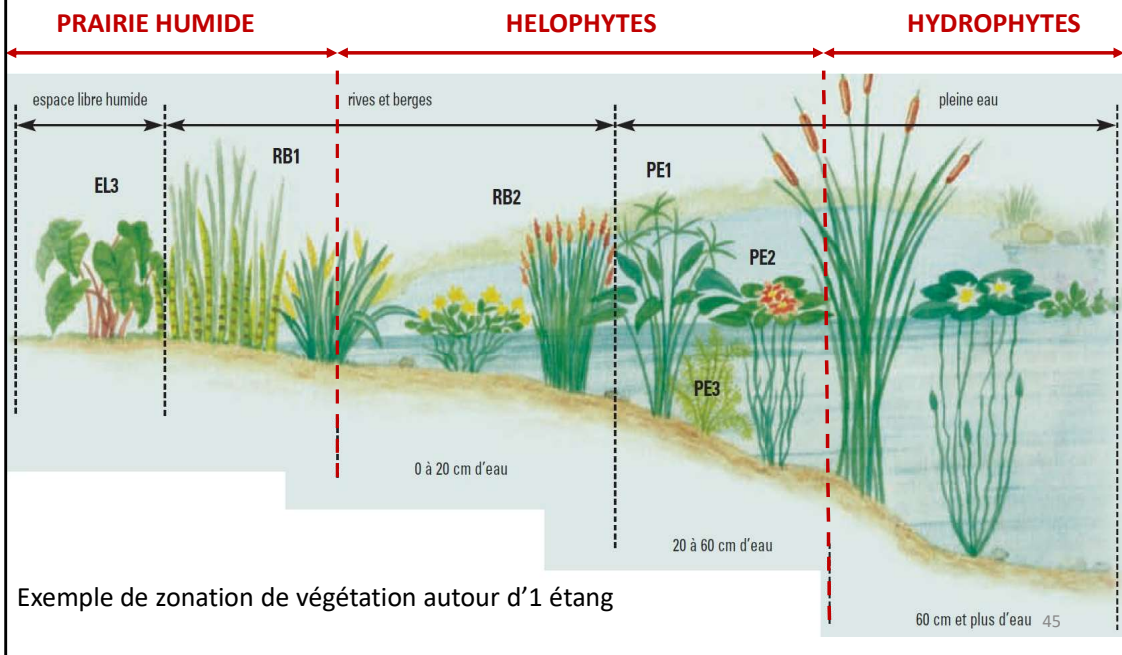




Sur les 800 mm de pluie tombant par an sur les surfaces continentales, les 2/3 rejoignent l'atmosphère par évapotranspiration (sauf pôle Sud) (1/3 sont perdus par écoulement)



* Adaptation des végétaux aux conditions hydriques du milieu



*des aquatiques ou **hydrophytes**

Algues, qq phanérogames : lotus, myriophylles, élodées...



*des semi-aquatiques ou **hélophytes**

Roselières tj sol humide → roseaux



46



Racines échasses



Arbres des mangroves →
surtout Palétuviers



Pneumatophores

*des **mésophytes**



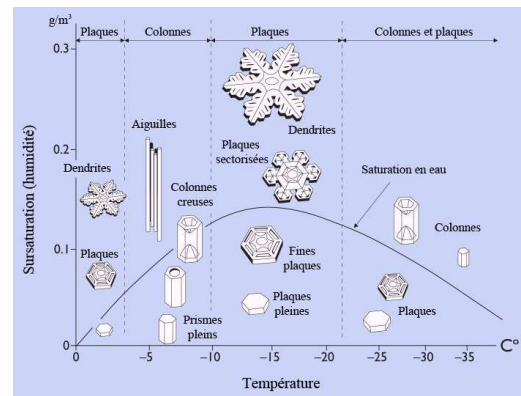
*des **xérophytes**



Cas particuliers : la neige

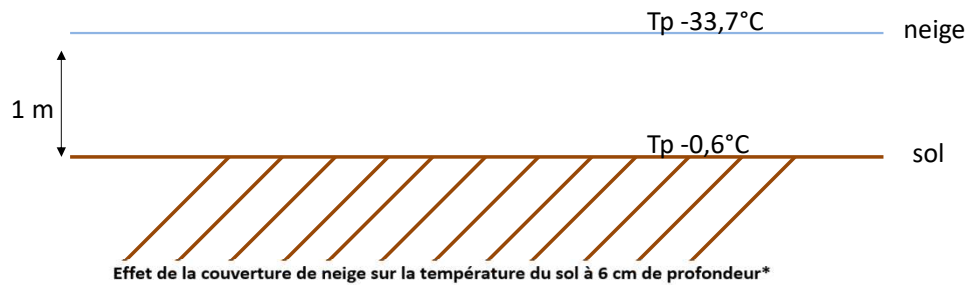
Espèces végétales (mais aussi animales)

→ adaptations à la neige= espèces
chionophiles.



Conifères avec port colonnaire, buissons avec port en coussin.

Manteau neigeux = protection thermique pour le sol et pour les espèces



Température quotidienne de l'air (°C)	Température du sol (°C)		
	Sol nu	Neige compactée	Neige non compactée
- 2,2	- 1,1	0,5	0,0
- 8,3	- 3,9	- 1,7	- 0,5
- 10,5	- 5,6	- 4,4	- 1,1
- 16,7	- 8,9	- 7,8	- 2,2

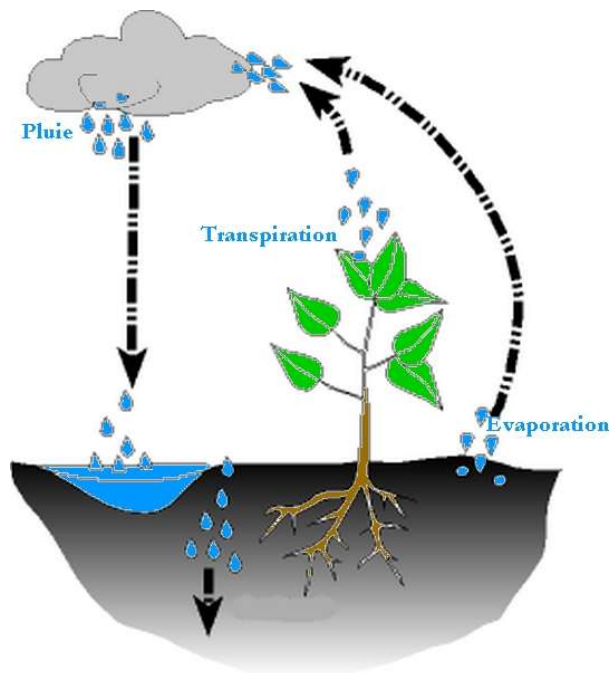
* Moyenne sur trois ans à la station d'Elora, en Ontario.

(Sources : S.R. Bowley, Département de phytotechnie, Université de Guelph, et H. Wright, Direction des productions végétales, MAAO)

Coopérateur, Septembre 2016

50

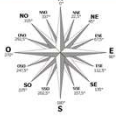
Conclusion



1.4 Le vent

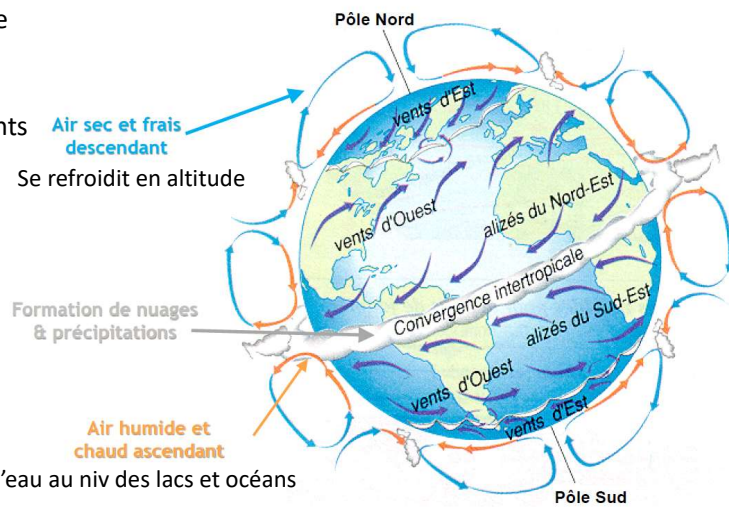


Vitesse
→ anémomètre



Direction
→ Rose des vents

A grande échelle Les principaux flux d'air sur le globe

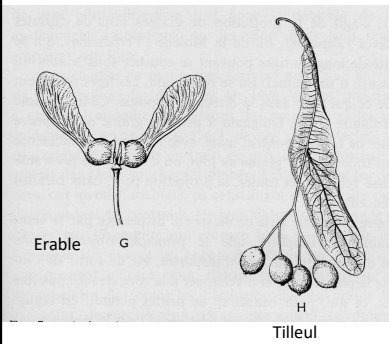
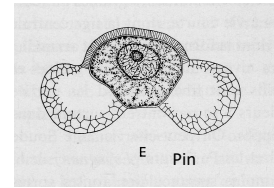
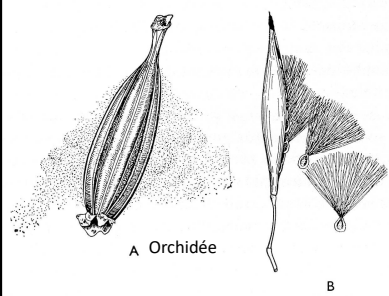


Les vents vont avoir deux types d'effets sur les végétaux et le sol :

- *effets directs
- *effets indirects

* Effets directs

anémogamie ou anémochorie



écomorphose

Ecomorphose irréversible → arbres en drapeau



Ecomorphose réversible → Ajonc



+ de vent

- de vent

Littoral → Ajonc de pt taille

Ds les terres → Ajonc de gd taille



Transfert dans les terres
→ Retrouve taille normale

Ecomorphose génétique → ex : Asperge sauvage



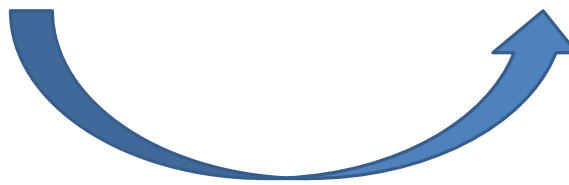
+ de vent



- de vent

Littoral → *Asparagus officinalis* ssp.
prostratus de pt taille et prostrés

Ds les terres → *Asparagus officinalis* de
gd taille
= taille normale



Transfert dans les terres → reste
prostrée = écotype
Graine « programmée » pour germée
et se développer prostrée

Action au niveau des sols



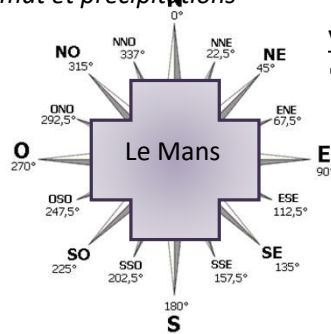
Erosion éolienne Coyote Buttes, Vermilion Cliffs National Monument, Arizona



* Effets indirects

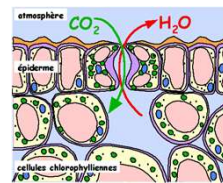
Action sur nuages et donc sur climat et précipitations

Vent du SO, nuages viennent
d'atlantique
→ temps doux et pluvieux



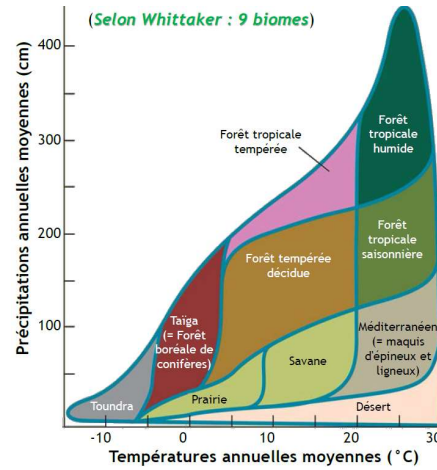
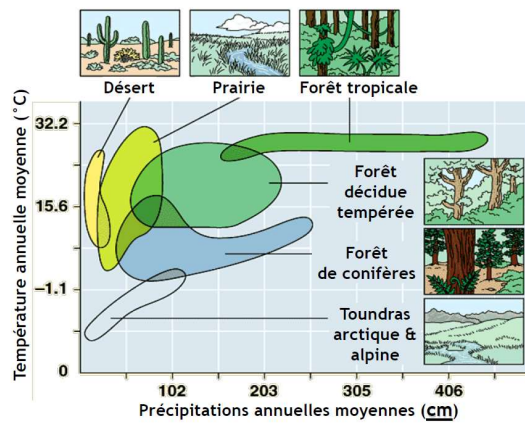
Vent du NE, ciel dégagé
→ temps froid et sec

Action sur pouvoir d'évaporation de l'air

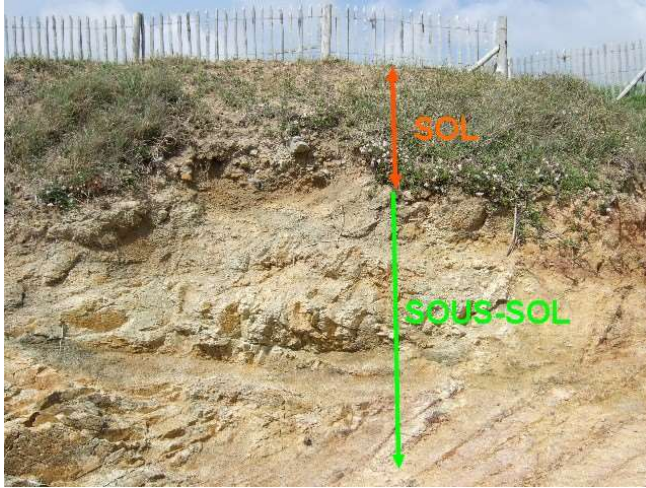


Conclusion

Biomes terrestres

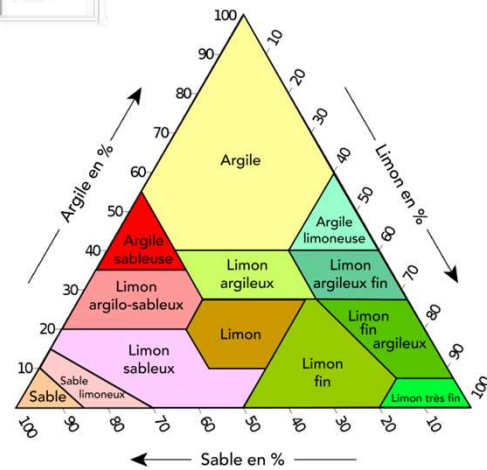
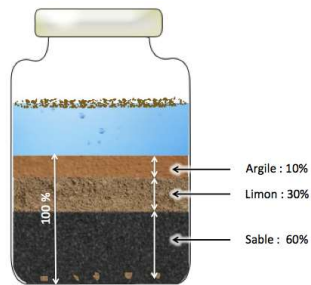


2. Facteurs édaphiques



2.1 Texture et structure d'un sol

Argile	Limons fins	Limons grossiers	Sables fins	Sables grossiers	Graviers	Cailloux
< 2 μm	2 μm à 20 μm	20 μm à 50 μm	50 μm à 200 μm	200 μm à 2 mm	2 mm à 20 mm	> 20 mm



La **structure** représente l'organisation du sol ou l'arrangement spatial des particules

3 grands types de structure :

✓ Continues ou compactes

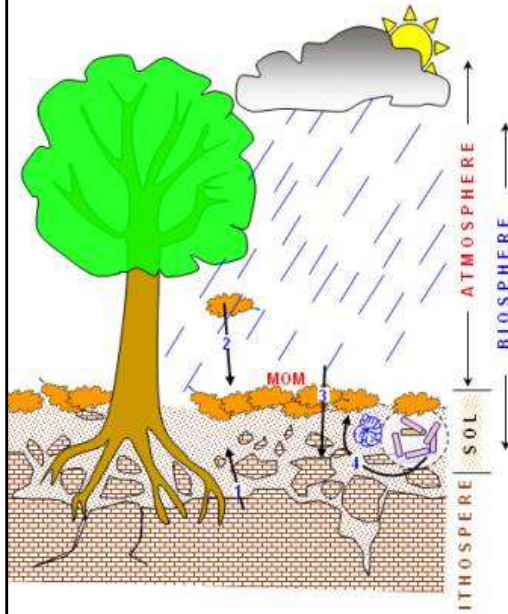
✓ Fragmentaires

✓ Particulaires

CONTINUES ou COMPACTES	FRAGMENTAIRES			PARTICULAIRES	
	FEUILLETÉES	ANGULEUSES	SPHÉRIQUES	MINÉRALES <i>selon grosseur</i>	ORGANIQUES
 Type ciment	 Ecailleuse	 Prismatique	 Massive	 Cendreuse	 Fibreuse
 Type grès	 Schisteuse	 Columnaire	 Nuciforme	 Poudreuse	 Feutrée
 Type poudingue	 Laminaire	 Cubique	 Grumeleuse	 Sableuse	 Graveleuse
	 En plaquettes	 Polyédrique		 Graveleuse	 Feuilletée
				 Pierreuse	

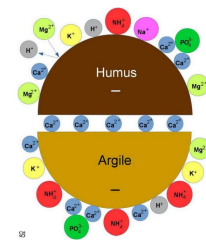
2.2 Formation d'un sol

facteurs généraux de la formation d'un sol



- 1 : altération de la roche
- 2 : apports de matière organique
- 3 : lessivage emmène la matière organique
- 4 : action des micro organismes, de la microfaune et remaniements du sol

MOM : matière organique morte

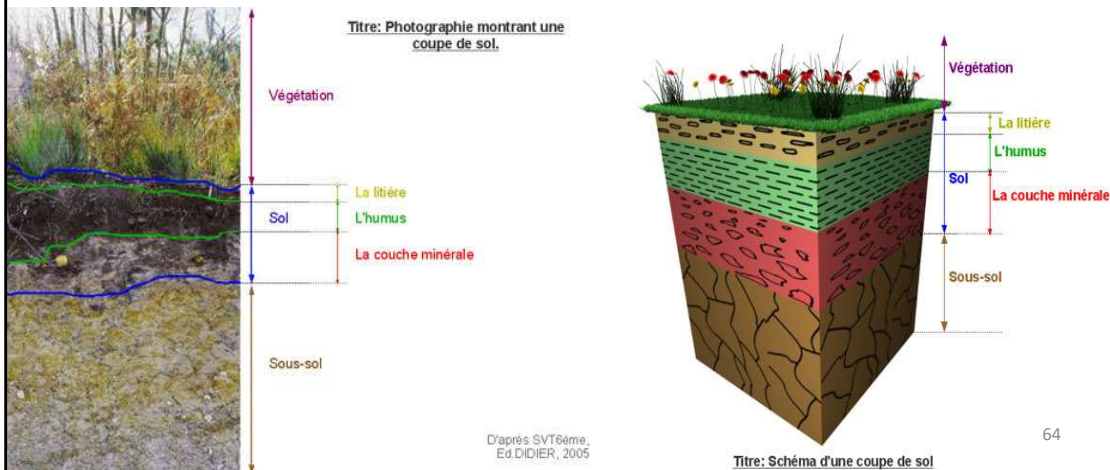


Donc 1 sol est composé d' 1 :

Partie minérale

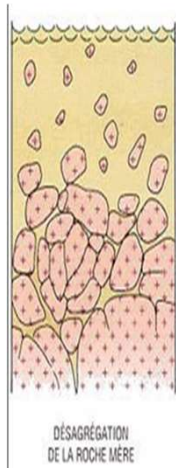
Partie organique

Présence d'eau et d'air



Transformation de roche mère surtout sous action de facteurs climatiques

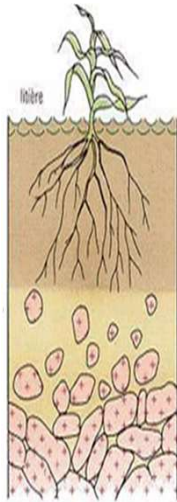
*Désagrégation



*Altération chimique du substrat



Intervention de matière organique

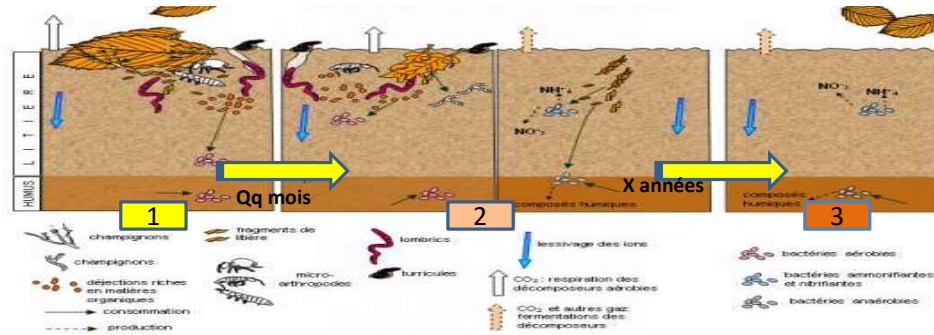


Espèces pionnières → constitution de **litière**

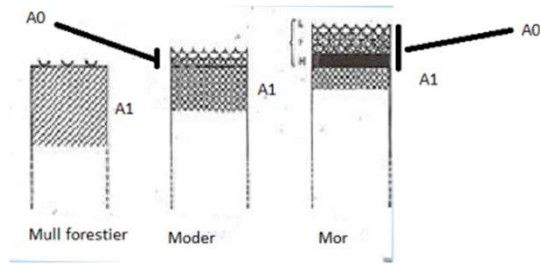
Masse litière produite Δ ble / types de végétation

- 6 T de MS / ha / an ds forêt feuilles caduques région tempérée
- 15 T de MS / ha / an ds forêt feuilles caduques région tropicale

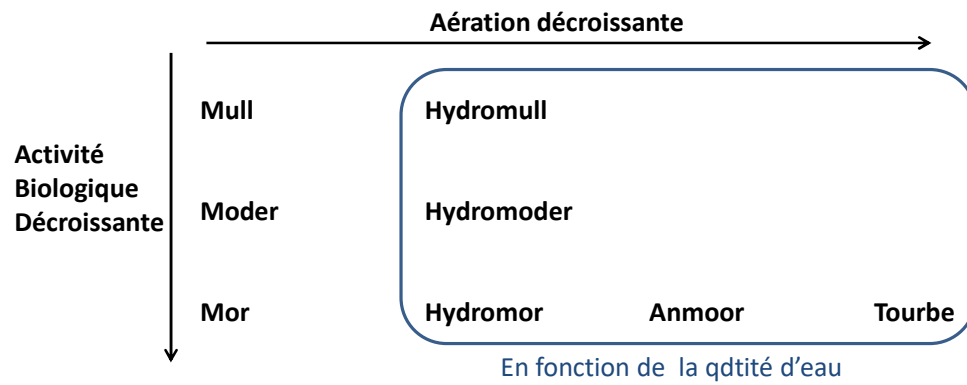
*Transformation de MOF (fraiche = peu ou pas transformée)



*Types d'humus



Classification / ° aération et activité biologique

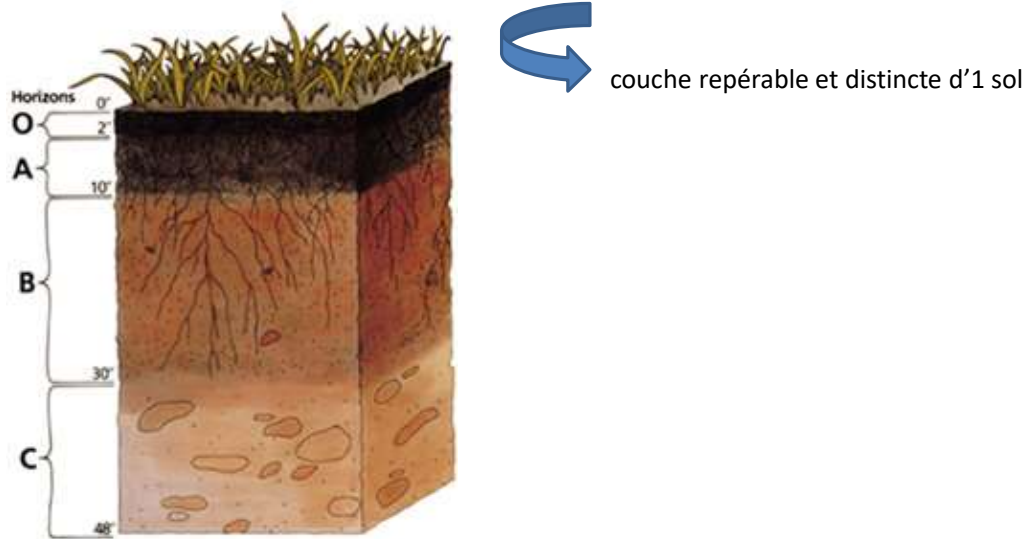


			
	x L	L/F H	L F H
	Mull	Moder	Mor
Écosystèmes	Prairie, forêt de feuillus avec une riche végétation herbacée, zone arbustive méditerranéenne	Forêt de feuillus et de résineux avec une pauvre végétation herbacée	Forêt de résineux, landes tourbière de sphaigne, pré alpin
Biodiversité	Élevée	Moyenne	Faible
Types de sol	Brun	Gris-brun podzolique	Podzol
Contenu phénolique de la litière	Pauvre	Moyen	Élevé
Taux d'humification C/N	Rapide 10-15	Lent 15-20	Très lent >20
pH	Neutre	Légèrement acide	Très acide <4,5
Faune	Mégafaune, macrofaune, mésofaune et microfaune	Macrofaune (pauvre), mésofaune (riche) et microfaune	Mésafaune (pauvre) et microfaune (pauvre)
Groupe faunique dominant dans la biomasse	Vers de terre	Enchytraéides	Aucun

2.3 Les types de sol

2.3.1 Les différents horizons

Description d'un sol = caractérisation de strates ou d'horizons



Horizon O : horizon MO (ou humus) → accumulation de débris végétaux

Tableau 4 : Comparaison des horizons diagnostiques utilisés pour distinguer les formes d'humus rencontrés en milieu généralement non saturé (adapté de CTC, 2002)

	Grands systèmes de classification		
	Canadien	Américain (USDA)	International (WRB)
Horizons	L	Oi	O
	F	Oe	O
	H	Oa	O
	Ah	A, Épipedon umbrique	Ah, A umbrique
	A chernozémique	Épipedon mollique	A mollique

➤ La couche OH est parfois présente, lorsque l'activité biologique est très peu importante... Cette couche se caractérise par l'abondance quasi exclusive de boulettes fécales. La couleur est brun chocolat. Les rhizoïdes sont très abondants

③

➤ La couche OF est constituée de feuilles ou d'aiguilles fragmentées. Les filaments mycéliens peuvent être abondants, tout comme les boulettes fécales ...

②

①

➤ La couche OL est composée par des feuilles (ou aiguilles) entières, dont l'essence est encore reconnaissable.
➤ La couche OL_n se caractérise par des feuilles de l'année, seules, encore rigides, à limbe entier et à la couleur homogène ...
➤ La couche OL_v se caractérise par des feuilles ramollies, collées entre elles, partiellement décolorées ;

Horizon B :

Enrichissement selon les cas :

argile, fer, matière organique, carbonate de calcium, etc provenant du lessivage de l'horizon supérieur E

BT : horizon argilluvial → enrichi en argiles provenant d'horizon éluvial E au-dessus

BP : horizon podzolique → MO et Al, avec éventuellement Fe (couleur orange –rouge)



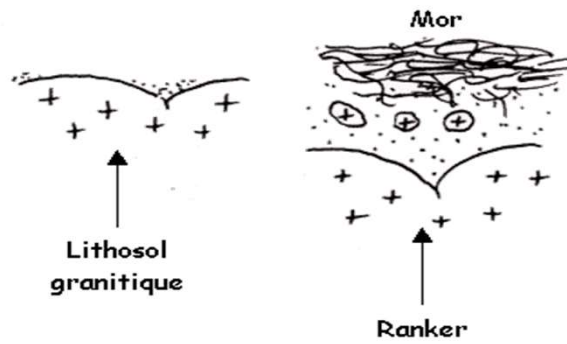
Horizon C : horizon d'altération de RM



Horizon R : roche non altérée (base du profil)

2.3.2 Sols peu évolués

Profil → O(A)C



Existence de sols + épais

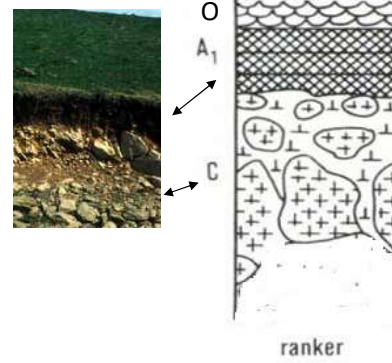
Profil → OA(B)C



*Rankers : O A₁ C

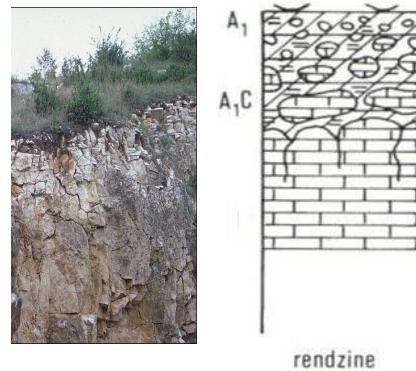
Humus épais (morder ou mor)
Horison A très humifère
Roche mère siliceuse

Exemple : rankers climatiques



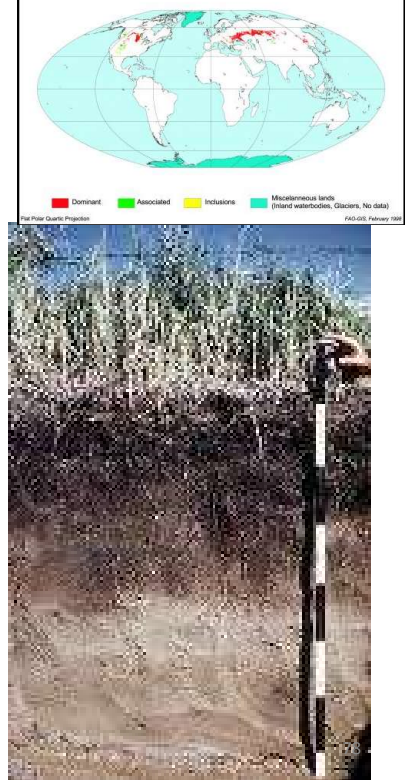
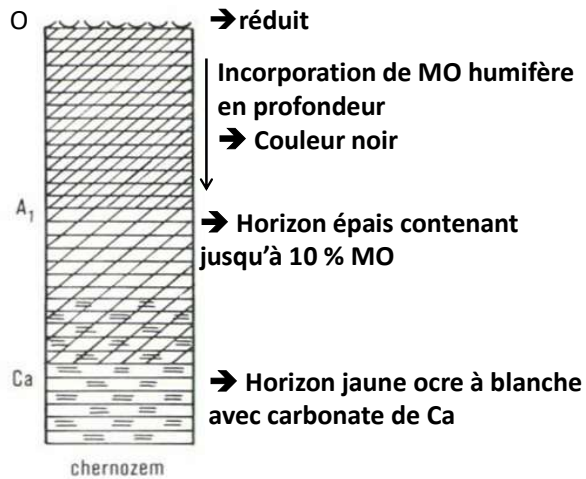
*Rendzines (= rendosols) : OA₁C

Humus mull
Roche mère carbonatée tendre
Végétation calcicole : genévriers, orchidées.

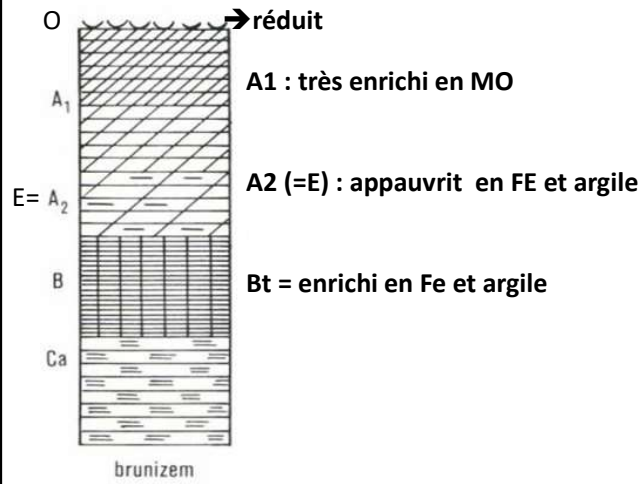


*Chernozem (ou Chernosol) : OA_1C

Roche mère carbonatée dure, sous climat froid et sec
=> Steppes d'Eurasie et d'Ukraine

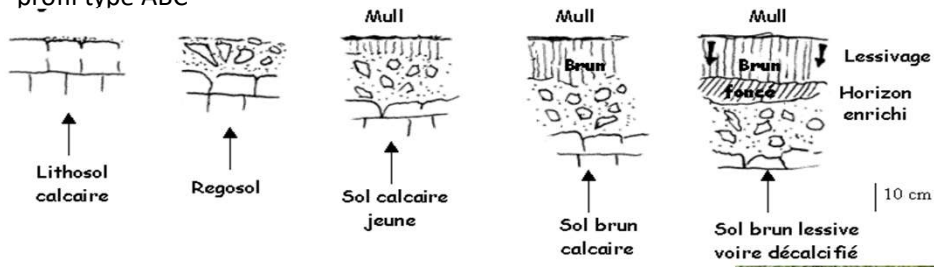


+ **Brunizem**, sol humifère, faiblement lessivé, climats continentaux atténués, plus humide et moins froid (steppes canadiennes et américaines)



2.3.3 Sols évolués

profil type ABC



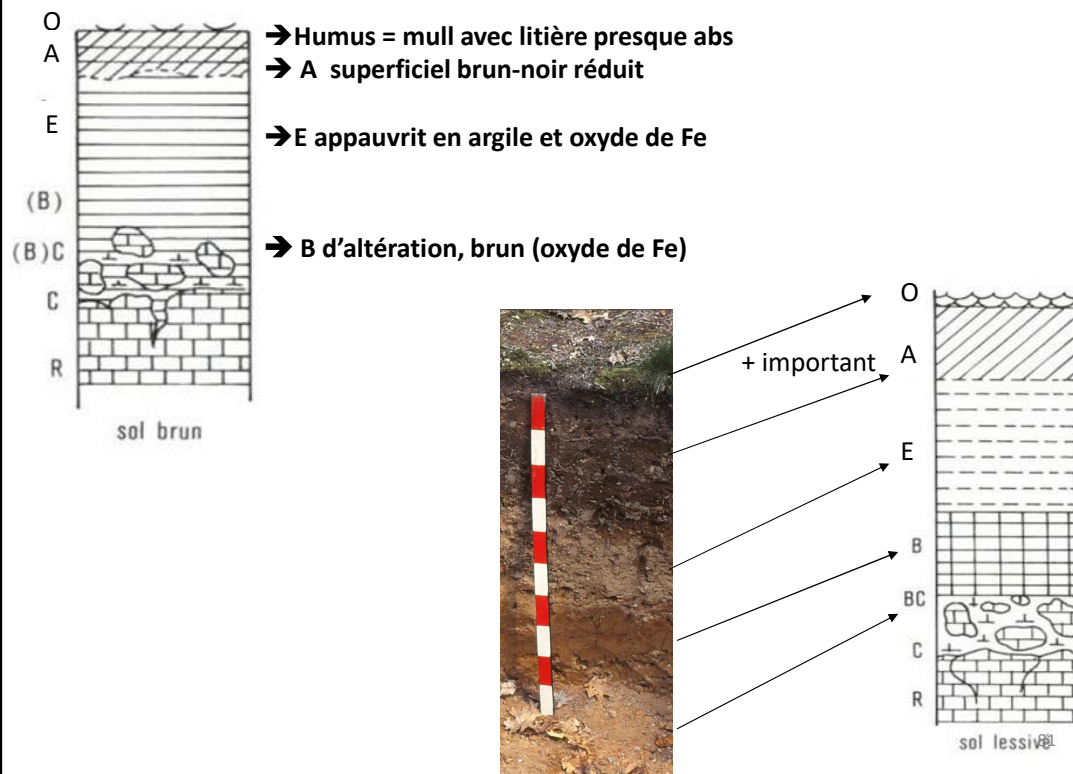
* Sols bruns

Climat tempéré humide

Couleur brune = dioxyde de fer + complexe argilo-humique

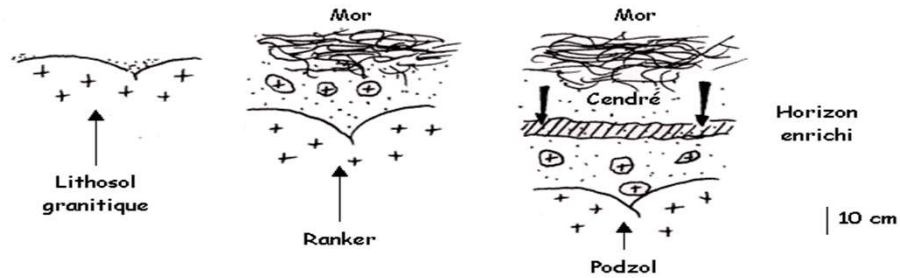
Sols formés sur ≠ roches mères calcaire, argileuse...

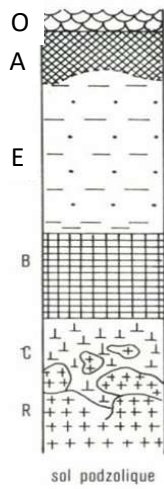




* Sols podzoliques : sols à horizon cendré des zones boréales (Taïga) et tempérées humides

Podzolisation



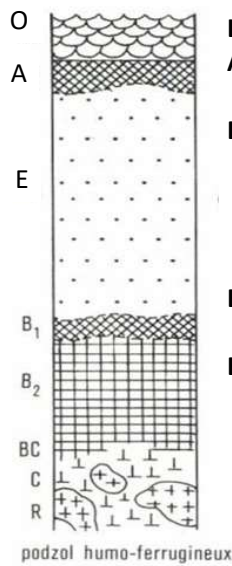


Litière importante ; Humus = moder
→ A réduit

→ E très lessivé sous l'action des acides organiques de l'humus.

→ B enrichi avec traces de rouille





O Litière très épaisse humus épais de type mor
A enrichi couleur gris

E important et cendrex (noir / gris / blanchâtre)

B₁ = Bh accumulation et précipitation de MO

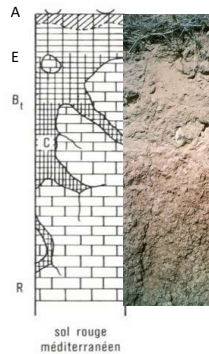
B₂ = BS rouille (hydroxyde de Fe + Al)

Résultat de dégradation de forêts de feuillus → remplacées par résineux

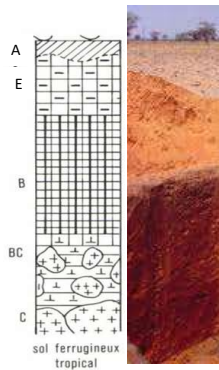


2.3.4 Quelques sols particuliers

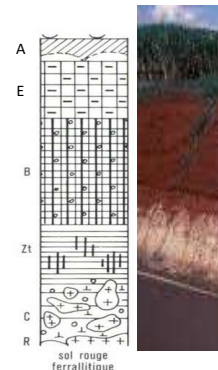
*Sols à profil marqué par oxydes métalliques notamment Fe-ferrique en B



Horizon B (rouge)
avec concrétion
calcaire



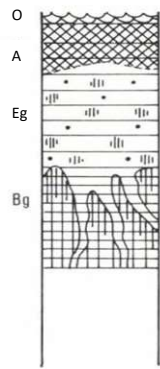
→ Région tropicale à saison sèche
marquée (5-8 mois) avec
végétation xérophile ou savane



→ Régions tropicales humides ou
équatoriales

85

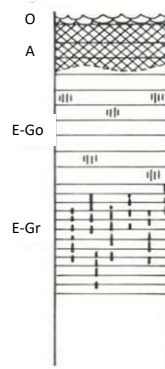
*Sols hydromorphes



sol à pseudo-gley

= Sols à **nappe phréatique perchée temporaire**

Humus/MO = tourbe



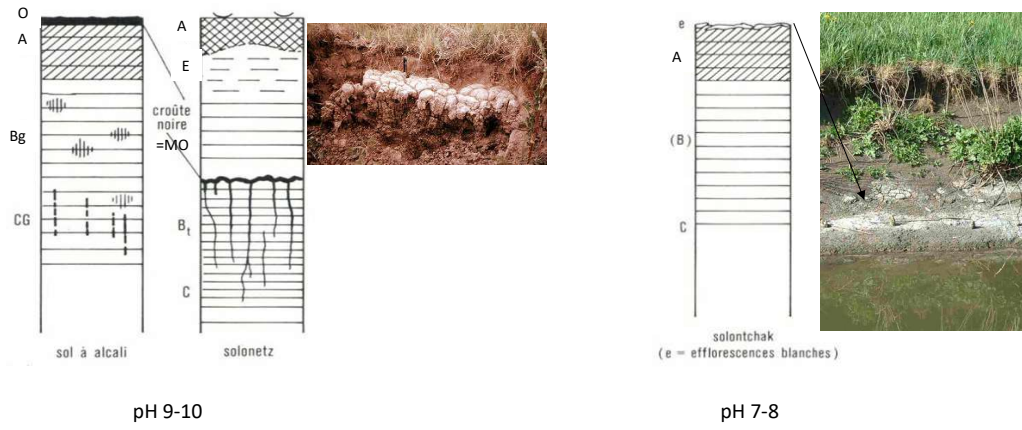
sol à gley

= Sols à **nappe d'eau permanente profonde**



*Sols halomorphes

Végétations halophiles (ex: plantain)



Conclusion Partie 2

Donc pression de sélection très importante des
facteurs physico-chimiques

