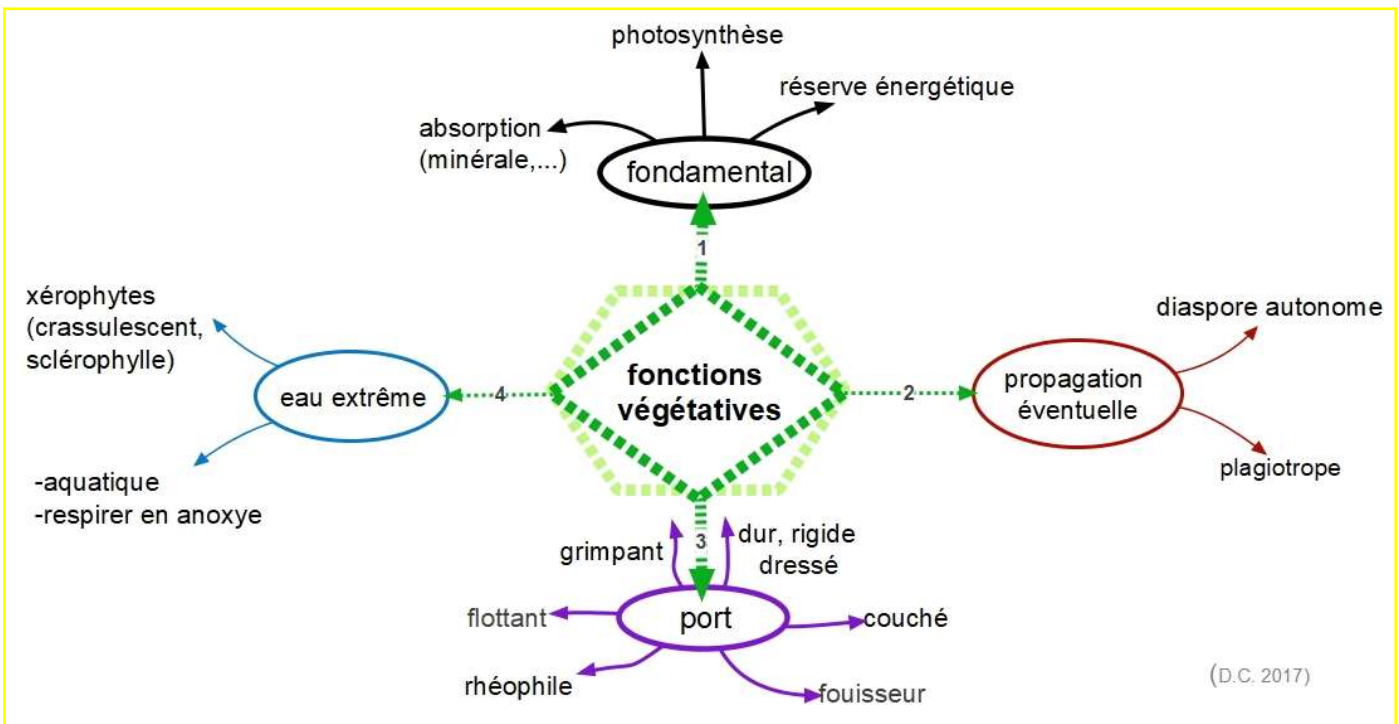
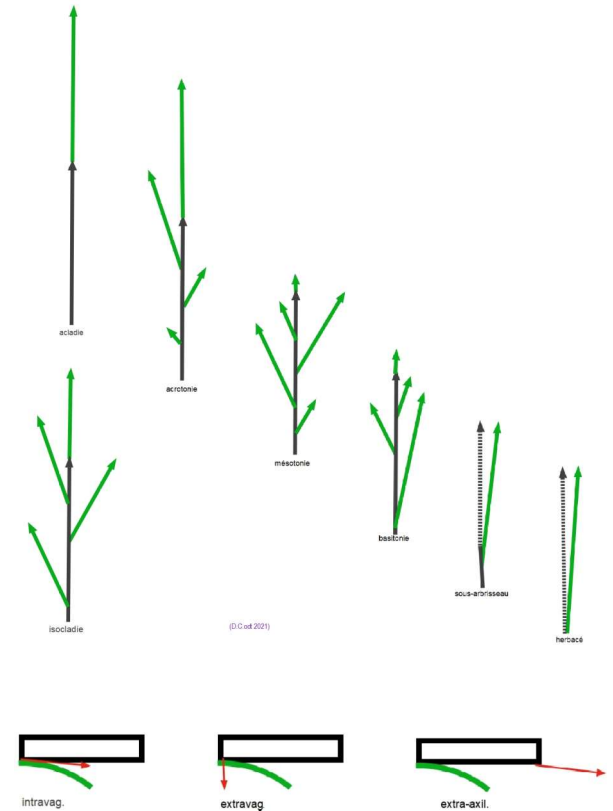


# Appareil végétatif des Plantes Vasculaires (Rhizophytes).

(dernière mise à jour fev.2023(-jan2024), Daniel Chicouène)

Plan de cette page :	p. :	à jour :
schéma centré, résumé	1	
<b>-comparaison des 3 membres</b>	2	2014
les adaptations	4	"
coexistence de fonctions des feuilles	4	"
grands types d'architecture caulinaire	5	mars 2019
<b>-feuille(-s)</b>	5	2014(-aout23)
diversité morphologique (Fig.base fev.24)	6	aout 2018-fev23
vie de la feuille, préfoliation	8	sept 2019(-av22)
adaptations	9	2014
anatomie	"	"
<b>-tige(-s) (et feuilles)</b>	11	2014
longueur d'entre-noeuds ; ramification	"	mars 2018
modes de croissance	"	fev.2018
architecture des systèmes d'axes	12	oct 2021
adaptations originales	14	2014
bourgeon terminal	"	"
anatomie	"	"
<b>-relation(-s) tige-feuilles</b>	16	"
phyllotaxie	"	"
bourgeons (schémas centrés. mai 2022)	"	2014(-mai.22)
chute des feuilles	17	2014
notion de monopodial vs. sympodial	"	sept 2022
<b>-racine(-s)</b>	18	2014
adaptation	"	"
<b>-passage tige-racine</b>	18	"
<b>-conclusion</b>	19	"
Bibliographie sommaire	"	2022



## Résumé :

- Pour chaque plante existe au moins une fonction liée au fondamental (physiologique) et au port.
- Les fonctions de propagation et d'adaptation à l'eau extrême n'existent que chez des taxons spécialisés.

Les holoparasites n'ont pas d'organes spécialisés dans la photosynthèse.

Les racines sont absentes chez certaines Angiospermes aquatiques.

Les feuilles sont plus ou moins absentes chez quelques Angiospermes (Lemnaceae,...).

## Les adaptations (= fonctions) des 3 membres des Rhizophytes

(NB : les définitions des 3 membres sont dans le fichier de généralités en morphologie)

	<b>A) feuille(s), limbe(-s)</b>	<b>B) tige(s)</b>	<b>C) racine(s)</b>
reproduction sexuée	fleur : toutes Angio.		-
photosynthèse	limbe, fréquent ; multifide chez des aquatiques ; certains pétioles (Eucalyptus)	-léger = fréquent -dominant : cladodes, si feuilles atrophiées	rare, aériennes (certaines portions ou toute sur des orchidées tropicales)
absorption d'eau et minéraux	rare : -hydrophytes surtout ; -engrais foliaires minéraux -pièges de carnivores	rare (hydrophytes surtout)	-poils absorbants fréquents (zone pilifère) -suçoirs d'hémiparasites
fixation d'azote par symbiose	symbiose / cyanophycées (rare)	-	nodosités (symbiose / bactéries)
absorption organique	peu (certains herbicides ; certains engrais foliaires et régulateurs de croissance)	peu et rare	-saprophytes pour symbiose par mycorhizes -suçoirs d'holoparasites
fixation, soutien	vrilles p.p. (Vicia)	-troncs orthotropes d'arbres, -troncs enchevêtrés de buissons -volubiles -vrilles p.p. (vigne) -(rhéophile)	-fréquent, adaptation secondaire ; -portent troncs dans mangrove -crampons (sur tiges grimpantes)
fouissement	cataphylles à pointe coriace si levée hypogée ou autre tige souterraine	- (éventuellement pour l'hypocotyle de plantules à levée épigée si graine enfouie)	coiffe à l'apex (sauf les aquatiques)
réserves organiques	-cotylédons (fréquent ; graines exalbuminées) -tubercules p.p. "bulbes feuillés et tuniqués"	tubercules p.p.	tubercules p.p.
réserve hydriques	des crassuléscentes (Sedum)	des crassuléscentes de climats chaud	-des crassuléscentes (Sedum telephium ?) -des orchidées tropicales épiphytes
respiration, aération	aérenchyme p.p.	aérenchyme p.p.	pneumatophores
protection / grands herbivores : aiguilles	+ (les constituent ou les portent)	+ (les constituent ou les portent)	(peu, sur tiges grimpantes ligneuses)
protection diaspores végétatives...	cataphylles	-	(parfois par absence de racines)
propagation végétative	rare : production de racines adventives p.p. et bourgeons adventifs p.p.	-production de racines adventives p.p. sur pousses plagiotropes -marcotage -production de bourgeon qui se détache	production de bourgeons adventifs p.p.
- aérienne	+	+	-
- souterraine	-	+	+

On peut faire un tel tableau par espèce : typologie possible, plus loin pour les feuilles.

Tableau incomplet extrait du texte de chaque partie : notions essentielles

A) feuille	B) tige	C) racine
<p>1. photosynthèse : le plus fréquent, <u>limbe</u> vert -cas : si aquatiques : multifides = réduites aux nervures (nageantes + flotteuses) -cas : eucalyptus = pétiole -cas : grasses chez Crassulacées absence chez les holoparasites et saprophytes, (cladodes)</p> <p>2. <u>écailles protectrices</u> : des bourgeons d'arbres caducifoliés (parois subérisées)</p> <p>3. <u>écailles fouisseuses</u> : coléoptile = 1ère feuille des Graminées, rhizomes (pomme de terre, chiendent)</p> <p>4. <u>écailles chargées de réserves</u> : bulbe d'oignon, parenchyme avec saccharose - beaucoup de cotylédons avec amidon ou lipides (noix)</p> <p>5. <u>épines</u> de qq plantes grasses (Cactacées) : protection contre herbivores stipules chez le robinier</p> <p>6. vrilles des vesces : <u>accrochage</u> de ces plantes grimpantes</p> <p>7. <u>pièges</u> des plantes <u>carnivores</u> : digestion par sucs digestifs ; ici aussi le limbe est important.</p> <p>8. <u>multiplication végétative</u> (rare) <i>Bryophyllum crenulatum</i> : bourgeons vers l'extrémité des nervures secondaires <i>Begonia</i> : bourgeons et racines adventives sur pétiole</p> <p>9. <u>aération</u> : tube des Juncus, aérenchyme</p> <p>Aucune de ces 9 adaptations n'existe chez toutes les espèces d'Angiospermes, bien que la forme photosynthétique (liée à un limbe développé) soit la plus répandue (elle n'existe pas chez les holoparasites). La seule fonction commune n'est pas végétative.</p>	<p>MODE DE CROISSANCE</p> <p>1. dressées ou <b>orthotropes</b> : poussent, attirées vers le soleil, le haut ; peuvent être plus ou moins obliques ; font défaut chez certaines espèces stolonifères</p> <p>- <u>allongées</u> : avec croissance intercalaire troncs d'arbres arbustes herbacées: annuelles, qq pérennes(pour infl)</p> <p>besoin de support dressé : = volubiles = lianes : tige principale s'enroule (chèvrefeuille, haricot) = grimpante par vrilles de rameaux (vigne) ou de feuilles (vesce, pois) ; par racines crampons (lierre)</p> <p>- <u>courtes</u> : rosettes = "acaules" Pissenlit, Sagittaria Littorella + SOUCHES CORM : an organ of perennation and usuall also of végétative propagation in plants that consists on the swollen base of he stem, which stores food ans dis surrounded by protective scales leaves. ex Corccus anda Gladiolus. ??? parfois tubérisées : Céleri-rave ou bulbes (ensembles T-F avec réserves dans les feuilles) - parfois courtes et allongées sur la même plante : Capselle (rosette en hiver, pas en été) Mâche idem (c'est pour cela qu'on la sème en automne, dehors !)</p> <p>2. rampantes ou <b>plagiotropes</b> (dont les diagéotropes) à entre-noeuds allongés - stolons : à la surface du sol, feuilles en général chlorophylliennes : TRR - actifs + passifs, parfois dans l'eau - rhizomes : dans le sol : Lathrées que des rhizomes (sauf infl)</p> <p>- souvent types dressé + rampant : Fraisier (stolons = ramification) coulant - marcottage Chiendents, Menthe : ortho + rhizomes (parfois un peu tubérisés)</p> <p><b>adaptations</b> moins courantes, originales : - propagation : soit leptomorphe, soit bourgeon qui se détache - réserve : tubercules de pomme de terre, pachymorphe - grasses : réserve d'eau (svt feuilles en épines) surtt Cactacées (Crassulacées = F) - cladodes : photosynthèse (aussi milieu sec en général ; - vrilles : vigne - lianes : volubiles grimpantes - épines : aubépine</p>	<p>1. classique : absorption et fixation <b>1bis.</b> tractrices 2. tubercules : Dahlia, carotte 3. crampons 4. aériennes (et vertes) : certaines Orchidées tropicales 5. suçoirs : gui et autres parasites (hémi- : dans le xylème ; holoparasites : dans le phloème) 6. pneumatophores 7. soutien des troncs : dans la mangrove 8. traçantes et multiplication végétative 9. symbiose : nodosités, mycorhizes</p> <p><u>anomalies</u> : tubercules de Betteraves</p>

Coexistence de **fonctions des feuilles** (autres que la reproduction sexuée) pour quelques ex. :

	annuelles vertes glt	haricot	Vicia	Cardamine pratensis	Cuscuta	Lathraea
1. limbe chlorophyllien fréquent	+	+	+	+	-	-
2. absorption minérale rare (hydrophytes surtout)				-	-	
3. absorption d'eau : rare (hydrophytes surtout)				-	-	
4. vrilles p.p. (toute la feuille ou que partie sup. du rachis)			+	-	-	
5. tubercules p.p. -"bulbes feuillés et tuniqués", -cotylédons de graines exalbuminées		+		-	-	(+)
6. aérenchyme p.p.				-	-	
7. cataphylles -fouisseuses -protection atmosphérique					-	+
8. production de racines adventives p.p. et bourgeons adventifs p.p.				+	-	

Absence de feuilles chlorophylliennes :

- les holoparasites,
- certaines crassulescentes à feuilles épineuses,
- les plantes adultes à cladodes,
- des Lemnaceae

### Grands types d'architecture caulinaire.

#### Ex. de Gramineae.

tiges orthotropes aériennes	tiges plagiotropes aériennes	tiges plagiotropes souterraines	ex. de taxons
+	+	+	<i>Agrostis x murbecki</i>
+	-	+	<i>Agrostis gigantea</i> <i>Elymus repens</i>
+	+	-	<i>Poa annua</i>
+	-	-	<i>Dactylis glomerata</i>
-	+	+	<i>Cynodon dactylon</i>
-	-	+	n'existe pas ?
-	+	-	<i>Agrostis stolonifera</i> <i>Alopecurus aequalis</i>
-	-	-	n'existe pas

\*\*\*\*\*

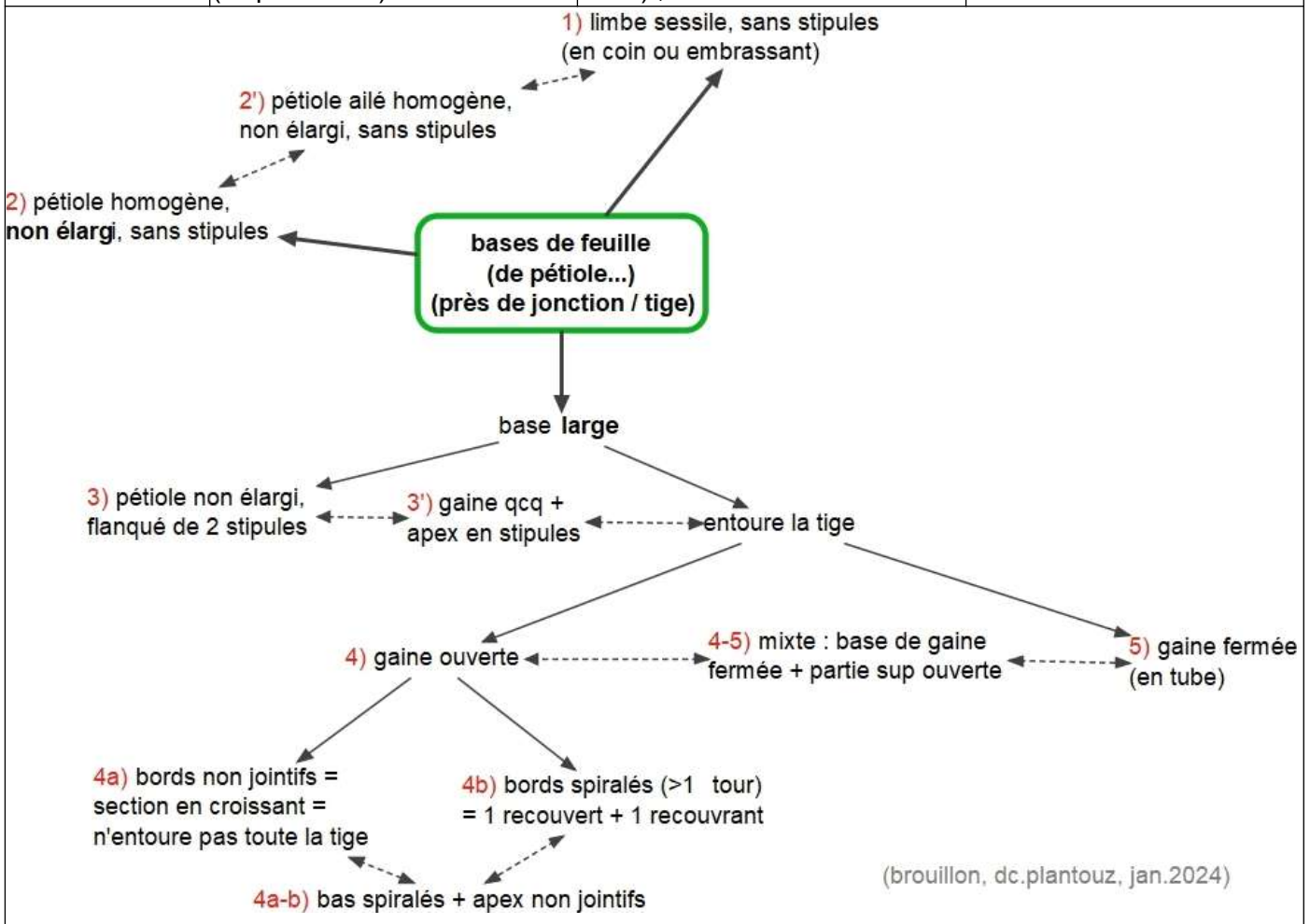




la section du pétiole est une portion variable de cylindre, incomplet en face adaxiale ; étroit chez *Populus* ; presque rond complet d'Ombellifères, ou en croissant

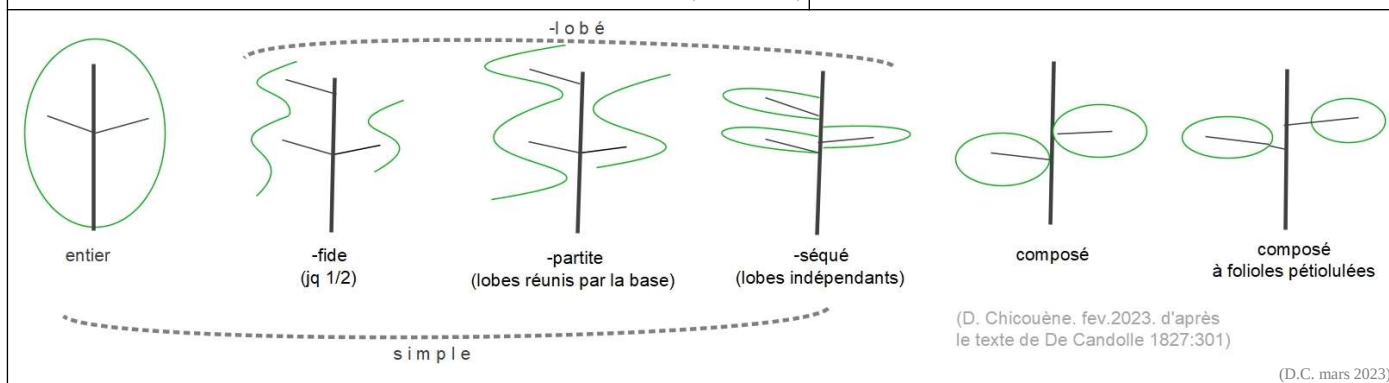
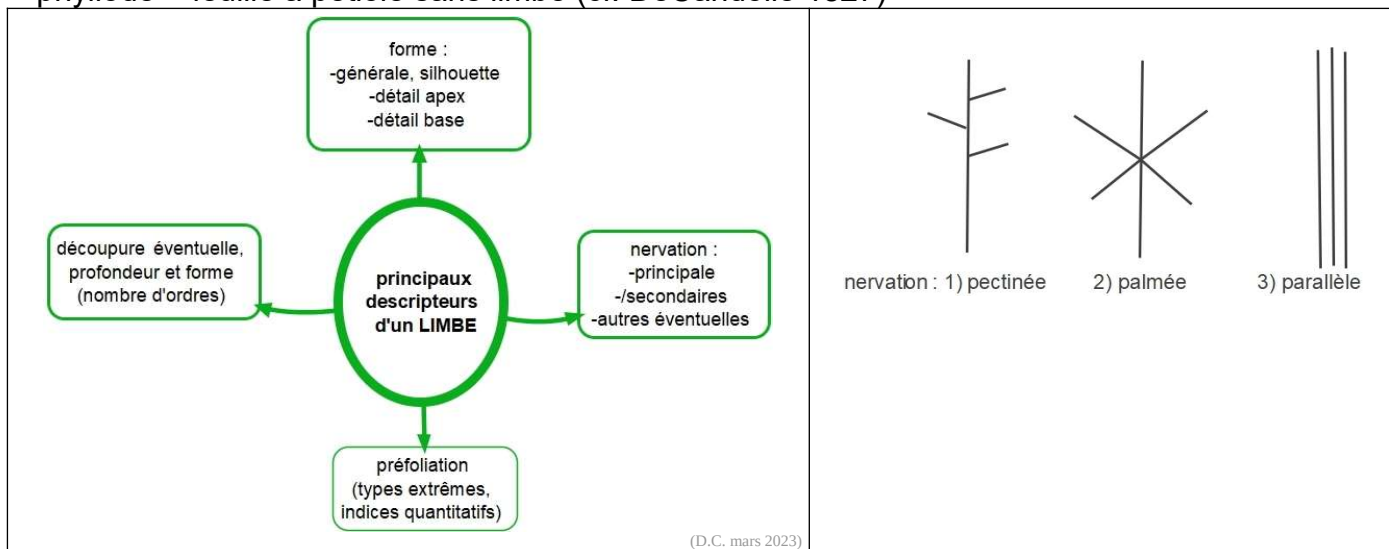
2 bis - La transition entre 'gaine-pétiole' et 'limbe' est soit brutal (surtout si présence de stipules à l'apex de la gaine ou d'oreillettes à la base du limbe) avec souvent une ligule, soit progressif (gaine décurrente ; limbe décurrent)

	A) gaine fermée	B) gaine ouverte	C) 2 stipules libres
CT...	tube = juste 1 tour du noeud et du bourgeon, voire de l'entre-noeud adulte	souvent > 1 tour (souvent 1 1/2 tours)	< 1 tour (en confondant les 2 stipules et le pétiole)
symétrie	tube symétrique	souvent dysymétrique, avec un bord recouvert et un bord recouvrant	souvent chacune dysymétrique mais symétriques entre elles
pétiole	normalement absent au niveau de la gaine	glt absent ou difficile à distinguer	présent
apex (passage au pétiole ou au limbe)	passage brutal glt ; souvent ligule ; pétiole c. à mi hauteur pour ochréa	parfois transition progressive vers un pétiole ou un limbe ; parfois ligule	indépendant du pétiole
consistance	glt un peu coriace, épiderme interne glt brillant	souvent fragile vers les marges	variable, écailleuse (ex. <i>Quercus</i> ) ou foliacée ( <i>Lotus</i> ) lobée ( <i>Salix aurita</i> , <i>Potentilla erecta</i> )
durée	toute la vie de la feuille	id. glt mais parfois les marges meurent tôt	glt rapidement caduques
ex.	majorité de <i>Cyperaceae</i> , certaines <i>Gramineae</i> mais échancrure près de l'apex (Dupont 1819)	peu de <i>Cyperaceae</i> , nombreuses <i>Graminées</i> (ex. <i>Pseudosasa japonica</i> ) (Dupont 1819) ; <i>Ombellifereae</i>	Cupulifères glt, <i>Rosaceae</i> svt



gaine mixte = fermée en bas et ouverte en haut (à bords chevauchants + stipules = *Festuca ovina* agg.).  
 parfois stipules soudées par une marge au pétiole (ce qui fait transition avec une gaine ouverte), ex. *Trifolium*.

3- **limbe** (terme de Grew? ; lame) : souvent la partie essentielle ; partie large et fine, généralement étalée à la lumière ; "en général..., partie plane et étalée d'un organe... par opposition à sa base..." (Lecoq & Juillet 1831), également appelé parfois "lame" ou "disque" (surtout au XVIII<sup>e</sup> s., cf. Mirbel 1815 : 147-8) ; formes variées (allure générale, base, apex,... épaisseur) ;  
 phyllode = feuille à pétiole sans limbe (cf. DeCandolle 1827)



**découpe du limbe** : (Joachim JUNG XVII<sup>e</sup> siècle)

-simple : limbe à un seul limbe ! entier ou degrés de découpe (denté, lobé,...) avec par exemple l'échelle de découpe de De Candolle (1827 : 301 ; citée avec des confusions in Stearn "botanical latin") : -fide : jusqu'à 1/2, -partite : "lobes réunis que par la base", -séqué : "lobes totalement indépendants, non soudés ensemble" ; -lobé : "sans exprimer jusqu'où va la soudure" ; simple = "les parties sont continues" (De Candolle 1844:308)

allongement et forme générale d'un limbe : codification dans Taxon (1962)

-composé = de folioles ("*foliolum*" Linné in Mirbel 1815:148) ou de lanières, insérées sur le "rachis" (terme de Willdenow d'après DC 1813:333) qui est "toute la partie d'un pétiole qui sert d'attache aux pétioles" (Mirbel 1815:149) ; la différence entre "foliole" et "lobé" serait un rétrécissement basal pour parler de foliole

pétiolule (cf De Candolle 1813:332) : propre à une foliole ; pétiole partiel (cf De Candolle 1813:332) quand feuille plusieurs fois composée ; on pourrait aussi dire nombre d'ordres du rachis

nombre d'ordres de ramifications (élevé souvent à c. 5 ordres chez *Foeniculum*) - "les limbes partiels... d'autant plus petits que le nombre... grand" (Van Tieghem 1891:191) ; folioles entiers ou découpés

**section transversale de limbe** : souvent plat, parfois cylindrique et creux, rarement étroit en glaive ; nervures souvent proéminentes (souvent en face inf. chez dicotylédones, en face sup. chez de

nombreuses graminées)

nervation du limbe : souvent des nervures secondaires (selon 3 organisations extrêmes principales) : pennée (le long du limbe), palmée (généralement à la base du limbe), parallèles (depuis la base ; Monocotylédones surtout) ;

anastomoses de présence et quantité variables

4-vrilles, à l'apex, généralement dans le prolongement du rachis de feuille paripennées

Tous ces caractères morphologiques se combinent : on décrit ainsi toutes les feuilles possibles, on peut aussi les classer selon divers critères.

B - HETEROBLASTIE (GOEBEL, 1892) : c'est comparer les feuilles adultes au cours de la vie d'un individu (de la plantule à l'adulte, et au cours des saisons en particulier chez les pérennes)

les cotylédons sont simples, au plus échancrés (radis) ou trilobés (Erodium) ou lobés (tilleul)

ex. Frêne : cotylédons entiers -- feuilles composées -- écailles

souvent passage progressif - cycle annuel (surtout chez des ligneux) : F. vertes - écailles

Le passage aux feuilles simples (dominées par la base, gaine ou stipule) indique le retour à la vie ralentie, disons non chlorophyllienne ; tandis que :

**La feuille caractérisée** qui a le limbe le plus développé ou complexe est surtout une adaptation à la fonction assimilatrice.

Ainsi, gaine et limbe évoluent souvent en sens inverse.

C - LA VIE DE LA FEUILLE :

(formation : cf. méristème, avec la tige - chute : idem)

préfoliation = vernation : façon dont sont disposés les jeunes limbes dans le bourgeon terminal (longitudinalement et latéralement)

4 ex. de types (caricaturaux, raisonnés en tout ou rien) :

Eleogiton fluitans	Juncus bufonius	poireau-dactyle Cerasus	avoine		peuplier	rhubarbe
plane	subplane	pliée	enroulée		chiffonnée	

Une caractérisation quantitative de chaque type est un complément ; et il existe des cas intermédiaires combinant "enroulé" et "plié" (*Lolium*).

Les indices de préfoliation pour les Gramineae en particulier :

Quand les limbes sont étroits d'un bout à l'autre, ou les apex de presque tous les limbes sont étroits : leur préfoliation est en tube fendu. Quand l'indice d'épaisseur est faible (> 2 plus large qu'épais), il y a les 2 types extrêmes (enroulé et plié) et le type intermédiaire décrit par De Barros (1975).








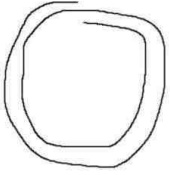
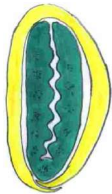
Les 2 types ont une intensité variable qui peut être décrite par les 2 indices correspondant (en raisonnant en coupe transversale du limbe en croissance) :

-indice de pliure de la préfoliation pliée : rapport entre la longueur d'un des 2 cotés et l'épaisseur du limbe, par exemple à sa mi-longueur (ex. environ 5 pour *Lolium perenne* en phase végétative ; c. 10 pour le poireau ; > 10 pour *Dactylis*),

-indice d'enroulement de la préfoliation enroulée : c'est le nombre de tours dans la spirale. Par exemple < 1 (c'est la proportion de chevauchement entre les 2 bords ; qu'il s'agisse de limbe, ou de gaine ouverte auquel cas c'est constant au cours de sa vie) pour des cas intermédiaires entre les 2 types extrêmes, à de nombreux tours pour les limbes culmaires de maïs.



Tableau de préfoliation conçu surtout pour les feuilles distiques, en coupe transversale :

		plane,  <i>Eleogiton</i>		
		 en croissant, <i>Juncus buf.</i>		
		 tube-cylindre fendu, <i>Nardus</i>	si tristique : en V ( <i>Cyperus</i> , <i>Carex</i> )	
	 peu enroulé, 1 1/4x	 mixte, <i>Lolium pp</i>	 peu plié, 2x	
 enroulé 2x ou 2 tours		-		 plié 5x et + dactyle, poireau

### Adaptations des feuilles : à des fonctions

- photosynthèse : le plus fréquent, limbe vert (=chlorophyllien)  
ce sont les feuilles ayant la plus vaste surface, et de formes variées.  
-cas : des aquatiques : multifides = réduites aux nervures (nageantes + flottantes)  
-cas : eucalyptus = pétiole  
-cas : "grasses" ou crassulacées chez les Crassulacées...  
absence chez les holoparasites et saprophytes, et chez les plantes à cladodes.
- écailles protectrices : des bourgeons de ligneux caducifoliés (parois subérifiées)  
feuilles généralement simples et plus ou moins réduites à leur gaine
- écailles fouisseuses : coléoptile = 1ère feuille des Graminées, rhizomes (pomme de terre, chiendent) - feuilles généralement simples et plus ou moins réduites à leur gaine
- écailles chargées de réserves : bulbe d'oignon, parenchyme avec saccharose - beaucoup de cotylédons avec amidon ou lipides (noix)
- épines : protection contre herbivores  
C'est l'ensemble de la feuille pour qq plantes grasses (Cactacées), *Ulex p.p.*  
L'épine est souvent le pétiole ou la nervure principale, parfois la terminaison des nervures secondaires (*Ilex*), mais ce sont les stipules chez le robinier.  
Chez les *Rubus* et *Rosa* les piquants sont des expansions en particulier épidermiques, à la face inf. des pétioles et nervures des folioles (+ sur les tiges).
- accrochage de certaines plantes grimpantes :  
vrilles des vesces = extrémité du rachis (portant ou des folioles dans sa partie inf.  
pétiole de *Fumaria sp.*
- pièges des plantes carnivores : digestion par sucs digestifs ; ici aussi le limbe est important.
- multiplication végétative (rare)  
*Bryophyllum crenulatum* : bourgeons vers l'extrémité des nervures secondaires  
*Begonia* : bourgeons et racines adventives sur pétiole

9. aération : surtout en milieu palustre  
tube béant des Juncus, aérénchyme (également dans des tiges)

(10. fonction reproductrice : étamine, carpelle)

Aucune de ces 9 adaptations ne coexiste chez toutes les espèces d'Angiospermes, bien que la forme photosynthétique (liée à un limbe développé) soit la plus répandue (elle n'existe pas chez les holoparasites). La seule fonction commune n'est pas végétative : c'est la reproduction.

### **Anatomie des feuilles.**

Cas de limbe chlorophyllien : généralement pluristromatique, avec :

+ 2 épidermes l'inf. correspond à celui des tiges ; parfois des poils avec stomates :  
- sur face sup. pour les Graminées adultes  
- sur les 2 faces pour le dahlia,  
- l'inf. pour beaucoup d'arbres

+ le **mésophylle** (DeCandolle 1827 : 271) qui est l'intérieur, comprend généralement :  
- limbe à parenchyme chlorophyllien ; 3 types structure : centrique,...; pallissadique, lacuneux, aérénchyme

- nervures : tissus conducteurs avec phloème et xylème superposés (comme la tige) avec xylème à face inf.  
parfois léger fonctionnement du cambium

- tissus de soutien :  
facultatifs : pas chez le poireau, soutien assuré par la pression osmotique du contenu cellulaire ; chez Hydrophytes, soutien souvent assuré par l'eau (peuvent former "pinceau" si elles sortent de l'eau) donnent un aspect coriace, près de l'épiderme (Houx, surtout aux épines), autour des nervures

- tissus sécréteurs d'essences (pour tiges également) : chez certains taxons, persil (canaux internes), menthes (certaines cellules épidermiques)

Le pétiole est identique au limbe mais sans limbe, autrement dit correspond approximativement à la nervure principale.

L'aspect du mésophylle varie en fonction de l'adaptation.

comparaison tige - feuille : schématique comme une portion de tige en structure primaire, avec un épiderme tout autour (le sup. en plus en qq sorte).

### **Conclusion sur les feuilles :**

membre à rôles variés, surtout connu comme vert mais ce n'est pas seulement cela (définies par leur seule forme)

La vie de la feuille : sa formation, disposition, sa chute : après l'exposé sur la tige.

\*\*\*\*\*

## TIGE(-S) (& FEUILLE -S)

**définition**, points communs = caractères généraux, (2 modèles extrêmes d'architecture), diversité

- symétrique par rapport à son axe de croissance,
- porte ou a porté des feuilles,
- recouvert d'un épiderme, au moins à l'état jeune ;  
cet axe est susceptible d'avoir une croissance intercalaire, il est alors structuré en noeuds et entre-noeuds

à chaque noeud : feuille et/ou bourgeon (susceptible de se développer)

le bourgeon est soit axillaire (cas classique d'une croissance intercalaire entre le bourgeon et la feuille suivante, soit extraaxillaire si une croissance intercalaire a lieu entre la feuille et le bourgeon situé au dessus

terminée par un bourgeon terminal = allongement indéfini

Certaines tiges plagiotropes ont une légère symétrie dorso-ventrale.

revêt de nombreux aspects ; déjà vu 2 modèles de morphogénèse : pour édification, de la plantule (à petite tige de diamètre réduit) à l'adulte (de diamètre plus important)

### LONGUEUR DES ENTRE-NOEUDS

- allongés = avec croissance intercalaire ;

selon l'allongement : 3 termes (Mc Clure) (chacun peut être précisé par la biométrie)

<b>leptomorphes</b> (+- = leptocauls p.p.) : longs, fins (beaucoup plus longs que larges, ex. coulants de <i>Potentilla reptans</i> )	<b>mésomorphes</b> : intermédiaire, égal ou à peine plus long que large	<b>pachymorphes</b> (+- = pachycaules p.p.) : entre-noeuds courts, diamètre > longueur
--	--	---



"**hétéromorphe**" : succession d'entre-noeuds de longueur très différente (aussi pour inflorescences)  
brachycaule (brachyblaste) : pousse courte (de l'année) pachymorphe

- nuls :

rosettes (aucun allongement des entre-noeuds) = "acaules" Pissenlit, Sagittaria Littorella + SOUCHES ; brachyblastes de certains conifères (Cedrus)

'CORM : an organ of perennation and usuall also of végétative propagation in plants that consists on the swollen base of the stem, which stores food and is surrounded by protectives scales leaves. ex Croccus and Gladiolus.' ???

parfois tubérisées : Céleri-rave

ou bulbes (ensembles T-F avec réserves dans les feuilles)

- parfois courtes et allongées sur la même plante : Capselle (rosette en hiver, pas en été) Mâche idem (c'est pour cela qu'on la sème en automne, dehors !)

. Séquences de longueurs d'entre-noeuds : cas des suites géométriques : cf. fichier "Morphologie"

RAMIFICATION (et vigueur des bourgeons).

**ex. de modes de croissance + ramification :**

acro- et basitonie, bourgeons dormants, inhibés ; pour les pousses végétatives entre elles :

-acrotonie maximale (pousse annuelle récente au dessus de la précédente) chez les arbres et certaines Bryophytes (ex. *Sphagnum*, *Polytrichum*, *Leucobryum*)

-basitonie maximale : les pousses repartent du sol chaque année = majorité des herbacées.

-intermédiaire (mésotonie=plus vigoureux ou repart vers le milieu de la pousse) : chez les arbustes.

Pour les branches (obliques ou plagiotropes), il existe l'épitonie (plus vigoureux en face sup., surtout pour les arbustes) et l'hypotonie (plus vigoureux dessous, surtout pour des arbres, souvent fonction de la luminosité autour de l'arbre).

**adaptations** (variées) - **ports** (de orthotrope à géotrope).

## MODE(-S) DE CROISSANCE (& TYPES D'ONTOGENESE)

troncs d'arbres

arbustes

herbacées : annuelles, qq pérennes (pour l'infl)

besoin de support dressé :

-tige sarmenteuse

-tige volubiles = lianes : tige principale s'enroule (chèvrefeuille, haricot)

-tige grimpante par vrilles de rameaux (vigne) ou de feuilles (vesce, pois); par racines crampons (lierre)

\* dressées ou **orthotropes** : poussent, attirées vers le soleil, le haut ; peuvent être plus ou moins obliques ; font défaut chez certaines espèces stolonifères

\* rampantes ou +/- obliques : **plagiotropes** (dont les diagéotropes = parallèles à surface du substrat)  
 - stolons : à la surface du sol, feuilles en général chlorophylliennes ; plagiotropie active (conditionnement du bourgeon terminal à pousser plaqué au substrat) ou passive (se couche sous l'effet de son poids au fur et à mesure de son allongement, car cette tige manque de tissus de soutien pour rester dressé), parfois dans l'eau.

- rhizomes : dans le sol, à plagiotropie active : Lathrées que des rhizomes (sauf infl)

- souvent types dressé + rampant : Fraisier (stolons = ramification) coulant - marcotage

Chiendents, Menthes p.p. : ortho + rhizomes (parfois un peu tubérisés)

+ cas intermédiaires ou mixte.

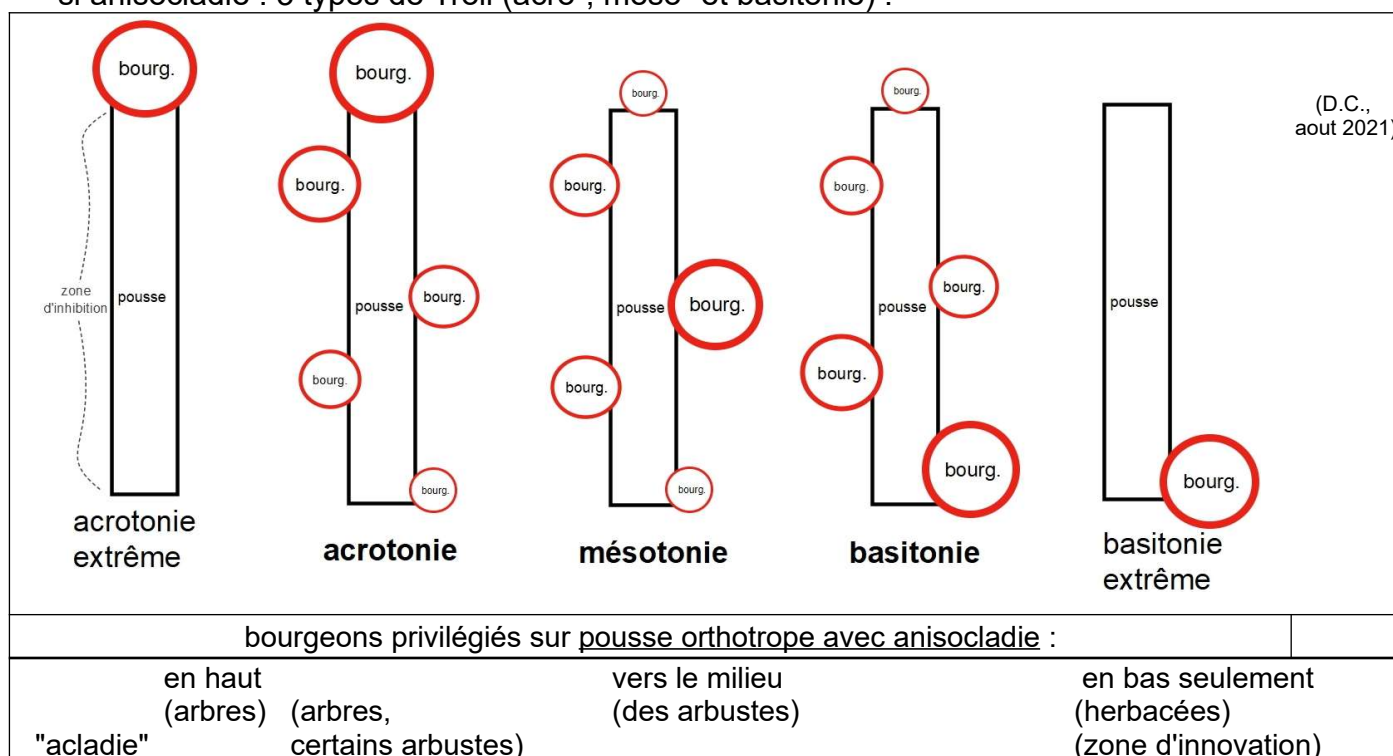
## ARCHITECTURE DES SYSTEMES D'AXES.

Les rapports de vigueur respectives entre pousses ou leurs bourgeons le long ou autour d'une tige porteuse sont d'intensité variable : facile à apprécier qualitativement dans des cas extrêmes, plus difficile à évaluer quantitativement dans de nombreuses situations en raisons d'aléas et d'irrégularités (généralement plus grandes pour l'appareil végétatif que pour les axes d'inflorescences où un indice d'allongement à 1 chiffre décrit souvent les silhouettes à c.1/10 près).

typologies et terminologie de W. Troll (1937) (et Rauh (1939) entre autres) :

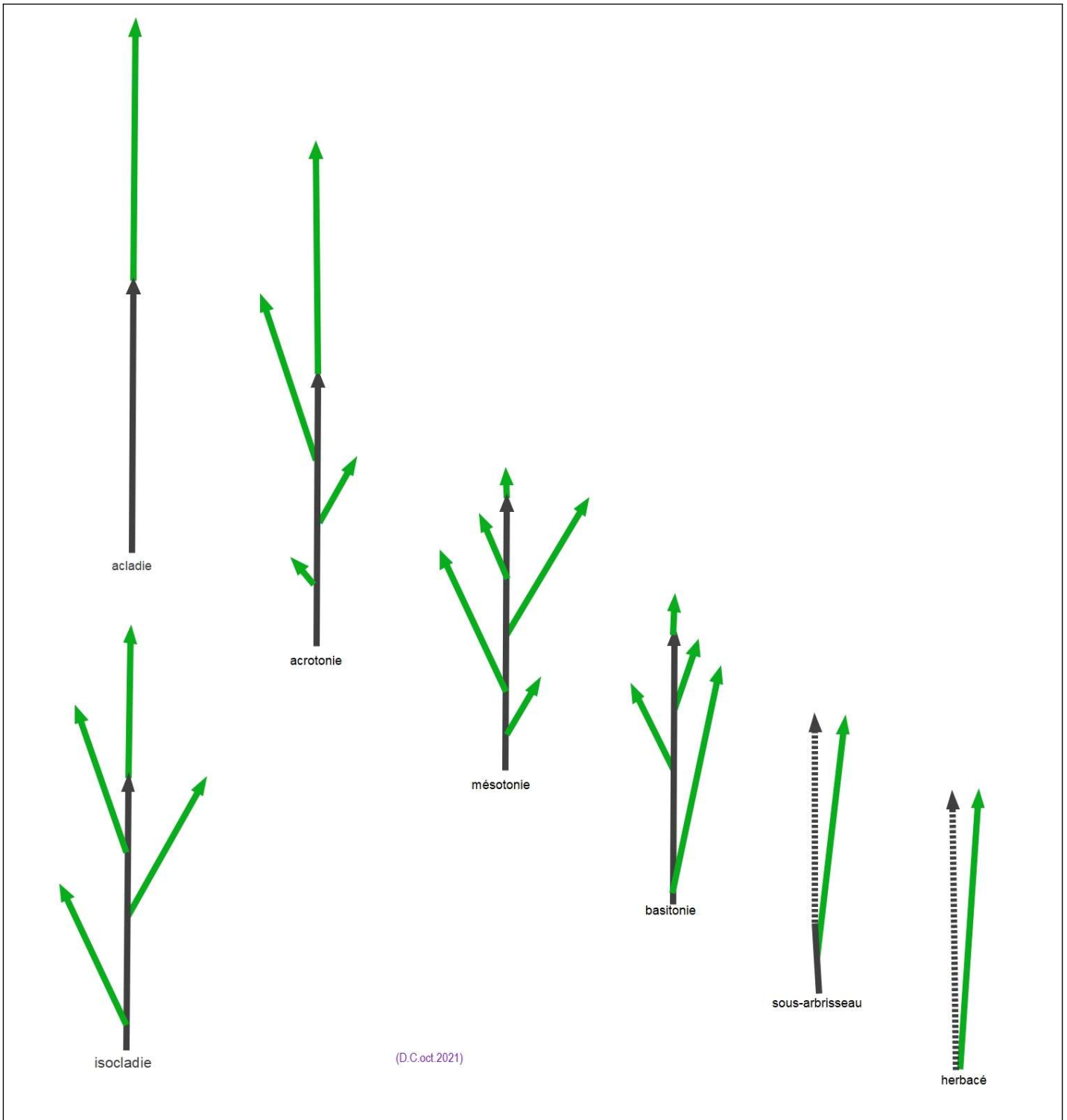
le long d'une pousse orthotrope (ex. d'une année ou d'une saison) : longueur-vigueur des ramifications (voire bourgeons) / axe porteur = plusieurs (avec leurs intensités variables)

- si anisocladie : 3 types de Troll (acro-, méso- et basitonie) :



-autres cas, 3 ici : isocladie ou isotonie, quelconque, "acladie" (sans ramification)

Ces types peuvent se combiner : zone d'inhibition dans la moitié inf., et moitié sup. en isocladie (*Quercus robur*) ou acrotonie légère (*Quercus petraea*). Des variations possibles : âge de l'individu, accidents tels que repousses sur troncs couchés par le vent).

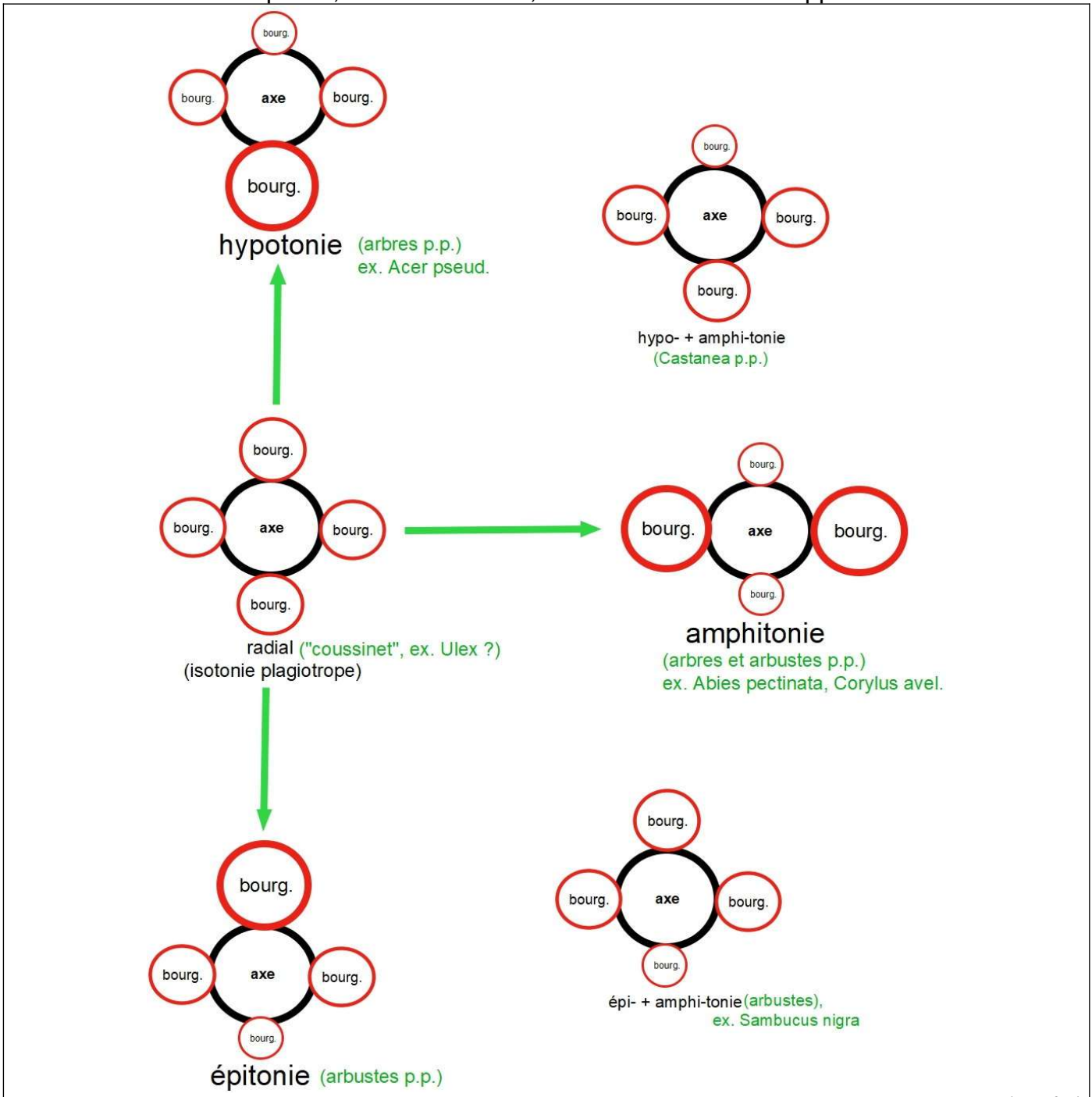


Insertions (en vert) le long d'une pousse orthotrope de l'année précédente (en noir ; en tirets si morte).  
isocladie + même séquence que le tableau précédent :

- acrotonie
- mésotonie
- basitonie

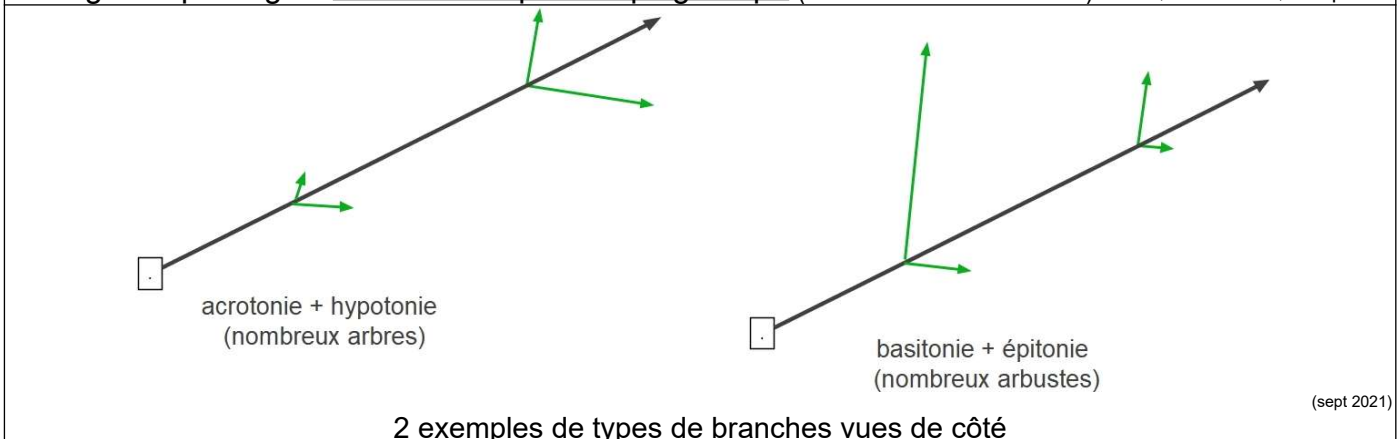
il y a également les typologies de Troll sur les architectures d'axes d'individus, y compris souterrains : ex. : zone d'inhibition et zone d'innovation.

ci-dessous : autour de branche +/- plagiotrope : hypotonie, amphitonie, épitonie. Les cas intermédiaires sont fréquents, voire dominants ; c'est relié à l'échelle d'approche dans la branche.



(sept 2021)

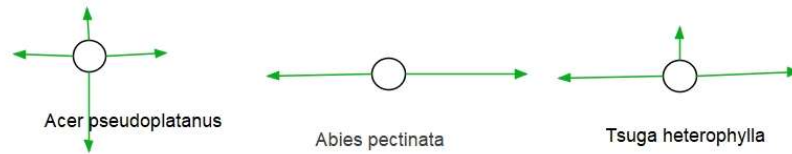
bourgeons privilégiés autour d'une pousse plagiotrope (surtout avec anisocladie) : Troll, Rauh 1939, complété



(sept 2021)



3 ex. d'espèces, autour d'une pousse plagiotrope :



\* **adaptations** moins courantes, originales :

- propagation : soit leptomorphe, soit bourgeon qui se détache
- réserve : tubercules de pomme de terre, pachymorphe
- grasses : réserve d'eau (svt feuilles en épines) surtout Cactacées (Crassulacées = F)
- cladodes : photosynthèse (aussi de milieu sec en général) ;
- vrilles : vigne
- lianes : volubiles grimpantes
- épines : aubépine
- hypogées, fouisseuses (par des feuilles coriaces sur l'apex), soit orthotropes (graines à levée hypogée, pousses issues de bourgeons adventifs racinaires), soit plagiotropes (rhizomes)

### Bourgeon terminal : morphogénèse

structuration en noeuds et entre-noeuds ; bien distinguer (SACHS) :

- l'accroissement terminal : **production de** feuilles, noeuds = **nouveaux éléments** (multiplication cellulaire)
  - l'allongement ultérieur = **croissance intercalaire** (facultatif) différenciation cellulaire
- :: ne sont pas synchrones (puisque ultérieur !) : VAN BURKOM et ex. montaison ou déboisement des Graminées (seules les feuilles s'allongent) ; parfois reporté à l'année suivante (bourgeons écailleux, bulbes)

ANATOMIE DE LA TIGE : de l'entre-noeud en CT et CL

### LA STRUCTURE PRIMAIRE (persistante ou non) cf VAN TIEGHEM 1869

d'abord distinguer ...

- zone de multiplication cellulaire : correspond à la production de nouveaux éléments (feuilles, entre-noeuds)
- zone de différenciation cellulaire (correspond à la croissance intercalaire quand celle-ci existe)

... pour comprendre le sens de différenciation et l'élongation.

Tous les types cellulaires (en particulier conducteurs) ne se différencient pas à la même vitesse. Dans la tige le xylème primaire a une différenciation centrifuge.

**répartition des tissus de soutien** : variable selon les familles, surtout vers la périphérie (cf Potiron, Graminées, Persil)

**section** ronde, ovale, carrée (Labiées, bcp de Scrophulariacées...), triangulaire (Cypéracées)

**Particularités de certaines familles** ex. phloème interne des Cucurbitacées et Composées (VAN TIEGHEM, années 1870)

### LES STRUCTURES SECONDAIRES :

issues du cambium et du phellogène chez les Gymnospermes et des Dicotylédones en particulier ; plusieurs familles en sont dépourvues.

Elles apparaissent quand l'élongation de la portion considérée est terminée.

Leurs proportions qu'elles prennent par rapport aux structures primaires dans le volume caulinaire et racinaire (et durée de vie) sont fort variables. Dans les feuilles, elles restent toujours faibles (en relation à la durée de vie courte des feuilles).

## RELATIONS ENTRE TIGES ET FEUILLES :

fabriquées par le même méristème ; feuilles disposées autour de la tige  
au bout d'un certain temps, la feuille se détache de la tige (ou meurt)

## PHYLLOTAXIE :

= **disposition des feuilles autour de la tige**

alternes (isolées) vs. verticillées (par 2 ; par 3, ou plus est plus rare)

étudiée ou décrite précisément au début du XIX<sup>e</sup> en particulier (ex. Bravais en France)

angle de divergence (pour "alternes" surtout) : souvent 2/5 ; 1/2 ; 1/3 (rare, majorité des Cypéracées)

## BOURGEONS :

= zone de production d'une tige et de ses feuilles = ensemble tige-feuilles à l'état embryonnaire, tant que le noeud ou la feuille correspondant sont non adultes.

**morphologie** : terminaux, axillaires, normal vs. adventif (Sachs)

Bourgeon terminal : cf autres §

Bourgeons axillaires : en général uniques (disposés autour de la tige comme les feuilles), parfois multiples avec diverses positions possibles (verticalement, horizontalement)

les bourgeons axillaires restent dormants dans la "zone d'inhibition" (cf Troll)

ils se développent dans la "zone d'innovation" (+ dans la zone d'inflorescence)

axillaire vs. extraxillaire : quand l'entre-noeud est développé :

-si le bourgeon est juste au dessus du noeud = axillaire

-si le bourgeon sort en haut de l'entre-noeud, près de la feuille suivante = extra-axillaire

2 types de tallage d'après Hackel (XIX<sup>e</sup>), c'est pour les bourgeons axillaires :

-intravaginal : la préfeuille et la base de la ramification restent parallèles à la pousse qui portent cette ramification = en général, ils restent cachés à l'intérieur de la gaine de la feuille axillante

-extravaginal : la préfeuille (et la base de la ramification) se développe perpendiculairement à l'axe qui porte cette ramification = elle perce la gaine axillante à sa base.

Par tradition, ces 2 types s'appliquent à des tiges soit à feuilles en rosette, soit à bourgeons normaux ; pas aux bourgeons extra-axillaires.

Chez certaines espèces, les individus combinent différents types.



Bourgeons adventifs : surtout à la suite du vieillissement, de blessures,

-sur tige, surtout pour des ligneux

-exceptionnellement sur racines (drageons de vieux poiriers, de chardons des champs)

-et sur feuilles (Kalankoe, Begonia)

**aspect des bourgeons :**

- feuillés, (feuilles vertes) chez les plantes herbacées, certains arbres

- écailleux (petites feuilles brunes subérifiées) adaptation à la vie ralentie, en particulier à la mauvaise saison ; dormants l'année de production - croissance intercalaire reportée à la future saison de végétation

## Fonctionnement du méristème terminal.

- quelques travaux au XIX<sup>e</sup> siècle
- phyllotaxie et hélices foliaires : PLANTEFOL L. (1937)
- anatomie - histologie : BUVAT R. (1950)

### Chute des feuilles :

Le nombre de feuilles vivantes sur une pousse dépend en particulier de l'espèce ; par exemple pour une talle chez *Lolium perenne*, c'est 2-3 ; chez *Agrostis stolonifera*, c'est c. 6 feuilles vivantes.

Quand la feuille vieillit et meurt (jusqu'au noeud), selon sa structure, elle tombe en entier, ou d'abord les stipules (alors que le reste de la feuille est encore jeune).

#### - arbres :

feuillage caduque : les feuilles chlorophylliennes meurent et tombent (sauf marcescent) avant la mauvaise saison (soit hiver, soit saison sèche) ; les écailleuses tombent à l'ouverture des bourgeons ;

feuillage persistant : des feuilles vertes sont présentes toute l'année ; elles tombent tout au long de l'année au fur et à mesure du vieillissement ;

- **herbacées** : idem persistantes, tombent à partir de la base (celles en rosettes sont formées déjà par terre ! elles se décomposent souvent avant d'être complètement détachées) ou des portions les plus âgées de tige.

#### aspects anatomiques :

quand la feuille tombe (ou est morte si tige souterraine ou à la surface du sol), le liège cicatriciel est prêt à son insertion au noeud = cicatrice foliaire

le phellogène des plantes qui en sont pourvues produit un liège qui isole progressivement la feuille la base de la feuille à des parois qui se fragilisent (gélification des parois) = zone de rupture

### Notion de "monopodial" vs. "sympodial" :

d'après l'organisation du "cylindre", c'est-à-dire les entre-noeuds qui paraissent de loin les uns dans le prolongement des autres, en particulier avec la ramification extra-axillaire.

la distinction n'est pas forcément évidente, parfois confus si l'échelle d'approche n'est pas explicitée.

il existe des cas mixtes, avec alternance de monopodial et sympodial :

-souvent 2 entre-noeuds d'une pousse (monopodial) alternent avec une ramification extra-axillaire (ex. rhizome de *Juncus acutiflorus*, stolon de *Zannichellia*)

-parfois cycle annuel, ex. chez *Polygonatum* en général : le rhizome ou stolon pachymorphe est monopodial au cours de la saison de pousse, mais chaque année (entre chaque saison de végétation), il y a un phénomène sympodial (unique dans l'année, entre 2 portions monopodiales de 2 années consécutives)

-l'alternance est très irrégulière pour les rhizomes de *Carex homostachiés*.

\*\*\*\*\*

## RACINE(-S)

définition = axe qui ne porte jamais de feuilles.

- **zonation longitudinale générale** (ni poils absorbants, ni coiffe chez les aquatiques)  
zone subéreuse (où l'assise pilifère a disparu)  
zone pilifère (éventuellement sans poils absorbants chez aquatiques)  
apex (méristème terminal)  
coiffe (éventuellement absente chez aquatiques)
- **élongation (SACHS, 1868)** et méristème terminal (CLOWES, 1960-1970) : allongement surtout subterminal (zone d'auxèse)
- anatomie : **structure primaire** décrite par VAN TIEGHEM (1865 et 1869)
- **ramification** : à partir du xylème primaire (TRECUL, 1845)
- **structure secondaire** : idem tige, cambium entre xylème et phloème primaire
- développement des **systèmes racinaires** ; plantes **avec** et **sans structures secondaires** et cas intermédiaires, relation avec l'éventuelle ramification des tiges  
2 types principaux :
  - racine pivotante (passage racine à tige (collet) = épiderme ou non)
  - ou racines adventives sur tige pour relayer la racine

### Adaptations des racines :

nombreuses, en particulier :

- classique : absorption et fixation
- tractrices : pour ajuster le niveau de souche ou collet par rapport à celui du sol
- tubercules : Dahlia, carotte, Oenanthe media, (Cirsium arvense)
- aériennes (et vertes) : certaines Orchidées tropicales
- crampons de grimpances (lierre)
- suçoirs : gui et autres parasites (hémi- : dans le xylème ; holoparasites : dans le phloème)
- pneumatophores
- soutien des troncs : dans la mangrove
- traçantes et multiplication végétative (*Rumex acetosella*)
- symbiose : nodosités, mycorhizes

anomalies anatomiques : tubercules de Betteraves à cambiums concentriques

### PASSAGE ENTRE LA RACINE ET LA TIGE

Chez les plantes vasculaires modernes (à 3 membres), l'axe situé de part et d'autre de la graine comporte une partie de racine et une partie de tige, s'allongeant de manière opposée. Le plan de séparation (correspondant à la place initiale de la graine) est le collet.

En structure primaire, la racine est couverte de l'assise pilifère, et la tige est couverte d'un épiderme luisant. VAN TIEGHEM (1869) a étudié la stèle des Angiospermes le long de l'axe principal et a trouvé différents types de passages tout au long de cet axe. Cette organisation de la stèle de l'axe principal n'est pas forcément identique à la stèle des axes adventifs ou des ramifications.

## CONCLUSION SUR L'APPAREIL VEGETATIF

adaptations diverses = biologies diverses

eau : sec = grasses (réserve d'eau) ou coriaces (peu de transpiration)

Cactacées = T grasses, F réduites, svt épineuses, Crassulacées : F grasses

réserves énergétiques :

-bulbes d'oignon = feuilles (base de gaines)

-Céleri-rave = tige

-tubercules de radis = racine + tige (hypocotyle)

-tubercules de carotte, betterave fourragère = racine ;

multiplication végétative --- parfois organes adventifs (racines adventives sur tiges, voire feuilles ; bourgeons adventifs sur racines), Elodea

bouturage de divers organes (dépend des esp.), tubercules

artificielle : greffage (pas de R adv) substitution de rameau, de méristème

embryon in vitro

l'appareil végétatif varie d'une espèce à l'autre, mais aussi dans de nombreuses familles ou genres (différent des fleurs).

L'appareil végétatif est organisé d'après la morphologie en R, T, F ; (d'après l'anatomie : en nb de types cellulaires limité)

Ces éléments ont des ARRANGEMENTS MULTIPLES et VARIABLES, particulièrement en fonction du taxon, de l'âge, voire des saisons.

---

Bibliographie sommaire :

Bonnier G., Leclerc du Sablon 1905

Goebel 1892 c. 1900

Hackel c. 1867

Jung J. 17è

Plantefol L. 1937

Sachs 19è

Troll, Rauh, 1939, ...

Van Tieghem P. 1891

---



Daniel Chicouène

Retour page d'accueil 'plantouz' : <<http://dc.plantouz.chez-alice.fr/>>