

ÉTUDE DES TISSUS VÉGÉTAUX

Tiges, Feuilles, et Racines

+ TP en annexe

Introduction

Cette étude morpho-histologique porte sur l'organisation structurelle des végétaux supérieurs (Angiospermes). Elle permet de comprendre comment les tissus s'assemblent pour assurer les fonctions de croissance, de conduction et de photosynthèse. L'étude de la botanique ne doit pas être uniquement théorique ; elle doit servir de base à la compréhension de la toxicologie végétale (plantes toxiques au pâturage) et de la nutrition animale (valeur alimentaire des fourrages).

1. Étude des Tissus Végétaux (Histologie)

Les tissus végétaux sont classés selon leur fonction et leur degré de différenciation :

- **Les Méristèmes** : Tissus de division cellulaire responsables de la croissance (apicaux pour la longueur, latéraux pour l'épaisseur).
- **Les Tissus de Protection (Revêtement)** : L'**épiderme** (couche externe) et le **périderme** (chez les plantes ligneuses) qui protègent contre la dessiccation et les agressions.
- **Les Tissus Fondamentaux** : * Le **parenchyme** : Siège de la photosynthèse (chlorophyllien) ou du stockage (de réserve).
 - Le **collenchyme** et le **sclérenchyme** : Assurent le soutien mécanique de la plante.
- **Les Tissus Conducteurs** :
 - Le **xylème** : Conduit la sève brute (eau et sels minéraux) des racines vers les feuilles.
 - Le **phloème** : Conduit la sève élaborée (produits de la photosynthèse) vers les organes de consommation ou de réserve.

[Image de coupe transversale de tissus végétaux xylème et phloème]

2. Étude des Tiges

La tige est l'axe aérien qui porte les feuilles et les bourgeons. Elle assure la liaison entre les racines et le reste de la plante.

- **Structure Primaire** : En coupe transversale, on observe de l'extérieur vers l'intérieur :
 1. L'épiderme.
 2. L'écorce (parenchyme cortical).
 3. Le cylindre central contenant les faisceaux cribro-vasculaires (disposés en cercle chez les Dicotylédones ou dispersés chez les Monocotylédones).
 4. La moelle (parenchyme médullaire) au centre.
- **Fonctions** : Soutien des organes photosynthétiques et transport des fluides.

[Image de structure primaire d'une tige de dicotylédone]

3. Étude des Feuilles

La feuille est l'organe spécialisé dans la capture de l'énergie lumineuse et les échanges gazeux.

- **Morphologie** : Elle se compose généralement d'un **limbe** (partie plate), d'un **pétiole** (qui la relie à la tige) et de nervures (conduction).
- **Structure Interne** :
 - **Épidermes** : Présence de **stomates** (pores permettant les échanges de CO₂, O₂ et la vapeur d'eau).
 - **Mésophylle** : Tissu central riche en chloroplastes. On distingue souvent le parenchyme palissadique (sous l'épiderme supérieur, très actif pour la photosynthèse) et le parenchyme lacuneux (favorisant la circulation des gaz).
 - **Nervures** : Prolongement des tissus conducteurs de la tige (xylème vers le haut, phloème vers le bas).

[Image de coupe transversale d'une feuille montrant le mésophylle et les stomates]

Note pour l'examen des échantillons : L'observation au microscope de coupes fines colorées (souvent au carmino-vert de Mirande) permet de distinguer nettement le xylème (coloré en vert car lignifié) du phloème (coloré en rose car cellulosique).

.....

I. Histologie Végétale : Les Tissus Fondamentaux

L'histologie permet de diagnostiquer la présence de certaines plantes dans le contenu ruminal lors d'une autopsie ou d'une analyse de fourrage.

1. Les Tissus de Soutien (L'armature)

- **Le Collenchyme** : Tissu vivant, flexible, riche en cellulose. On le trouve dans les organes jeunes en croissance (pétioles, tiges vertes).
- **Le Sclérenchyme** : Tissu mort à maturité, imprégné de **lignine**. C'est lui qui confère la dureté aux tiges matures.

Note vétérinaire : Un excès de lignine diminue la digestibilité du fourrage pour les ruminants.

2. Les Tissus Conducteurs (Le système circulatoire)

- **Le Xylème (Bois)** : Constitué de vaisseaux lignifiés. Il transporte la sève brute. Sa structure (vaisseaux rayés, spiralés ou ponctués) est un critère d'identification microscopique.
 - **Le Phloème (Liber)** : Cellules vivantes (tubes criblés) transportant la sève élaborée.
-

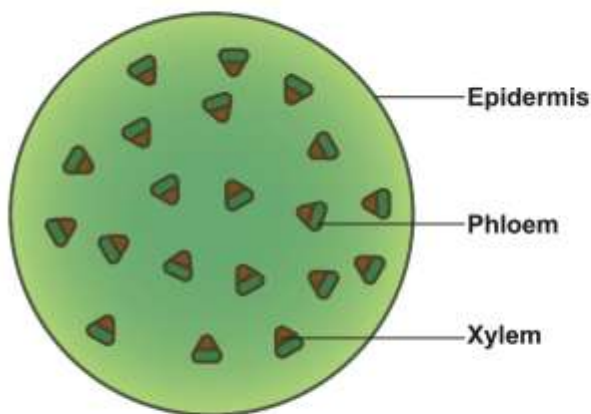
II. Étude de la Tige (Appareil Caulinaire)

La tige est le support des réserves glucidiques. Chez les graminées (Poacées), la structure est particulière.

1. Anatomie comparée (Coupe transversale)

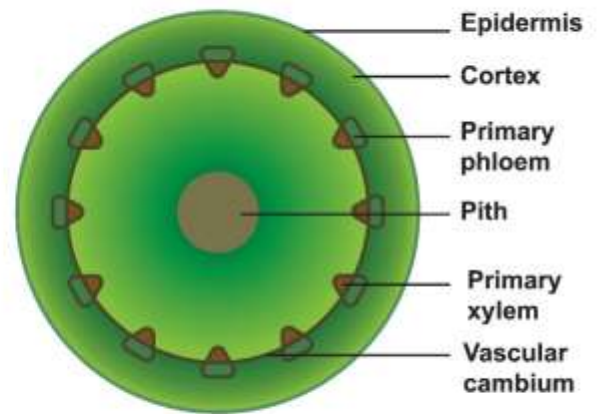
- **Dicotylédones** : Les faisceaux libéro-ligneux sont disposés en un **cercle unique** (eustèle). Cela permet souvent une croissance en épaisseur (cambium).
- **Monocotylédones (ex: Maïs, Blé)** : Les faisceaux sont disposés sur **plusieurs cercles** ou de manière diffuse. Il n'y a généralement pas de croissance secondaire (pas de bois véritable).

Stem cross section of a monocot and dicot plant



A scattered arrangement of vascular bundles is typical of monocot stems.

Shutterstock



In dicot stems, the vascular bundles are arranged in a cylinder, with the pith in the center and the cortex outside the cylinder.

2. Points clés pour l'étudiant :

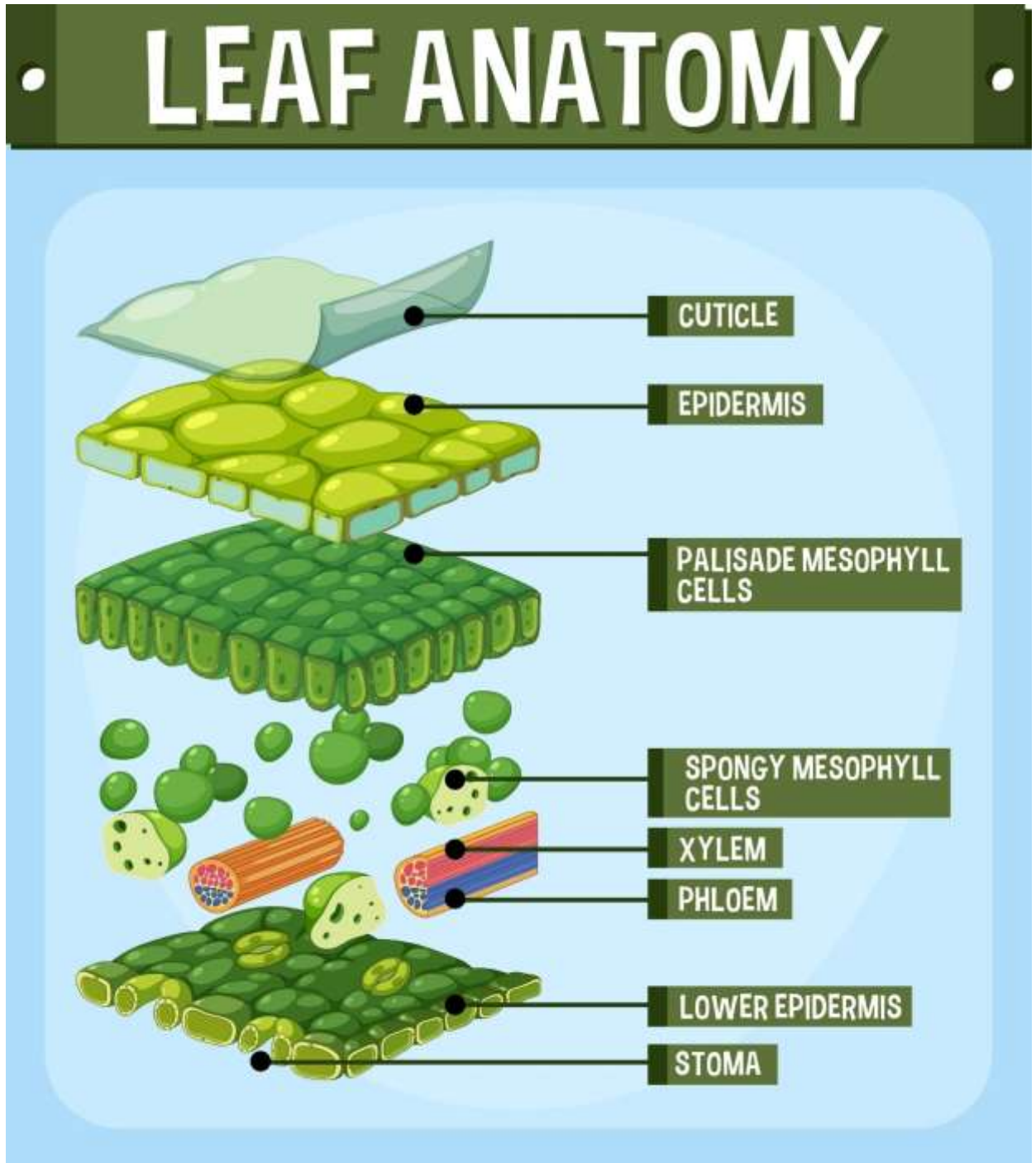
- **Le Nœud et l'Entrenœud** : Zones de croissance active.
- **L'Épiderme** : Souvent recouvert d'une cuticule cireuse limitant la transpiration, mais pouvant aussi porter des poils (trichomes) parfois irritants pour la muqueuse buccale des animaux.

III. Étude de la Feuille (Organe de synthèse)

La feuille est la partie la plus nutritive pour le bétail (protéines, vitamines).

1. Structure du Mésophylle

- **Parenchyme palissadique** : Riche en chloroplastes, situé sous la face supérieure. C'est l'usine photosynthétique.
- **Parenchyme lacuneux** : Situé vers la face inférieure, il ménage des espaces vides (méats) pour la circulation des gaz (CO_2 , O_2).



Shutterstock

2. L'appareil stomatique

Les **stomates** régulent les échanges gazeux et la transpiration.

- **Importance écologique** : La densité des stomates varie selon l'adaptation de la plante au stress hydrique (zones arides ou semi-arides).

3. Les types de nervures

- **Pennées ou palmées** chez les Dicotylédones.
- **Parallèles** chez les Monocotylédones (caractéristique majeure des graminées fourragères).

IV. Application Pratique : "L'œil du Vétérinaire"

Pour rendre ce cours interactif, ajouter une section sur la reconnaissance des structures :

1. **Identification microscopique** : Reconnaître une feuille de dicotylédone toxique mélangée à du foin de graminées.
2. **Relation Structure-Nutrition** : Expliquer pourquoi une tige "montée en graine" (très lignifiée) est moins appétente et moins nutritive qu'une jeune feuille.

.....

Morphologie macroscopique des végétaux.

Quelques critères essentiels pour l'identification des espèces sur le terrain, notamment pour distinguer les plantes fourragères des plantes toxiques.

I. Morphologie des Rameaux et Ramification

La disposition des branches (rameaux) détermine le port de la plante.

- **Ramification Monopodiale** : Le bourgeon terminal assure la croissance indéfinie de l'axe principal (ex : les conifères).

- **Ramification Sympodiale** : Le bourgeon terminal avorte ou se transforme en fleur, et la croissance est reprise par les bourgeons latéraux (ex : la majorité des feuillus).
 - **Types de bourgeons** : Terminaux (croissance en longueur) et axillaires (à l'aisselle des feuilles, donnant naissance aux branches ou aux fleurs).
-

II. La Feuille : Diversité et Disposition

La feuille est l'organe le plus polymorphe. Son étude est la base de la systématique végétale.

1. La Phyllotaxie (Disposition sur la tige)

C'est un critère d'identification rapide :

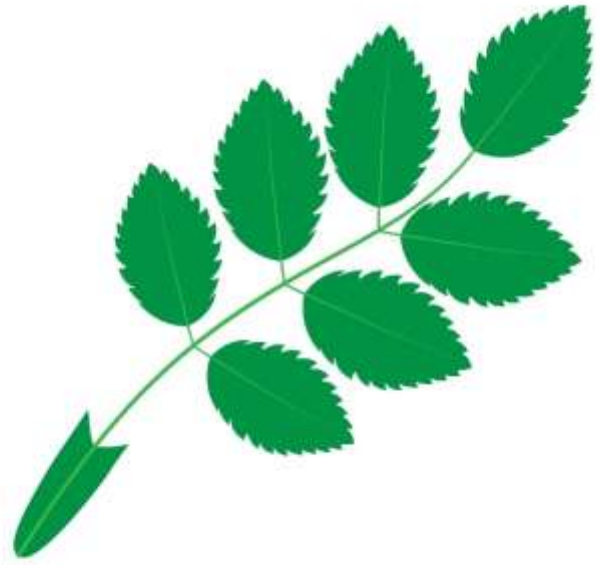
- **Alterne** : Une seule feuille par nœud (ex : Graminées).
- **Opposée** : Deux feuilles l'une en face de l'autre au même nœud (ex : Menthe).
- **Verticillée** : Plus de deux feuilles insérées en cercle au même nœud (ex : Laurier-rose — *très toxique*).

2. Forme du Limbe

- **Feuilles simples** : Le limbe est d'un seul tenant (ex : Ovale, Lancéolée, Cordiforme en forme de cœur).
- **Feuilles composées** : Le limbe est découpé en plusieurs folioles.
 - *Pennée* : Folioles disposées comme les barbes d'une plume (ex : Vesce).
 - *Palmée* : Folioles partant d'un même point (ex : Trèfle).



Simple leaf



Compound leaf

Shutterstock

3. La Marge (Bord de la feuille)

Elle peut être **entière** (lisse), **dentelée**, **lobée** (ex : Chêne) ou **épineuse** (ex : Chardon).

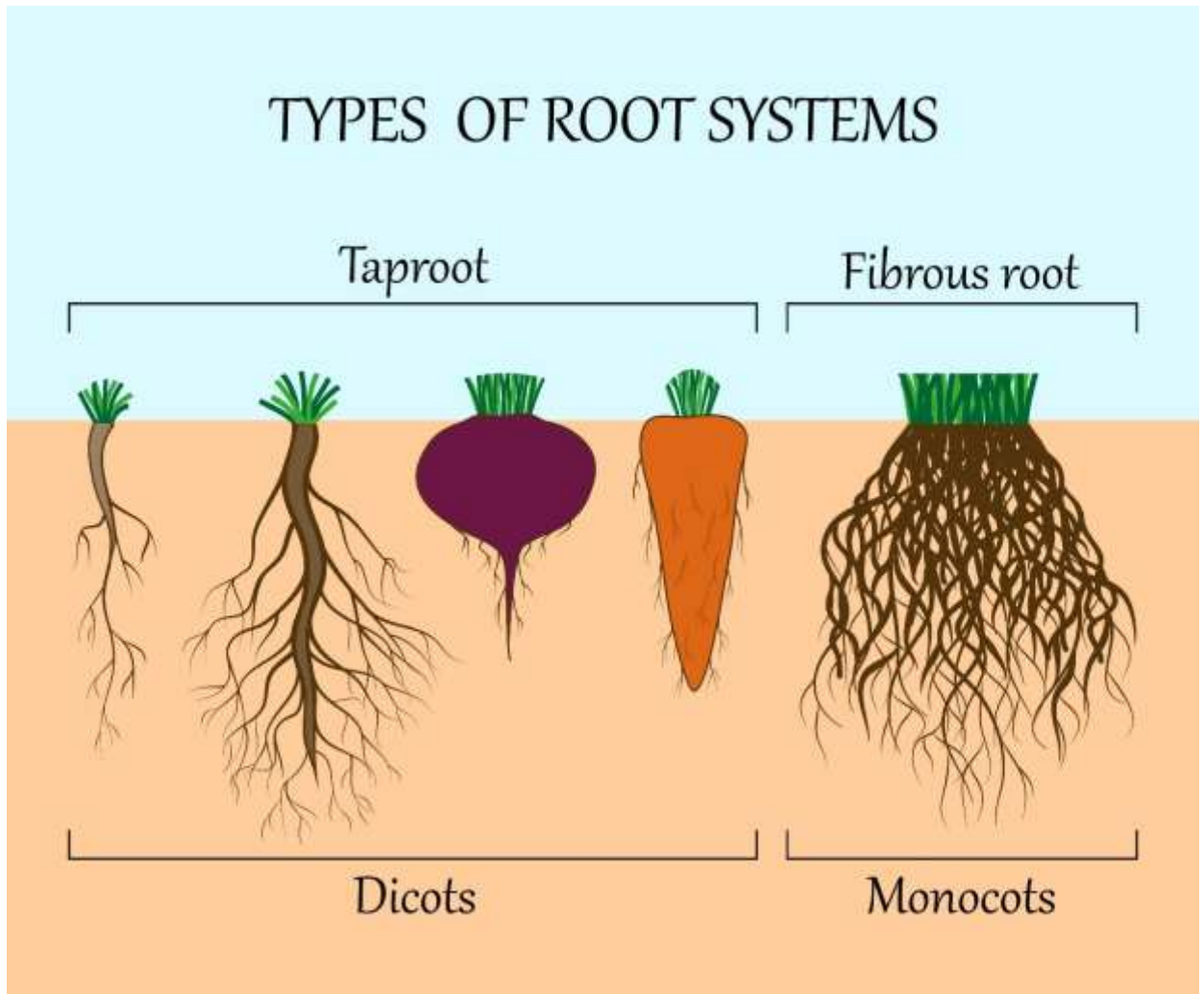
III. Les Systèmes Racinaires et Organes Souterrains

Le système racinaire est crucial pour comprendre la résistance des plantes au pâturage et à la sécheresse.

1. Les différents types de racines

- **Racine Pivotante (en pivot)** : Une racine principale verticale qui s'enfonce profondément avec des racines secondaires plus fines (ex : Luzerne, Carotte). Très résistante à la sécheresse.
- **Racines Fasciculées (en touffe)** : Un faisceau de racines d'égale importance partant de la base de la tige (ex : Blé, Orge, herbes de prairie). Elles stabilisent bien le sol.

- **Racines Adventives** : Racines qui apparaissent sur d'autres organes que la racine (sur les tiges ou les feuilles).



Shutterstock

2. Les Tiges Souterraines (Souvent confondues avec des racines)

Pour le vétérinaire, ces organes sont des réserves nutritives concentrées :

- **Rhizome** : Tige souterraine horizontale (ex : Chiendent). Permet une multiplication végétative rapide, rendant la plante difficile à éradiquer.
 - **Tubercule** : Renflement d'une tige souterraine chargé de réserves (ex : Pomme de terre).
 - **Bulbe** : Bourgeon souterrain entouré de feuilles charnues (écailles) stockant les réserves (ex : Oignon, **Asphodèle**).
-

IV. Intérêt Pédagogique pour les Vétérinaires

il est pertinent d'insister sur les points suivants :

1. **Appétence et Morphologie** : Les plantes à feuilles épineuses ou à tiges très lignifiées sont délaissées par le bétail (refus), ce qui modifie la composition floristique des parcours sur-pâturés.
2. **Toxicité** : Apprendre à reconnaître la phyllotaxie verticillée du **Laurier-rose** ou la forme des feuilles de la **Férule** peut sauver un troupeau.
3. **Résistance au piétinement** : Les plantes à racines fasciculées (graminées) résistent mieux au piétinement des animaux que les plantes à racines pivotantes plus fragiles au niveau du collet.

Ce tableau permettra aux étudiants de distinguer rapidement les deux grandes classes d'Angiospermes sur le terrain ou au laboratoire.

Tableau Comparatif : Monocotylédones vs Dicotylédones

Caractère	Monocotylédones (ex: Poacées/Graminées)	Dicotylédones (ex: Fabacées/Légumineuses)
Graine	1 seul cotylédon (réserve)	2 cotylédons
Racines	Fasciculées (en touffe), homorhizies.	Pivotantes (pivot central), allorhizies.
Tige (Anatomie)	Faisceaux conducteurs nombreux et dispersés sur plusieurs cercles.	Faisceaux conducteurs disposés en un seul cercle (eustèle).
Feuilles (Nervures)	Parallélinerves (nervures parallèles).	Pennées ou palmées (nervures réticulées).
Feuilles (Attache)	Souvent sessiles avec une gaine embrassante.	Souvent munies d'un pétiole.
Fleurs	Type 3 (3 sépales, 3 pétales ou multiples de 3).	Type 4 ou 5 (multiples de 4 ou 5).

Croissance	Généralement pas de croissance secondaire (pas de bois).	Croissance secondaire possible (bois et liber) via le cambium.
------------	--	--

1. Intérêt pour la Nutrition Animale

- **Les Monocotylédones (Poacées)** : Constituent la base énergétique des prairies (ray Grass, maïs, orge, avoine). Leur structure riche en silice et leur système de croissance par la base (méristèmes intercalaires) leur permet de bien résister à la défoliation par les herbivores.
- **Les Dicotylédones (Fabacées comme la Luzerne, le trèfle)** : Sont recherchées pour leur richesse en protéines (azote) et en calcium. Leurs racines pivotantes leur permettent de puiser l'eau en profondeur, restant vertes quand les graminées jaunissent en été.

2. Intérêt en Pathologie et Toxicologie

- **Reconnaissance rapide** : Sur une intoxication suspectée, l'examen des restes de plantes dans le rumen permet souvent de trancher. Si les fragments présentent des nervures parallèles, on cherchera du côté des Monocotylédones (ex: l'oignon sauvage ou certains iris toxiques).
- **Appareil végétatif** : Les tiges creuses (chaumes) sont typiques des graminées, tandis que les tiges pleines et ramifiées sont plus courantes chez les dicotylédones.

Suggestions pour vos Travaux Pratiques (TP)

Pour illustrer ce tableau, vous pourriez organiser un exercice de reconnaissance macroscopique :

1. **Matériel** : Un plant de blé ou de maïs (Monocot) et un plant de fève ou de trèfle (Dicot).
2. **Consigne** : Faire schématiser le système racinaire et l'insertion des feuilles.
3. **Observation** : Réaliser une coupe transversale de tige et colorer au carmin-vert pour visualiser la disposition des faisceaux.

Fiche de Travaux Pratiques : Histologie et Morphologie Végétale

Public : 2ème année Vétérinaire

Objectif : Maîtriser la coupe fine et la coloration pour identifier les structures de soutien et de conduction.

I. Matériel et Échantillons

- **Végétaux :** Tiges et feuilles de Poacées (ex: Blé, Maïs) et de Fabacées (ex: Luzerne, Fève).
 - **Matériel de coupe :** Lames de rasoir neuves (ou microtome manuel), moëlle de sureau (pour maintenir les échantillons fins).
 - **Réactifs (Coloration de Mirande) :**
 1. **Eau de Javel** (Hypochlorite de sodium) : pour vider les cellules de leur contenu.
 2. **Acide acétique dilué** (à 10%) : pour neutraliser la Javel.
 3. **Carmino-vert de Mirande** (mélange de carmin aluné et de vert d'iode).
-

II. Protocole de Coloration (Double Coloration)

Le but est de différencier les parois cellulosiques (roses) des parois lignifiées (vertes).

1. **Réalisation des coupes :** Effectuer des coupes transversales les plus fines possibles (presque transparentes).
2. **Vidage (15-20 min) :** Placer les coupes dans l'eau de Javel. Elles doivent devenir blanches/transparentes.
3. **Rinçage 1 :** Passer les coupes dans l'eau distillée.
4. **Neutralisation (1 min) :** Tremper dans l'acide acétique (CH_3COOH) pour fixer les colorants.
5. **Coloration (3-5 min) :** Immerger les coupes dans le Carmino-vert de Mirande.
6. **Rinçage final :** Laver à l'eau distillée jusqu'à ce que l'eau ne soit plus colorée.

7. **Montage** : Placer entre lame et lamelle avec une goutte d'eau ou de glycérine.
-

III. Observation Microscopique et Interprétation

1. Code couleur à retenir

- **Rose / Rouge** : Cellules à paroi cellulosique (Parenchyme, Phloème, Collenchyme). Tissus tendres, digestibles.
- **Vert / Bleu** : Cellules à paroi lignifiée (Xylème, Sclérenchyme). Tissus durs, peu digestibles, riches en fibres brutes.

2. Critères de diagnose (Monocots vs Dicots)

Demandez aux étudiants de dessiner une portion de la coupe et d'identifier :

- **La disposition des faisceaux** : Sont-ils sur un seul cercle (Dicot) ou dispersés (Monocot) ?
 - **Le rapport Xylème/Phloème** : Le xylème est généralement interne par rapport au phloème.
-

IV. Application Vétérinaire (Le "Pourquoi ?")

- **Analyse du contenu ruminal** : Expliquez aux étudiants que la lignine (en vert) résiste à la digestion rapide. Un fourrage trop "vert" au microscope (trop lignifié) signifie une baisse de la valeur énergétique pour l'animal.
 - **Identification des toxiques** : La présence de certains types de poils (trichomes) ou de cristaux d'oxalate de calcium (visibles en lumière polarisée) peut révéler une plante toxique ingérée.
-

V. Exercice pour l'étudiant

Structure observée	Couleur après coloration	Fonction principale
Épiderme	Rose clair	Protection
Xylème	Vert intense	Conduction sève brute
Sclérenchyme	Vert	Soutien (rigidité)

Parenchyme	Rose	Réserve / Photosynthèse
-------------------	------	-------------------------

Consigne : "Observez la tige de Luzerne. Pourquoi le sclérenchyme est-il plus abondant à la base de la tige qu'au sommet ?"

Examen des stomates à la surface des feuilles ?

.....

L'étude des **stomates** est une étape clé pour comprendre comment les plantes respirent et régulent leur eau, surtout dans des contextes climatiques comme celui de la wilaya de Médéa, où le stress hydrique est un facteur important pour la qualité des parcours.

Voici un complément méthodologique et théorique à insérer dans votre fiche de TP.

V. Étude de l'Appareil Stomatique

Les **stomates** sont des structures épidermiques régulant les échanges gazeux (CO₂, O₂ et la transpiration H₂O).

1. Structure d'un Stomate

Un stomate est composé de :

- **Deux cellules de garde (cellules stomatiques) :** Cellules chlorophylliennes réniformes qui délimitent l'ouverture.
- **L'ostiole :** Pore central dont l'ouverture varie selon la turgescence des cellules de garde.
- **Cellules compagnes (ou annexes) :** Cellules épidermiques entourant les cellules de garde.
- **Chambre sous-stomatique :** Espace vide situé sous l'ostiole dans le parenchyme lacuneux.

2. Typologie et Disposition

- **Plantes Hypostomatiques :** Stomates uniquement sur la face inférieure (cas fréquent chez les arbres et les Dicotylédones). Cela limite la perte d'eau par évaporation directe au soleil.

- **Plantes Amphistomatiques** : Stomates sur les deux faces (cas fréquent chez les Poacées/Graminées).
 - **Morphologie** : * Chez les **Dicotylédones**, les stomates sont souvent dispersés de façon aléatoire.
 - Chez les **Monocotylédones** (Graminées), ils sont généralement alignés parallèlement aux nervures.
-

VI. Protocole Pratique : Observation des Stomates

Il existe deux méthodes simples pour les étudiants :

Méthode A : Le Pelage Direct

1. Prendre une feuille fraîche (exemple : Iris ou Poireau, faciles à peler).
2. Casser la feuille délicatement et tirer avec une pince fine pour détacher une fine pellicule d'épiderme transparent.
3. Monter dans une goutte d'eau entre lame et lamelle.

Méthode B : L'Empreinte au Vernis (Idéal pour les feuilles difficiles à peler)

1. Appliquer une couche de **vernis à ongles transparent** sur une petite zone de la face inférieure de la feuille.
 2. Laisser sécher 5 à 10 minutes.
 3. Décoller délicatement le film de vernis sec avec du ruban adhésif transparent (Sctoch).
 4. Coller le ruban sur une lame de verre pour observation. Cette "moulure" permet de voir l'empreinte exacte des ostioles et des cellules de garde.
-

VII. Intérêt Vétérinaire et Écologique

- **Adaptation au milieu (Xérophytisme)** : En zone semi-aride, certaines plantes (comme l'Alfa ou certaines graminées de steppe) cachent leurs stomates au fond de cryptes ou de replis de la feuille pour réduire la

transpiration. Expliquez aux étudiants que ces plantes "dures" sont souvent moins appétentes et plus riches en silice.

- **Index Stomatique** : Le nombre de stomates par mm² est un caractère génétique stable. En expertise médico-légale vétérinaire, cela permet d'identifier formellement une plante toxique broyée ou séchée (foin) en observant simplement un fragment d'épiderme au microscope.

Conclusion du module

À la fin de ce cours/TP, l'étudiant doit être capable de :

1. Distinguer un tissu digestible (parenchyme) d'un tissu de soutien (sclérenchyme).
2. Identifier une plante comme Monocotylédone ou Dicotylédone par ses caractères morpho-histologiques.
3. Expliquer le lien entre la structure de la plante et sa valeur nutritionnelle pour l'animal.

.....

grille d'évaluation (QCM ou questions de réflexion) pour valider les acquis des étudiants sur ce module ?

Je vous propose des **questions d'identification visuelle** pour la partie histologique et des **questions de réflexion** pour le lien avec la nutrition. Voici une proposition de **grille d'évaluation**

1. Distinction Parenchyme vs Sclérenchyme (Observation)

- **QCM** : "Sous le microscope, vous observez un tissu aux parois uniformément épaissies et lignifiées, sans méats. S'agit-il du parenchyme ou du sclérenchyme ?"
- **Application** : Demander de schématiser la différence d'épaisseur des parois cellulaires entre ces deux tissus.

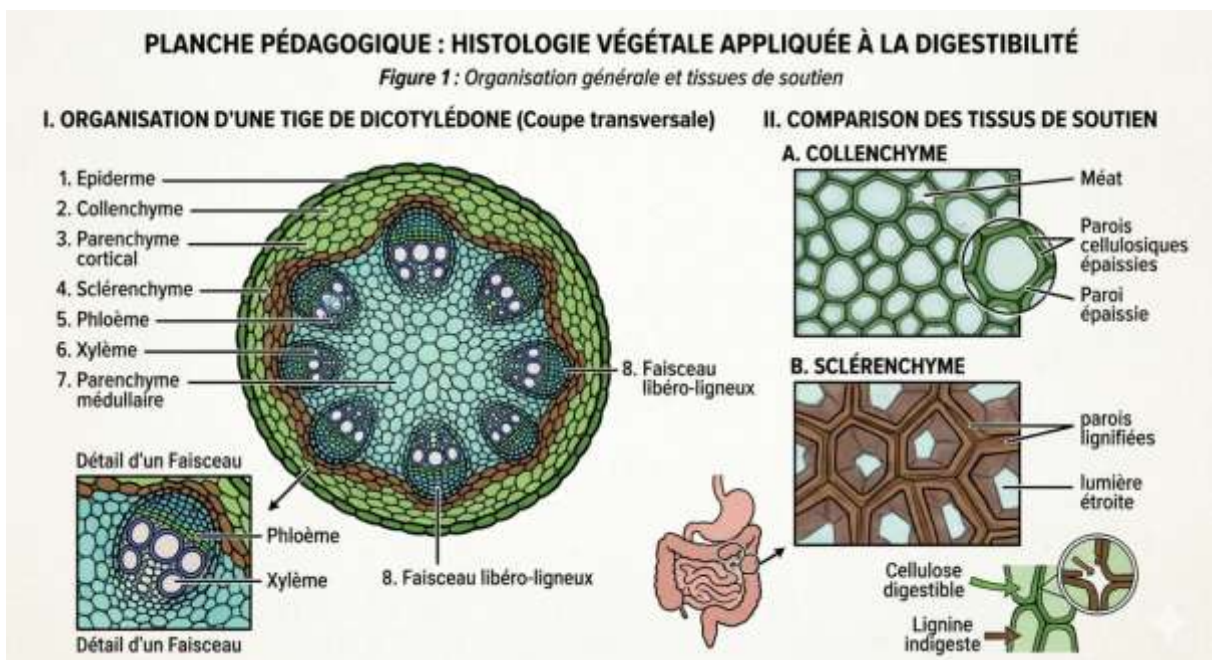
2. Identification Mono vs Dicotylédones (Morpho-histologie)

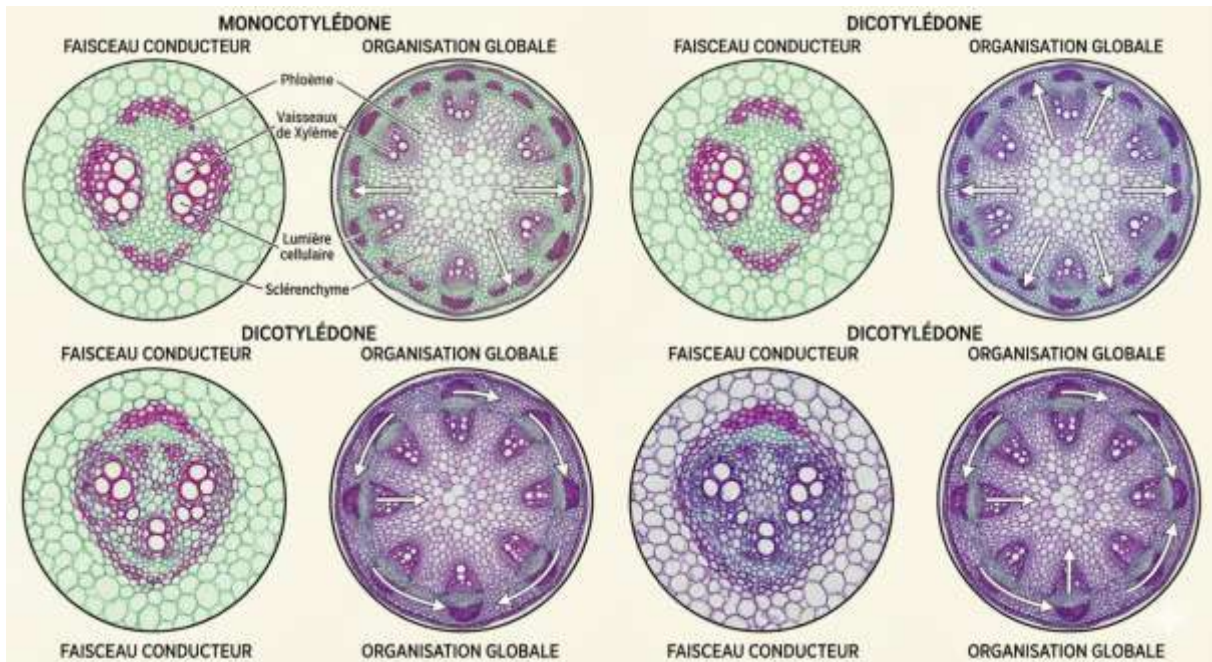
- **QCM** : "Une coupe de tige présente des faisceaux libéro-ligneux disposés sur plusieurs cercles concentriques (atactostèle). À quel groupe appartient cette plante ?"
- **Observation** : Identifier le type de nervation (parallèle ou réticulée) sur un échantillon donné.

3. Structure et Valeur Nutritionnelle (Réflexion)

- **Question ouverte** : "Pourquoi une plante riche en sclérenchyme est-elle généralement moins digestible pour un ruminant ?" (Attendu : lien entre lignification et accessibilité de la cellulose).
- **Analyse de cas** : "Comparez la valeur nutritionnelle d'une jeune herbe (riche en parenchyme) par rapport à une paille mature (riche en tissus de soutien). Justifiez par l'histologie."

Voici une structure de **support visuel** prête à être imprimée ou projetée. Elle se compose de trois figures clés correspondant aux objectifs pédagogiques.





Fiche de Révision : Histologie & Digestibilité

1. Les Tissus de Soutien : Soutenir ou Nourrir ?

Il existe deux types de "squelettes" chez la plante, avec des impacts opposés sur la digestion :

- **Le Collenchyme (Le "souple") :**
 - **Aspect :** Cellules vivantes, parois épaissies par de la **cellulose** uniquement.
 - **Valeur nutritionnelle :** Plutôt bonne. La cellulose est digestible par les micro-organismes du rumen.
- **Le Sclérenchyme (Le "dur") :**
 - **Aspect :** Cellules mortes à maturité, parois imprégnées de **lignine** (coloration rouge/brun). Lumière cellulaire très étroite.
 - **Valeur nutritionnelle :** **Très faible.** La lignine est une barrière infranchissable qui emprisonne les nutriments.

2. Le Parenchyme : Le réservoir d'énergie

C'est le tissu de remplissage (moelle, cortex).

- **Structure :** Cellules à parois fines avec des **méats** (espaces vides) pour la circulation des gaz.

- **Rôle** : Stockage des réserves (amidon, sucres).
- **Impact** : C'est la partie la plus **digestible** et la plus riche de la plante.

3. Reconnaître le groupe botanique (Coupe de tige)

Caractère	Dicotylédones	Monocotylédones
Disposition des faisceaux	Rangés sur un seul cercle	Dispersés sur plusieurs cercles
Nervation (feuille)	Réticulée (réseau)	Parallèle
Cambium	Présent (croissance en largeur)	Absent

4. Le lien avec la Nutrition Animale

- **Plante Jeune** : Riche en **parenchyme**, pauvre en sclérenchyme = Haute valeur énergétique.
- **Plante Âgée (Stade paille)** : Forte **lignification** (sclérenchyme abondant pour porter le poids des graines) = utile pour un Encombrement digestif mais faible apport nutritif.
- **Accessibilité** : Plus il y a de lignine, moins les bactéries du rumen peuvent accéder à la cellulose et au contenu des cellules.

Conseil pour l'examen : Dans un schéma, cherchez toujours l'épaisseur et la couleur de la paroi pour identifier le tissu !

lexique technique "boîte à outils" pour l'examen :

■ Lexique des Termes Techniques

- **Phloème (Libber)** : Tissu conducteur de la sève élaborée (sucres). Sur vos schémas, il est situé vers l'**extérieur** du faisceau. Il est très digestible.

- **Xylème (Bois) :** Tissu conducteur de la sève brute (eau et sels minéraux). Sur vos schémas, ce sont les gros "vaisseaux" vers l'**intérieur**. Il est fortement lignifié (donc peu digestible).
 - **Cambium :** Zone de croissance située entre le phloème et le xylème chez les **Dicotylédones**. Il permet la croissance en épaisseur.
 - **Atactostèle :** Type d'organisation où les faisceaux sont dispersés de manière irrégulière dans la tige (caractéristique des **Monocotylédones**).
1. **Lumière cellulaire :** Espace interne d'une cellule. Elle est large dans le parenchyme et très réduite dans le sclérenchyme à cause de l'épaisseur des parois.
-