جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــــة

محاضرات ليسانس L3BPV

التشكل الداخلي عند النباتات الراقية

من إعداد الأساتذة : زعمار مريم
شايب غنية
فرحاتي العيد

المحاضرة الثامنة

جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــة

المحاضرة الثامنة + (TD)

تشكل الورقة ontogenèses des feuilles

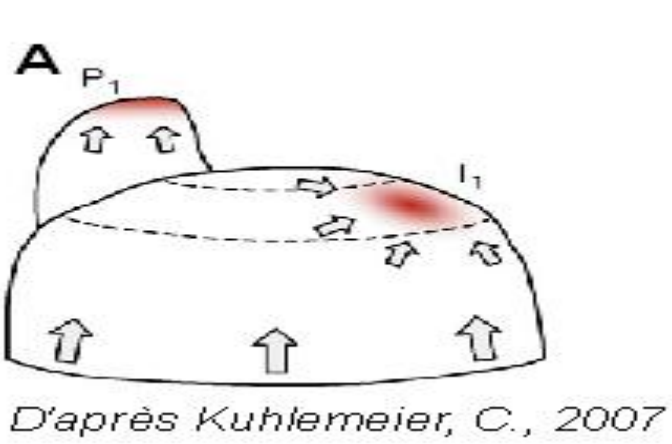
نظام فيلوتاكسيا الأوراق ; la phyllotaxie

تشكل الورقة Ontogenèses des feuilles

إن من وظيفة المرستيم الساقي تشكل الأوراق المسؤولة عن التركيب الضوئي و جميع العمليات الحيوية ويكون هذا التوضع بطريقة دورية يطلق عليه الدور الصناعي plastochrone

تتحكم في هذه العمليات جينات بالتداخل مع التأثيرات الحيوية لمنظمات النمو (الاكسين .....).

و بالتالي يكون ظهور الأوراق مبرمجا و مراقبا من طرف الجينات فالأوراق تظهر بطريقة دورية متتالية حيث كلما ابتعدنا عن القمة المرستيمية تكون الأوراق أكثر سمكا و كبيرة في حين تكون القريبة إلى القمة المرستيمية هي الفتية .



D'après Kuhlemeier, C., 2007

شكل و تركيب الورقة

كما ذكرنا سا بقا من مجموعات صغيرة من الخلايا (L1، L2 و L3) من الحلقة الأولية للمرستيم الساقي القمي يبدآ ظهور بدائيات الأوراق حيث يكون التمدد الخلوي هو المسؤول عن زيادة معدل و اتجاه هذه الانقسامات متعددة الاتجاهات المتمثلة في هرمون auxine و بروتين expansine .

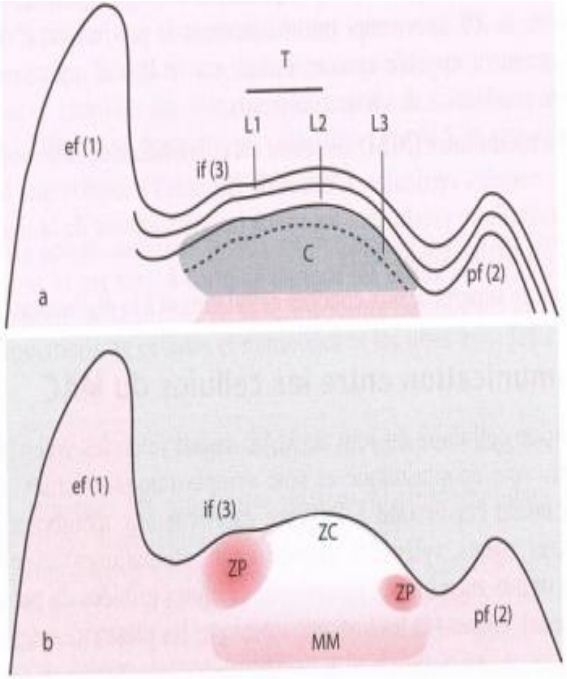
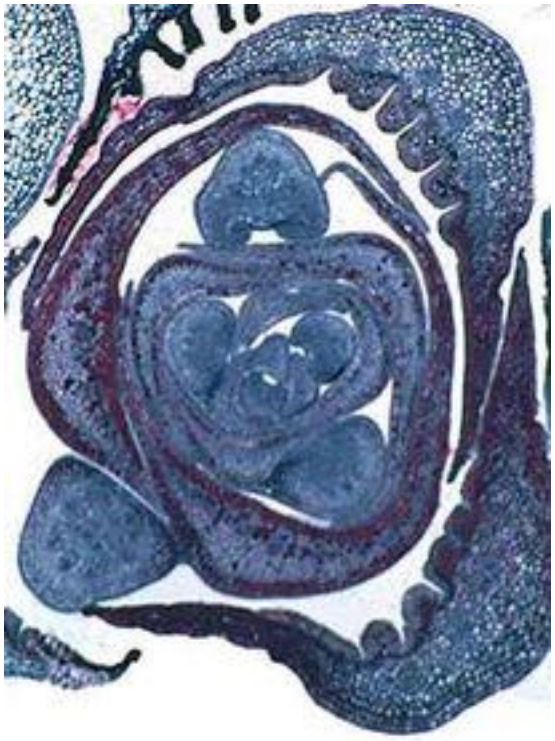


Figure 3.4 - Organisation du méristème apical caulinaire en couches et en zones cellulaires.

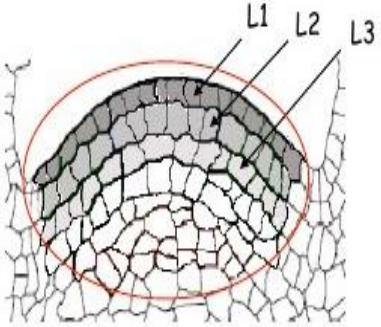
(a) Organisation du MAC en couches cellulaires. La tunica (T) est constituée ici de deux assises cellulaires (L1 et L2). Le corpus (C) sous-jacent est initié par une assise L3. **(b)** Organisation du MAC en zones cellulaires. ZC zone centrale ; ZP zone périphérique ; MM méristème médullaire. L'intensité de la couleur rouge indique l'intensité de l'activité mitotique dans ces zones.
Il s'agit d'un méristème de plante à feuilles alternes ; on observe alternativement l'initiation d'une feuille (**if**), la formation de **primordium** foliaire (**pf**) puis le développement d'ébauches foliaires (**ef**).

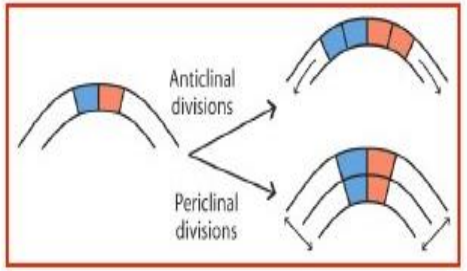


Populus deltoides terminal bud cross section with stipules [undulated inner surface] and immature leaf laminae. Curtis and Lersten. 1974. American Journal of Botany 61: 835-845.

1. Méristèmes et architecture de la plante — Organisation fonctionnelle des méristèmes

- Organisation en assises (layers)



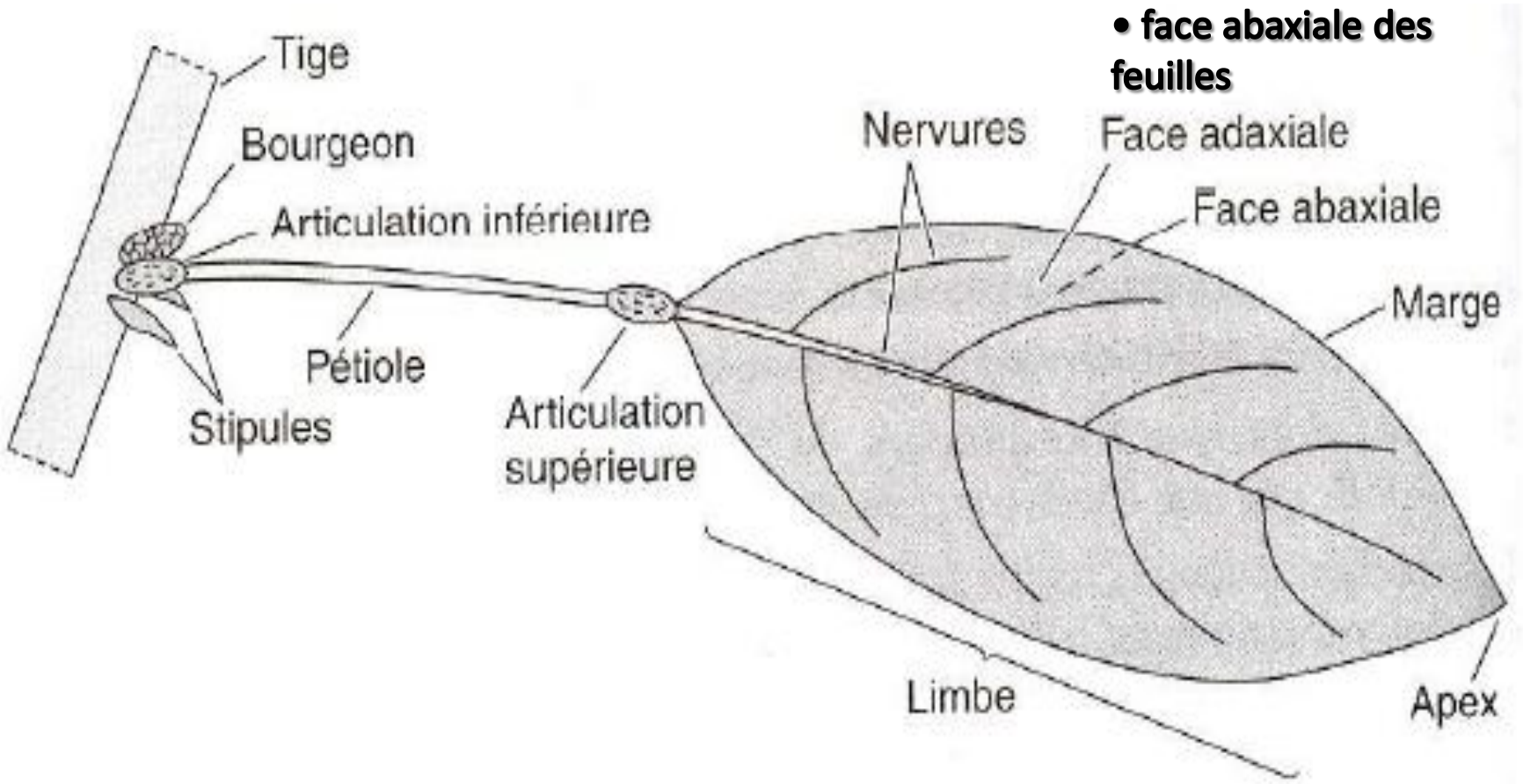


Tunica : L1 + L2
Corpus : ensemble des cellules situées sous la L2

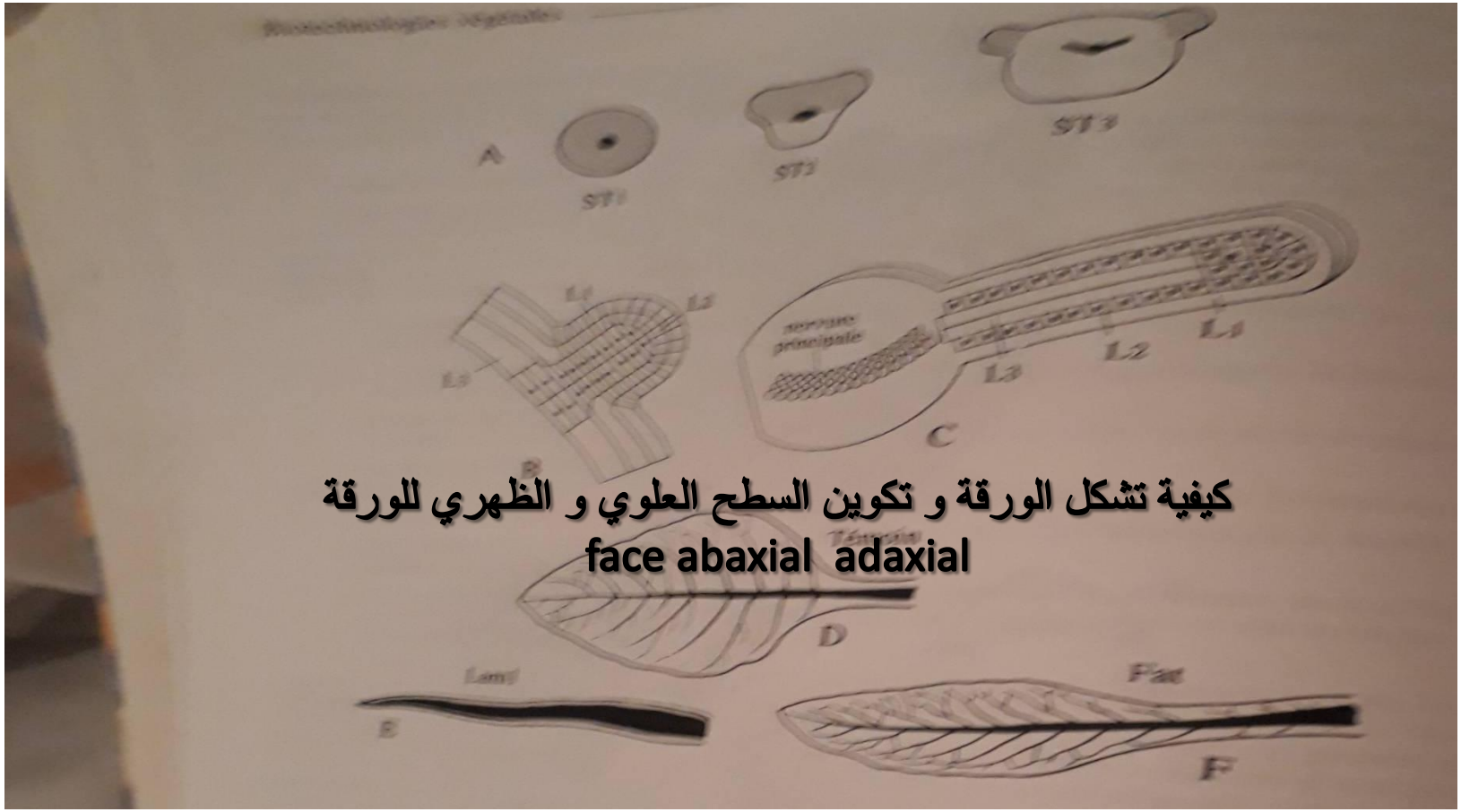
L1 : divisions anticlines
L2 : divisions anticlines sauf au moment de l'initiation d'une feuille
L3 : divisions anticlines sauf au moment de l'initiation d'une feuille

- **Asymétrie dorso-ventrale: dès P2**

التباين الظهري البطني



- **face abaxiale des feuilles**



كيفية تشكل الورقة و تكوين السطح العلوي و الظهري للورقة
face abaxial adaxial

الفرق بين الوجه الظهري و البطني للورقة حيث أن الاختلاف تتحكم فيه الجينات و كذلك الدور الفسيولوجي لكل سطح على حدا.

عدم التماثل و التناظر للسطح الظهري و البطني للورقة اثناء تكوينها حيث ان

- الوجه الظهري
  - غالبية زوائد البشرة
  - خلايا الكلوروفيلية
- الوجه البطني
  - غالبية الثغور
  - تبادل الغازات

Asymétrie dorso-ventrale

- Face adaxiale
  – la majorité des poils épidermiques
  – cellules chlorophylliennes
- Face abaxiale
  – la majorité des stomates
  – échanges gazeux

la phyllotaxie ; انظام فيلوتاكسيا الأوراق

ترتيب الأوراق (phyllotaxie)

يبدأ أصل الأوراق في منطقة الجنينية في القمة المرستيمية للساق، وبالضبط على قاعدة الحلقة الأصلية قبل أن تبلغ تمر الورقة على عدة مراحل، معروفة باسم معين:

- أصالة ورقية (initium foliaire): الذي هو المكان بالضبط أن يتم تخلق الورقة وذلك عند (introduction foliaire).
- أوالة ورقية (primordium foliaire).
- ورقية مخططة (ébauche foliaire).

تعدد الترتيبات الفيلوتاكسية:

الترتيبات الفيلوتاكسية ميزة للعائلة النباتية جنس ونوع.

الترتيب المنفرد أو متبادل (alternos, isolés) أي ورقة في كل عقدة.

•الترتيب المتقابل (les feuilles opposées).

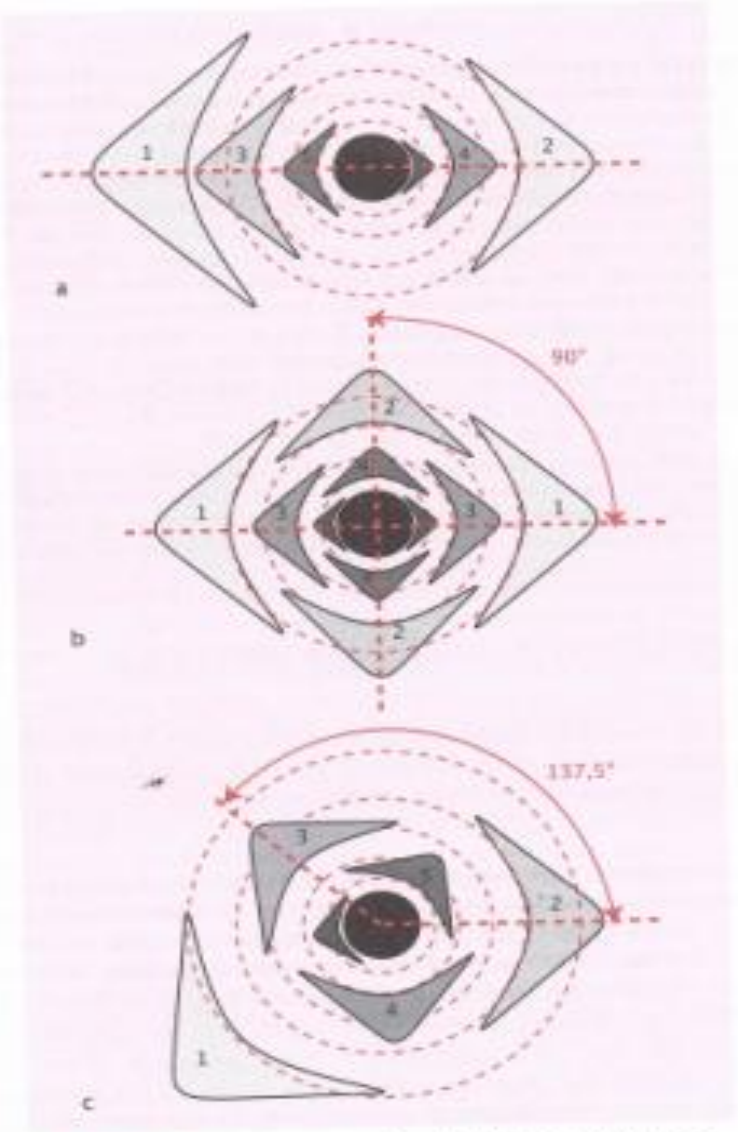
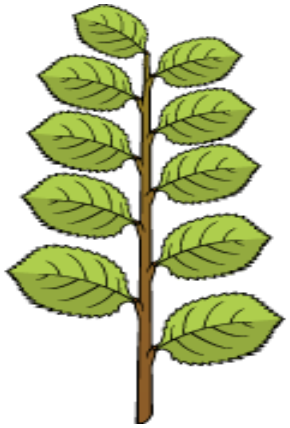


Figure 3.3 – Différents types de phyllotaxies représentées schématiquement en vue de dessus.

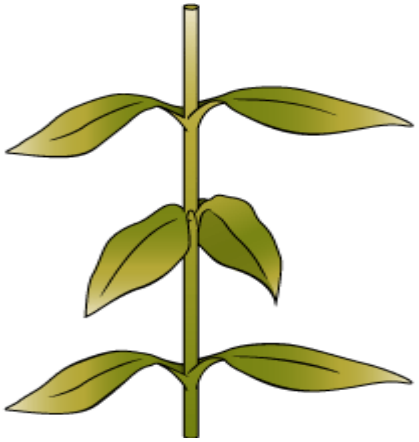
(a) Phyllotaxie alterne distique. **(b)** Phyllotaxie opposée décussée. **(c)** Phyllotaxie spiralée. Les feuilles sont numérotées de la plus ancienne (la plus claire) à la plus récente en formation (la plus foncée). Le MAC est représenté par un disque noir central.

جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــــة

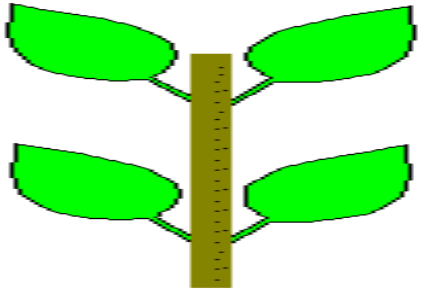
أنواع الترتيبات الفيلوتاكسية



ترتيب المتبادل
Position alternée



ترتيب المتقابل المتعامد
Position opposées décussées



ترتيب المتقابل المتقابل
Position opposées opposées

ترتيب السواري
Position verticillées.

ترتيب الأوراق لا يحدث عن طريق الصدفة لكن بقوانين .

بالنظر إلى الاختلاف في أنواع ترتيب الأوراق على السيقان طرحت نظريتين:

1 - النظرية الكلاسيكية

نظرية الحلزون المولد (spirale génératrice) كل الأوراق مرتبة حسب حلزون واحد.

حاليا هذه النظرية متروكة لعدة أسباب:

a)لا تأخذ بعين الاعتبار الواقعية الفيلوتاكسية.

b)لا تأخذ بعين الاعتبار الحالات غير العادية وكذا الحالات العادية.

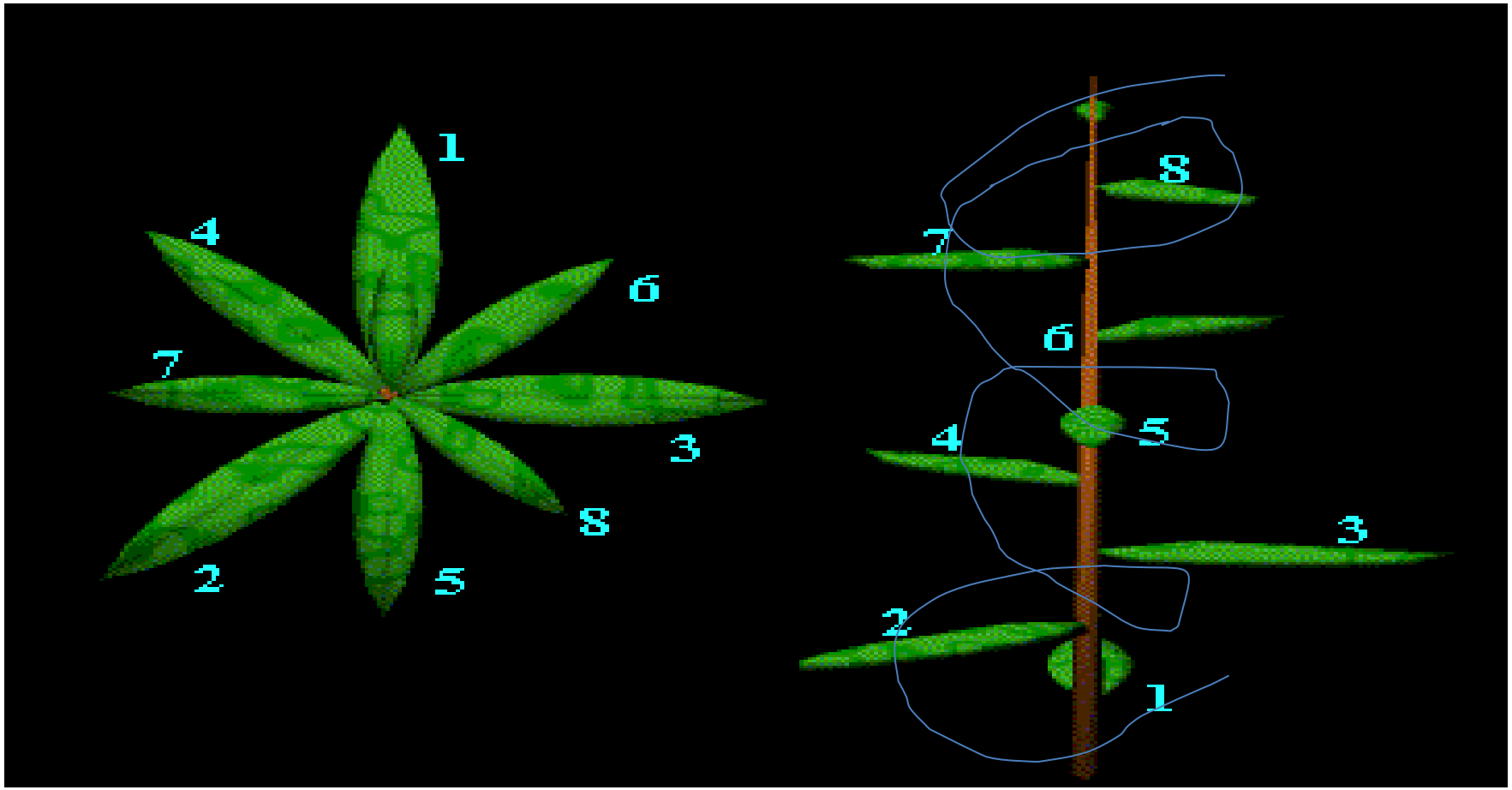
c)من المستحيل وجود حلزونة وحيدة في إدراج الأوراق ذات زاوية انحرافية أو تباعد ثابتة.

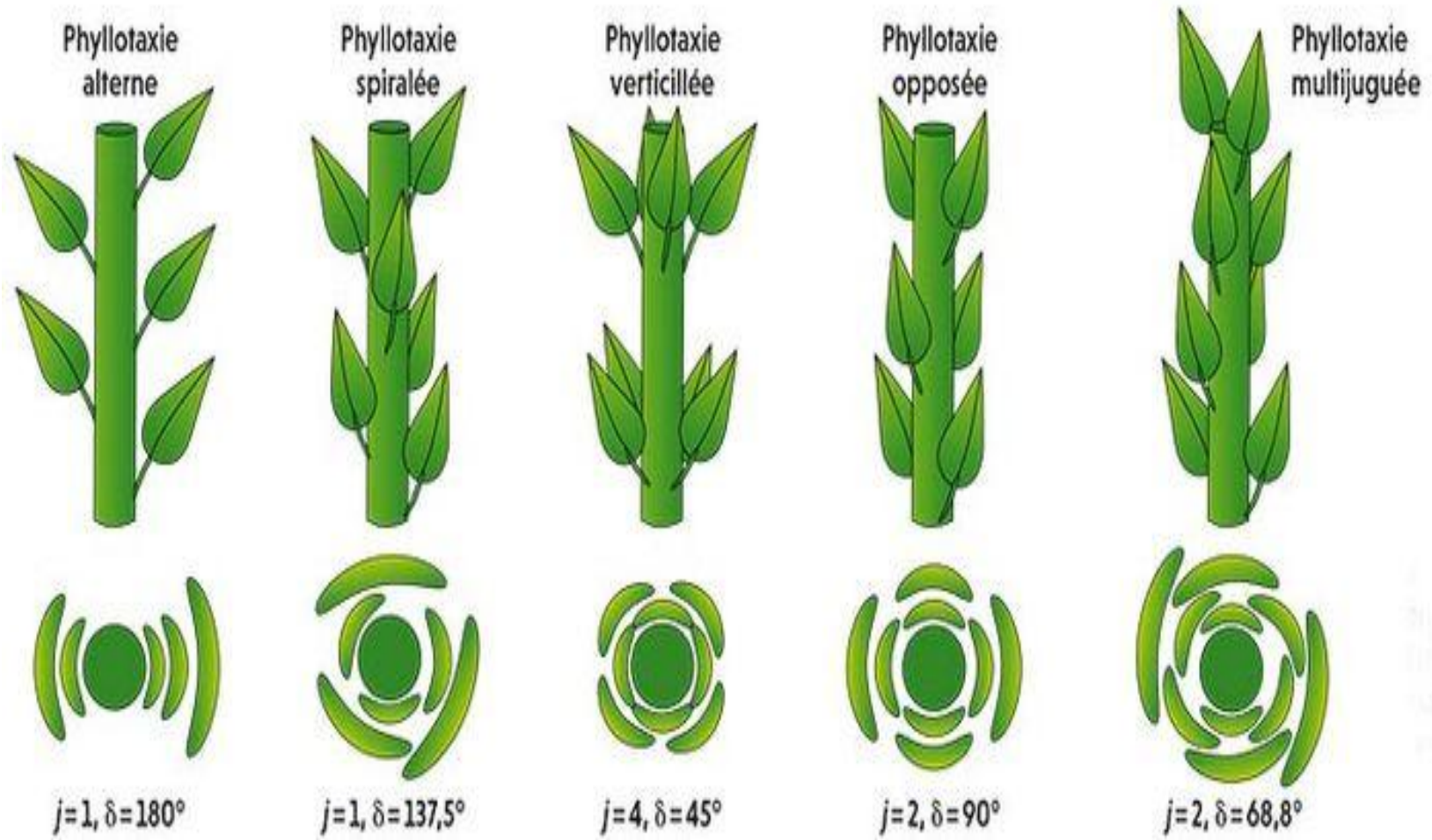
النظرية الحيدثة

•**النظرية الحيدثة** PLATEFOL تعدد الحلزونات Théorie d'hélice multiples

هذه النظرية تتعارض قطعيا لوحدانية الحلزونة المولدة، كما أثبت PLANTFOL عندما وضح نشاط المرستيم القمي الساقي، بالعكس من النظرية الأولى هذه النظرية تأخذ بعين الاعتبار الواقعية الفيلوتاكسية، وكذا كل الترتيبات الملحوظة في الطبيعة عادية كانت أو غير عادية.

زاوية الانحراف مقدرة بالطريقة التالية ابتداء ا من الورقة المختارة، نتبع اندماج أوراق حتى لقاء ورقة تطابق تماما الورقة المختارة وعدد الدورات حول الساق هو بسط الكسر (nominateur d'une fonction) وعدد الأوراق المصادفة تعتبر مقام الكسر(dénominateur d'une fonction) .


1
4
6
7
3
8
2
5
8
7
6
4
5
3
2
1


Phyllotaxie alterne
Phyllotaxie spiralée
Phyllotaxie verticillée
Phyllotaxie opposée
Phyllotaxie multijuguée
j=1, δ=180°
j=1, δ=137,5°
j=4, δ=45°
j=2, δ=90°
j=2, δ=68,8°

من خلال هذه النظريات يمكن حساب زاوية التباعد angle de divergence لكل نوع نباتي

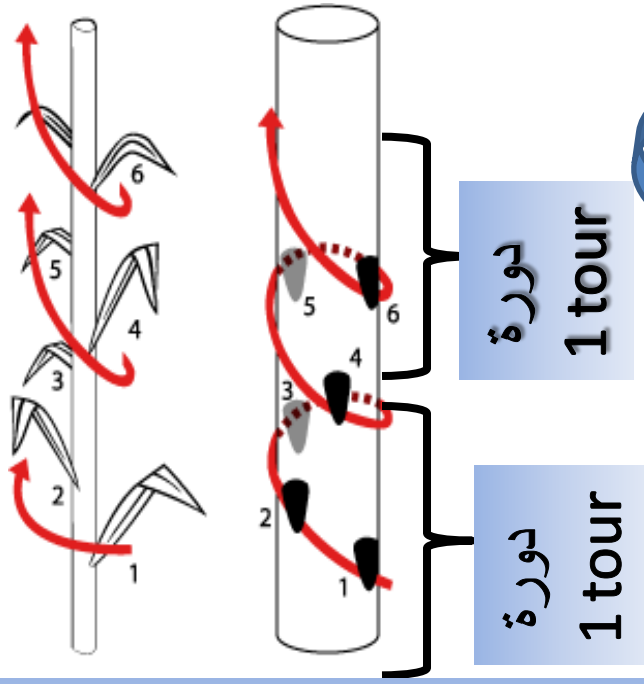
$$\text{Angle de divergence (d)} = \frac{\text{Nombre de tours d'hélice}}{\text{Le nombre de feuilles passé par l'hélice}}$$

يمكـن تقـدير زاويـة التباعـد و ذلـك بحسـاب عـدد الـدورات التـي يقطعهـا الحلـزون الـورقي علـى عـدد الأوراق التـي يمـر بهـا دون احتساب أول ورقة انطلق منها حسب هذا القانون

عدد الدورات التي يقطعها الحلزون الورقي

قيمة زاوية التباعد =

عدد الأوراق التي عبرها الحلزون الورقي خلال اقتطاعه لهذه الدورات



مثال لتقدير قيمة زاوية التباعد

D = (2 tours)/nbre des feuilles =5 feuilles

D = 2/5

D = 2 *360 °/5

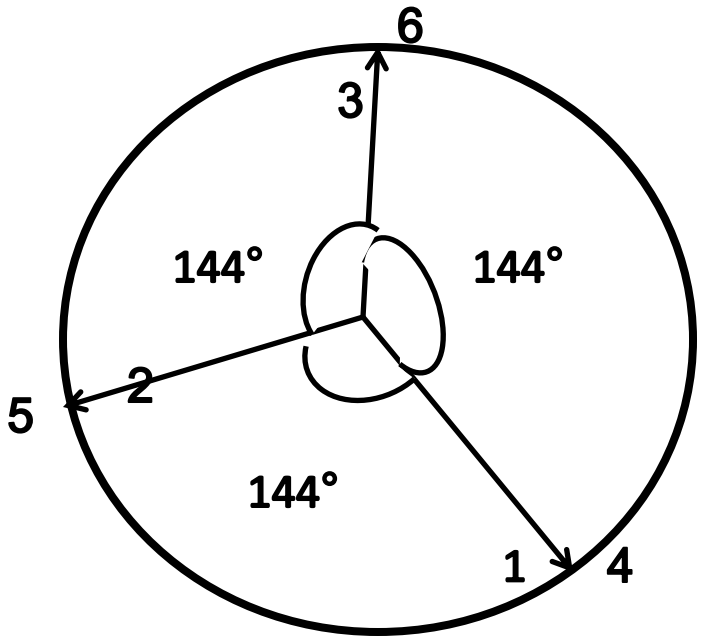
D = 144°

زاوية التباعد = 144°

لدينا نوع نباتي يقطع فيه الحلزون الورقي دورتين مارا ب6 أوراق

من خلال تقديرنا لزاوية التباعد يمكننا تمثيل هذا النوع النباتي و تمثيل طريقة أو وضع الأوراق على الساق كما يلي :

زاوية التباعد = 144°



جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــة

تطبيق TD

لديك الأنواع النباتية التالية

le peuplier الصفصاف

Mimosa الميموزا

le caroubier الخروب

l'eucalyptus الكالتوس

قدر قيمة زاوية التباعد لكل نوع نباتي

مثل بيانيا زاوية التباعد مع توضع الأوراق لكل نوع نباتي على حدى

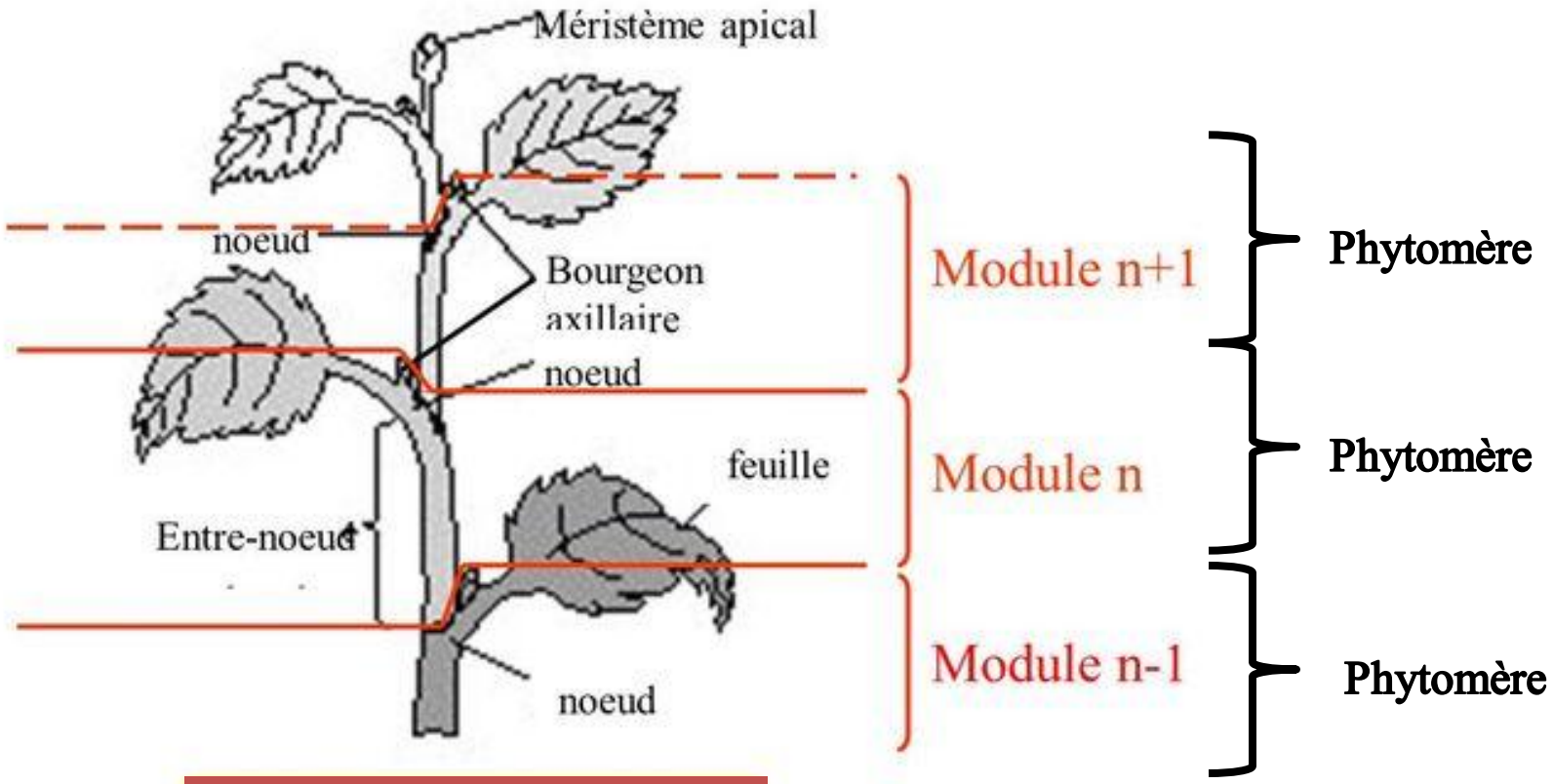
جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــة

نشاط المرستيم الساقي

إن من النشاط الرئيسي للمرستيم الساقي MAC هو تكوين الأوراق و بطريقة دورية حيث تظهر العقد كل عقدة تحمل ورقة أو اثنان أما عن المسافة بين الأوراق التي تتشكل و التي تليها فتحدث هناك استطالة خلوية Elongation cellulaire المرستيم المسؤول عن هذه الاستطالة الخلوية هو المرستيم البيني méristème intercalaire , يطلق على هذه الاستطالة بين العقدتين مصطلح السلامية entre-nœuds تشكل لنا كل من الورقتين – العقدتين و السلامية ما يسمى بالوحدة الساقية phytomère

جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــة

notion de Phytomère



organisation des phytomère

Phytomère = nœuds + Entre nœuds + Feuille + Bourgeons axillaire

جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــــة

إن هذه الوحدات الانباتية تتكرر بطريقة ريتمية مكونة الشكل المعماري للنبات

apparition rythmique d'un plusieurs fragment de tige appelé phytomère

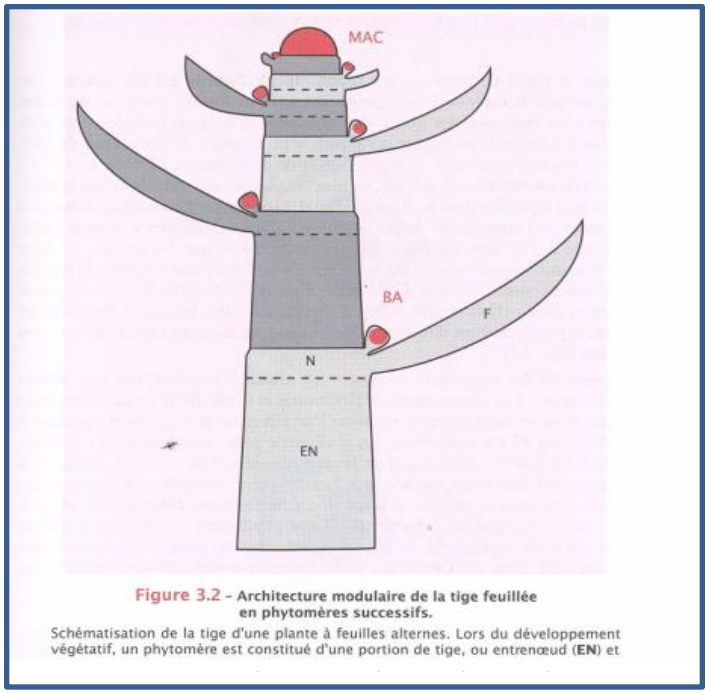
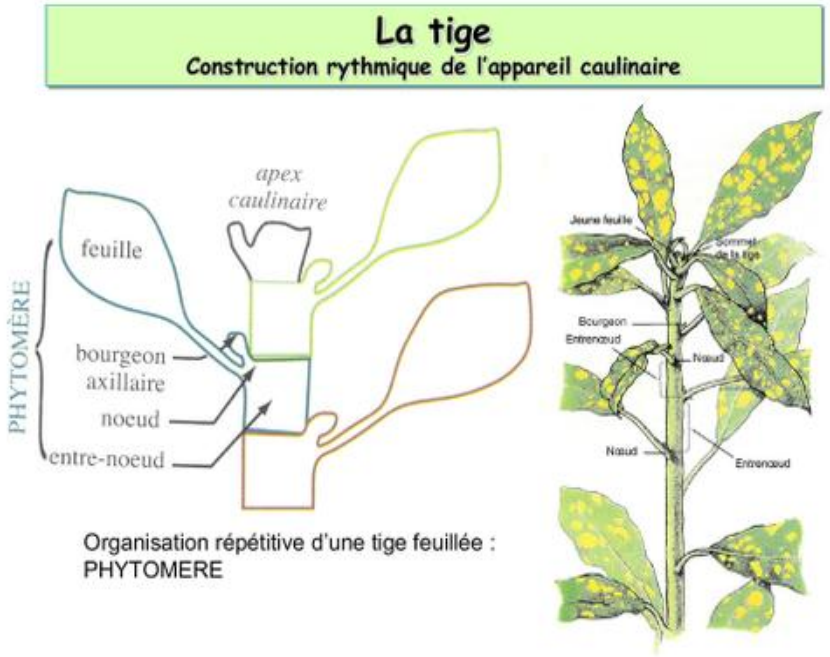
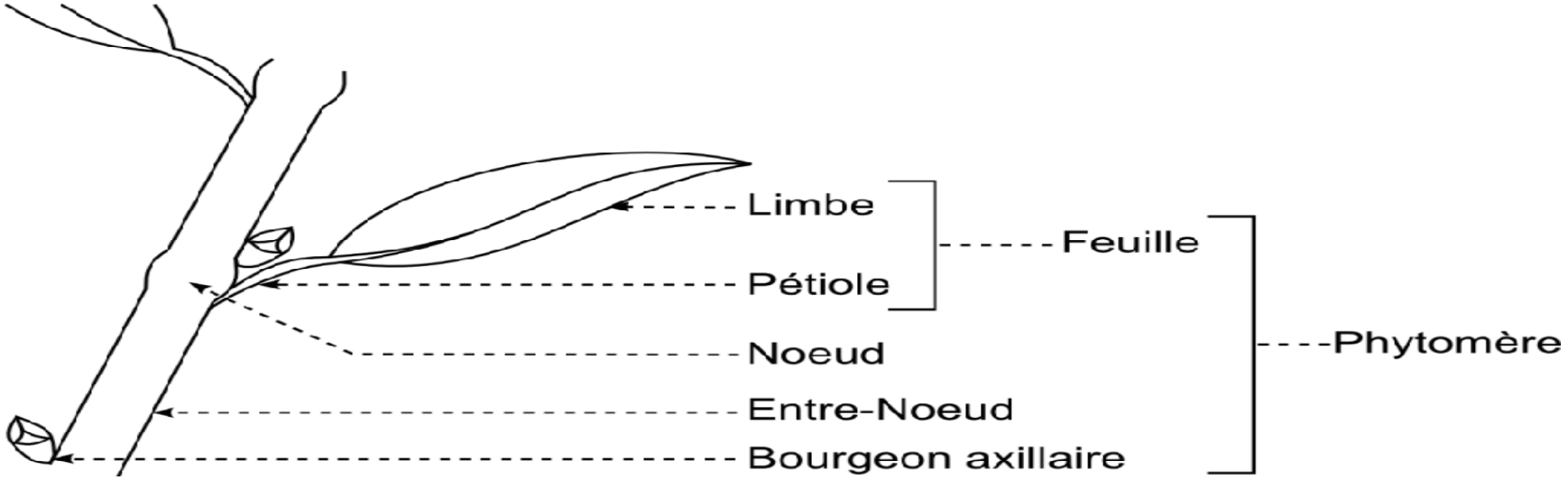


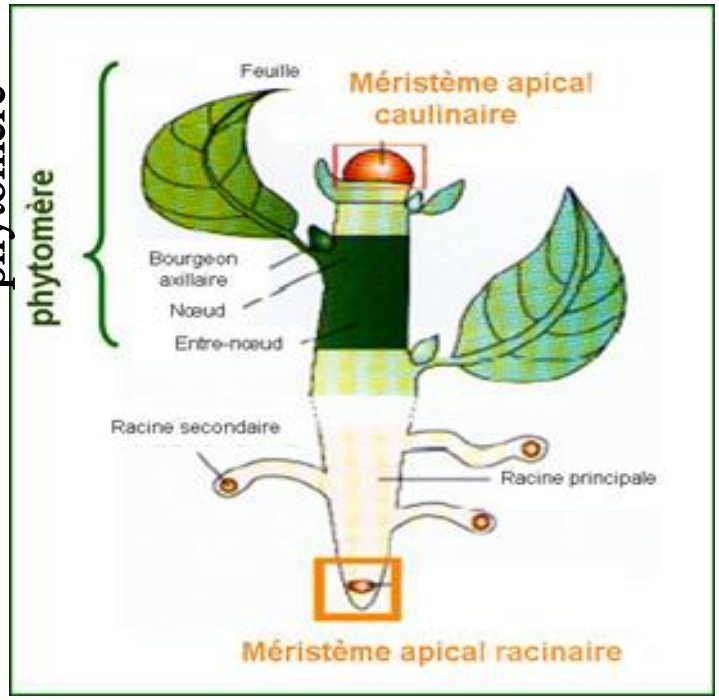
Figure 3.2 – Architecture modulaire de la tige feuillée en phytomères successifs.
Schématisation de la tige d'une plante à feuilles alternes. Lors du développement végétatif, un phytomère est constitué d'une portion de tige, ou entrenœud (EN) et

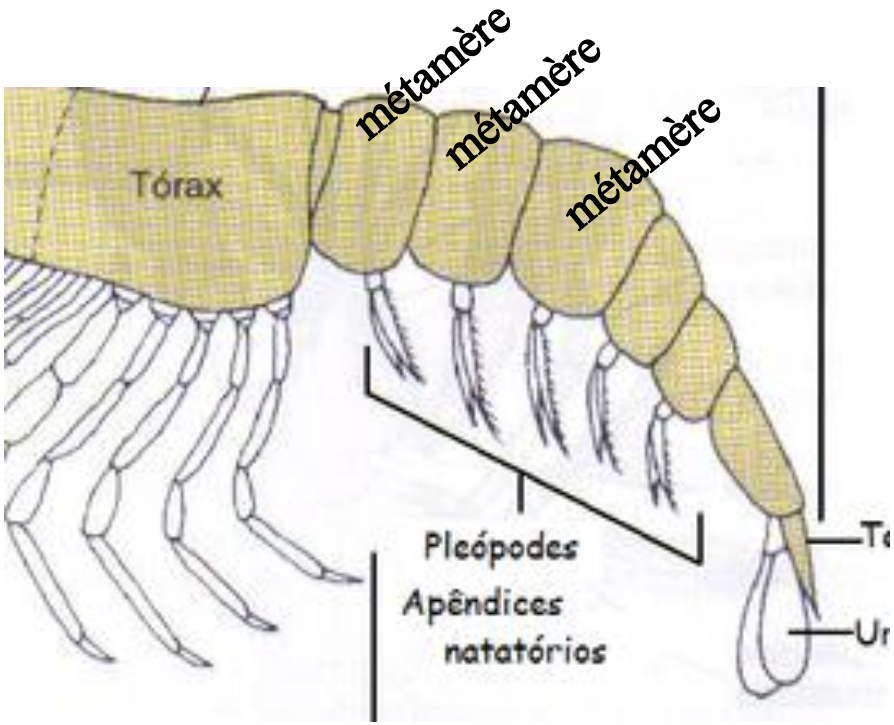


Organisation répétitive d'une tige feuillée : PHYTOMERE

إن من عجائب الكون أن هذه الوحدات المكررة والمنتظمة لا تتواجد عند النبات فقط بل لوحظت عند المملكة الحيوانية وبالضبط عند مفصليات الأرجل les arthropodes و يطلق عليها مصطلح métamère و هنا تتجلى قدرة الخالق سبحانه وتعالى



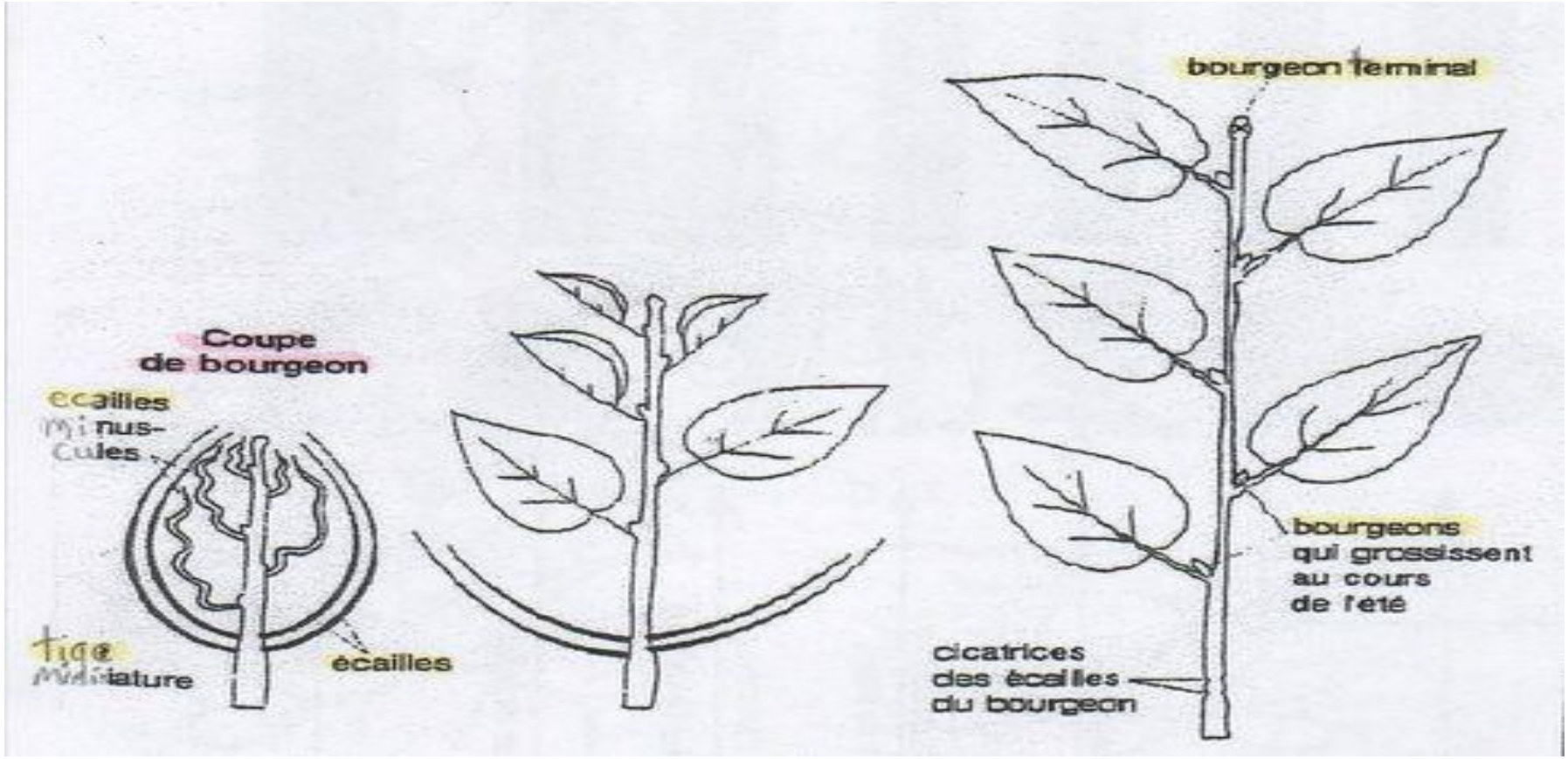




مفصليات الأرجل les arthropodes

جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــة

Ontogenèses des bourgeons	-تشكل البراعم



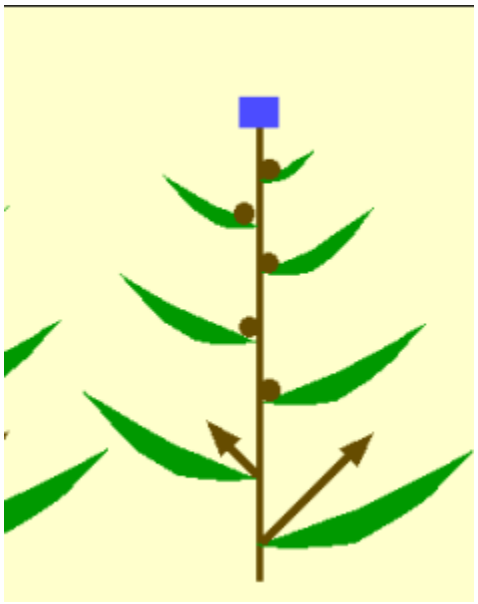
تتشكل البراعم بنفس طريقة تشكل الأوراق و لكن هناك براعم جانبية لا يمكنها أن تنمو إلا وفق ظروف والسبب الرئيسي ما يعرف بالسيادة القمية للبرعم القمي la dominance apicale الذي يثبط نمو البراعم الجانبية في وجود الاكسين.

هناك تجارب أثبتت أن البرعم ألقمي هو المسؤول عن عدم نمو البراعم الجانبية

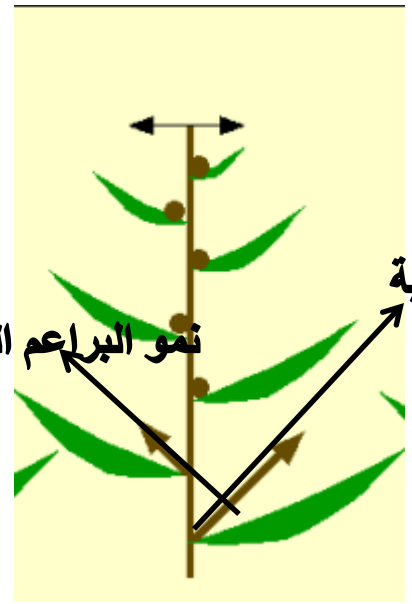
جـــامـعة الإخوة منتوري قسنطينـــــــــــــــة
كليـــــة عـــــــلوم الطبيعـــــة و الحيـــــاة
قـسم البيولـــــوجيا النباتية و عـــلم البيئـــــــــــــة

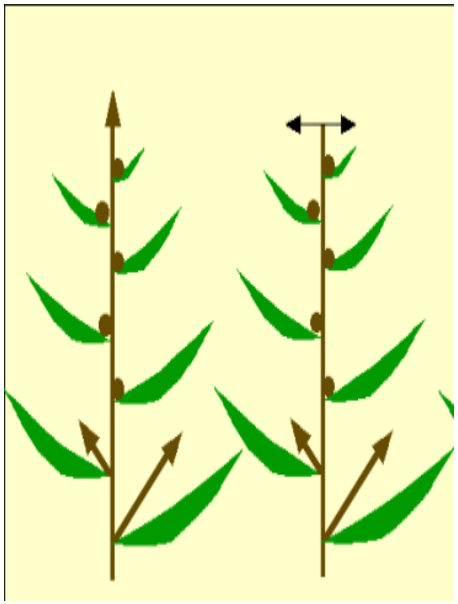
السيادة القمية للبرعم القمي la dominance apicale

❑ إ باضافة الاكسين الى القمة المرستيمية المقطوعة نلاحظ عودة سكون البراعم الجانبية



❑ بقطع القمة المرستيمية أو استئصالها نلاحظ نمو البراعم الجانبية





تشكل السيقان

يكون النمو الطولي للساق بإضافة خلايا جديدة تنتج من انقسام المرستيم الطرفي العلوي ثم عملية استطالة الخلايا والتي تحدث في منطقة أسفل منطقة المرستيم القمي وتتسبب استطالة الخلايا في الزيادة الحجمية والراجعة لزيادة الفجوات في الخلايا ثم تبدأ عملية تميز الخلايا حيث تتكون مختلف أنواع الأنسجة في الساق الناضجة. هذا وقد يحدث انقسام الخلايا في الساق عند مناطق بعيدة عن طرف الساق العلوي. فقد يتكون المرستيم البيني méristeme intercalaire

تفرع الساق

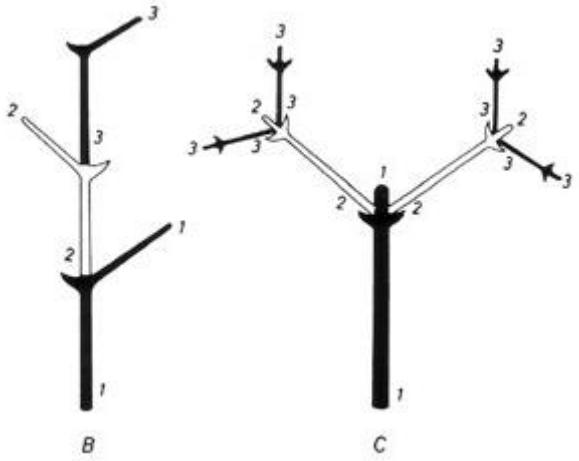
يتفرع الساق في الهواء فوق سطح الأرض ليعطي المجموع الخضري أكبر فرصة تعرضه للضوء والهواء ، وبذلك تستطيع هذه الأعضاء أن تؤدي وظائفها على أكمل وجه. وهناك نوعان رئيسيان لتفرع السيقان .

تفرع قمي: Dichotomous Branching

وفيه تنقسم القمة النامية إلى جزأين متساويين ، يعطى كل جزء فرعاً مستقلاً ، ثم تعود القمة في كل فرع من هذين الجزأين بالإنقسام مرة أخرى لتعطى قسمين جديدين وتتكرر العملية السابقة عدة مرات . وتعرف ذلك التفرع بالتفرع ثنائي القمة ، وينتشر بين النباتات الأولية كالطحالب البحرية ، ويمكن أن يكون في بعض النباتات الراقية كنبات أم اللبن أو اللبنية.

الثاني: تفرع جانبي:
وهو الأكثر شيوعاً بين النباتات الراقية ، وهو نوعين

تفرع كاذب المحور: *croissance sympodial*



تفرع صادق المحور: *croissance monopodial*

التناظر : (symétrie)

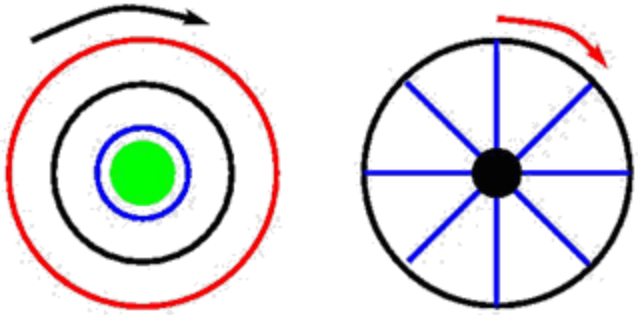
التناظر : (symétrie)

ما يميز معظم النباتات والحيوانات وجود حور للتناظر ويوجد حتى في البلورات ..... التناظر هو أفضل تعبير عن القطبية (polarité) التي تنتج في توزع النسيج والأعضاء بشكل متناظر حول محور أو عدة محاور.

اللاتناظر : (absence de symétrie)

ويعتبر نادر الوجود في الطبيعة

.



- **التناظر الشعاعي : (symétrie radiale)**

كما هو الحال في الجذور والبقايا الرئيسية حيث تتوزع النسيج والأعضاء الجانبية لعدة مستويات أو محاور. يوجد عموما في النباتات الرئيسية (طحالب، فطريات) وكذا النباتات الراقية.

- **التناظر الثنائي الجانبي:** يتصف بوجود مستويين فقط للتناظر يكونان متعامدين مثل الصباريات.
- **التناظر الجانبي الظهري البطني:** يتميز بوجود سقوط واحد يقسم العظم إلى قسمين متماثلين أيمن وأيسر ، الا أن .الوجه الظهري لا يماثل الوجه البطني

القطبية : polarité

القطبية: polarité

تبدأ مبكرا في الانقسامات الخلوية الأولية للزيقوط تتمثل في الاختلاف في توزيع العضيات الخلوية (فجوة – نواة ....)على مستوى الخلية وتوجيهها داخل الخلية يؤدي هذا التوزيع غير المتساوي لعضيات الخلية إلى ظهور مناطق مستقطبة كهربائيا (polarité) الذي يتميز إلى قطبين ذا ميزات مختلفة، لذلك أن للنبات مركز قطبية ولهذه القطبية نتائجها المرفولوجية.

في النبتة في الجنين polarité apico-basal في الأنسجة توجد القطبية، لكن يمكن حدوث تغيير القطبية وهذا في ظروف اصطناعية.