

Séance 4

SV-G La reproduction des embryophytes et des animaux

SV-G-2 La multiplication végétative chez les Angiospermes



RS : méiose - (fécondation)

MV = RA : cellules somatiques



2.1. Deux modalités de multiplication végétatives : avec ou sans organes spécialisés.

Marcottage : pas d'organes spécialisés

Exemple Elodée du Canada

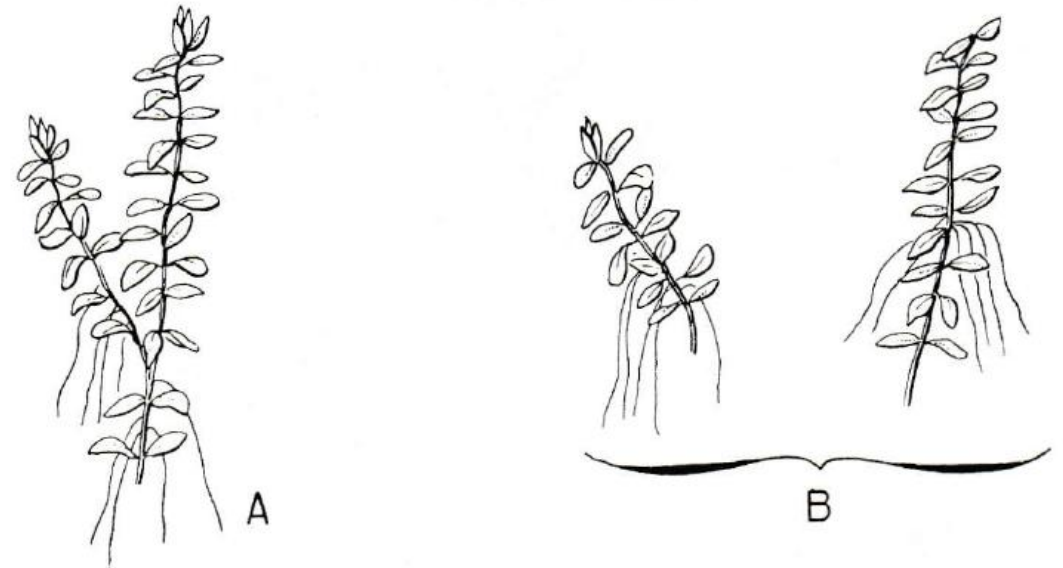


FIG. 318. — Multiplication végétative chez l'Elodée.

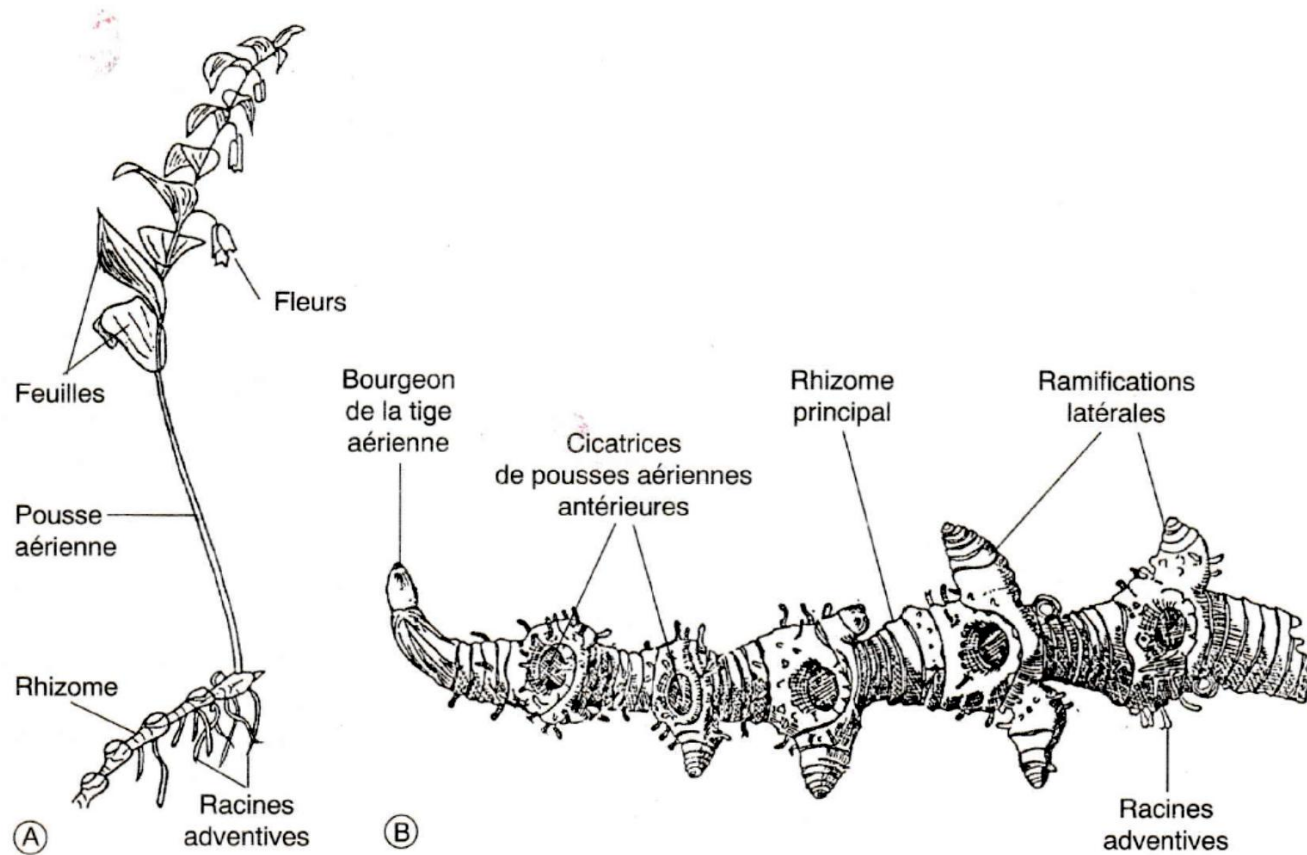
Fréquent chez les plantes à rhizome : exemple l'iris (Liliacées)

D'abord racines adventives **puis** séparation



Autre exemple : saut de Salomon

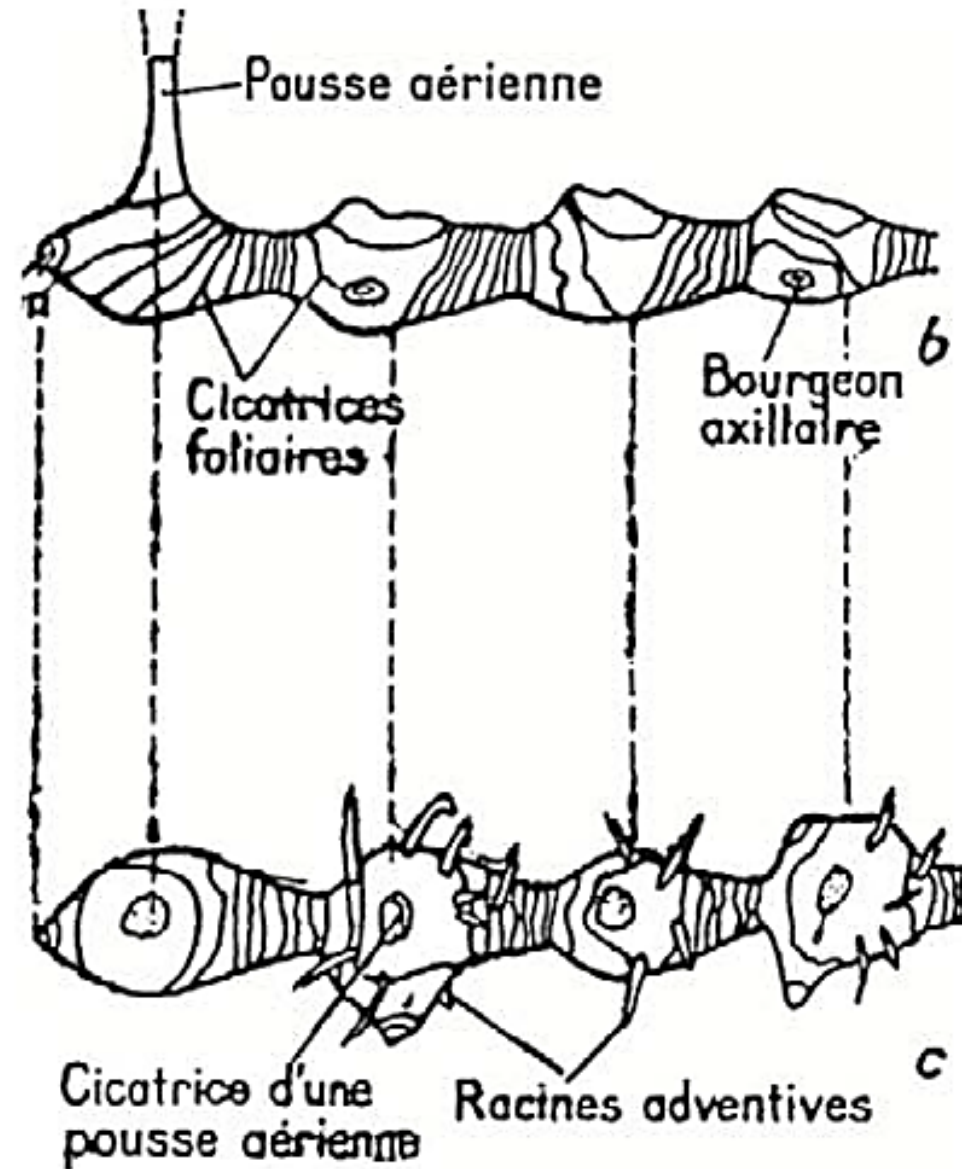
Polygonatum multiflorum (Ruscacées)



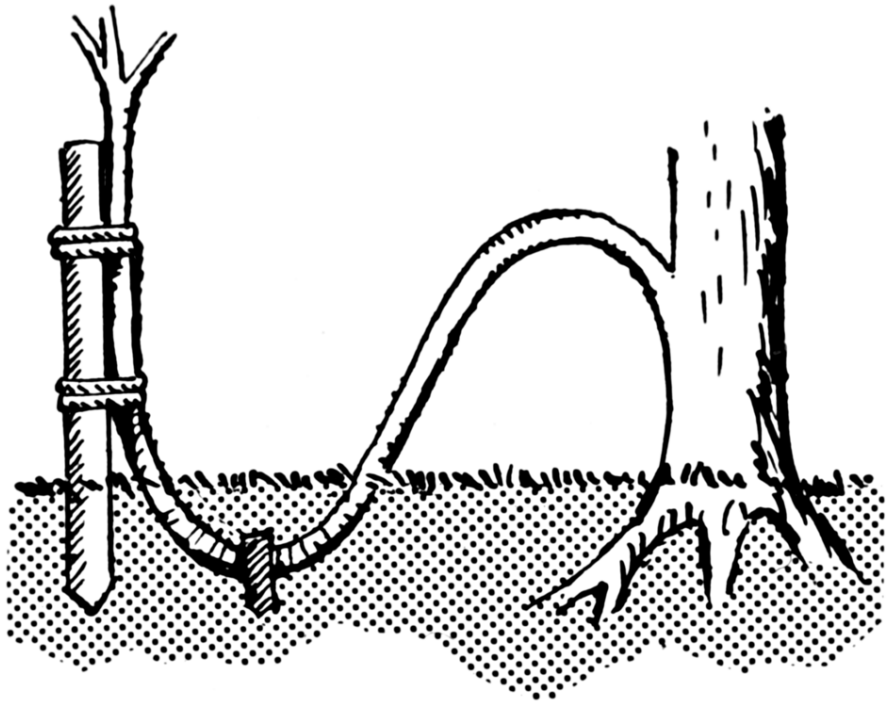
Marcottage naturel exemple du rhizome

A partir d'organes non spécialisés,

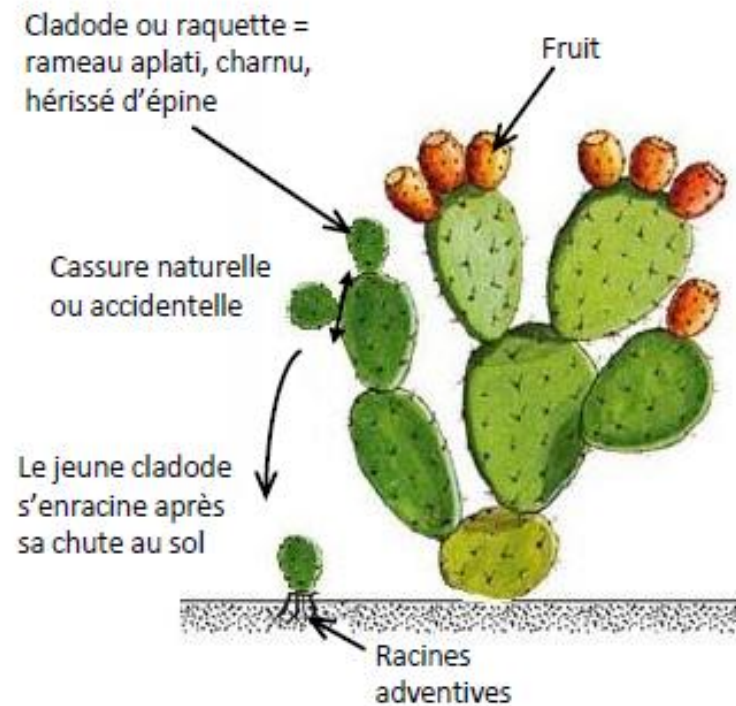
Ici le rhizome est une tige
souterraine tubérisée (qui
accumule des réserves).



Exemple du marcottage du thym



Bouturage naturel : exemple du figuier de barbarie



Possibilité chez certaines plantes d'avoir des organes spécialisés dans la MV

Stolon du fraisier

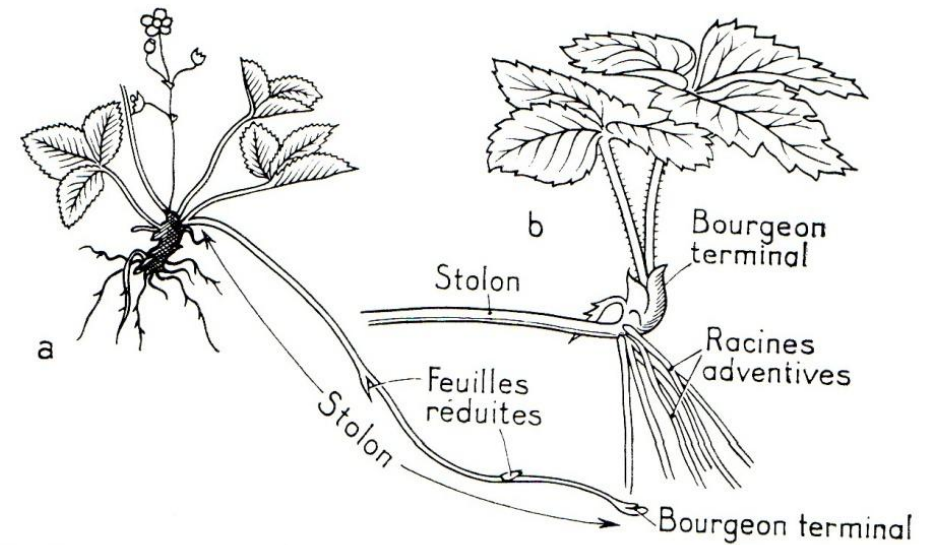
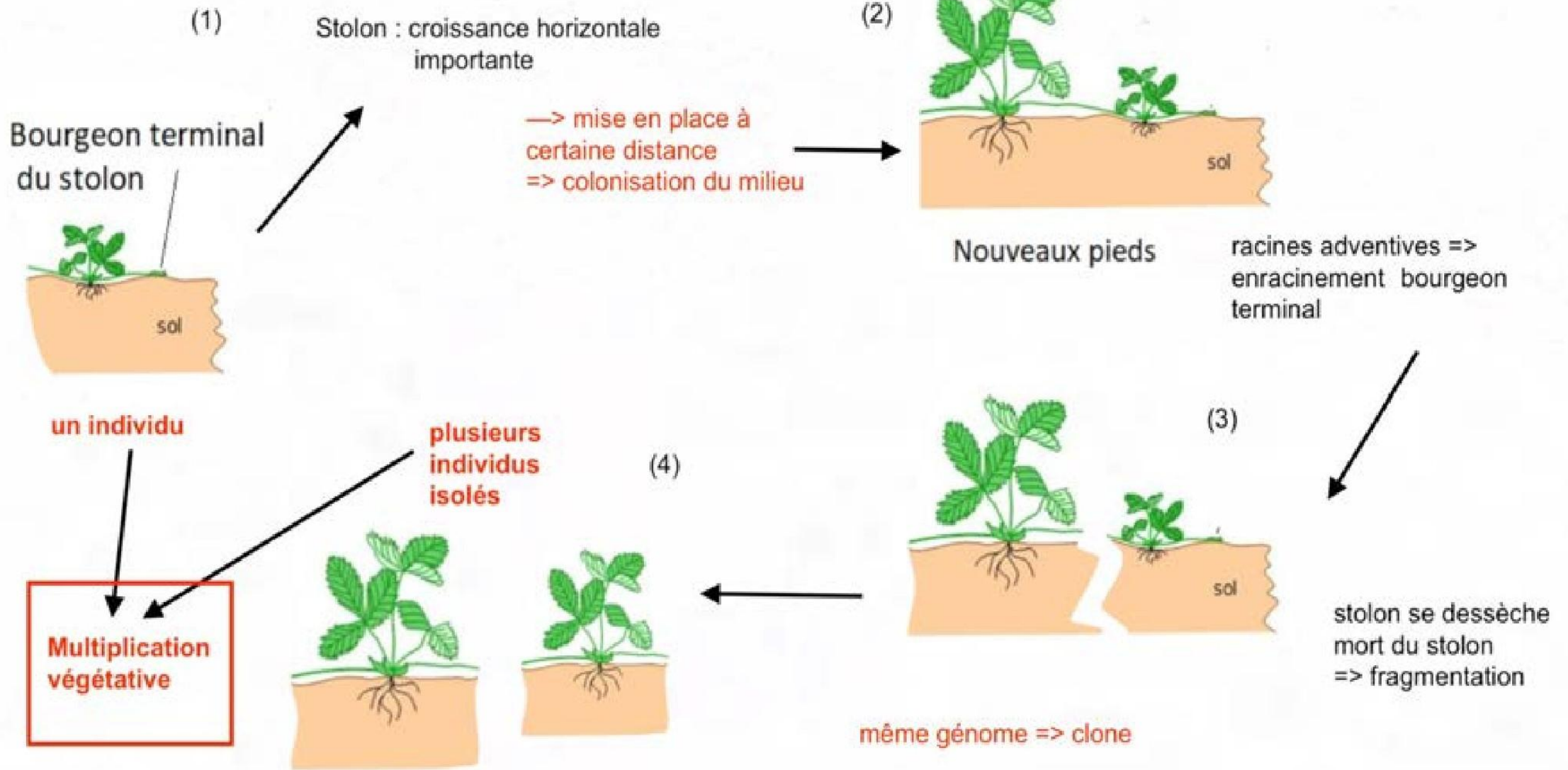
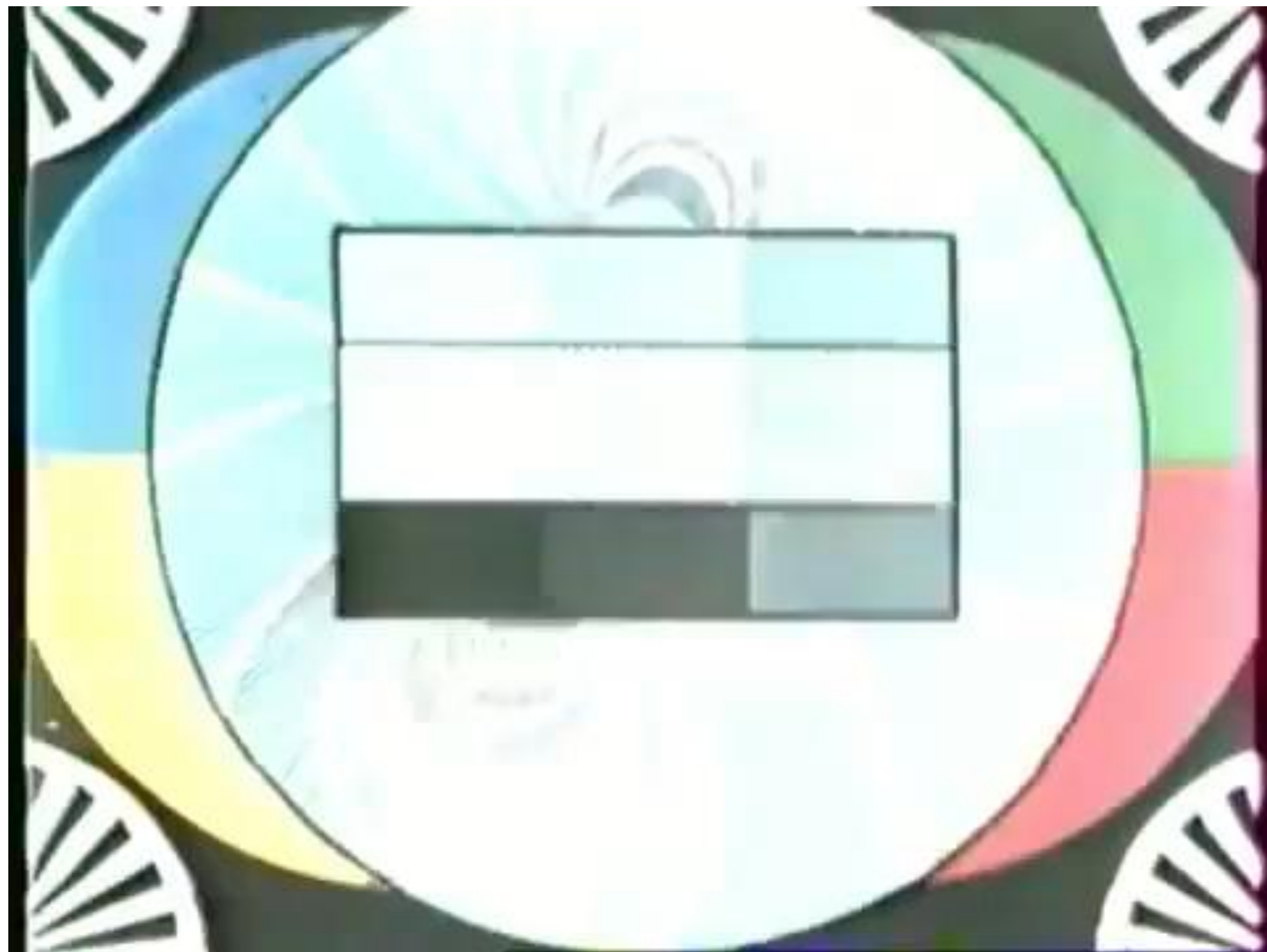


FIG. 320. — A : stolon du Fraisier (*Fragaria vesca*) ; B : enracinement du bourgeon terminal.





Bilan : des clones

Fraisier suite

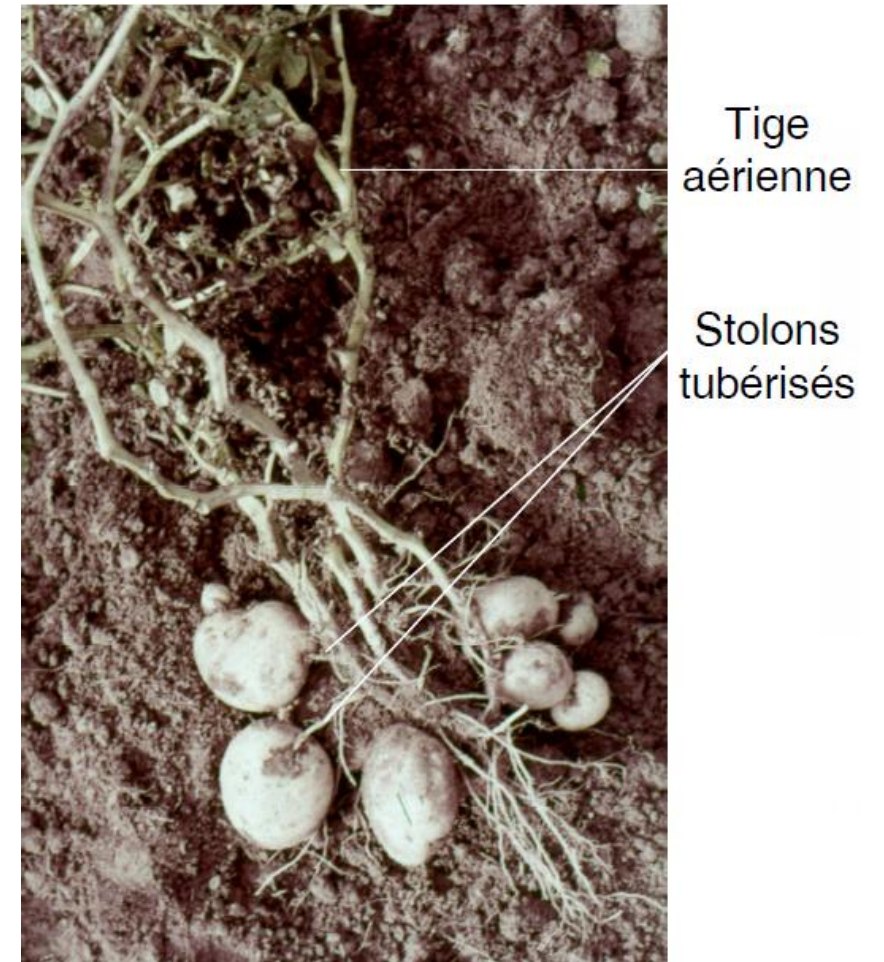
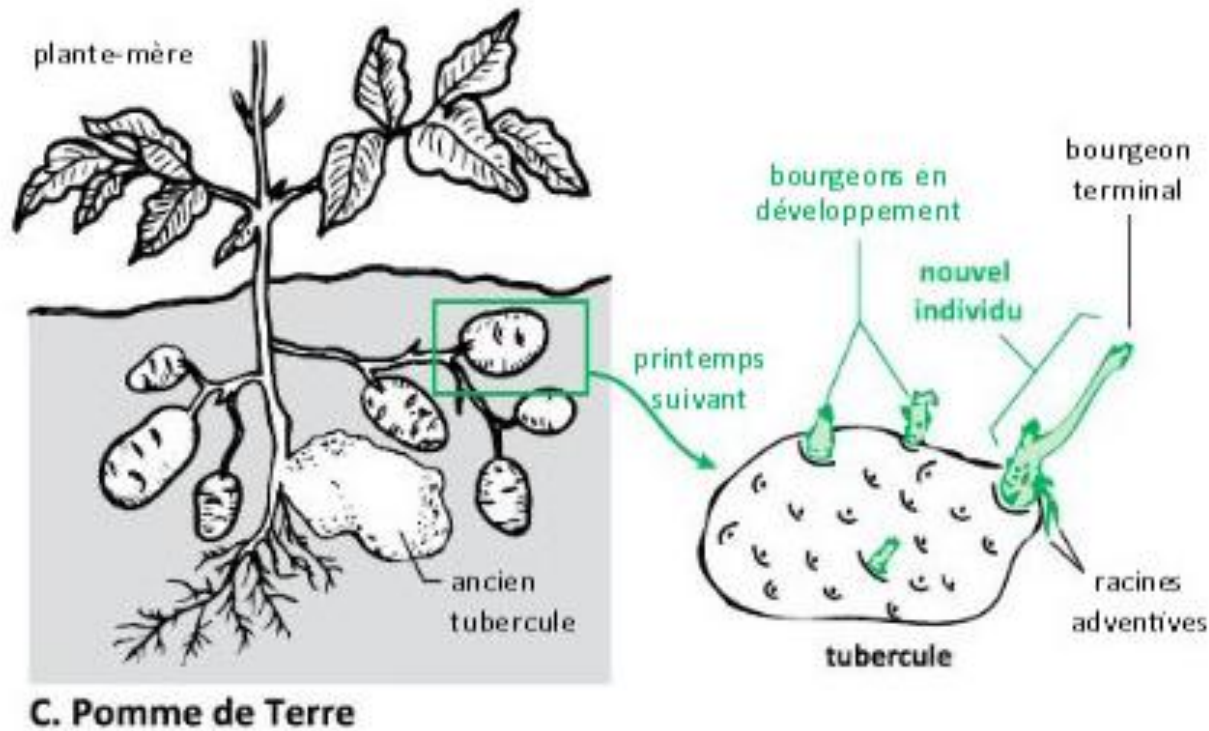


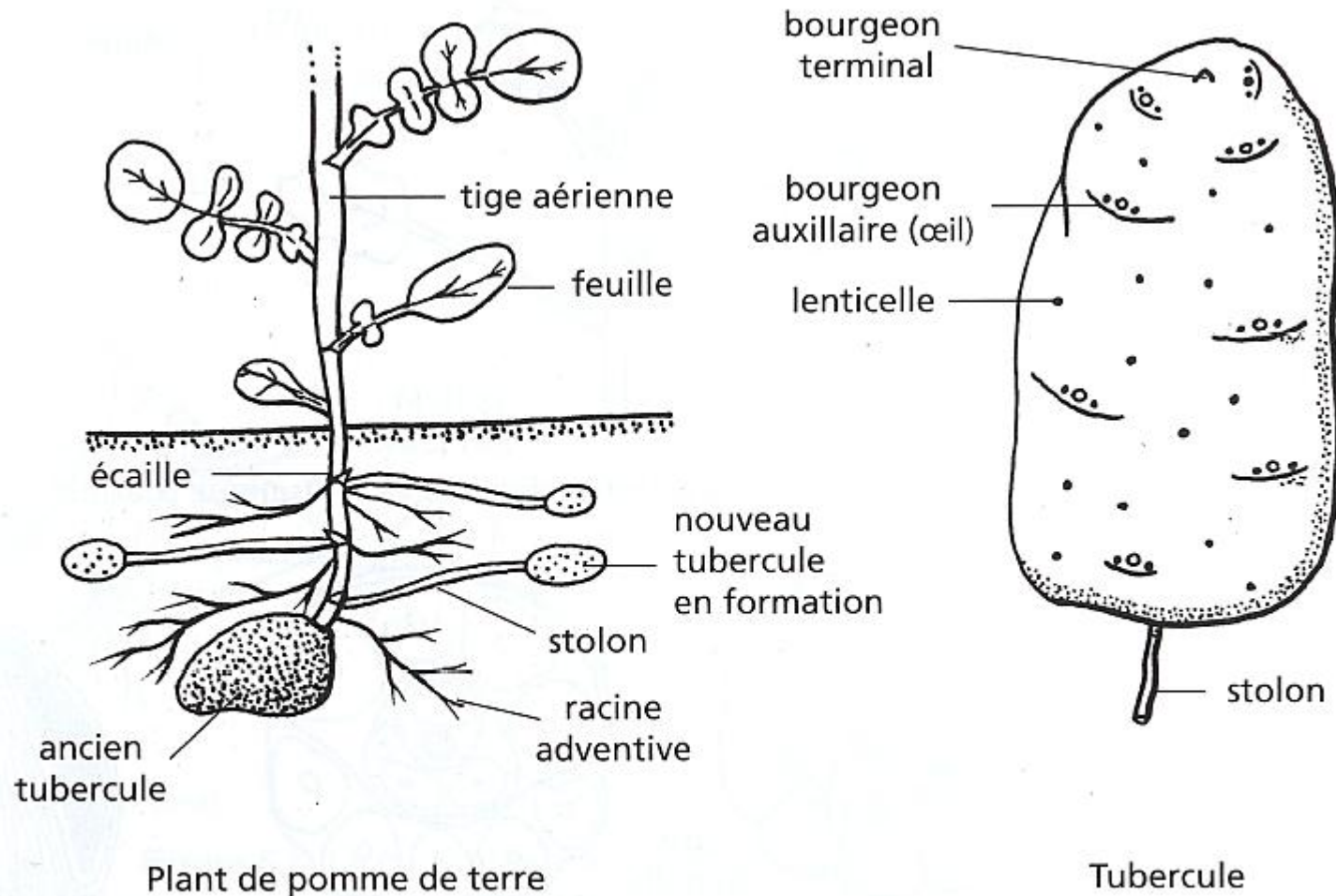
MISE EN PLACE DE STOLONS CHEZ LE FRAISIER :

ce sont des *rameaux à croissance horizontale* dont les entrenœuds subissent une forte élongation, les feuilles demeurant réduites. L'enracinement se fait au niveau du bourgeon terminal par formation de racines adventives.

Organes spécialisés dans la MV

Stolons tubérisés de la pomme de terre



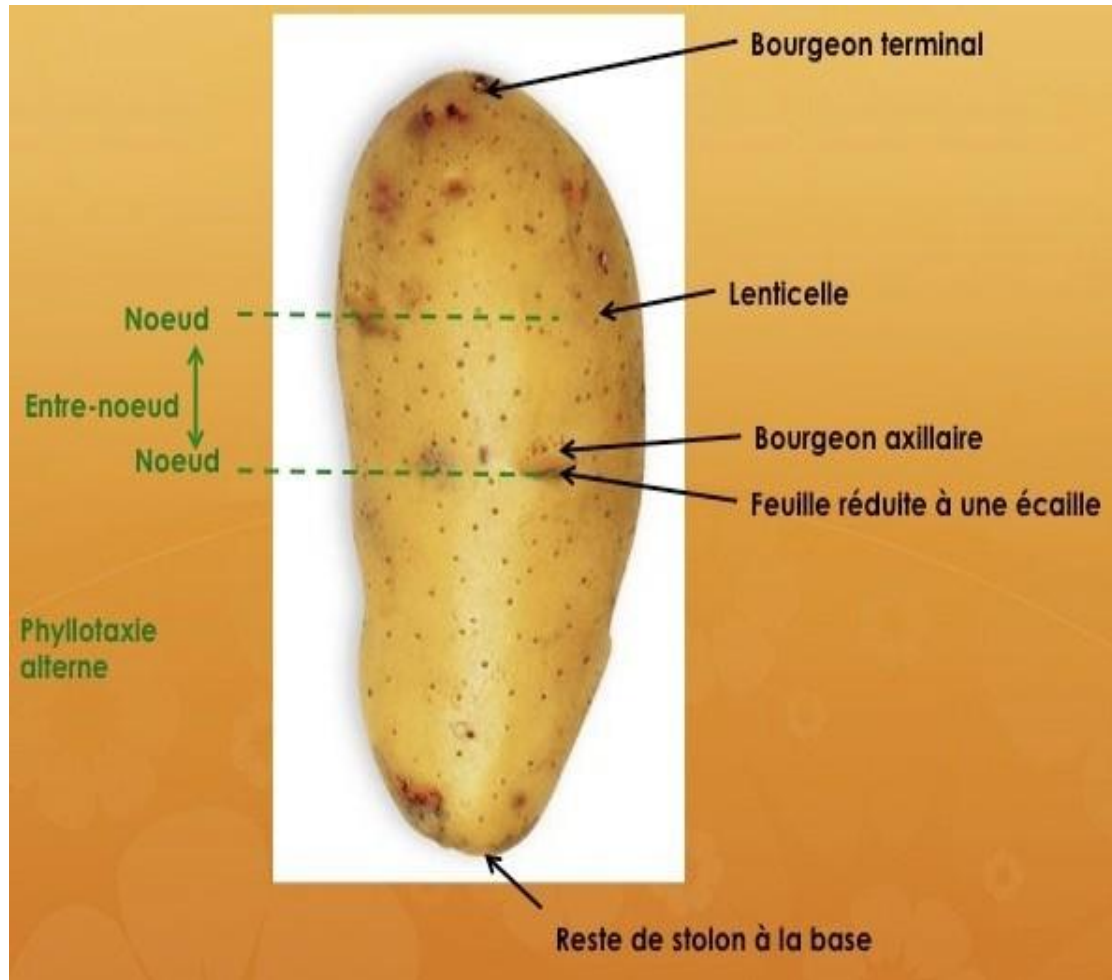


La multiplication végétative par tubercules chez la pomme de terre.

Organe sans racines visibles mais avec des bourgeons pouvant se développer en tiges secondaires (« les yeux ») à la surface du tubercule ainsi que de liège (avec des lenticelles*) confirment son origine caulinaire. Les différents tubercules sont ensuite individualisés par nécrose des stolons, il y a bien multiplication

* Lenticelles visibles aussi parfois sur des racines ou des fruits

Voir TP

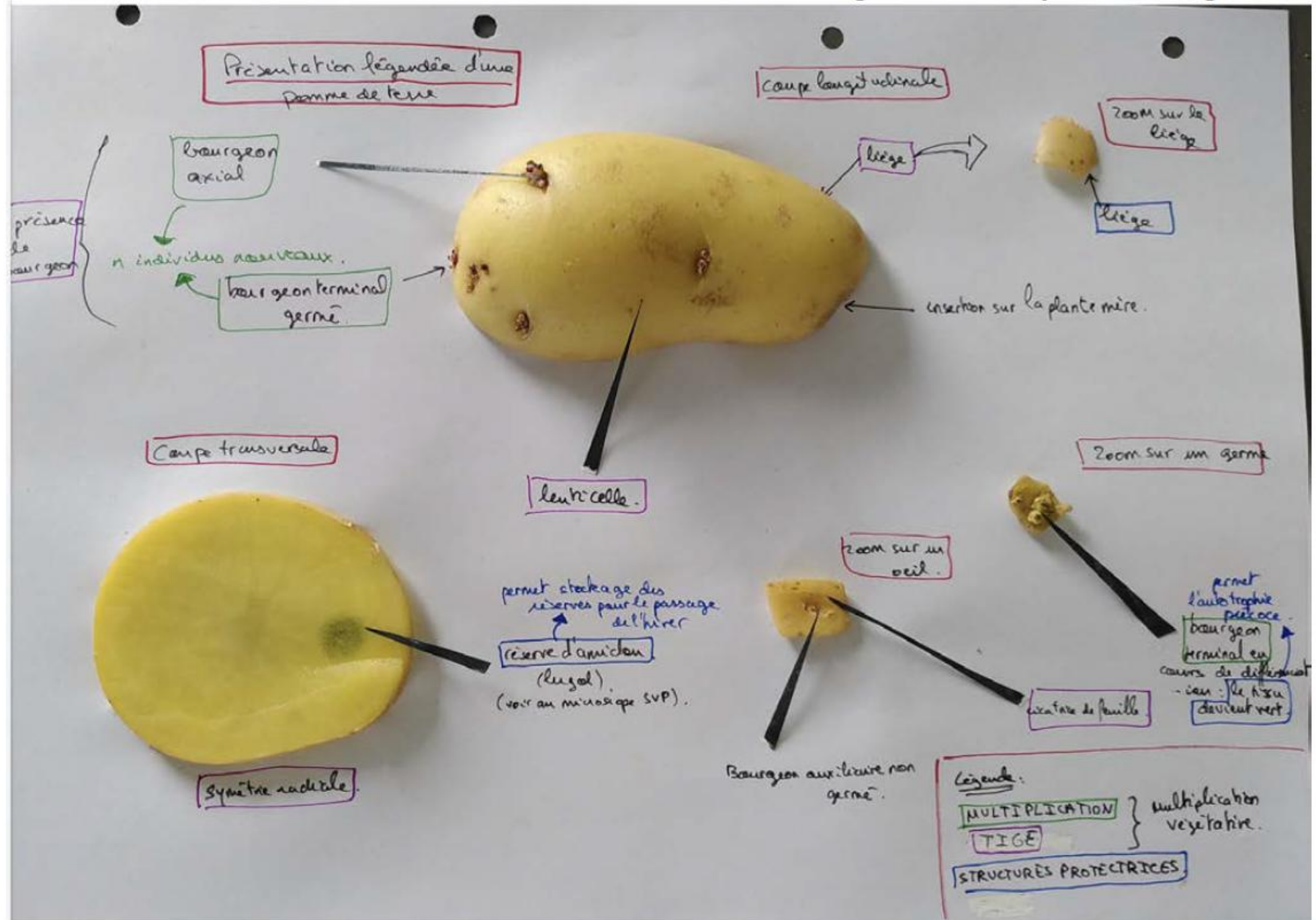


Organe sans racines visibles mais avec des bourgeons pouvant se développer en tiges secondaires : **c'est une tige**. 1 feuille + 1 bourgeon axillaire = 1 œil par nœud : **disposition alterne des feuilles**

Organe renflé, non chlorophyllien : **c'est un organe de réserve souterrain**. Les réserves ne sont pas dans les feuilles qui sont réduites en écailles desséchées. C'est l'axe de la tige qui est très épaissi : **c'est l'axe de la tige qui renferme des réserves : c'est un tubercule caulinaire**

Nature des réserves : test à l'eau iodée (ou lugol) positif => amidon

Présentation d'un tubercule caulinare de Pomme de terre : organe de multiplication végétative

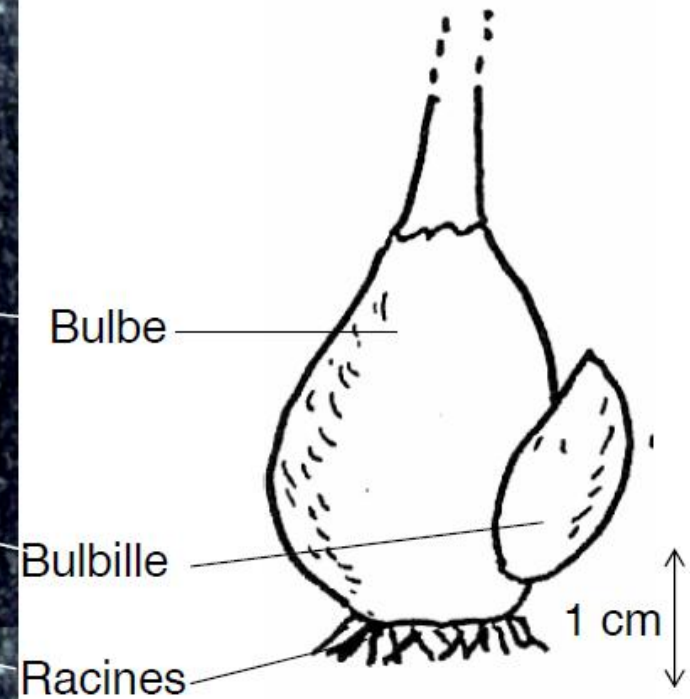


Organes spécialisés : bulbilles

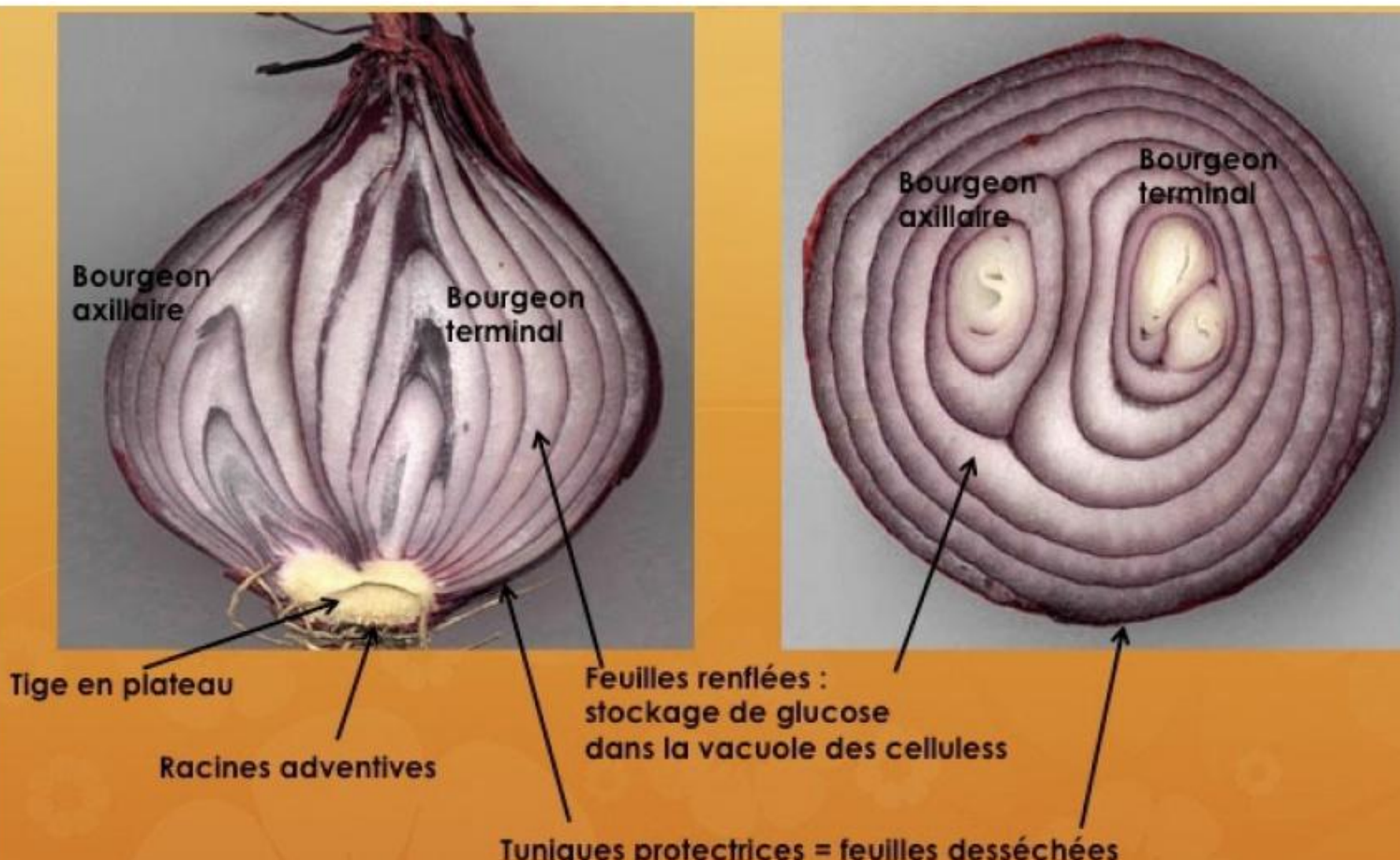
Bulbille de Jacinthe



Bulbe de jacinthe (coupe longitudinale)

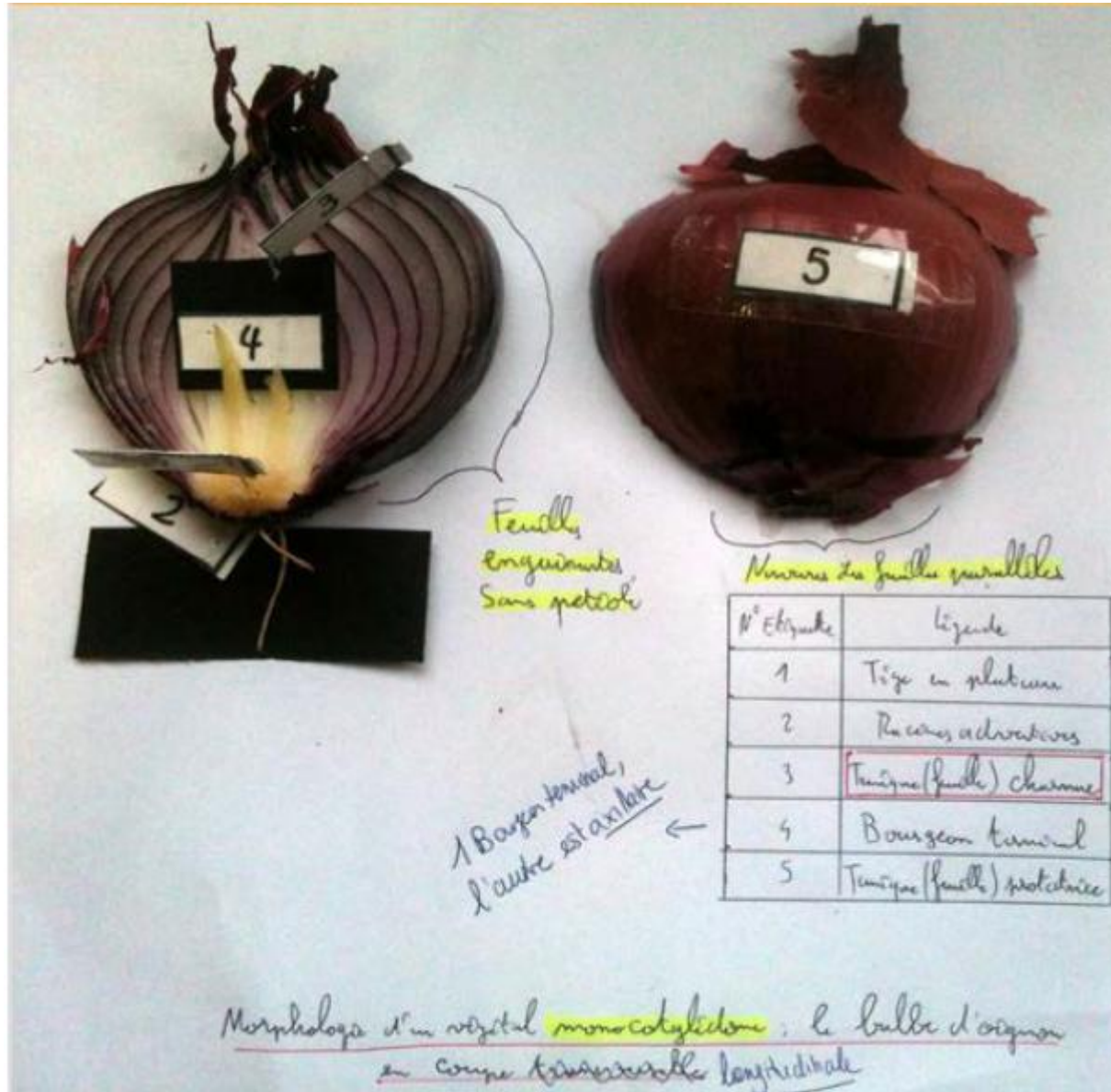


Bulbe de tulipe
(vue externe)



Il n'y a pas une grande capacité de multiplication dans le bulbe d'oignon car il y a simplement un ou deux bourgeons axillaires.

Bourgeon **axillaire** = à l'aisselle des feuilles. Forme une ramification de la tige.



La tunique (= base foliaire) s'est chargée de réserves

les légendes 1,2,3,4 et 5 prouvent que cet organe est un organe végétatif

la légende 3 prouve que les réserves sont dans les feuilles : c'est un bulbe

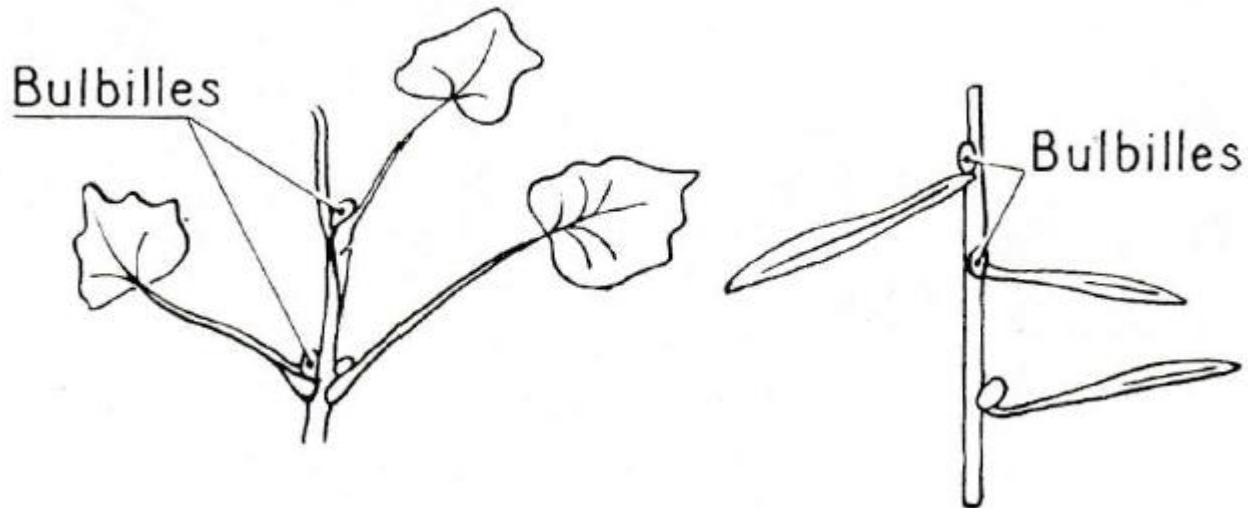
Nb : il s'agit pour l'exemple ci-contre (*Kalanchoe*) de bulbilles néoformées, contrairement aux bulbilles de l'ail qui sont elles, préformées.

Néoformées : n'acculent pas de réserves, se développent sans vie ralentie sur la plante mère et se détachent lorsqu'elles ont acquis une organisation leur permettant une vie autonome.



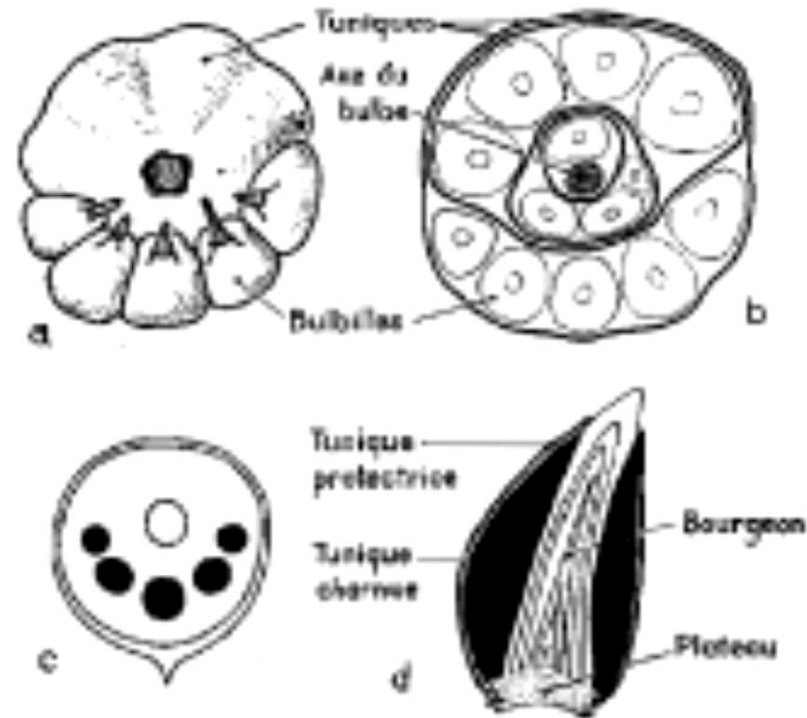
Organes spécialisés

Bulbilles préformées : exemple de la ficaire. Ces bulbilles sont formées à partir de bourgeons axillaires qui accumulent des réserves et ne se développeront qu'après une période de vie ralentie (dormance).



Bulbilles d'ail

CT de gousse d'ail



Ci-contre -- à gauche

Bulbe d'Ail cultivé (*Allium sativum* - Liliacée)

a-bulbe dont les tuniques externes ont été enlevées pour faire apparaître une série de bulbilles, b-bulbe en C.T. (x 1), c-diagramme des bourgeons collatéraux (ou bulbilles), d-C.L. d'un bulbille

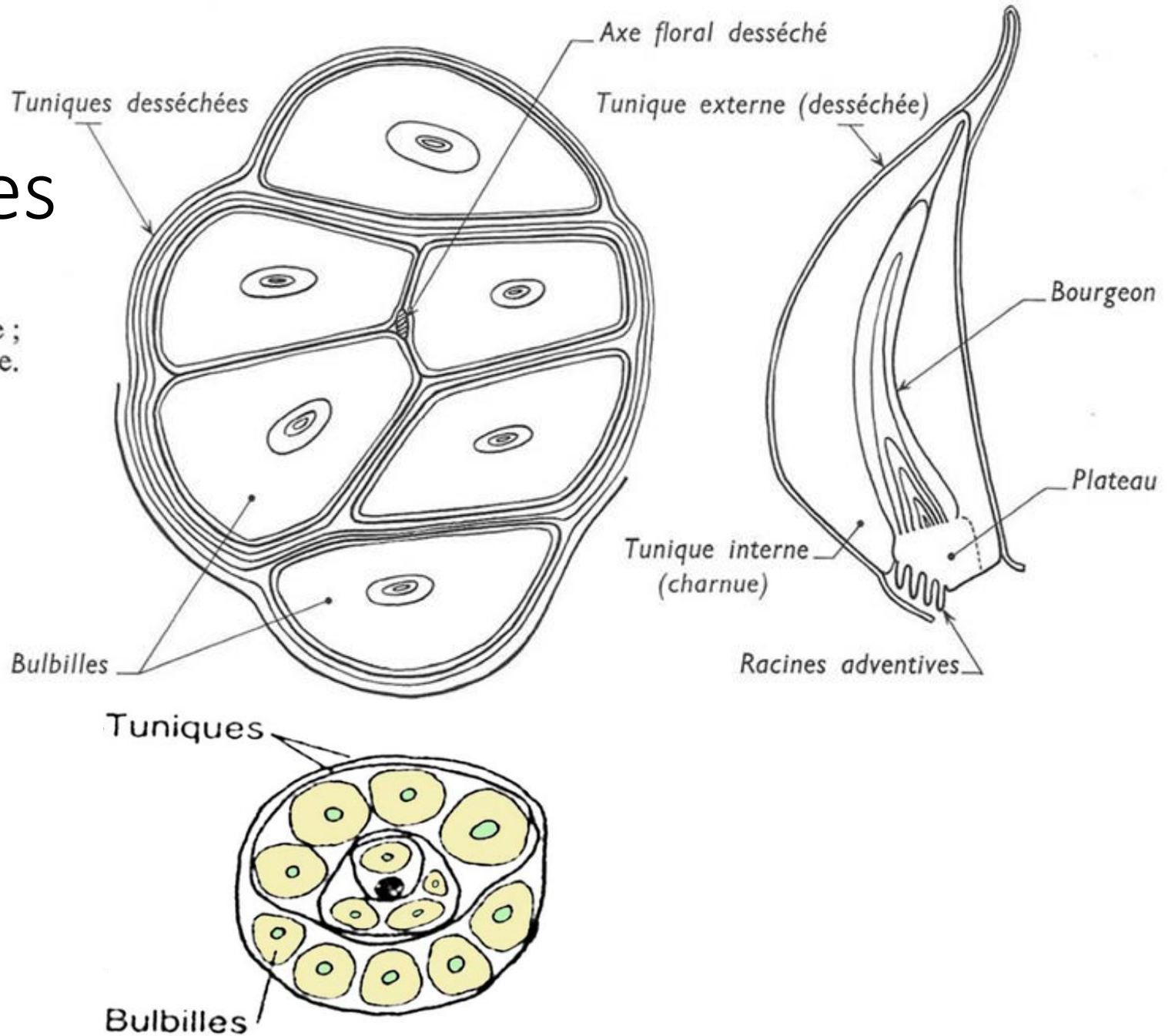
• Morphologie des végétaux vasculaires : cytologie, anatomie, adaptations : - H. Cornet - Douai - 2^{ème} édition - 2011 - p. 168

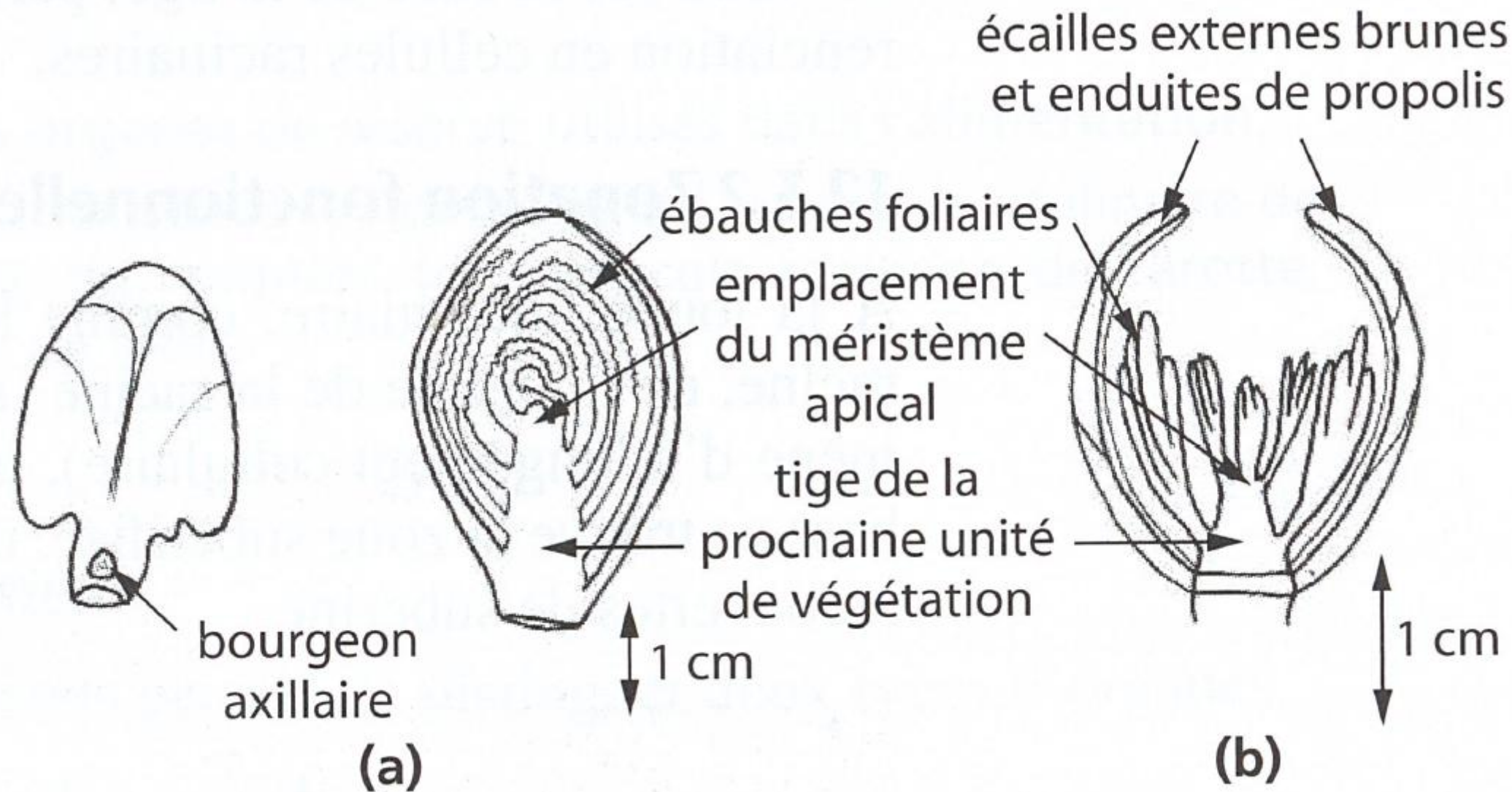
Exemple des bulbilles

Bulbe d'Ail.

a : Coupe horizontale du bulbe ;
b : Coupe verticale d'une bulbille.

Chaque « gousse d'ail » est une bulbille issue d'un bourgeon axillaire (à la base d'une feuille desséchée qui en compte 4-5) et formée elle-même d'une tunique desséchée et d'une tunique charnue.



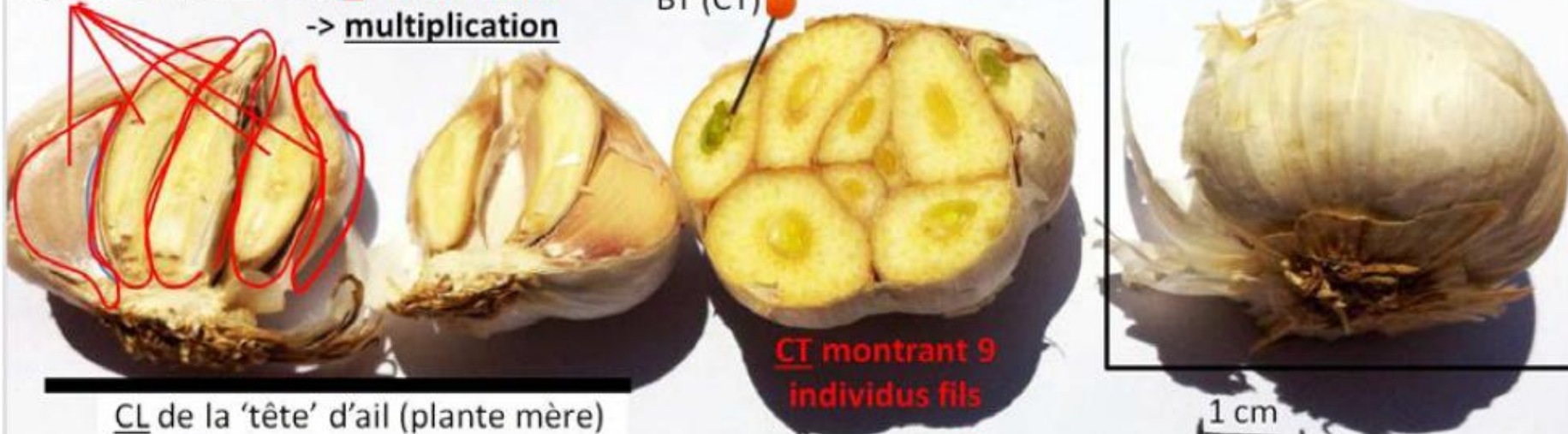


'tête' (bulbe) d'ail : appareil végétatif d'une plante mère -> végétative

n'gousses' (bulbilles): n individus fils

-> multiplication

BT (CT)



CL de la 'tête' d'ail (plante mère)

CT montrant 9 individus fils



morphologie

CT

CL

d'un nouvel individu (bulbille)

x : point de séparation du pied mère

tuniques protectrices :

passage de la mauvaise saison

tuniques charnues : réserves

feuilles déjà chlorophylliennes

BT

tige en plateau

racines adventives

indépendance

énergétique

Dissection d'un bulbe et des bulbilles d'ail : un cas de multiplication végétative

BT : bourgeon terminal

(critique : traits de légendes trop nombreux et

trop longs, à remplacer par des épingles étiquetées et numérotées et le tableau des légendes correspondantes)

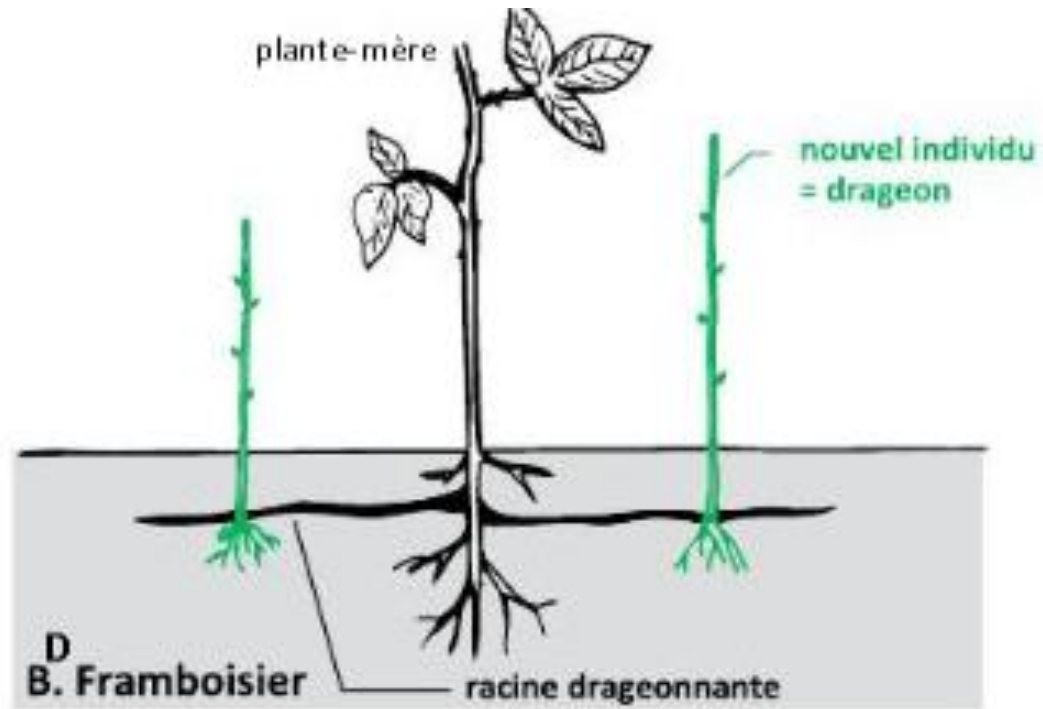
Doc M.Vartanian

Présence de racines, de jeunes feuilles : c'est un organe végétatif

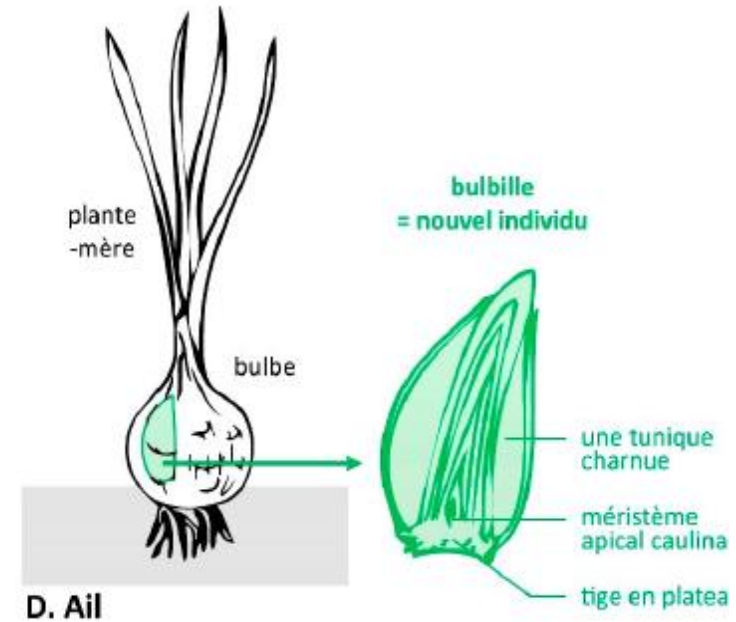
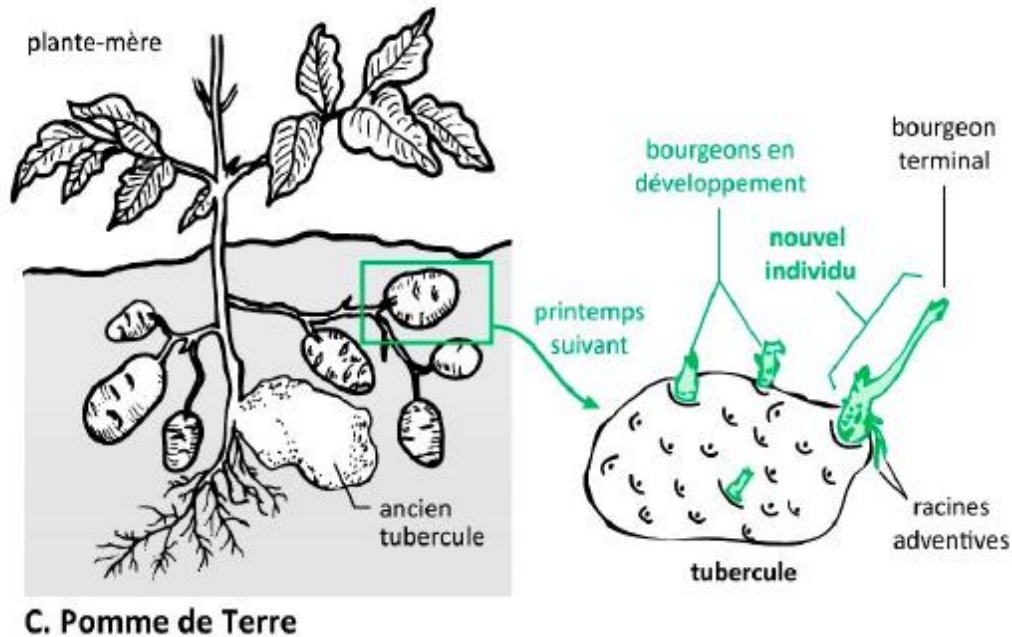
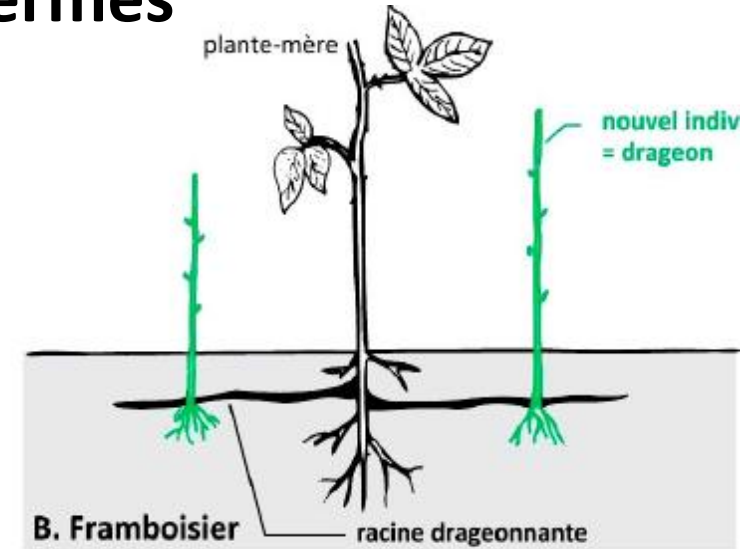
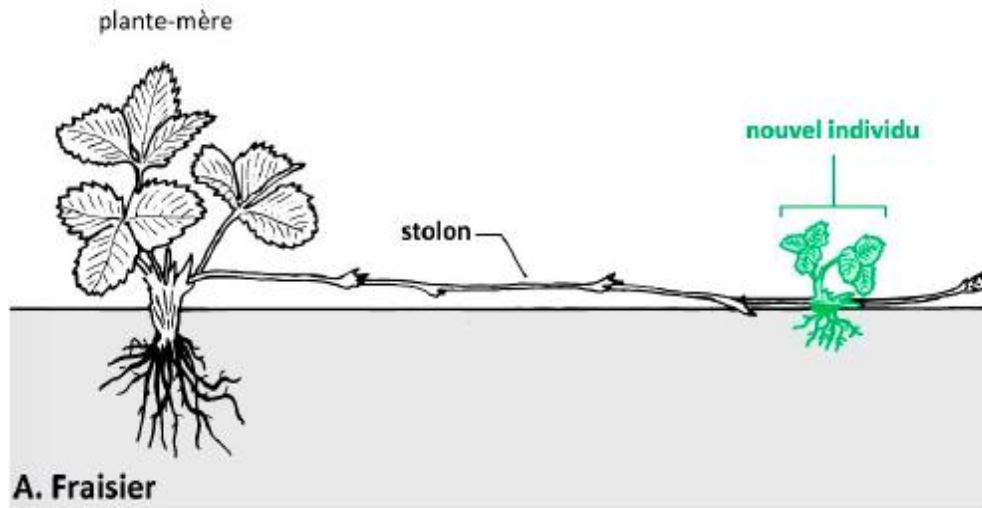
Présence de feuilles blanches desséchées entourant des zones charnues : les bulbilles d'ail sont des bourgeons axillaires

Remarque hors programme

Drageon du framboisier



Organes spécialisés dans la multiplication végétative chez les Angiospermes



Remarque hors programme 2 l'agamospermie

Formation de fleurs et d'ovules (pas de sac embryonnaire le plus souvent) mais formation d'embryons sans fécondation = **embryons adventifs** ayant pour origine :

- Les cellules $2n$ du tégument
- Ou les cellules $2n$ d'un sac embryonnaire anormal formé sans méiose
- Ou des cellules $2n$ du nucelle (citronier, oranger) -> polyembryonie des graines (=qui comportent plusieurs embryons où peuvent coexister des embryons issus de reproduction sexuée et d'agamospermie)

La multiplication végétative des Angiospermes est liée :

- à la possession par les végétaux de **méristèmes à cellules indifférenciées** capables de division pendant toute la vie du végétal.
- à une **grande aptitude à la ramification** : en effet la plupart du temps, la multiplication végétative est assurée par la ramification de tiges secondaires qui s'isolent de la tige principale.
- à la **capacité à former plusieurs organes de réserve souterrains** à partir d'une plante mère ce qui multiplie la population lors de la reprise de l'activité au printemps

Dans tous les cas, à la **plasticité** des cellules végétales (à voir juste après) capables de **dédifférenciation et totipotence**

2.2. Dédifférenciation, mitoses et conséquences génétiques

Cultures in vitro = multiplication végétative artificielle

Maîtrise des hormones

Notion de cal

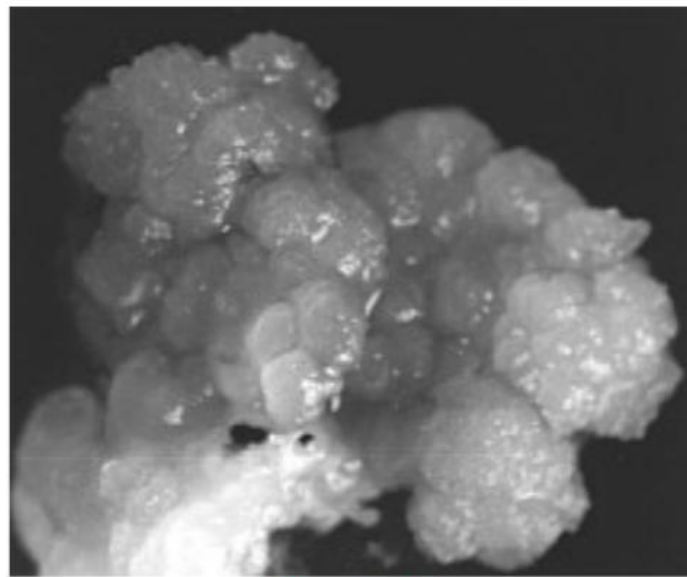
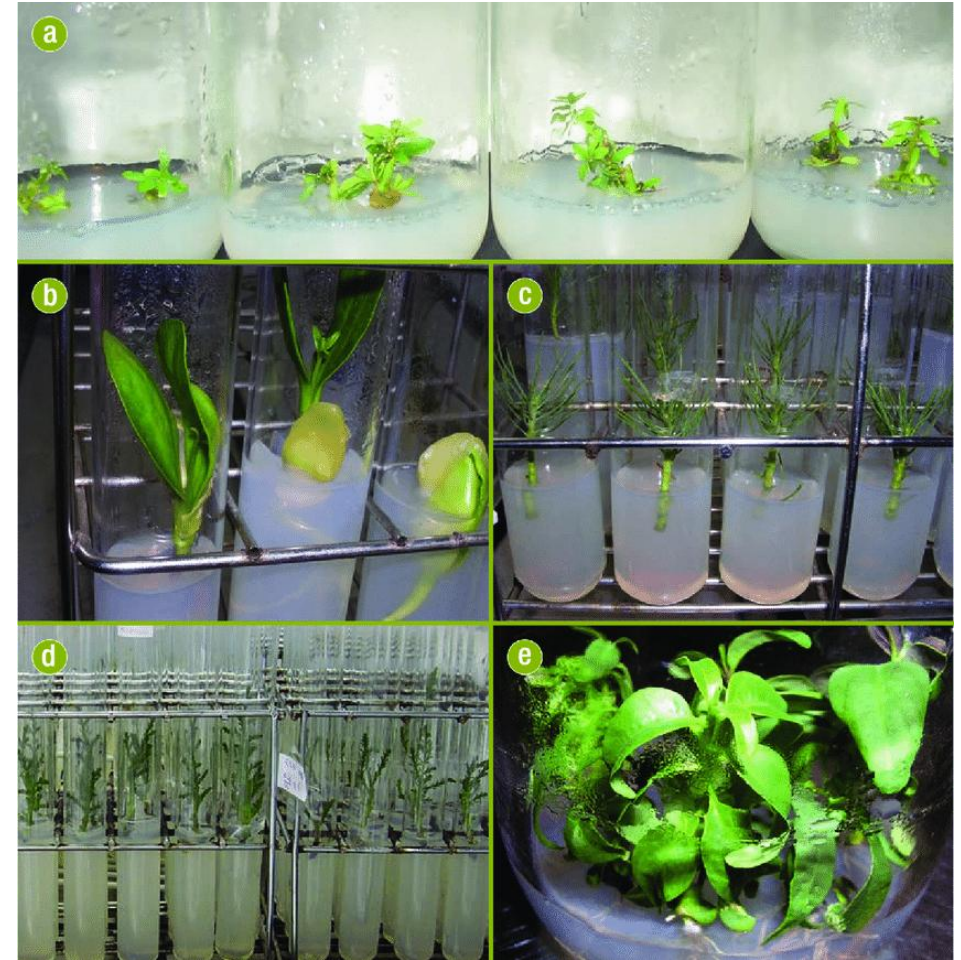


Figure 3.14

Cellules végétales en culture : cal de cellules de bananier (Cliché Labo MVE, Orsay).



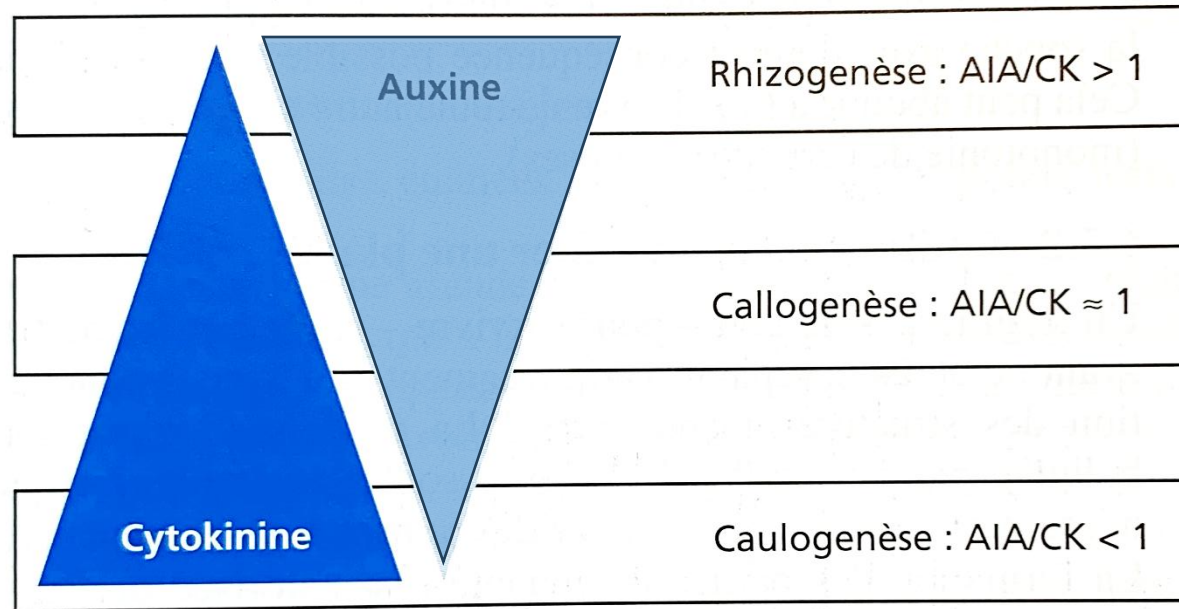
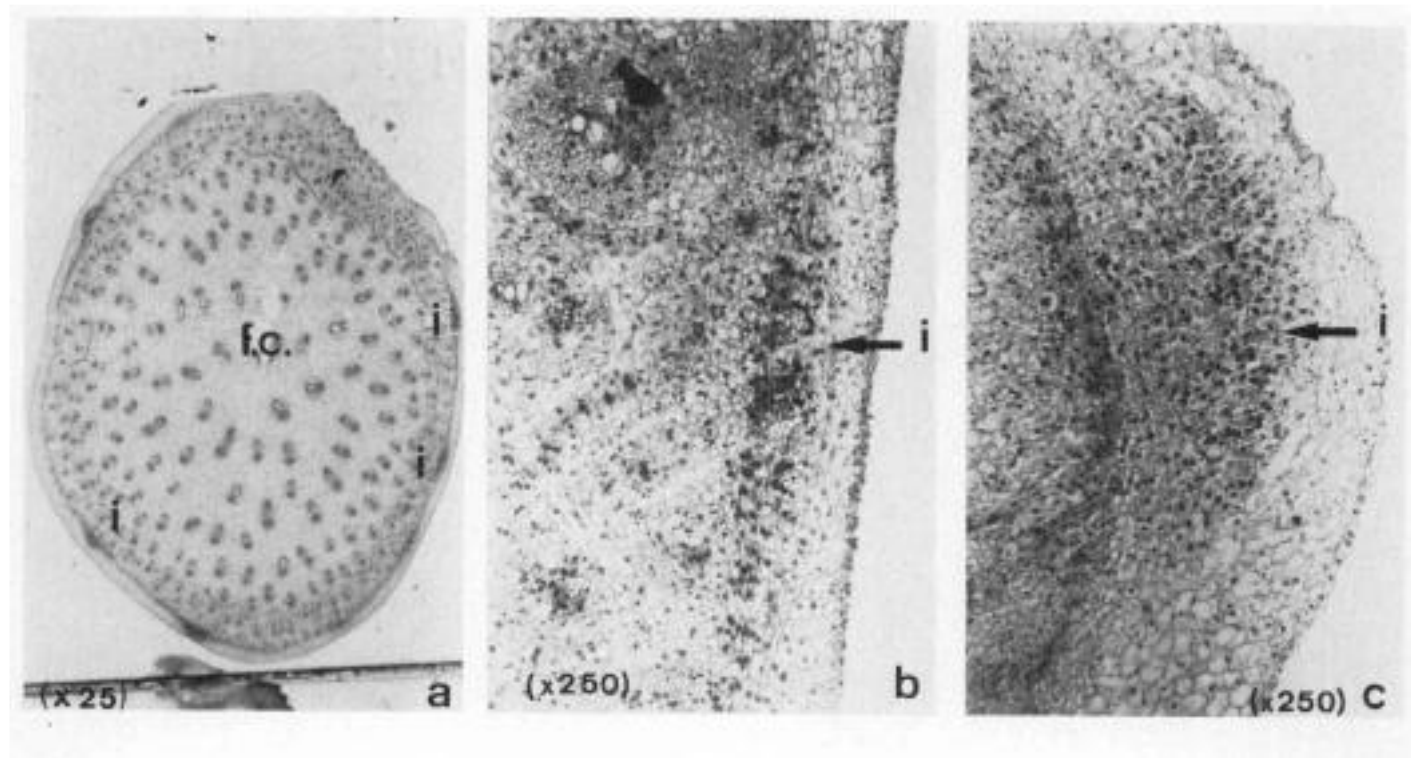


Figure 6.11 Les conditions de la régénération et de la néoformation (voir aussi [figure de synthèse](#)).

Les recherches en physiologie végétale (développement, phytohormones, multiplication végétative *in vitro*) ont permis de préciser les conditions de la régénération des parties manquantes et de la néoformation d'une plante complète. L'apport de phytohormones (activateurs de croissance) au milieu de culture est prépondérant, principalement auxines (AIA) et cytokinines (CK), ici représentées par des triangles figurant les gradients de leurs concentrations. La reprise de l'activité mitotique permet la formation d'un cal ; c'est la **callogenèse** et elle requiert un rapport $AIA/CK \approx 1$. La **rhizogenèse** (induction de la formation de racines) exige un rapport $AIA/CK > 1$ alors que la **caulogenèse** (induction de la formation de méristème terminal caulinaire) exige un rapport $AIA/CK < 1$. Dans la réalité, les choses ne sont pas toujours aussi simples car il faut compter avec les auxines et cytokinines endogènes qui peuvent se révéler à des taux déjà suffisants pour l'un ou l'autre des différents phénomènes ; il faut donc adapter les conditions de culture (apports de phytohormones au milieu de culture) pour presque chaque espèce.

Dédifférenciation et mitoses :

En a : CT tige de Maïs, en b et c : pointement d'une racine adventive



Conséquences : MV = clonage

Clonage et identité génétique



2.3. Multiplication végétative et dissémination cas des « invasives »

Jucie = jacinthe d'eau (a), Mesembryanthemum (b)



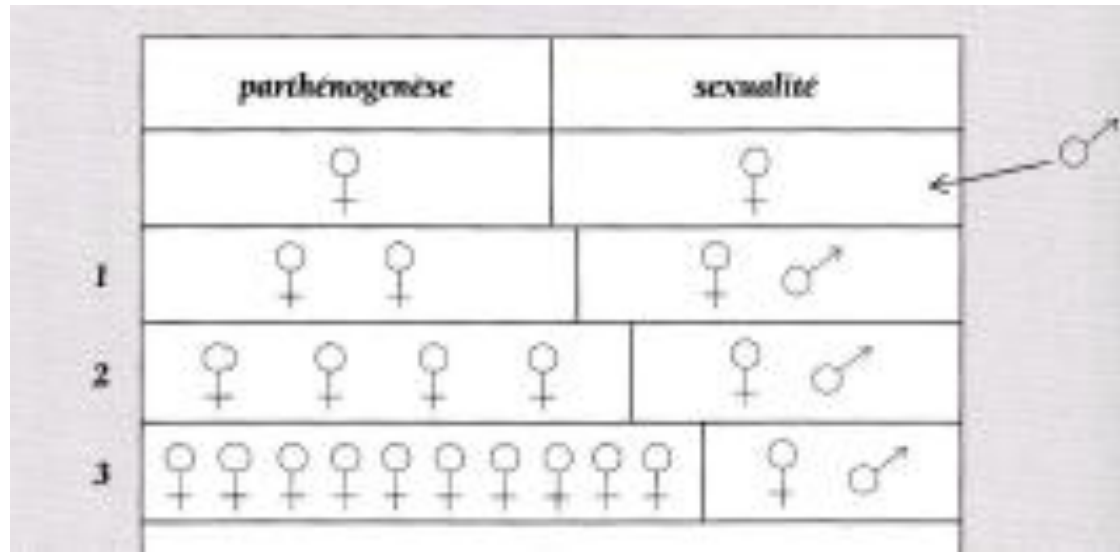
Renouée du Japon (Polygonacées) : un exemple d'envahissement



2.4. Aspects évolutifs / Place de la MV chez les angiospermes

Intérêt de la MV : rapidité, faible coût, simplicité

RS : coût plus élevé, problème du coût du mâle :



Pourquoi maintien de la RS ?

Place de la MV chez les angiospermes : compromis MV / RS

MV

Densité de population :
forte concurrence intraspécifique
Favorise autopollinisation
Réduction diversité génétique
Dispersion à faible échelle

RS

Faible germination : faible densité
Allopolinisation
Plus de diversité
Evacuation du site défavorable
Colonisation nouveaux habitats

Bilan

Reproduction asexuée : mécanismes qui aboutissent à la production d'une nouvelle plante, soit à partir des organes végétatifs (tiges, feuilles, racines) de la plante-mère, soit à partir des organes floraux mais sans méiose ni fécondation (agamospermie).

Conséquences génétiques et écologiques de la multiplication végétative : pas de diversification génétique sauf mutations somatiques => uniformisation génétique

La multiplication végétative repose sur **mitoses (mèrese)** de cellules souches **totipotentes** présentes dans des **méristèmes** ou issues d'une **dédifférenciation**.
Processus rapide => colonisation efficace du milieu

Elle peut **coexister avec la repro sexuée** ou être le seul mode de repro de certaines espèces. Elle est **favorisée quand les conditions environnementales sont favorables** ; sinon, plutôt repro sexuée. Notion de compromis évolutif.

Bilan : avantages et inconvénients

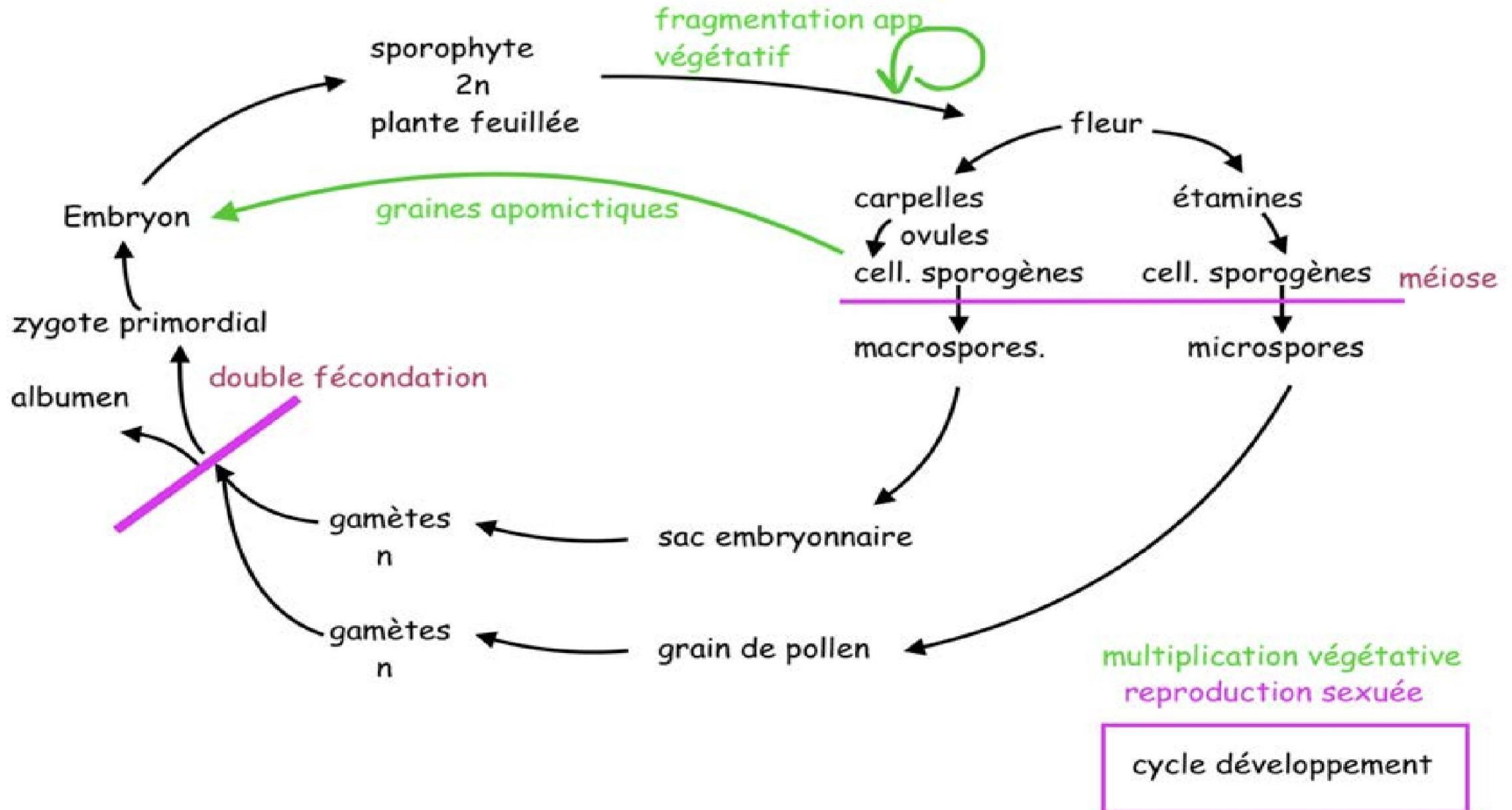
Avantages :

- Rapidité (avantage dans la compétition avec d'autres espèces)
- Colonisation (autour du pied mère), donc réussite à court terme
- Pas de « gâchis » de ressources comme pour la reproduction sexuée / moins coûteux en énergie
- Moins aléatoire que la reproduction sexuée (ex : nouaison dépendante des facteurs météorologiques)

Inconvénients :

- Faible variabilité génétique (accentué par la diminution des ressources disponibles pour la reproduction sexuée)
- Donc risque si variation de l'environnement
- Et risque accru de maladies. La connexion physiologique entre les plants (lorsqu'elle existe) et le partage d'un même génotype rend la transmission des maladies plus facile
- Dispersion sur des distances plus courtes que par reproduction sexuée
- Pas de colonisation de nouvelles niches écologiques
- Compétition intraspécifique pour les ressources
- Pas de structure de résistance comme les graines et les spores

Bilan



Reproduction sexuée	Multiplication végétative - reproduction asexuée
Homogénéité des structures impliquées (ovule, pollen)	Diversité des structures impliquées (tiges, racines, feuilles,...)
Coût élevé (grande demande en énergie pour produire les spores et les gamètes qui n'aboutiront pour une partie à rien)	Demande en énergie plus faible
Stades ou étapes fragiles (exemple floraison) donc fréquence de succès plus faible	Fréquence de succès de la reproduction plus élevée
Brassages intra- et interchromosomiques lors de la méiose et loterie lors de la fécondation	Conservation du génome sauf cas de mutations
Diversité génétique et phénotypique	Clones identiques
Capacité d'adaptation lors d'un changement de milieu	Peu de capacité d'adaptation
Grande potentialité de colonisation d'un habitat hétérogène	Grande potentialité de colonisation d'un habitat homogène
Colonisation de nouvelles niches écologiques très efficace grâce à une grande diversité intraspécifique	Colonisation du milieu d'origine de la plante mère
Colonisation lente mais possible à grande distance	Colonisation rapide mais surtout de proche en proche
Plus grande résistance face aux pathogènes	Vulnérabilité accrue face aux pathogènes

Approche phylogénétique : apparition dans de nombreux lignées chez les angiospermes

En bleu : arbre des angiospermes, en rouge : stolons : apparition de nombreuses fois

