

PLAN DU COURS

CROISSANCE ET DEVELOPPEMENT

I/ DEFINITION.

II/ PHASES DE LA CROISSANCE .

1° / Prolifération cellulaire.

A/ Définition.

B/ Périodes du cycle cellulaire.

C/ Étude du cycle cellulaire.

**Modalités de la synthèse d'ADN.*

**Initiation de la synthèse d'ADN.*

2° / Élongation cellulaire.

3° / Différentiation cellulaire.

1

III/ CENTRES GENERATEURS DE LA CROISSANCE .

1° / Méristèmes caulinaires.

2° / Méristèmes racinaires.

IV/ REGULATION ET FACTEURS DE LA CROISSANCE .

1° / Introduction.

2° / Polarité.

3° / Facteurs de croissance(Phytohormones).

A/ Auxines.

** Historique et découverte.*

** Biosynthèse.*

** Dégradation*

2

- * Polarité et transport.
- * Propriétés physiologiques.

B/ Gibbérellines .

- * Découverte.
- * Biosynthèse.
- * Propriétés physiologiques.

C/ Cytokinines.

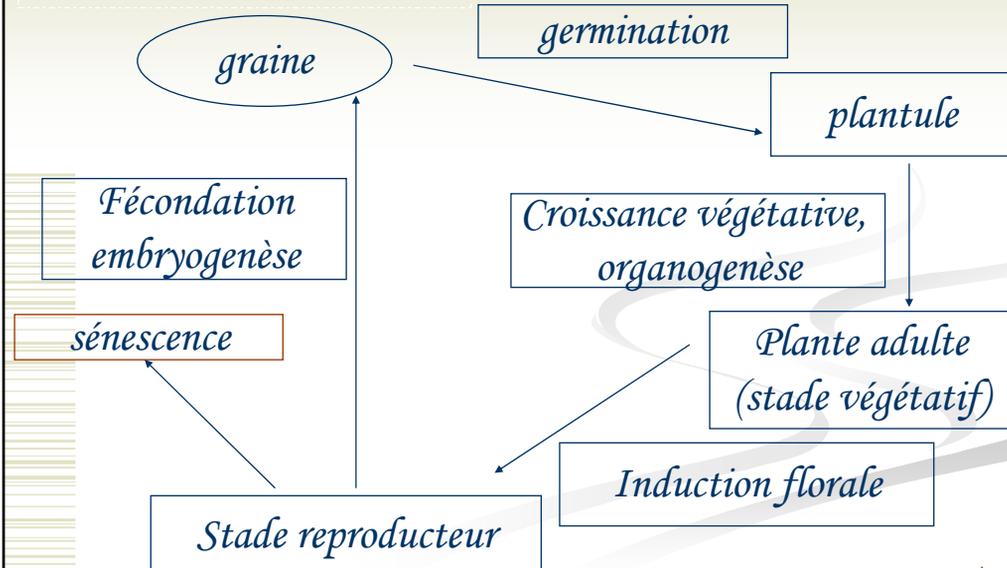
- * Découverte.
- * Propriétés physiologiques.

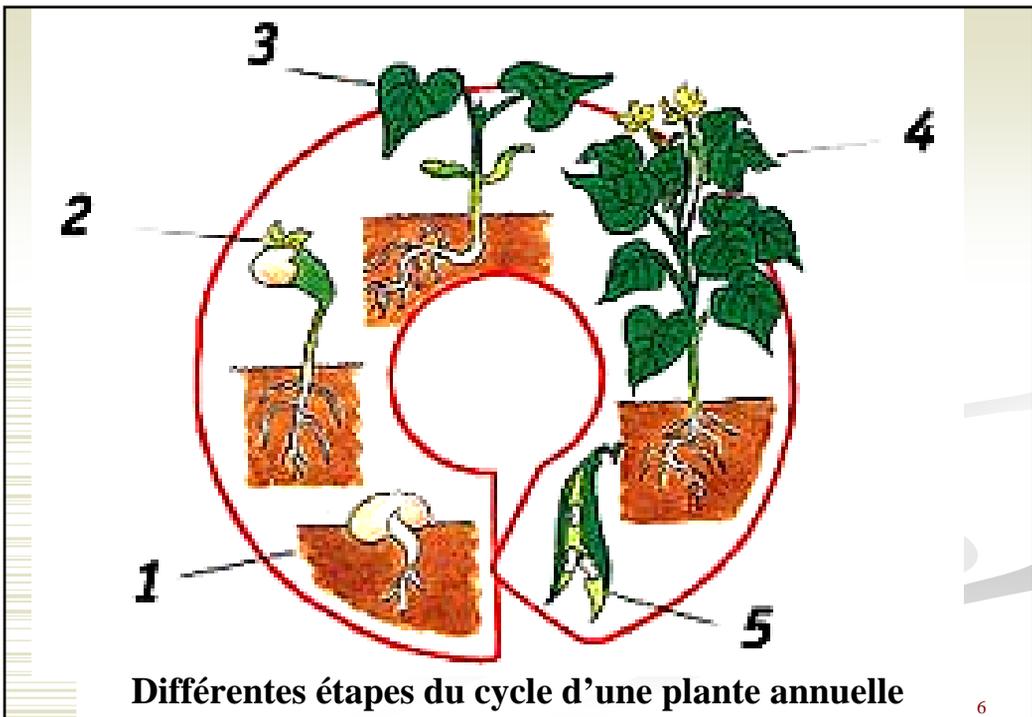
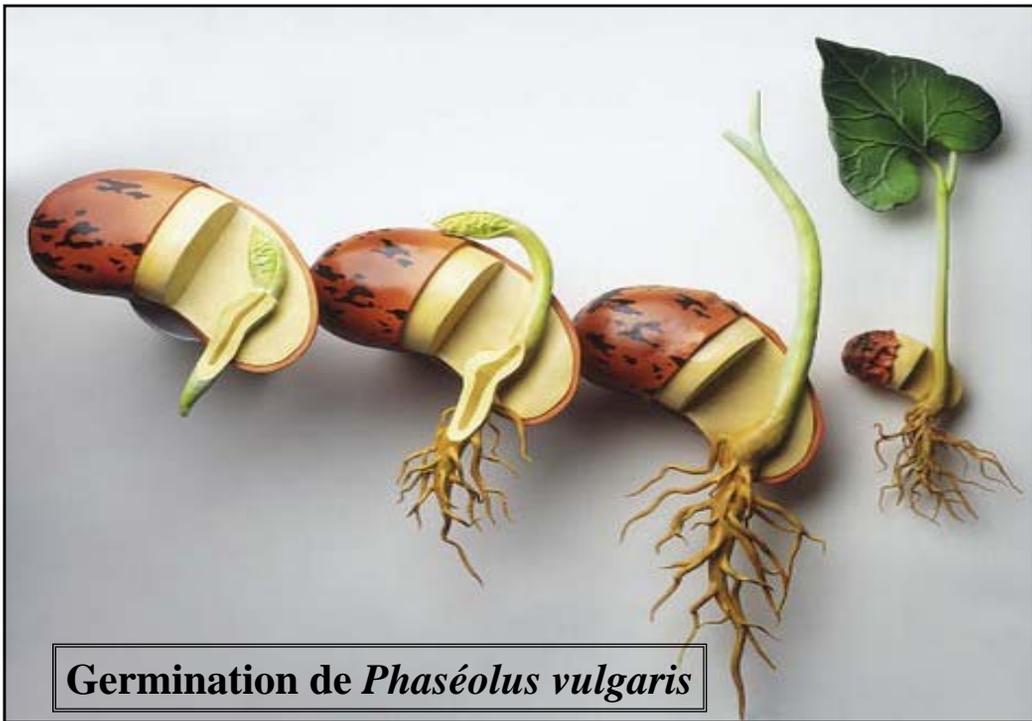
D/ Autres facteurs agissant sur la croissance.

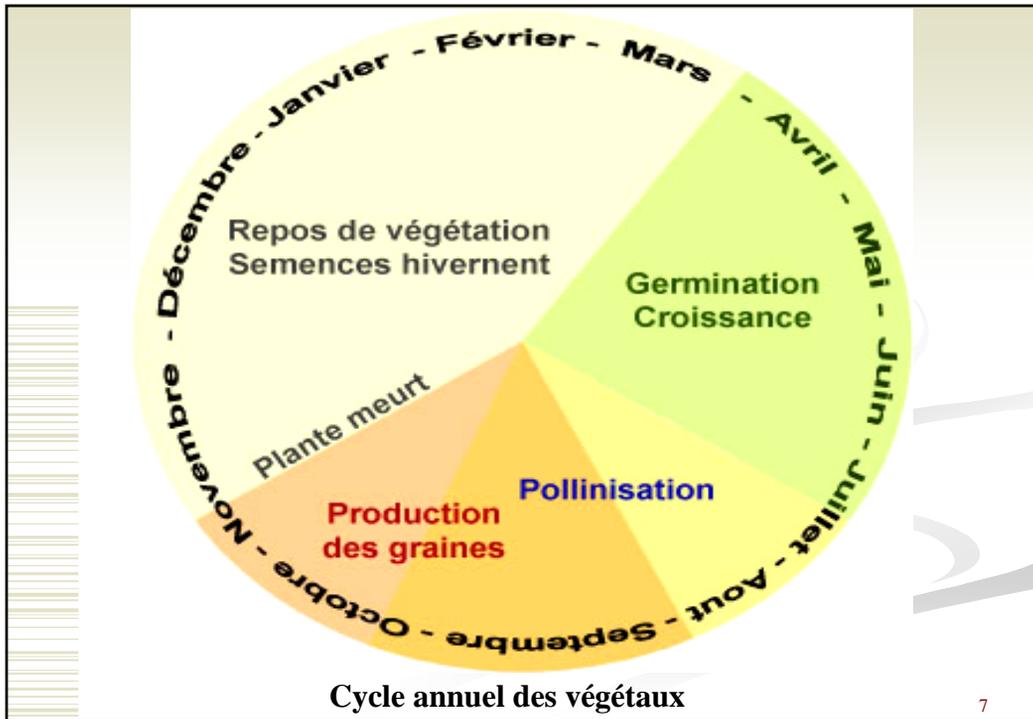
- * Éthylène.
- * Acide Abscissique

I/ DEFINITION

Cycle de développement:







- ✓ LA CROISSANCE EST UN PHENOMENE QUANTITATIF.
- ✓ LE DEVELOPEMENT EST UN PHENOMENE QUALITATIF.
- ✓ ILS SONT TRES LIES ET SE DEROULENT EN MEME TEMPS. ON PARLE DONC DE CROISSANCE.
- ✓ CHEZ LES VEGETAUX LA CROISSANCE EST INDEFINIE ET LOCALISEE.

- ✓ *INDEFINIE : ELLE MANIFESTE DES PHENOMENES DE CROISSANCE TANT Q'ELLE VIT.*
- ✓ *ON PARLE D'EMBRYOGENESE INDEFINIE.*
- ✓ *LOCALISEE : CENTRES GENERATEURS DE LA CROISSANCE (LES MERISTEMES LOCALISES AUX EXTREMITES).*

9

- ✓ *LES MERISTEMES SONT LOCALISES AUX EXTREMITES DES TIGES ET DES RACINES.*
- ✓ *CONSTITUES DE CELLULES MERISTEMATIKUES ILS CONTRIBUENT A L'APPARITION D'ORGANES : tiges ; racines ; feuilles .*

10

II/ PHASES DE LA CROISSANCE

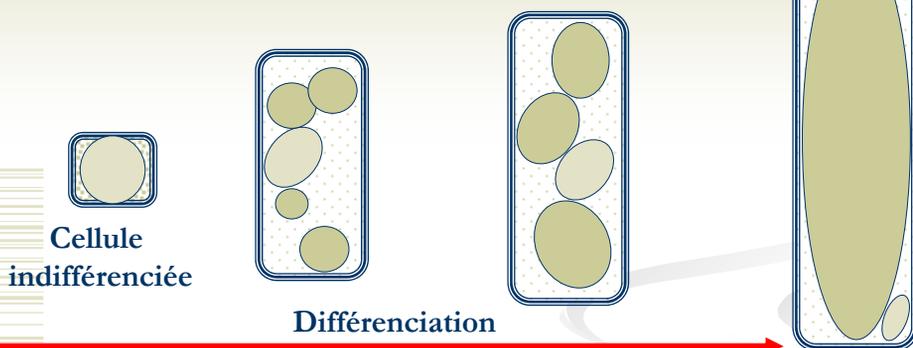
ON DISTINGUE TROIS PHASES :

- ✓ 1° / PROLIFERATION CELLULAIRE.
- ✓ 2° / ELONGATION CELLULAIRE.
- ✓ 3° / DIFFERENTIATION CELLULAIRE.

11

A L'ECHELLE CELLULAIRE

GENESE D'UNE CELLULE VEGETALE



Cet allongement est lié à une entrée d'eau, en effet la paroi squelettique est constituée de micro fibrilles de cellulose qui donnent une certaine rigidité à la paroi, la cellule doit exercer une force (pression d'eau) pour s'allonger et grandir, à ce sujet l'Auxine (hormone végétale) agit sur la plasticité de la paroi en favorisant l'allongement des cellules.

Il paraît donc clair ici, que la croissance et le développement sont deux phénomènes très liés et se déroulent en même temps.

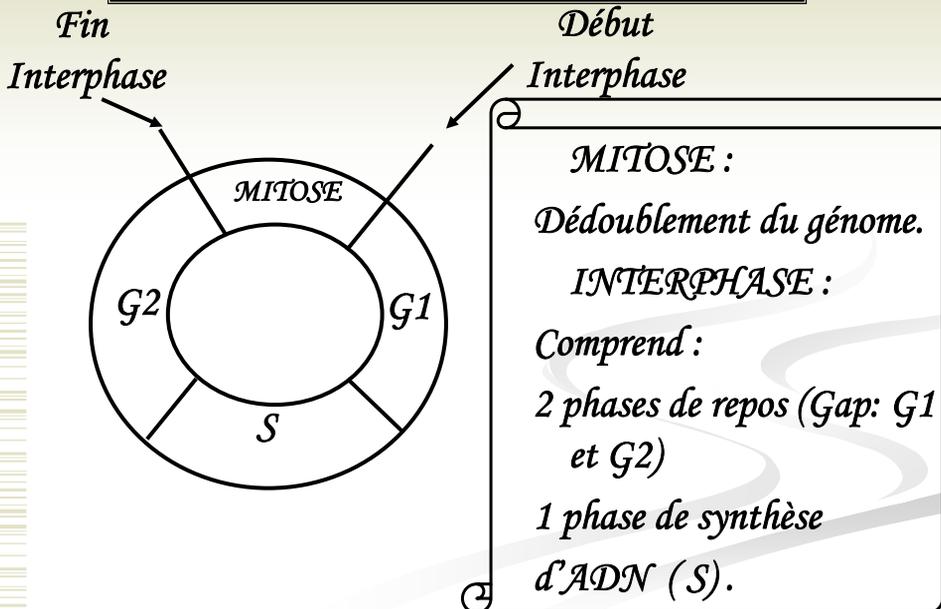
1°/ PROLIFERATION CELLULAIRE.

A/ DEFINITION :

- ✓ 1er PHENOMENE AU NIVEAU DU MERISTEME.
- ✓ MULTIPLICATION INTENSE DES CELLULES.
- ✓ LE RESULTAT EST UNE MASSE CELLULAIRE.

13

CYCLE CELLULAIRE



14

C/ETUDE DU CYCLE CELLULAIRE

a) LA DUREE DU CYCLE.

DUREE DIFFERENTE DU CYCLE CHEZ LE MAIS

	G1	S	G2	M	Tot
Cellules à croissance rapide	0	8	5	2	15
Cellules à croissance lente	151	9	11	3	174

15

2°/ ELONGATION CELLULAIRE

GERMINATION DE PETIT POIS PAR SACHS

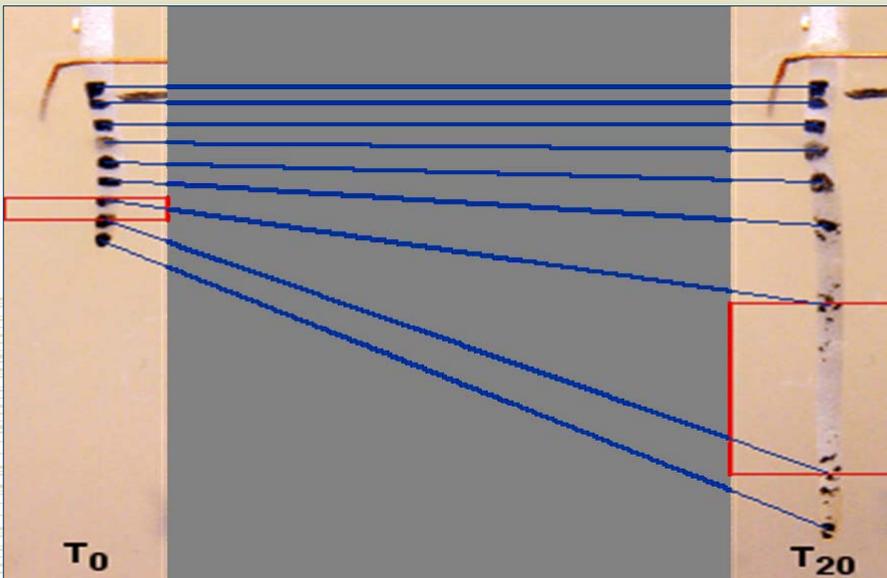


16



Expérience de Sachs

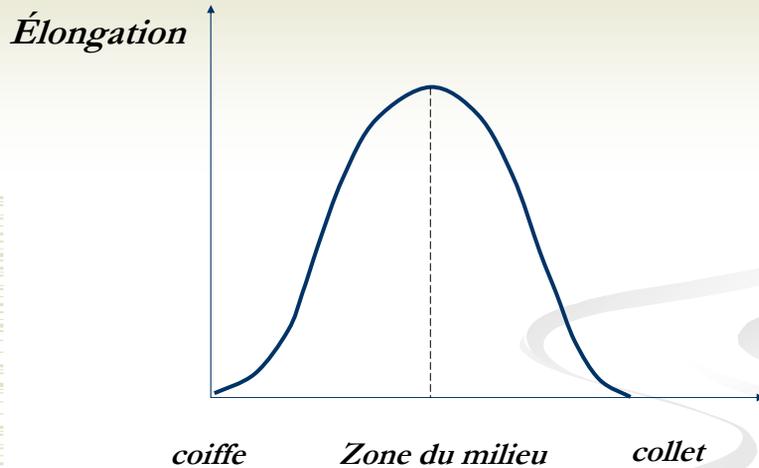
17



LE DIAGRAMME DE CROISSANCE MONTRE QUE L'ELONGATION EST NULLE AU NIVEAU DES PARTIES APICALES ET BASALES. IMPORTANTE AU MILIEU DE L'ORGANE.

18

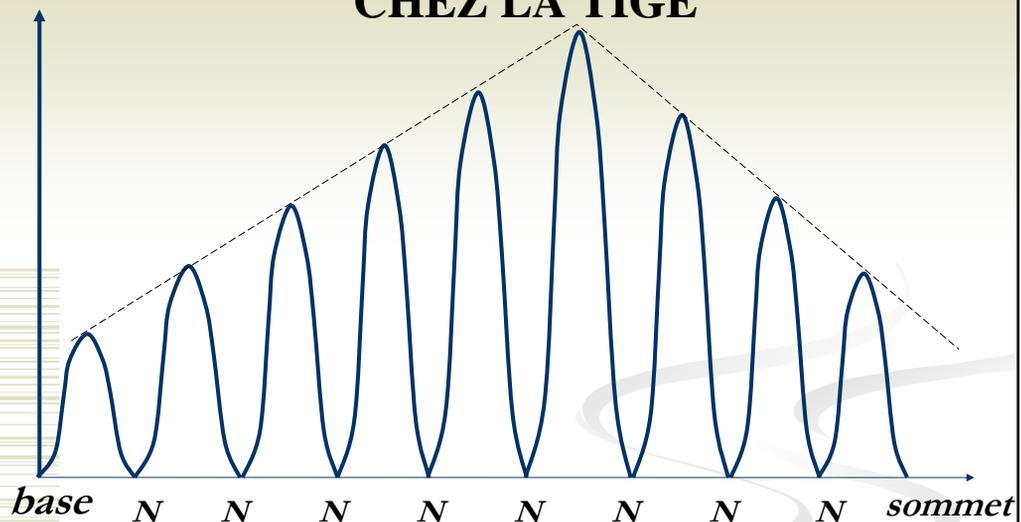
DIAGRAMME DE CROISSANCE Au niveau de la racine



On constate que l'élongation est importante au milieu, alors qu'elle est nulle aux extrémités .

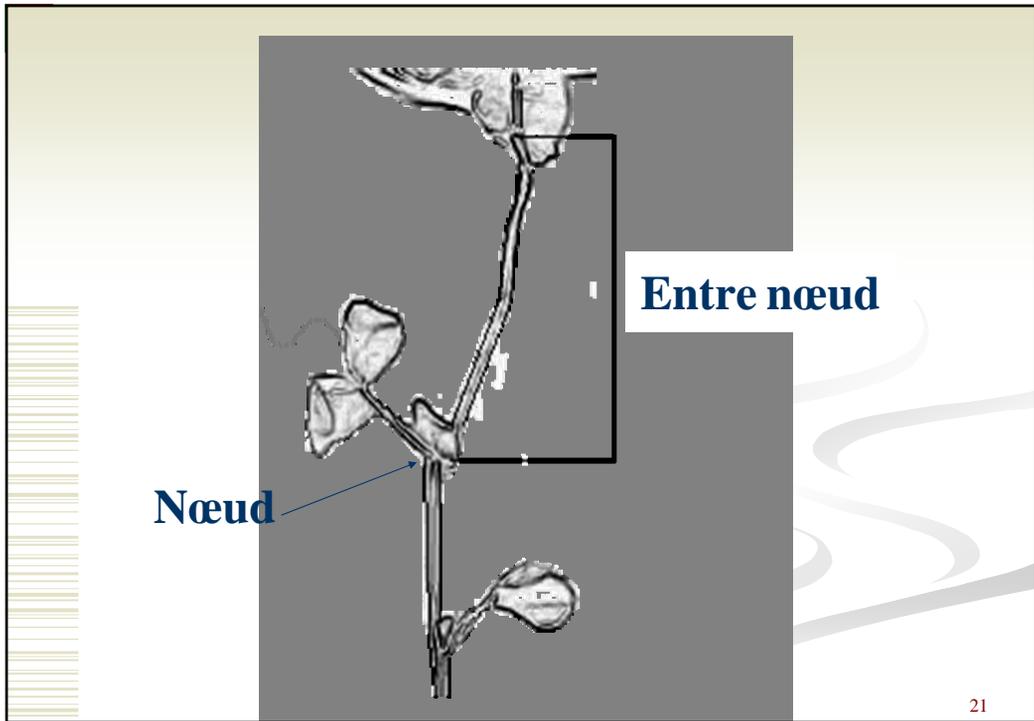
19

CHEZ LA TIGE



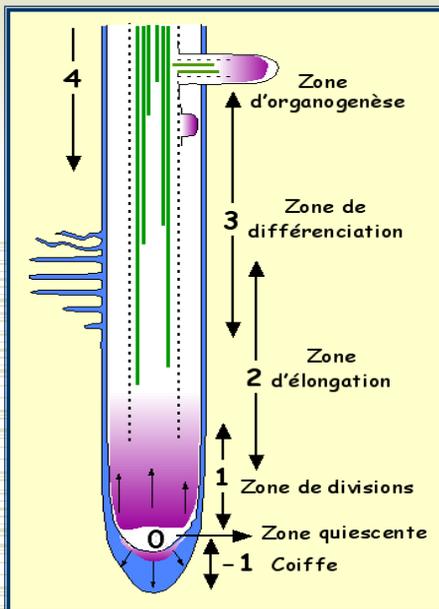
On constate que l'élongation est nulle au niveau des nœuds; importante au niveau des entre nœuds surtout lorsqu'on s'éloigne des centres générateurs.

20



21

DIFFERENTIATION CELLULAIRE



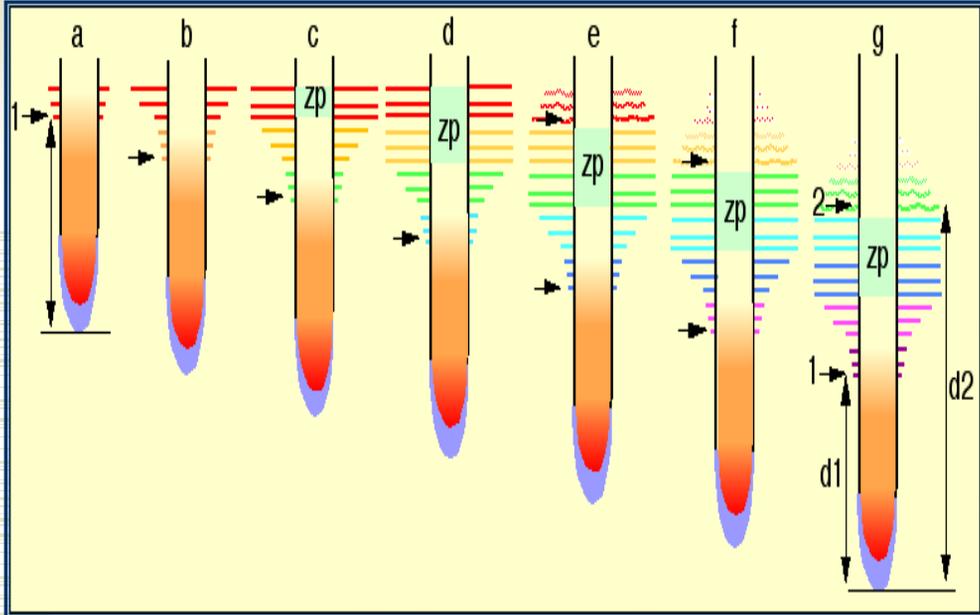
ON PEUT DISTINGUER:
UNE SEPARATION DANS LE
TEMPS ET DANS L'ESPACE
DES DIFFERENTES ZONES
DIFFERENTIEES.

SI ON COUPE LA BASE DE LA
RACINE, LA ZONE PILIFERE
S'ETENDRA JUSQU'AU
NIVEAU DE LA SECTION.

LE MERISTEME INHIBE
DONC LA DIFFERENTIATION.

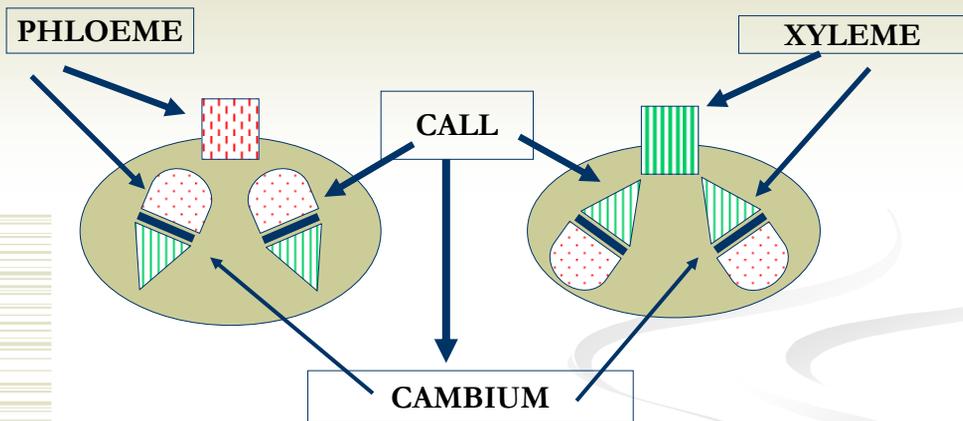
22

CONTRÔLE DE LA DIFFÉRENTIATION



23

DANS UNE EXPERIENCE « IN VITRO »



CHAQUE TISSU A ENGENDRE A SA PROXIMITE LE MEME TISSU D'ORIGINE.

CECI ATTESTE D'UN CONTROLE D'ORIGINE CHIMIQUE DE LA DIFFÉRENTIATION.

24

EN CONCLUSION :

- ◆ LA DIFFERENTIATION EST DONC BIEN CONTROLÉE .
- ◆ ON ASSISTE A UN CONTRÔLE DANS LE TEMPS ET DANS L'ESPACE .
- ◆ LE CONTRÔLE EST DIRIGÉ PAR LES CENTRES GENERATEURS . IL EST D'ORDRE CHIMIQUE .

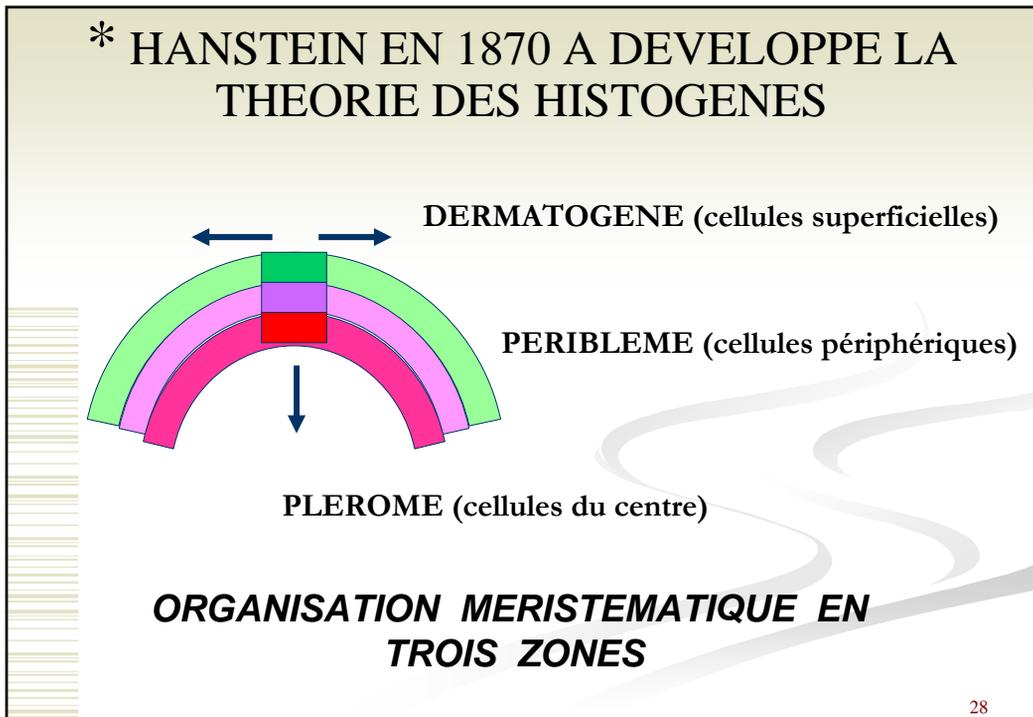
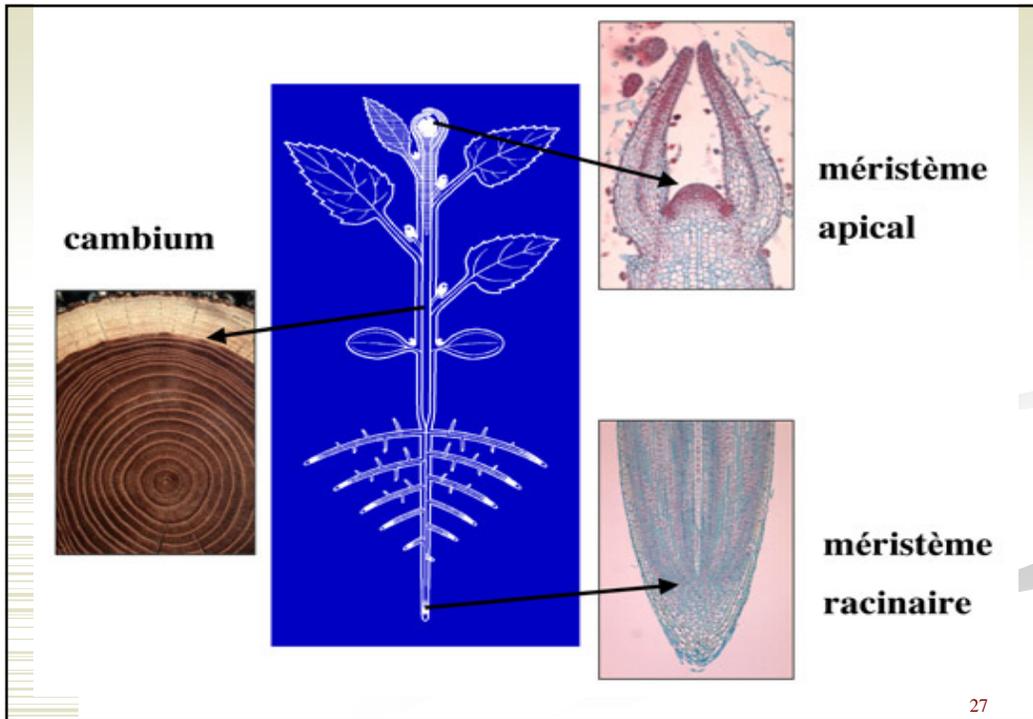
25

III/ CENTRES GENERATEURS

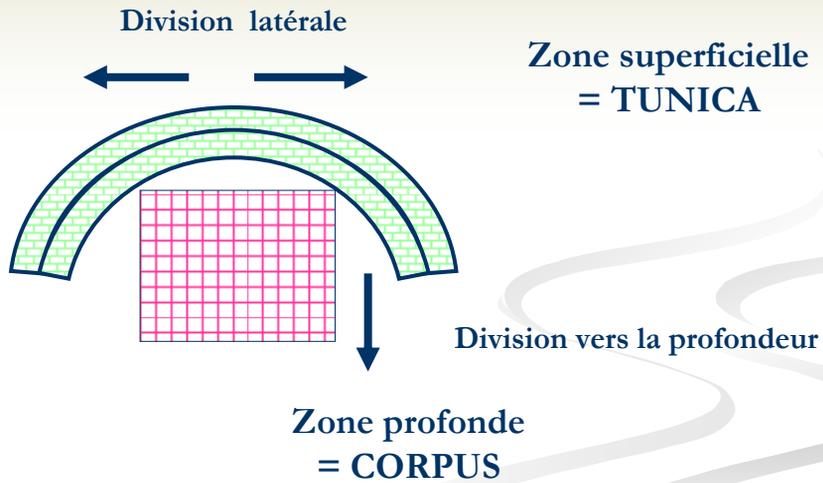
DIFFERENTES TYPES :

- ◆ LES MERISTEMES TERMINAUX : “D'ORIGINE PRIMAIRE” . ILS SONT SOIT CAULINAIRES OU RACINAIRES .
- ◆ LES MERISTEMES SECONDAIRES (LES CAMBIUMS) : ILS APPARAISSENT PLUS TARD . ON DISTINGUE :
 - L'ASSISE LIBERO-LIGNEUSE QUI DONNERA LE LIBER ET LE BOIS .
 - L'ASSISE SUBERO-PHELLODERMIQUE QUI DONNERA LE LIEGE.

26

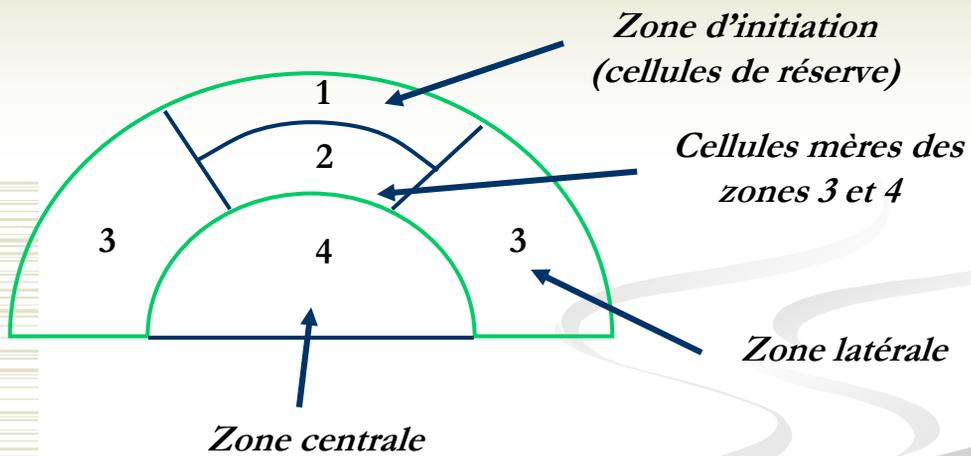


*** EN 1890 SMITH A DEVELOPPE LA THEORIE DE LA TUNICA ET DU CORPUS**



29

FOSTER SUR Ginkgo biloba

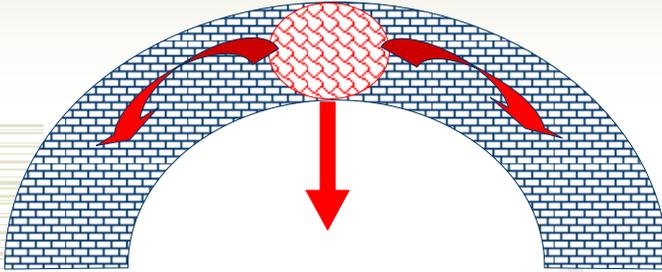


Organisation en trois zones

30

L'UTILISATION DE LA COLCHICINE

L'application de la colchicine entraîne l'apparition de chimères polyploïdes



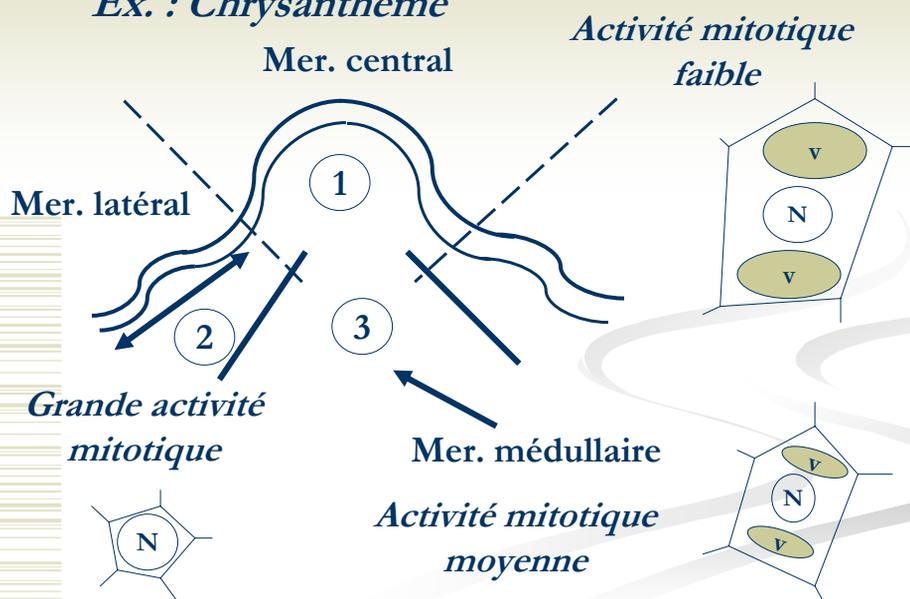
LES PARTIES LATÉRALES ET PROFONDES ONT DONC POUR ORIGINE LA PARTIE CENTRALE

LE MERISTÈME EST DONC CONSTITUÉ DE DIFFÉRENTES ZONES, DONT L'IMPORTANCE DÉPEND DE L'ARCHITECTURE DE LA PLANTE.

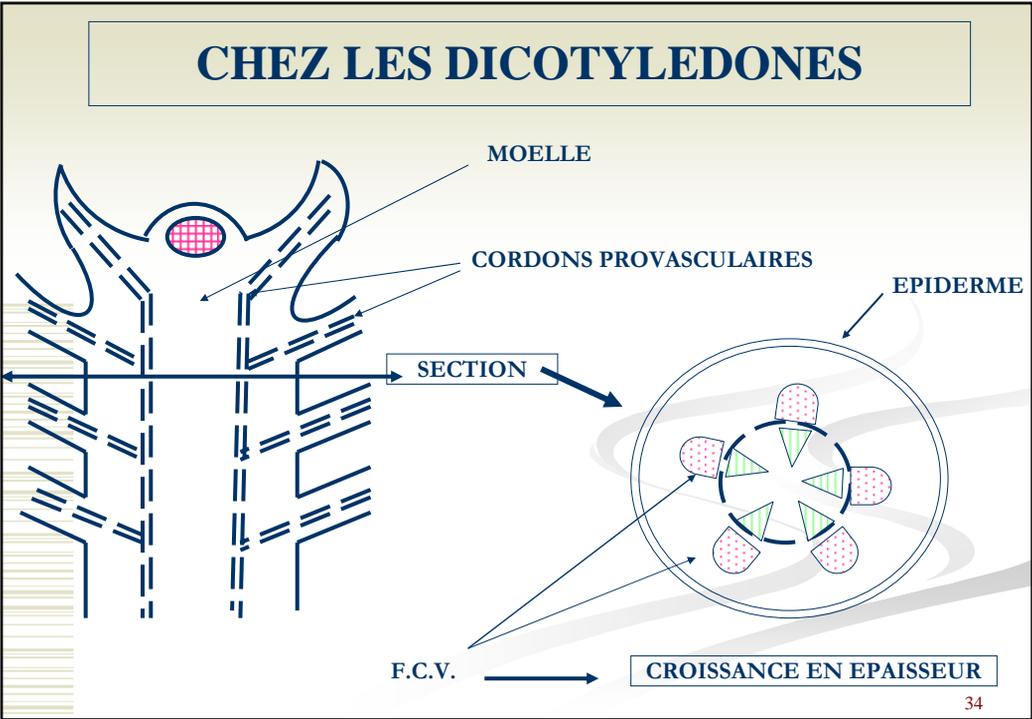
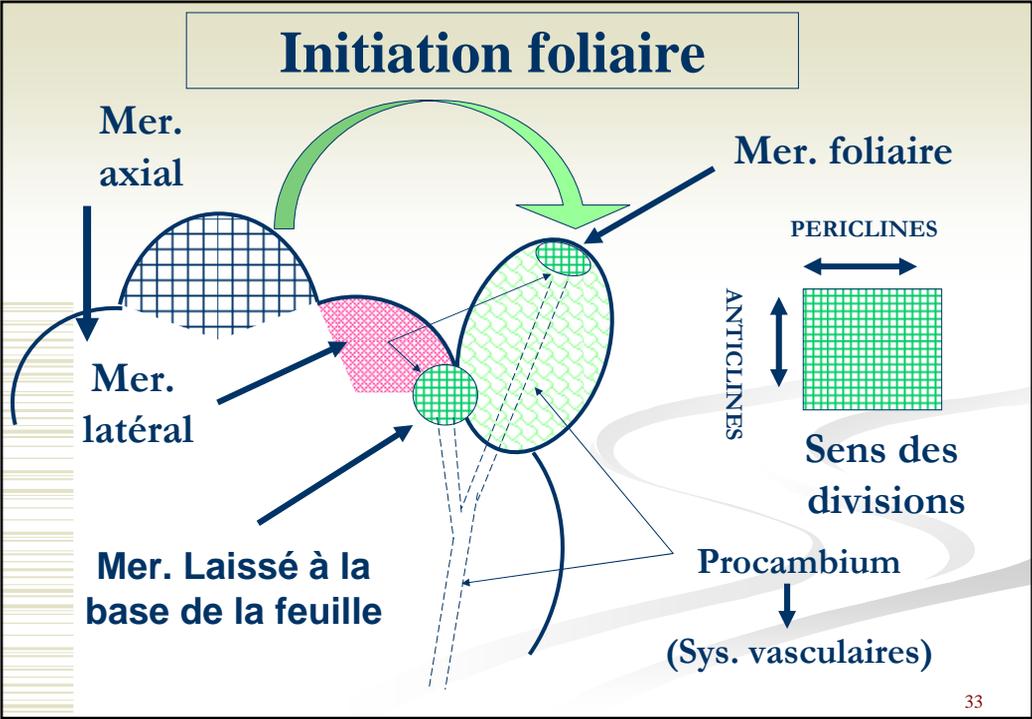
31

CHEZ LES DICOTYLEDONNES

Ex. : Chrysanthème

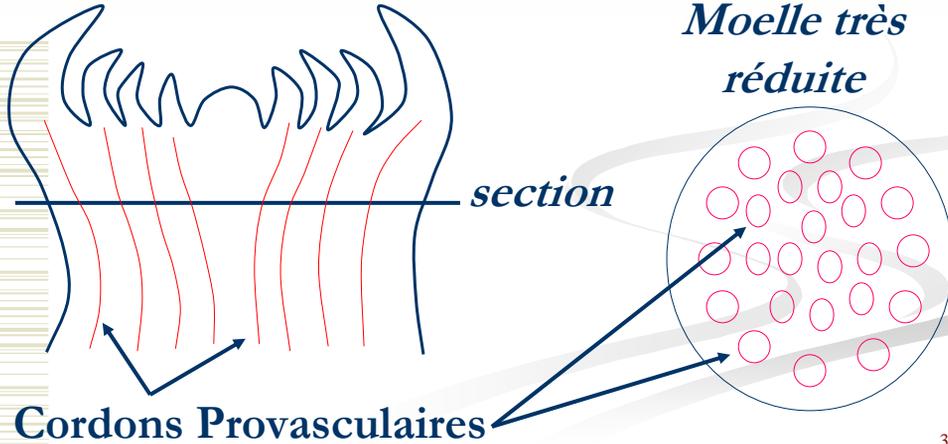


32



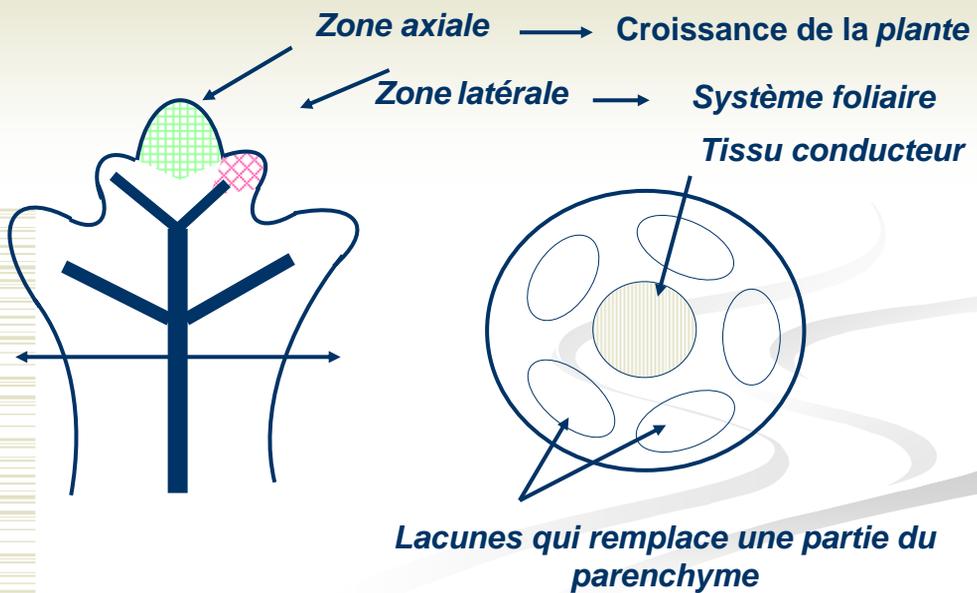
CHEZ LES MONOCOTYLEDONES

Les feuilles naissent au niveau de l'épiderme; la zone latérale est très large. La croissance en épaisseur se fait par étalement du méristème latéral



35

CHEZ LES PLANTES AQUATIQUES



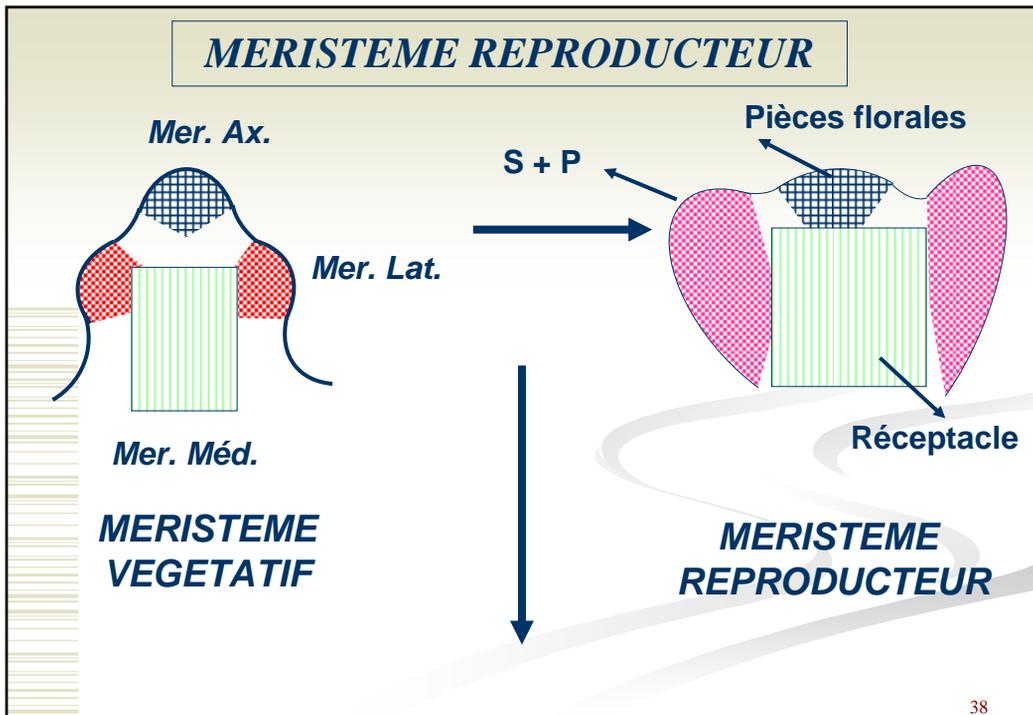
36

CONCLUSIONS

◆ L'ORGANISATION DE LA PARTIE APICALE A UN DETERMENISME SUR:

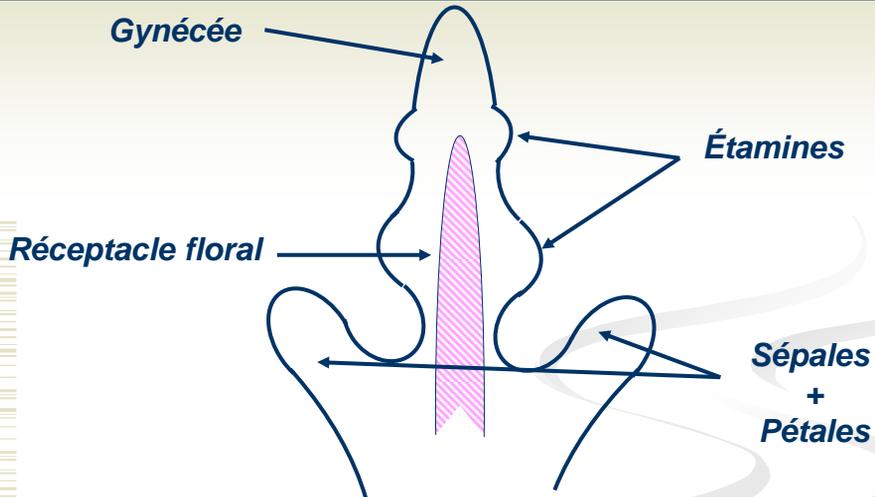
- L'ONTOGENESE DE LA TIGE .
- LA POHYLLOTAXIE FOLIAIRE (en donnant le nombre d'hélices foliaires et la disposition des feuilles sur ces hélices foliaires).

37



38

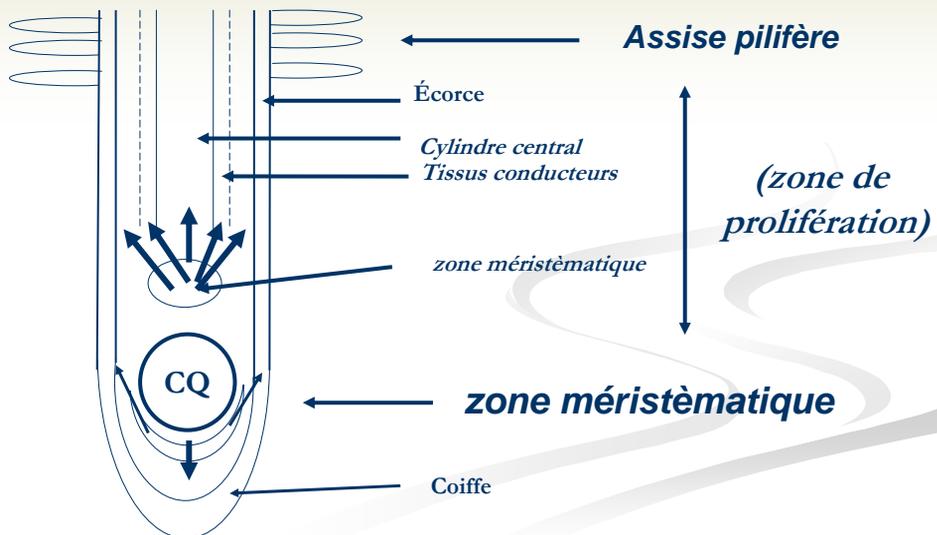
TRANSFORMATION FLORALE



CETTE ORGANISATION EST PLUS AU MOINS COMPLEXE SELON LES ESPECES ET SURTOUT LORSQU'IL S'AGIT D'UNE INFLORESCENCE

39

MERISTEME RACINAIRE



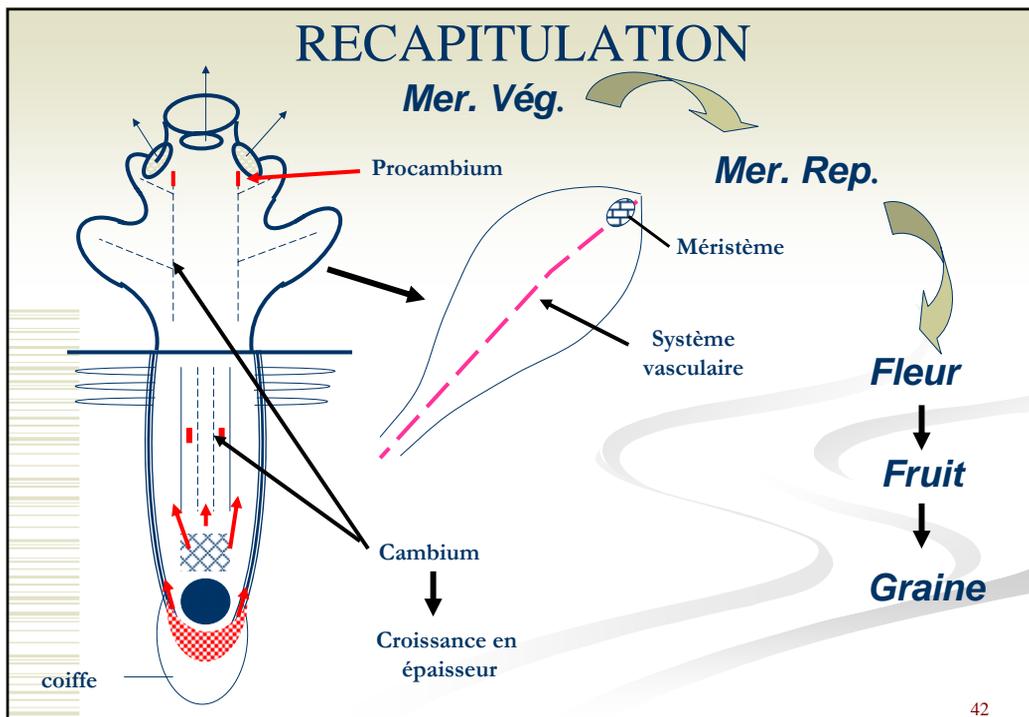
40

ACTIVITE CELLULAIRE AU NIVEAU DU MERISTEME RACINAIRE

	<i>maïs</i>	<i>moutarde</i>
Centre quiescent	200h	500h
Coiffe	12h	35h
Zone de prolifération	25h	40h

41

RECAPITULATION



42

REGULATION DE LA CROISSANCE

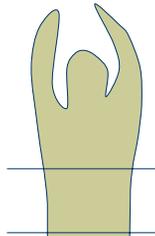
♦ APEX CAULINAIRE .

♦ APEX RACINAIRE .

NOTION DE POLARITE

Dans une expérience :

PA



1

2

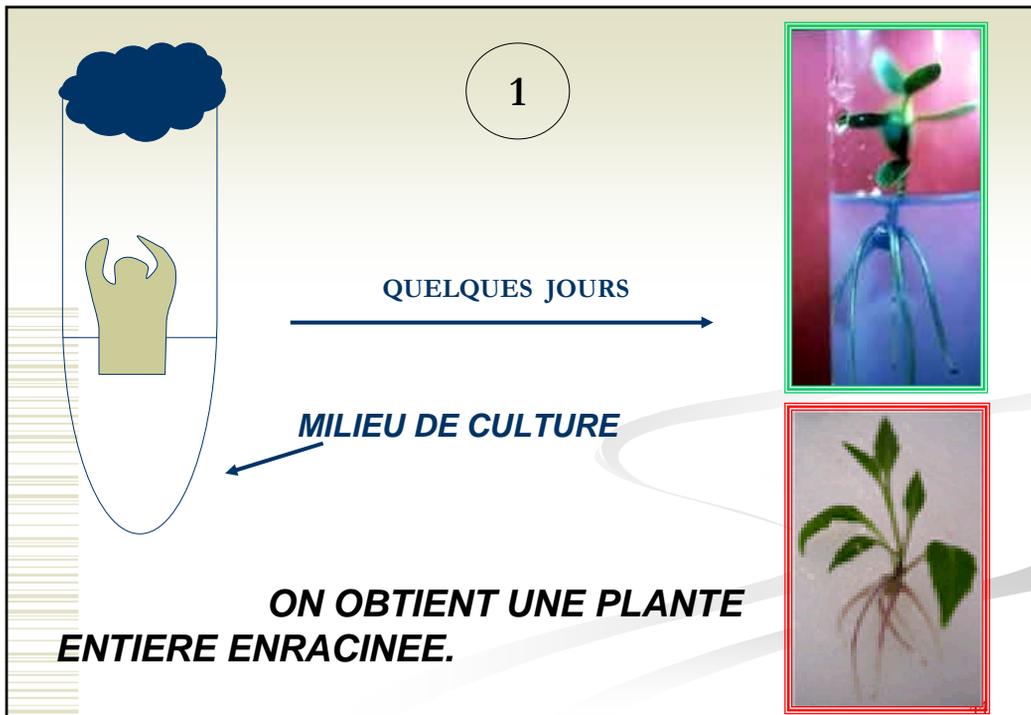
3

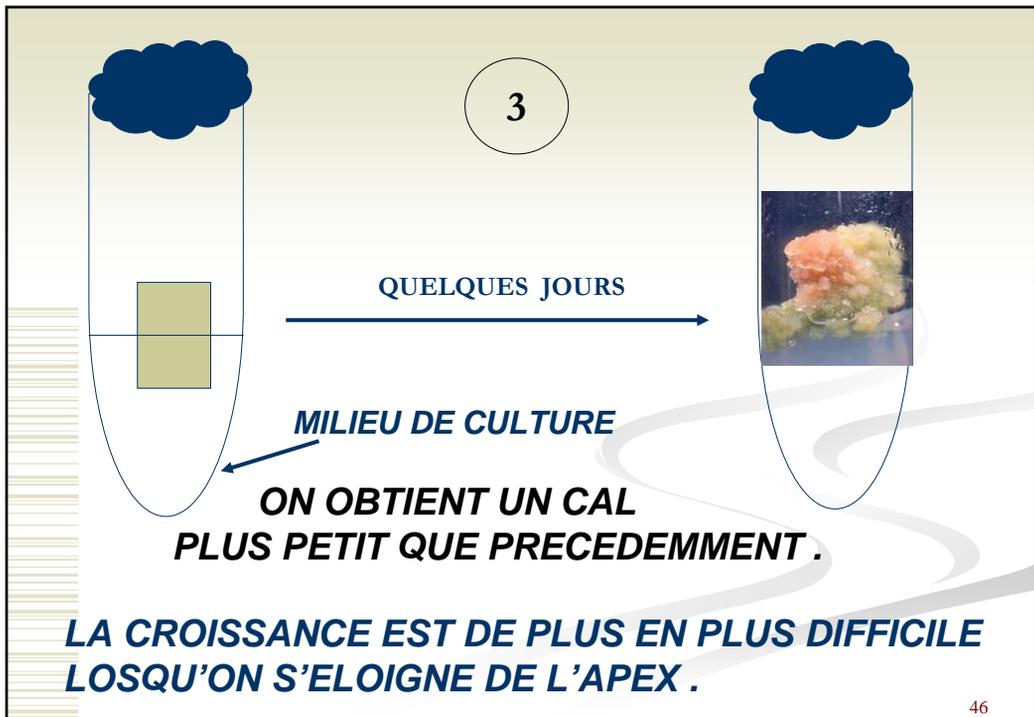
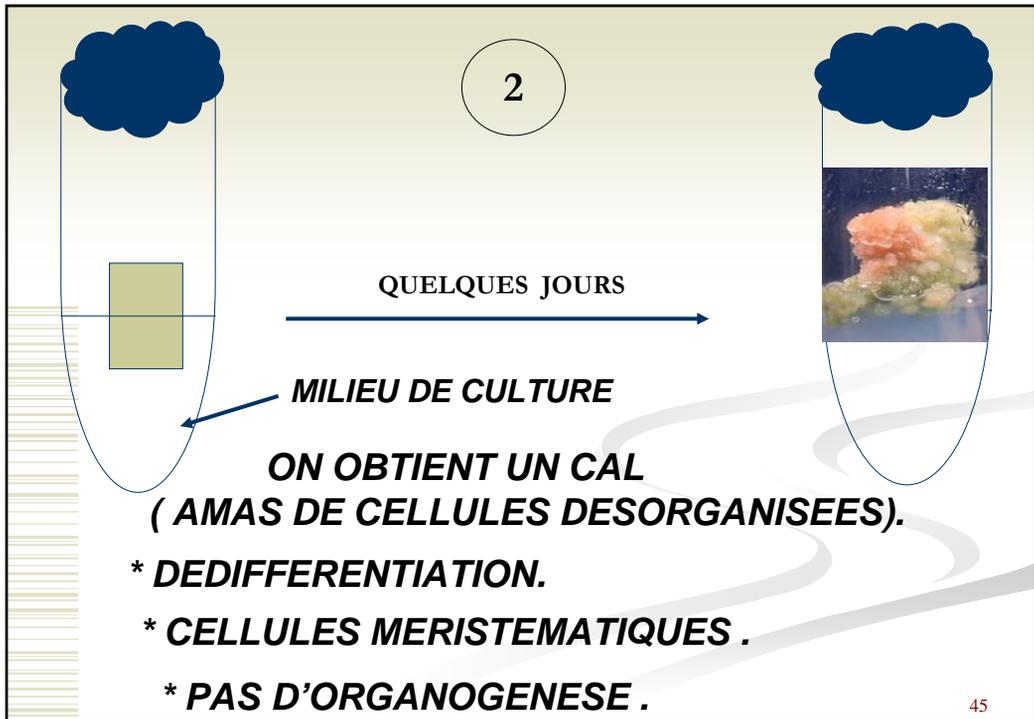


**Culture sur
milieu nutritif.**

PB

43





DANS D'AUTRES EXPERIENCES

1

Excision de la zone axiale

Après cicatrisation et divisions

**On obtient deux apex qui naissent au niveau des zones latérales .
Le méristème latéral se transforme en méristème axial .**

CC. : LA ZONE AXIALE INHIBE LES PARTIES LATERALES.

47

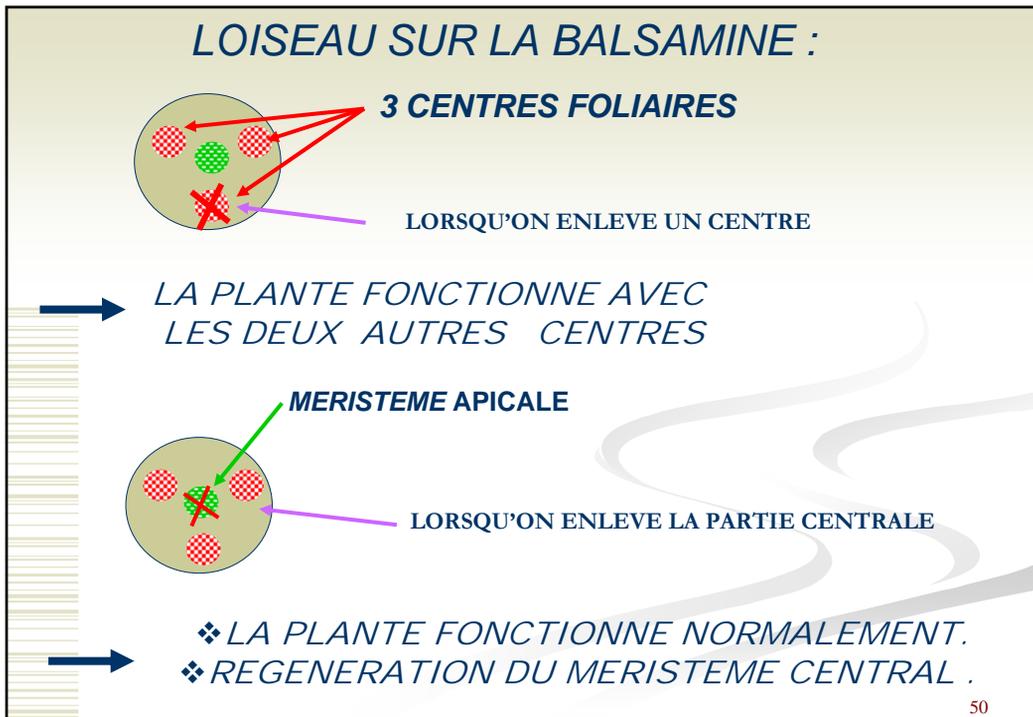
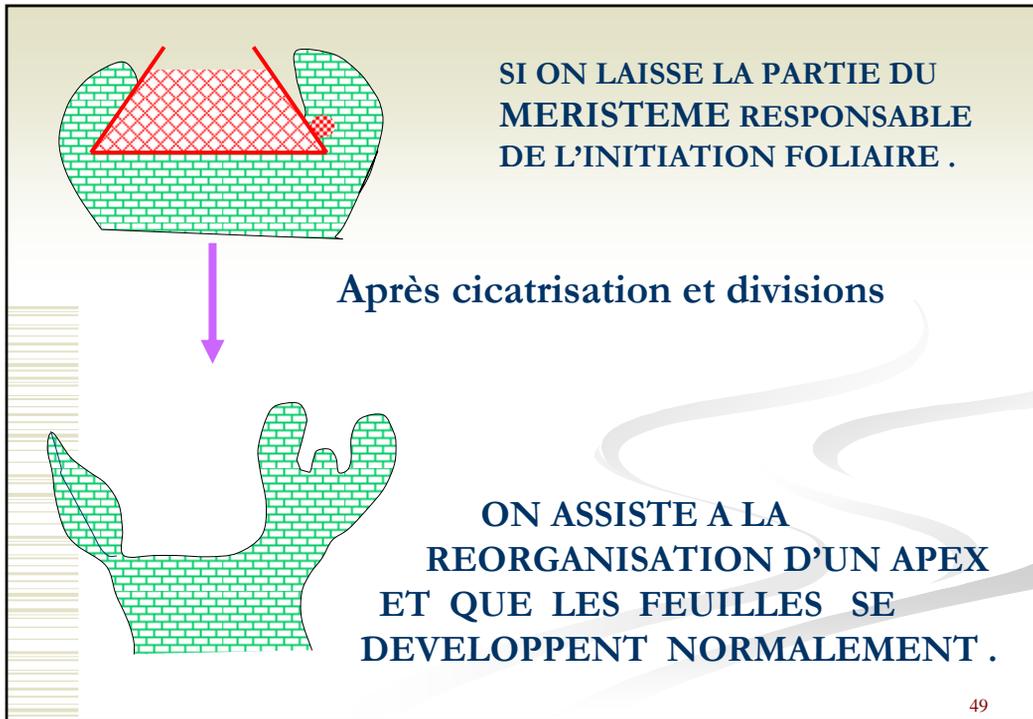
PELLIGRINI EN 1970

PROCEDE AU DECOUPAGE DE LA ZONE AXIALE ET DES DEUX ZONES LATERALES

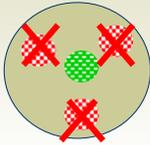
**PAS DE REORGANISATION DE L'APEX .
LES FEUILLES OBTENUES ONT UN ASPECT ANORMAL .**

L'APEX ASSURE LE BON DEVELOPPEMENT DES FEUILLES .

48



LORSQU'ON COUPE LES TROIS CENTRES



LA REGION CENTRALE REGENERE
LES TROIS CENTRES FOLIAIRES

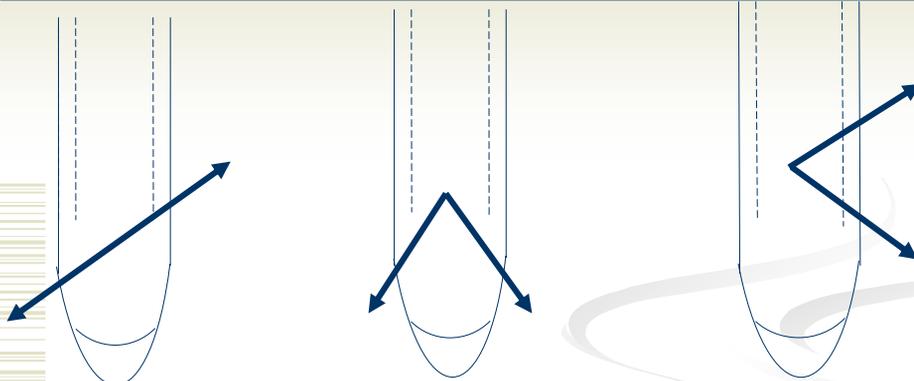
CONCLUSION :

- LES CENTRES FOLIAIRES SONT INDEPENDANT LES UNS DES AUTRES .
- LA REGION CENTRALE PEUT REGENERER LES AUTRES CENTRES .
- LA PLANTE EST CAPABLE DE REGENERER LA ZONE CENTRALE .

51

MERISTEME RACINAIRE

DECOUPIGES AU NIVEAU DE LA RACINE DE LA FEVE PAR CLOWES EN 1953-55.



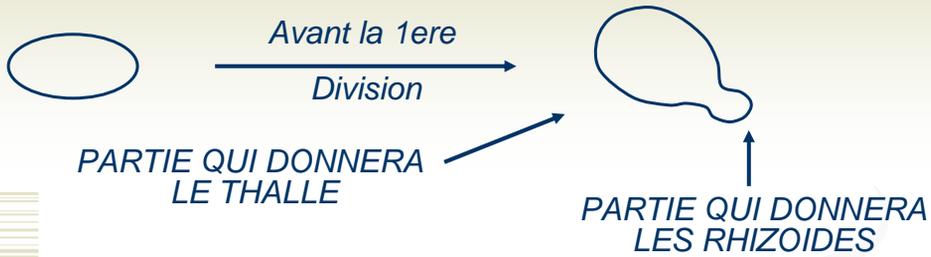
DANS TOUS LES CAS IL Y A DIVISIONS ET REGENERATION DES CELLULES. ELLES SONT ANARCHIQUES AU DEPART PUIS SE REORGANISENT.

LA ZONATION AU NIVEAU DE LA RACINE EST MOINS STRICTE QUE CHEZ LA TIGE .

52

EXEMPLES :

CHEZ L'ŒUF DE FUCUS :



CHEZ LE SPORE D'Equisetum :

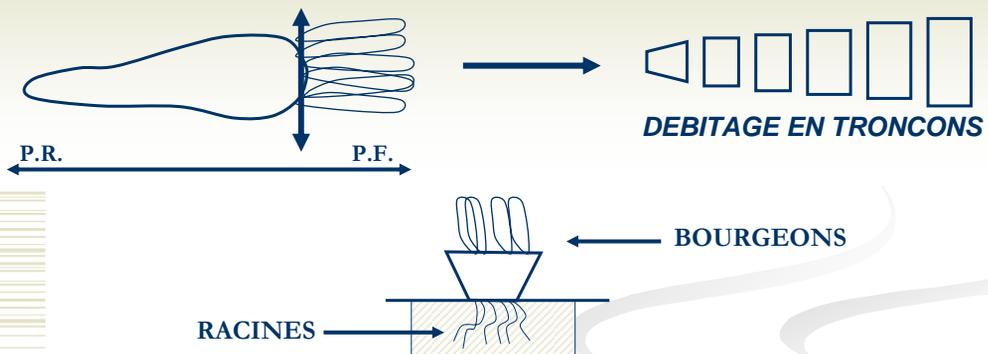


CES MODIFICATIONS CYTOPLASMIQUES SONT POSSIBLE
GRACE A L'ACTION DE STRUCTURES MICROTUBULAIRES .

53

AU NIVEAU ORGANOGENESE :

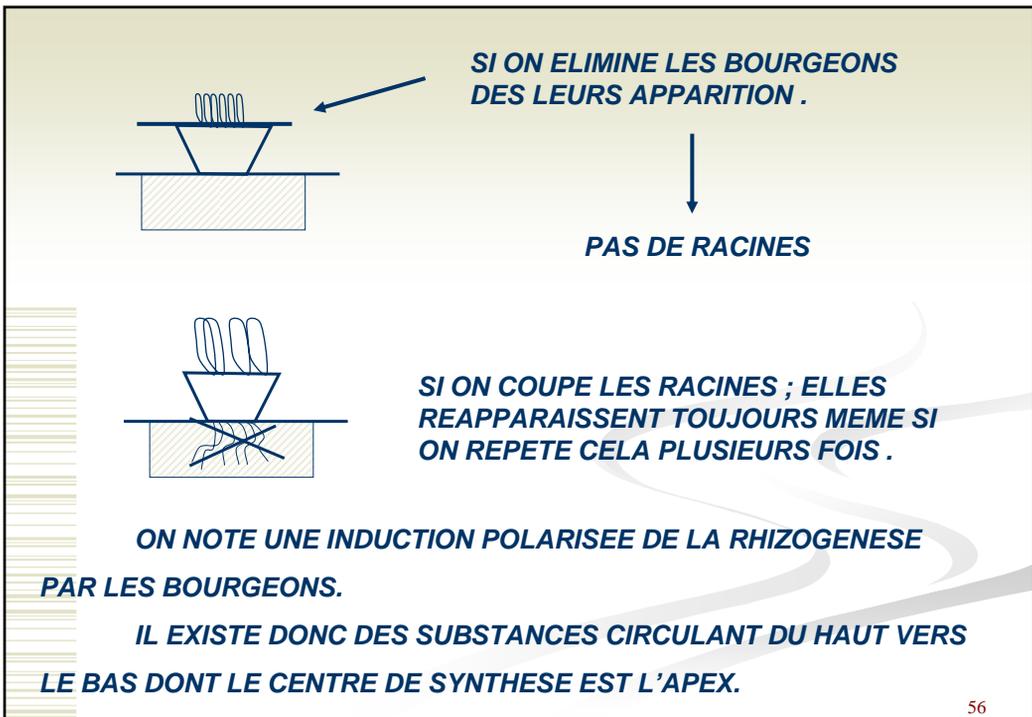
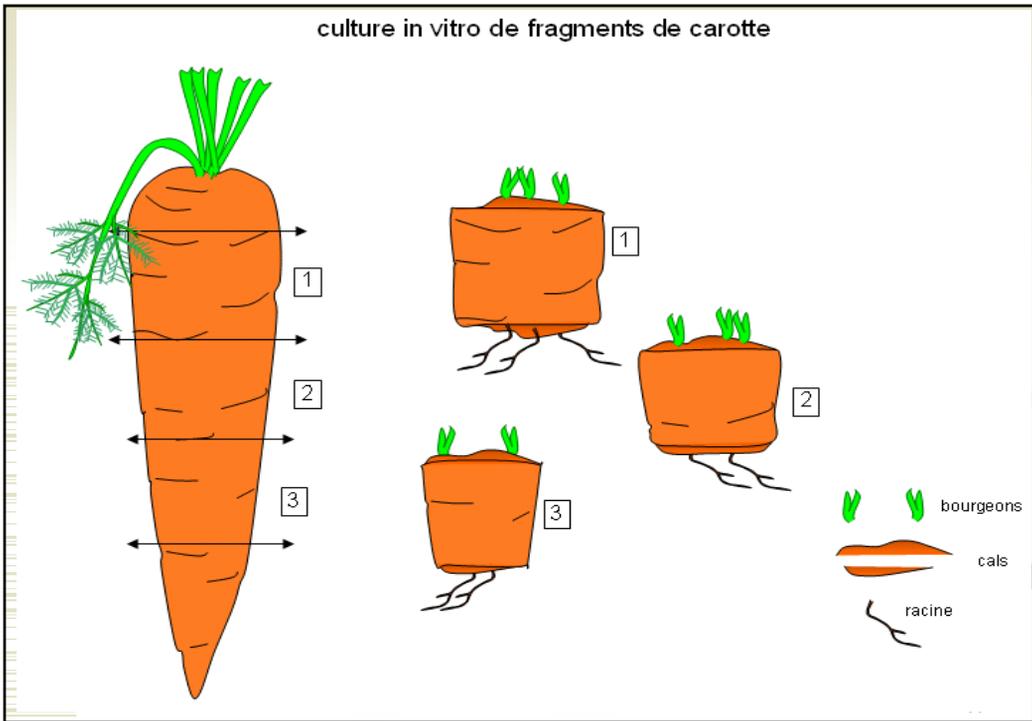
CHEZ LA RACINE DE CHICOREE :



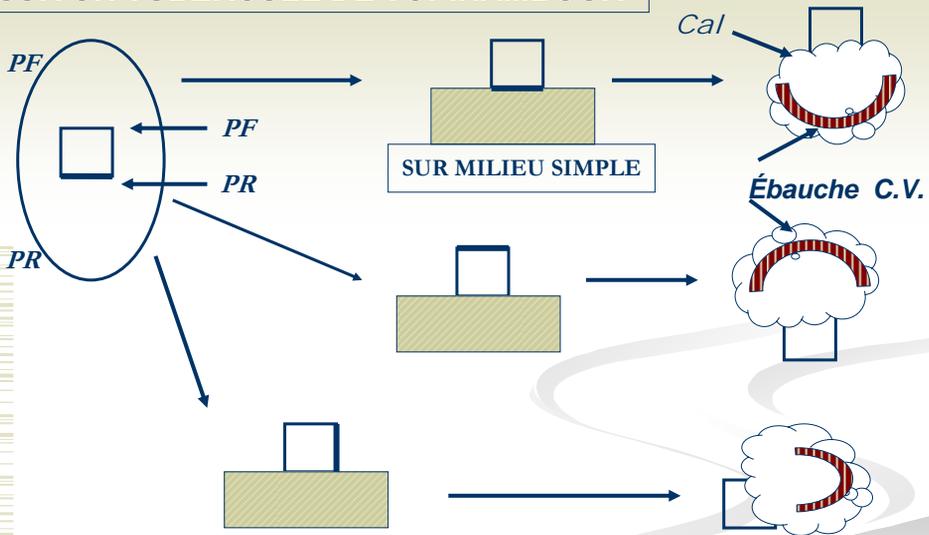
CES TRONCONS SUR MILIEU DE CULTURE DONNERONT TOUJOURS :

- ✓ DES BOURGEONS VERS LA PARTIE P.F. ET DES RACINES VERS LA PARTIE P.R.
- ✓ LA POLARITE EST CONSERVEE.
- ✓ ON NOTE QUE LES BOURGEONS APPARAISSENT EN PREMIER .

54



SUR UN TUBERCULE DE TOPINAMBOUR

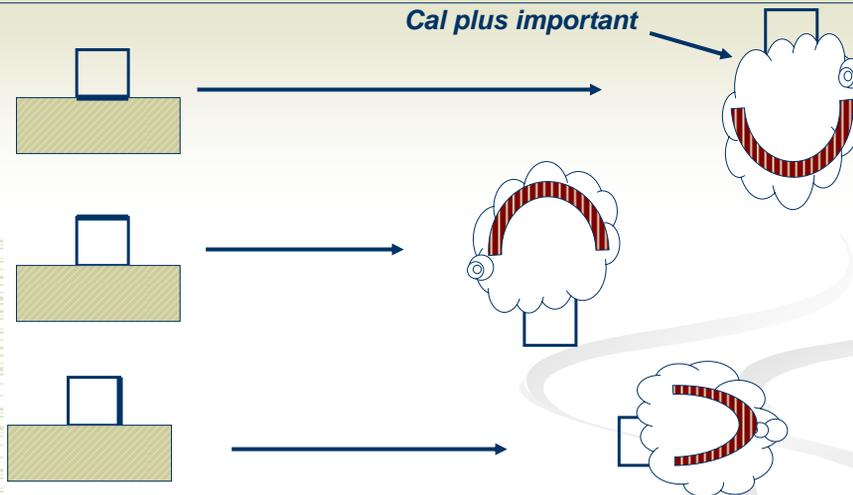


LA POLARITE EST CONSERVEE QUELQUE SOIT L'ORIENTATION DE L'EXPLANT .

57

LORSQU'ON AJOUTE AU MILIEU 0,01mg/l d'acide Naphtyl acétique

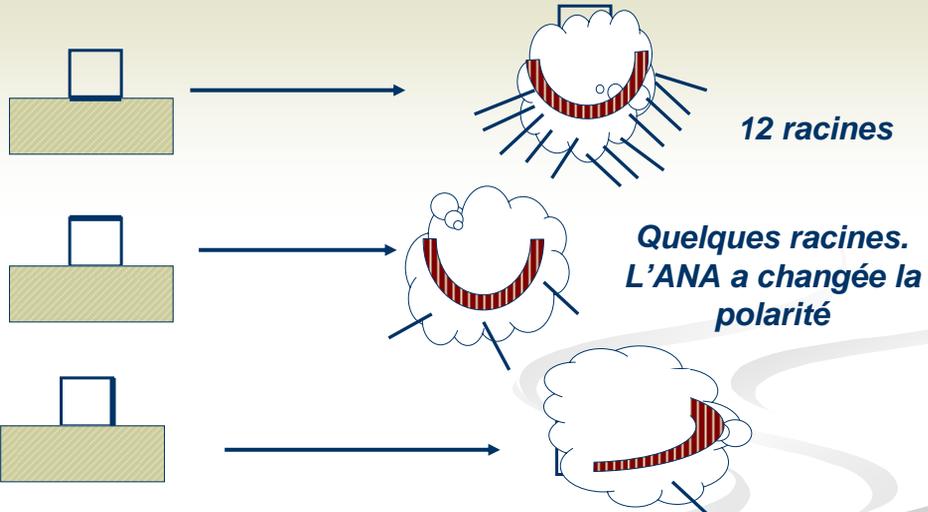
Cal plus important



**ON CONSTATE QUE LA CALLOGENESE A ETE PLUS INDUITE .
LA POLARITE EST CONSERVEE .**

58

LORSQU'ON AJOUTE AU MILIEU 1mg/l d'acide Naphtyl acétique :



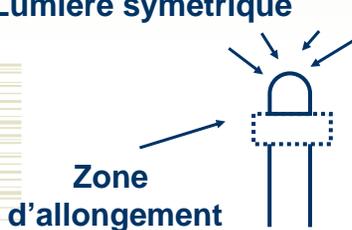
LA POLARITE EXISTE , MAIS ELLE EST MASQUEE PAR L'APPORT D'UNE SUBSTANCE DE CROISSANCE .

59

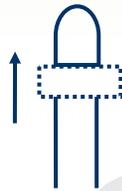
LES AUXINES

C'EST GRACE A BEIJERINK ET A DARWIN QUI SE SONT INTERESSES AU PHOTOTROPISME CHEZ Phalaris canariensis DEPUIS 1880 QU'ON A PU INTRODUIRE LA NOTION DE PHYTOHORMONE OU HORMONE VEGETALE .

Lumière symétrique



Croissance verticale si lumière symétrique



Lumière asymétrique



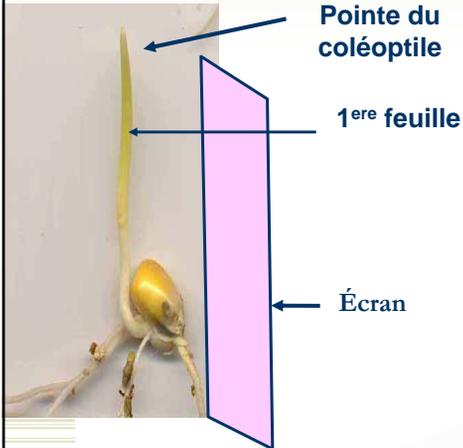
Mise en évidence du photopériodisme du coléoptile avec une lumière asymétrique



60

DARWIN S'EST INTERESSE ENSUITE A LA PARTIE APICALE DU COEOPTILE QUI SEMBLE L'INSTIGATEUR DU **PHOTOTROPISME** :

IL REALISA L'EXPERIENCE SUIVANTE :



DARWIN A CONSTATE :

QUE LORSQU'ON INTERPOSE UN ECRAN DE FACON A EXPOSER LA POINTE DU COLEOPTILE SEULEMENT A LA LUMIERE CELUI CI SE COURBE .

IL MONTRE AUSSI QUE LORSQUE LA POINTE EST CACHEE LE COLEOPTILE NE SE COURBE PAS.

61

DARWIN A ENSUITE CONSTATE :

LORSQU'IL DECAPITE LE SOMMET

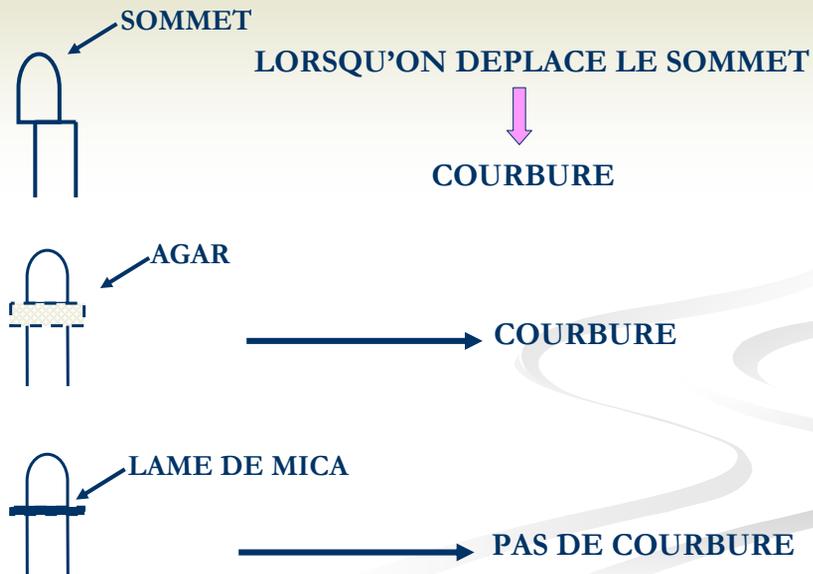


PLUS DE COURBURE

DONC C'EST LE SOMMET QUI EST LE RESPONSABLE DE LA COURBURE

62

FEFER ET BOYSEN 1910-1914 :

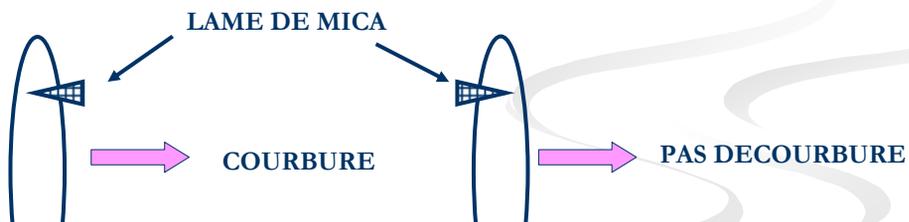


63

CONCLUSION:

- ♦ LA CONTINUTE CELLULAIRE N'EST PAS NECESSAIRE.
- ♦ LE STIMULUS PEUT FRANCHIR L'AGAR MAIS NON LA LAME DE MICA .

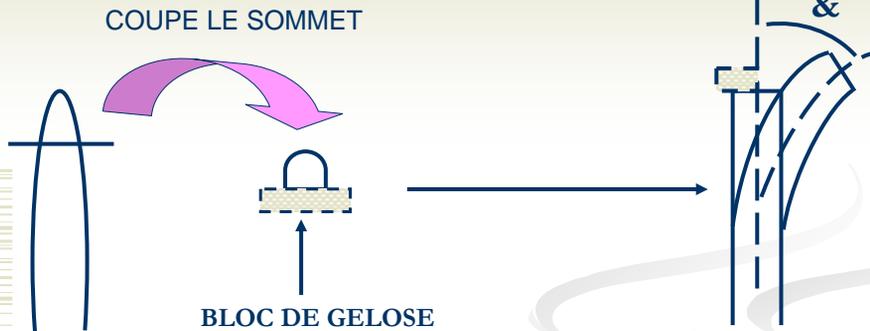
ENSUITE :



* FEFER N'EN TIRE AUCUNE CONCLUSION DE CES EXPERIENCES .

64

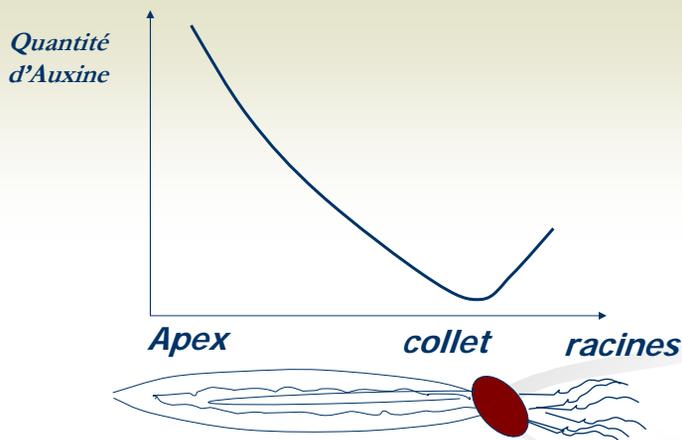
WENT EN 1928 ; EN REPRENANT CES EXPERIENCES A PU MONTRE :



ON OBTIENT UNE COURBURE QUI EST UN ALLONGEMENT DU COLEOPTILE DÙ A UNE CROISSANCE INEGALE ENTRE LES DEUX MOITIÉS DU COLEOPTILE .

65

SA DISTRIBUTION AU NIVEAU DE LA PLANTE



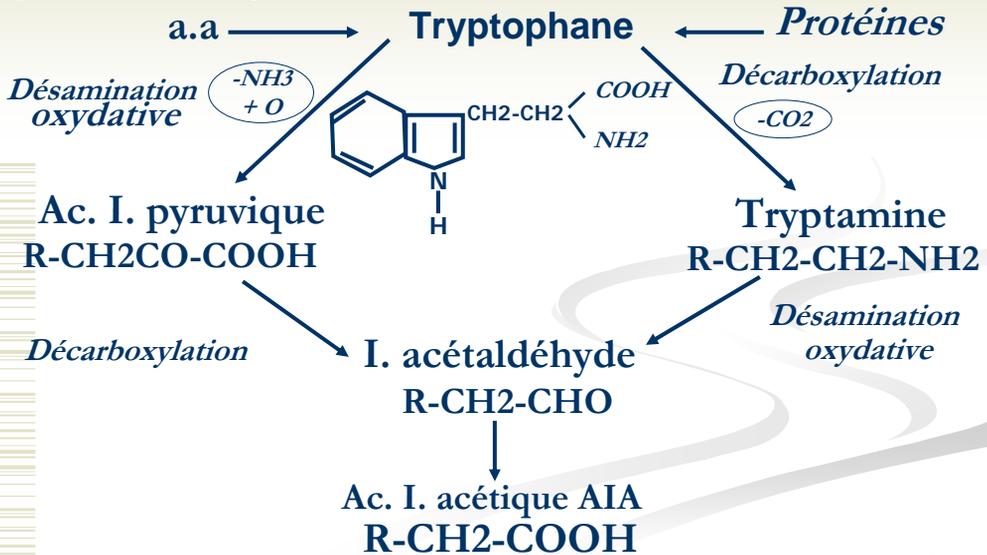
ON CONSTATE :

- * **UNE GRANDE QUANTITE D'AUXINE AU NIVEAU DE L'APEX.**
- * **ACCUMULATION AU NIVEAU DE LA RACINE.**

66

BIOSYNTHESE

Nécessite du Tryptophane et une bonne aération ce qui prouve que c'est une oxydation .



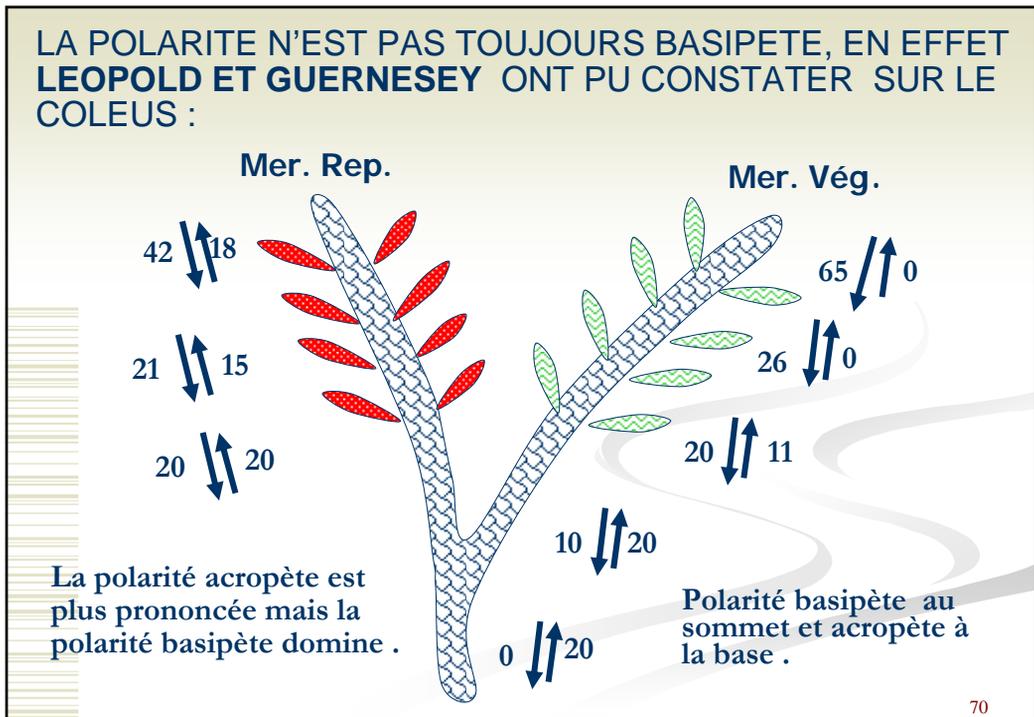
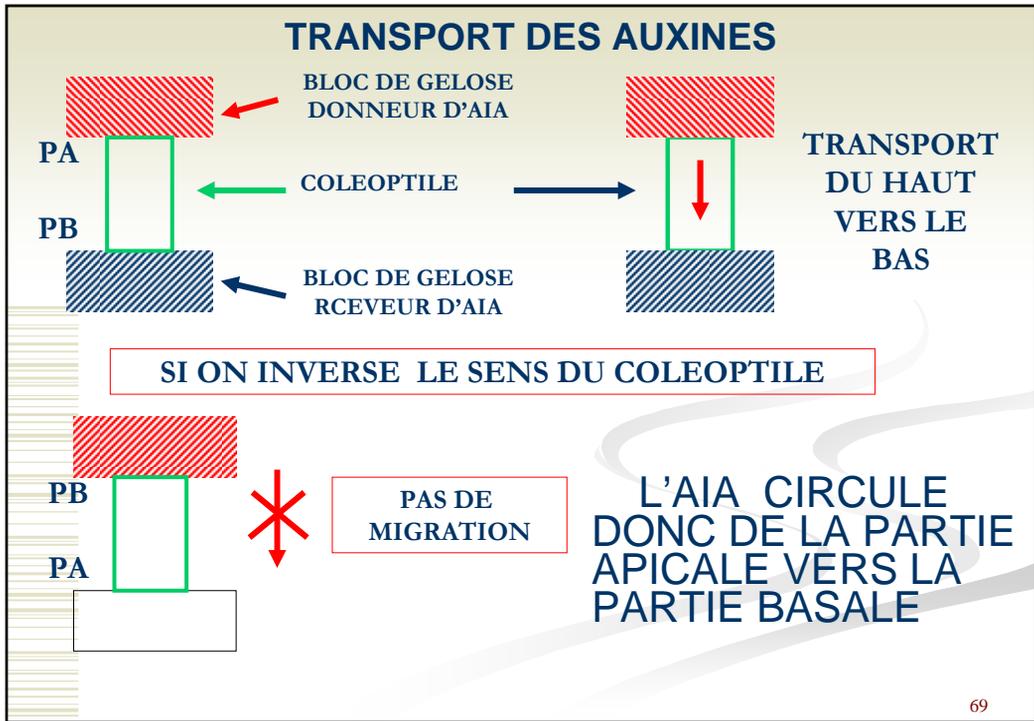
67

Il existe d'autres voies de biosynthèse de l'AIA .

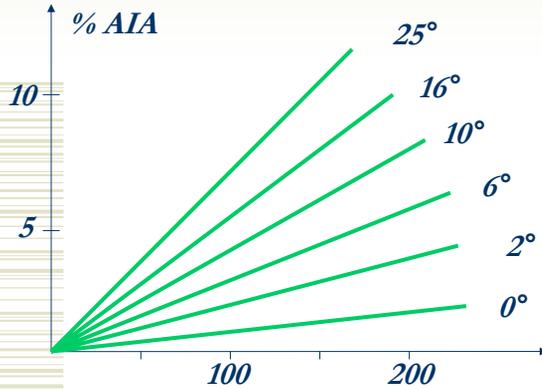
- ♦ La plus probable est celle à partir de l'I. acétaldéhyde en effet on a pu montrer l'existence de cette substance en quantité importante chez les végétaux.
- ♦ La voie à travers l'I. acétonitrile rencontrée chez les crucifères. S'agit il d'une voie de synthèse rapide en effet les enzymes nécessaires pour toutes les conversions sont présents dans les tissus .
- ♦ Autre voie :



68



- ♦ LA POLARITE EST PLUS AU MOINS STRICTE CHEZ LES TISSUS AGES.
- ♦ LA VITESSE EST DE 10 A 12 mn / SECTION DE 2 mm A UNE T° DE 25°C (V de 15mm/h) .
- ♦ LA TEMPERATURE INFLUE SUR LA VITESSE.

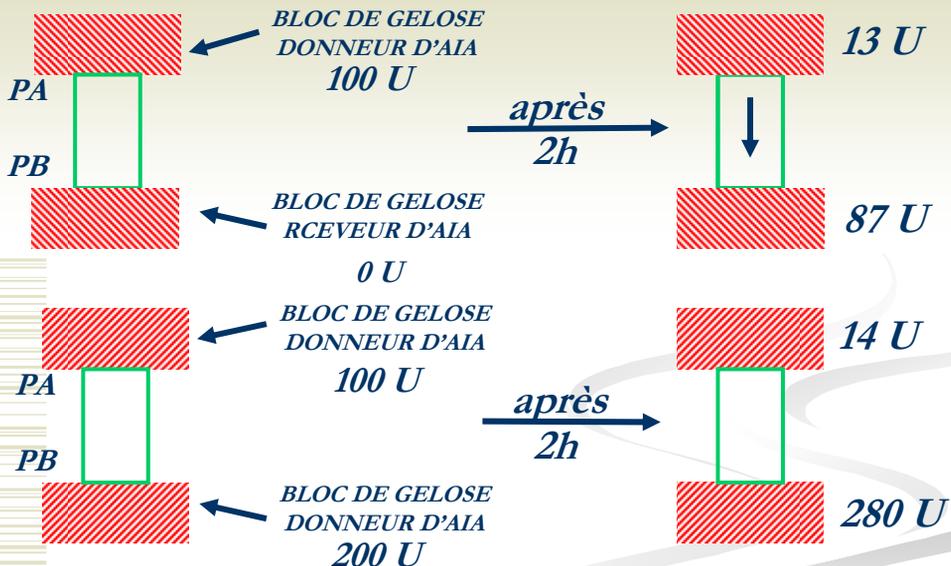


L'ABAISSMENT DE LA TEMPERATURE REDUIT LA VITESSE DE LA MIGRATION DE L'AIA .

- LA VITESSE DEPEND AUSSI DE LA TAILLE DE L'EXPLANT .
- ELLE EST IMPORTANTE CHEZ LES PETITS SEGMENTS .

71

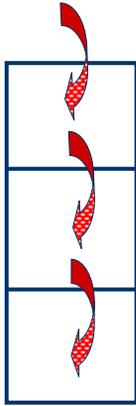
NATURE DU TRANSPORT DES AUXINES



LE TRANSPORT DE L'AIA EST ACTIF . IL EST INDEPENDANT DU GRADIENT DE CONCENTRATION .

72

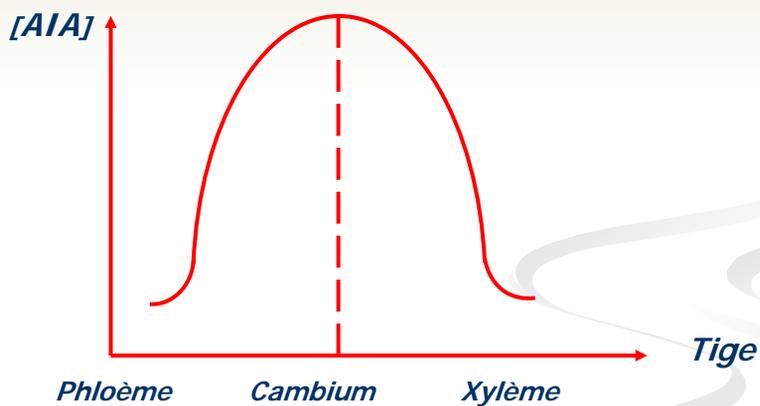
C'est la seule hormone qui subit un transport actif et polarisé de cellule à cellule. Ce n'est pas un transport vasculaire, par la sève brute ou élaborée. Elle est transportée du haut vers le bas. On ne connaît pas son mode d'action précis.



Transport actif polarisé du haut vers le bas de cellule à cellule.

73

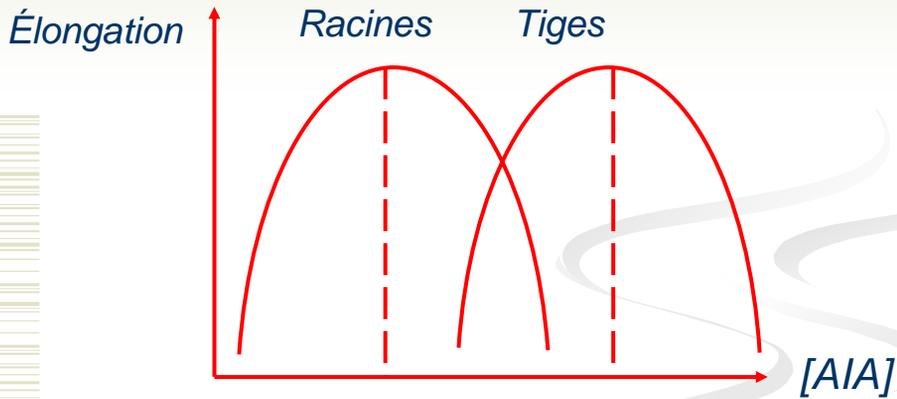
On a pu montrer que l'AIA se concentre différemment dans les tissus conducteurs pour induire la prolifération.



- ◆ L'AIA se concentre dans le cambium afin de favoriser la multiplication cellulaire.

74

La sensibilité à l'AIA est très différente d'une espèce à l'autre, mais aussi d'un organe à l'autre.

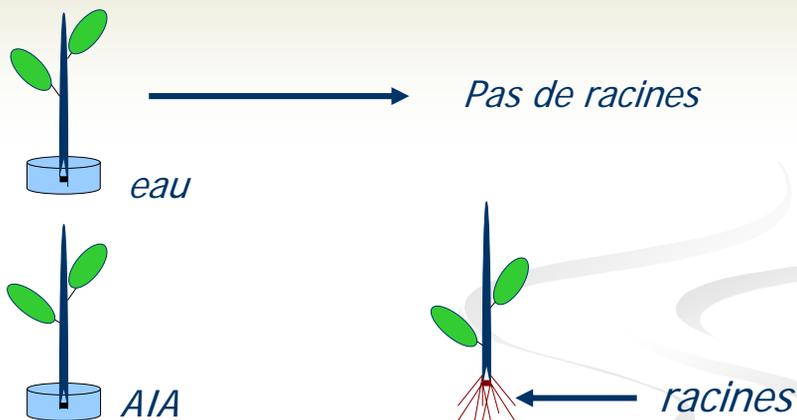


L'excès d'AIA a un effet toxique et non d'inhibition.

75

DIFFERENTIATION CELLULAIRE

Sur des boutures de citronnier:



L'AIA favorise la rhizogenèse (la formation de racines), elle est utilisée comme hormone de bouturage. Par ailleurs elle inhibe le bourgeonnement.

76

DOMINANCE APICALE

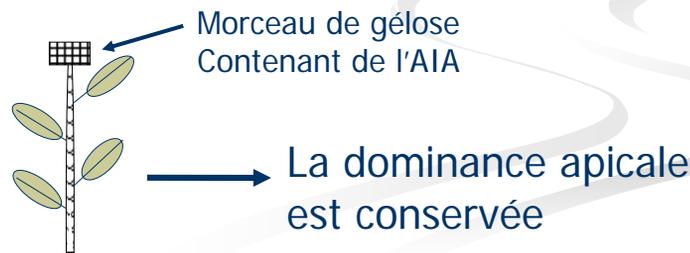
Si on décapite le bourgeon apical:



Bourgeons
axillaires

Les bourgeons
axillaires démarrent
et petit à petit la
dominance s'installe

THIMAN a remplacé l'apex par un morceau d'agar contenant de l'AIA:



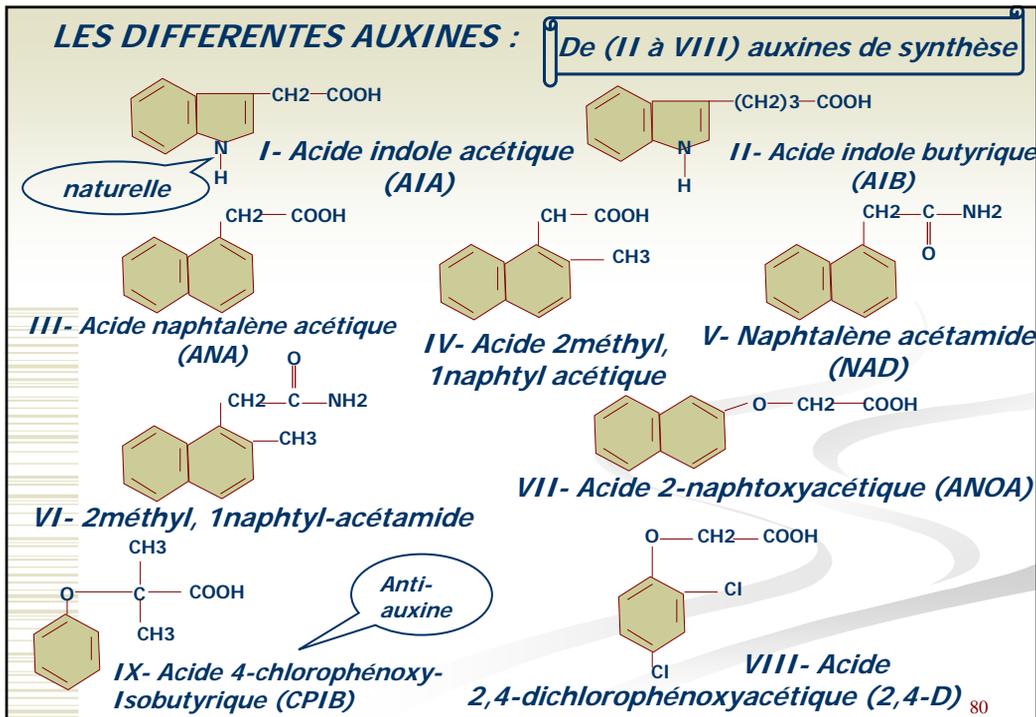
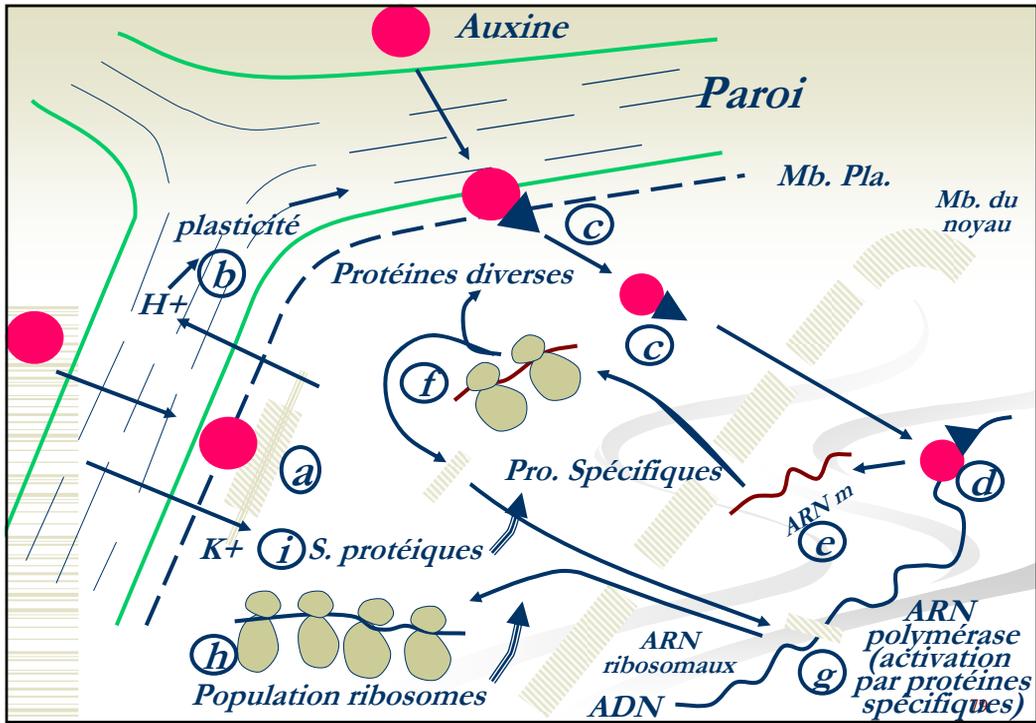
La dominance apicale
est conservée

77

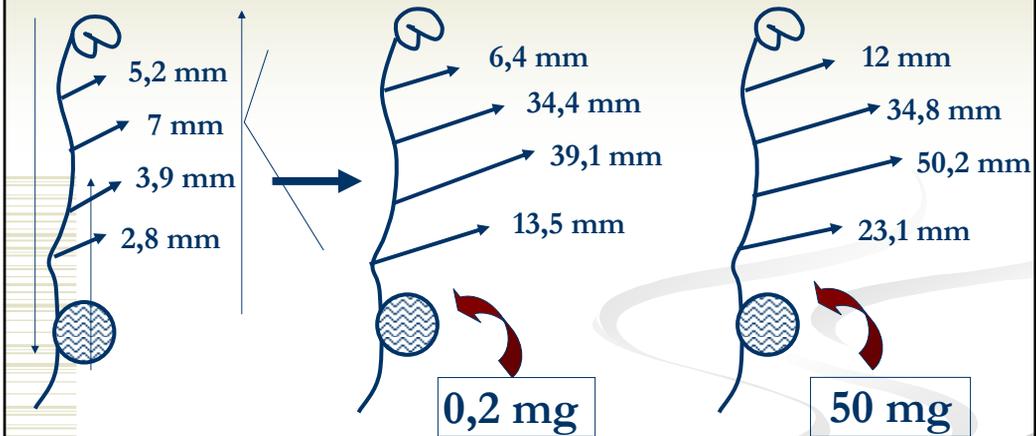
Mécanisme d'action de l'auxine dans le grandissement cellulaire, d'après J. Ricard et P. Penon.

- ♦ (a) l'auxine déclenche la pompe H^+/K^+ \longrightarrow une acidité des parois cellulaires \longrightarrow plasticité de la paroi (b) ce qui favorise le grandissement des cellules.
- ♦ L'hormone décroche du plasmalemme un récepteur prot. ? (c) \longrightarrow transcription d'ARN messager (d) (dérépression, activation ?), parmi ces messagers (e) certains coderaient pour des protéines spécifiques (f) qui activent les ARN polym. \longrightarrow synthèse des ARN ribosom.(g).
- ♦ \longrightarrow quantité importante de ribosomes \longrightarrow synthèses protéiques (i) \longrightarrow activité métabolique importante donc croissance permettant l'exploitation de la plasticité.

78



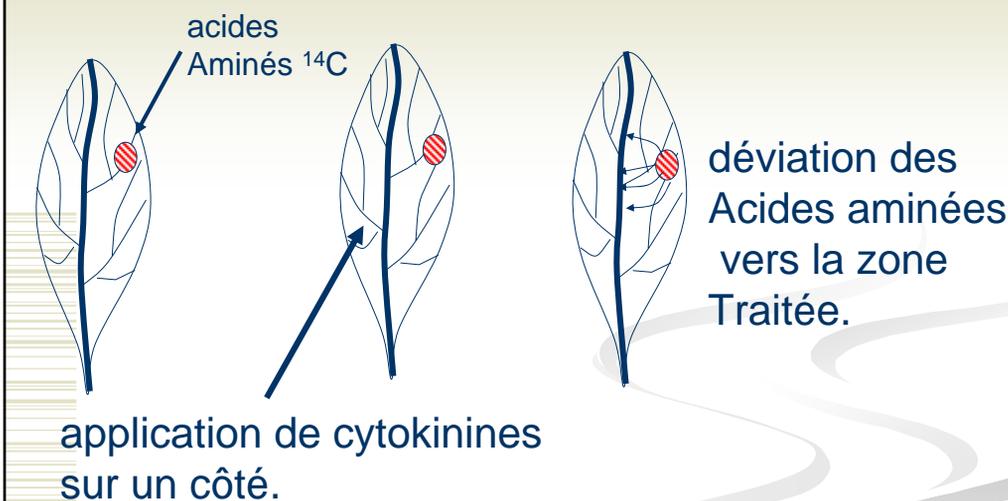
Application de cytokinines sur des germinations de pois chiche.



On constate une augmentation de la longueur des bourgeons. Il y a donc levée de la dominance apicale.

81

Expérience de PENOT



82

Le 2,4D à une forte action et devient très toxique. Il n'a aucune action sur les monocotylédones.

Pour qu'il y est activité il faut :

- Un cycle. Une liaison adjacente à la chaîne latérale qui est un carboxyle ou une chaîne transformable en carboxyle et il faut au moins un carbone entre le cycle et le carboxyle. Le carboxyle doit être sur un autre plan que le cycle.

La régulation fait intervenir une auxine oxydase plus des peroxydases .

83

LES CYTOKININES

Découvertes depuis 1940, BLAKSLEE à constaté que l'addition de lait de coco facilite la germination d'embryons immatures .

DUHAMET a montré que le lait de coco entraîne une prolifération des tissus cultivés « in vitro ».

Skoog a démontré que le lait de coco donne une prolifération sur la moelle de la tige de tabac « in vitro ».

84

MILLER à isoler d'un hydrolysate d'ADN de la moelle de tabac une substance la Kinétine (6-furfuryl-aminopurine) [substance non naturelle de fait de la dénaturation lors de l'hydrolyse] et qui peut remplacer le lait de coco.

Par ailleurs deux substances naturelles ayant les mêmes propriétés que la kinétine ont été découvertes, la zéatine, isolée du caryopse de maïs et l'IPA (isopentyl adénine) à partir d'une culture bactérienne.

Ensuite ces composés ont pu être détectés dans la plupart des tissus végétaux à l'état libre ou lié.

85

En culture « in vitro », on utilise des analogues structuraux de synthèse ex.: la BA (benzyl adénine) et la BAP (9 pyranobenzyl adénine). On note aussi que l'adénine présente des effets similaires sur les végétaux à ces substances.

SKOOG a donné le nom de CYTOKININES à ces substances.

Le mécanisme de biosynthèse est mal connu.

La biosynthèse semble se faire dans les extrémités racinaires et les jeunes fruits. Migrent difficilement et ont généralement un effet très localisé.

86

Propriétés

Division cellulaire : l'addition de cytokinines entraîne la prolifération des cellules de la moelle de tige de tabac « in vitro ». On note cependant des exigences différentes entre les végétaux en effet :

- La moelle de tige de tabac nécessite de l'AIA et des cytokinines.
- la Ronce se multiplie sans AIA ni cytokinines.
- Le topinambour à besoin d'AIA seulement.
- Le Choux navet à besoin de cytokinines seulement.

Donc l'AIA et les cytokinines sont complémentaires et que les doses exigées dépendent fortement des quantités exogènes dans les plantes.

87

♦ **Différentiation cellulaire** : les cellules de moelle de tabac cultivées in vitro peuvent verdir grâce à l'addition de cytokinines.

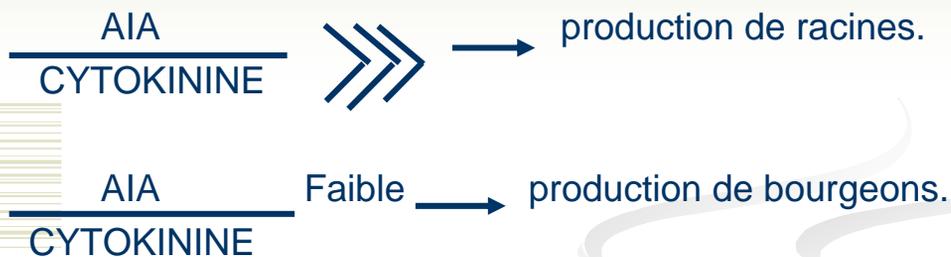
♦ **Organogenèse** : rôle important dans la formation des bourgeons.

Sur la moelle de tabac « in vitro » on note :

- AIA + faible dose de cytokinines → racines.
- AIA + dose moyenne de cytokinines → bourg.
- AIA + très forte dose de cytokinines → pas d'organogenèse.

88

- ♦ Les Cytokinines inhibent les racines.
- ♦ Pour SKOOG il n'y a pas de substances spécifiques. C'est le rapport [AIA / CYTOKININES] qui détermine l'organogenèse.



Levée de la dormance: ex. : des graines de laitue trompées dans des Cytokinines peuvent germer, alors qu'elles ne germaient qu'après passage à l'UV.

89

- ♦ **Développement des organes floraux :** on a pu montrer que les Cytokinines ont une action de féminisation. Elles peuvent parfois remplacer les gibbérellines (hormones d'élongation) pour accélérer la floraison des plantes bisannuelles. On note aussi une contribution de ces hormones dans la formation de fruits.

- ♦ **Levée de l'inhibition et de la dominance :** on a remarqué que l'application de Cytokinines chez des plantules de pois chiche, peut lever la dominance apicale du bourgeon terminale sur les autres bourgeons, et ceci est d'autant plus important que la concentration en Cytokinines est élevée .

90

- ♦ **Effets sur le métabolisme de la plante** : on a constaté que l'application de Cytokinines à des feuilles coupées, retarde le phénomène de sénescence (jaunissement). RICHMOND en 1957 a montré que l'application de cette hormone retarde le vieillissement des feuilles traitées mais accélèrent celui des feuilles adjacentes non traitées. En effet MOTHERS sur des feuilles de tabac a prouvé que les Cytokinines retardent la dégradation des protéines mais stimulent aussi leurs synthèse. PENOT utilisant des produits radioactifs a montré que les Cytokinines dévient le transport des métabolites, ce qui explique le jaunissement des feuilles non traitées.

91

GIBBERELINES

Découverte: on a remarqué depuis 1923, l'effet d'élongation excessive d'un champignon du nom de Gibberella sur les plants de riz. Mais ce n'est qu'en 1954 qu'on a pu identifier la première gibbérelline sous le nom d'acide gibbérellique. En 1957 PHINNEY a montré qu'il existe plusieurs gibbérellines chez les plantes supérieures non infectées par le champignon. On a pu identifier une cinquantaine de gibbérellines sous les désignations : GA_1 , GA_2 , GA_3 ...

De nombreuses gibbérellines se rencontrent chez les plantes supérieures et les champignons, d'autres sont plus spécifiques. Certaines plantes ne présentent qu'une seule gibbérelline ex. blé, citrus GA_1 , canne à sucre GA_5 , alors que d'autres en présentent plusieurs à la fois.

92

Biosynthèse: la synthèse des gibbérellines est localisée dans les jeunes feuilles, les extrémités des tiges et des racines ainsi dans les embryons des graines en germination où elles semblent s'activer par imbibition. Les premières étapes de cette biosynthèse sont communes avec celles de certains pigments caroténoïdes, stérols mais aussi avec l'acide abscissique.

Elles sont soit libres ou liées sous forme de glucosides qui est la forme inactive (forme de stockage dans les graines, on pense aussi que c'est la forme de transport pour être éliminer ensuite par perte d'eau [liquide de " guttation " au niveau des germinations qui en sont généralement très riches.

93

PROPRIÉTÉS PHYSIOLOGIQUES

Elongation: effet très net sur les plantes naines ex.: haricot et petit pois nains. Même effet sur le maïs nain qui présente un gène en moins; ce gène est responsable de la synthèse de gibbérellines.

MOREL a montré que l'addition de gibbérellines dans le milieu de culture de méristèmes évite l'apparition de tératomes (tissus tumoraux) et assure un bon fonctionnement de ce type de culture.

Par ailleurs, on obtient des résultats très divers, en passant d'une espèce à l'autre et d'un organe à l'autre. En effet, les quantités endogènes sont très déterminantes.

94

Floraison: effet généralement rencontré chez les plantes qui ont besoin d'un allongement de la tige pour fleurir. ex.: la jusquiame est une variété bisannuelle qui passe l'hiver sous forme de rosette et fleurie l'année suivante; on a pu montrer que l'addition de gibbérelline dans le milieu permet une floraison dès la première année, en effet la gibbérelline permet un allongement précoce de la tige ce qui entraîne la floraison.

Autres exemples: chez des variétés de radis c'est une photopériode courte chez d'autres c'est la passage au froid qui fait fleurir ces plantes. Une application de gibbérelline permet la floraison de ces différentes variétés de radis.

95

Effets secondaires

- ♦ **Levée de dormance:** lorsqu'on trempe des graines dans une solution d'acide gibbérellique, on arrive à levée la dormance. Notons que cette dormance est parfois mal levée chez certaines graines, ceci peut être dû à un problème de spécificité, en effet , on utilise l'acide gibbérellique alors qu'il existe une cinquantaine de gibbérellines.
- ♦ **Développement des fruits:** effet restreint sur les fruits parthénocarpiques, en effet on obtient des baies plus grosses et des pédoncules plus longs.
- ♦ **α -amylase:** cette hormone peut agir à l'échelle moléculaire , en effet lors de la germination de l'orge, on observe:

96

Au cours de la germination de l'orge :



- ♦ **Interaction Gib-AIA** : des expériences ont montré que l'acide gibbérellique intervient sur plusieurs enzymes . on note une inhibition de l'auxine oxydase ce qui augmente la teneur en AIA. Il active par ailleurs des enzymes protéases ce qui procure du Try. à la chaîne de biosynthèse de l'AIA. Cependant, on remarque parfois qu'elles sont antagonistes.

97

- ♦ **Mode d'action:**

On peut émettre l'hypothèse suivante:

l'acide gibbérellique intervient dans la biosynthèse de certaines enzymes d'hydrolyse qui augmentent la pression osmotique par coupure de grosses molécules. Ce qui favorise l'élongation des cellules grâce à une entrée massive d'eau à l'intérieur de la cellule.

Il active par ailleurs des cellulases qui en dégradant la cellulose, augmentent la plasticité de la paroi favorisant d'avantage l'élongation.

98

ETHYLENE

- ◆ C'est un gaz simple C_2H_4 qui peut avoir des effets hormonaux sur les végétaux. Synthétisé par presque tous les végétaux supérieurs à des taux très variable. On lui attribue un effet de mûrissement des fruits ex. : bananes, citron. Cependant, il a un effet contraire sur les pommes de terre, en effet il empêche leurs mûrissement.
- ◆ **Biosynthèse** :
LIEBERMAN en 1964, a constaté que l'éthylène peut avoir la méthionine comme précurseur. On a noté que cette synthèse nécessite des peroxydases. On a remarqué aussi de cette production est augmentée par l'AIA.

99

Propriétés

- ◆ **Dormance** : l'éthylène favorise la germination . On a constaté que les variétés dormantes produisent moins d'éthylène que les autres, mais ceci n'atteste pas avec certitude d'un effet de levée de dormance. En effet chez la pompe de terre, il y inhibition alors que chez les bulbes de narcisse, l'application de C_2H_4 accélère la germination.
- ◆ **Croissance** : on a pu constater que l'éthylène empêche l'élongation des cellules; favorise la ramification des racines ainsi que l'apparition des poils absorbants. Il stimule l'épinastie (grandissement dissymétrique des cellules).

100

- ♦ **La Floraison** : l'éthylène favorise la floraison uniquement chez les broméliacées, ex. : de l'ananas, la dose la plus favorable est de 1000ppm [un traitement de 12h][à 100ppm on obtient 33% de floraison, alors qu'à 10ppm aucune floraison]. On a remarqué que l'AIA peut remplacer l'éthylène chez l'ananas, en effet c'est un régulateur de ce dernier. L'éthylène peut avoir un effet de féminisation.
- ♦ **La sénescence** : on constate que ce gaz favorise le jaunissement des feuilles via une dégradation de la chlorophylle.

101

- ♦ **Maturation des fruits** : il favorise la maturation des fruits. On a constaté qu'au cours de ce phénomène une exaltation de la respiration et une transformation de l'amidon en sucres solubles. Le mûrissement nécessite une transformation des composées pectiques en pectines solubles ce qui donne l'aspect mou des fruits. L'éthylène intervient aussi dans le changement de la couleur du fruit ainsi que dans la production de produits volatiles (parfum des fruits). Il intervient donc dans le phénomène de maturation des fruits dans sa globalité.

102

L'ACIDE ABSCISSIQUE

- ♦ **Découverte** : les travaux sur la dormance et surtout sur la germination impossible des graines des fruits charnus ont abouti aux résultats suivants :

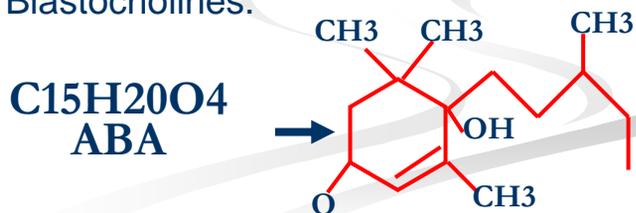
En 1934 KOCKERMANN a identifié des substances sous le nom de Blastocholines chez ces graines.

En 1939 LARSEN a démontré qu'il s'agit de substances inhibiteurs de la germination, ce résultat a été prouvé par BENNETT-CLARK par chromatographie en 1952. HAMBERG a identifié un inhibiteur B sur des pommes de terre lors de la dormance, ce dernier disparaît automatiquement après germination.

103

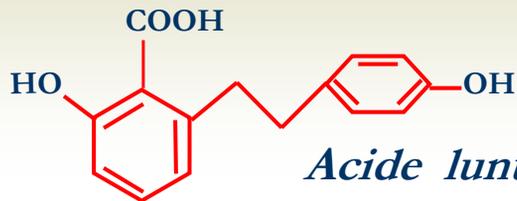
- ♦ On a constaté ensuite qu'il existe une relation entre le photopériodisme et la levée de la dormance chez les végétaux supérieurs et ceci a été dû à une substance qu'on a détecté au niveau des bourgeons et que WAREING en 1958 a nommé dormine. Cette substance a été déjà identifiée par ADDICOT en 1957 et qui provoque l'abscission des feuilles du cotonnier.

Elle reçoit le nom d'acide abscissique en 1965 et on s'est aperçu que ce n'est que la dormine, mais aussi l'inhibiteur B et les Blastocholines.



104

- ◆ Chez les hépatiques on a identifié une autre molécule qui remplace l'ABA :



- ◆ **Biosynthèse** : on pense que l'ABA est issue d'une dégradation des caroténoïdes, en effet la photo-oxydation de ces derniers entraîne une inhibition chez certaines graines. ex. : la violaxanthine qui donne la xanthoxine puis l'ABA.



105

PROPRIETES PHYSIOLOGIQUES

L'acide abscissique intervient à différent niveau de la croissance et du développement . Il se classe dans la catégorie des inhibiteurs .

- ◆ **Abscission** : on a pu montrer que cette substance, joue un rôle dans l'initiation de la zone d'abscission. On note aussi l'intervention de l'AIA dans ce phénomène.
- ◆ **Dormance** : elle bloque la croissance de la tige et des feuilles. Le passage au froid lève cette dormance.

Elle Inhibe la germination des graines . On note une concentration importante d'ABA dans les fruits ce qui à pour rôle de régler la chute des fruits et d'empêcher la germination des graines à l'intérieur du fruit.

106

- ♦ **Floraison:** l'ABA contrarie les conditions photopériodiques, en effet il fait fleurir *Pharbitis nil*. Qui est une fleur de jour court dans des conditions de jour long.
- ♦ **Différentiation des organes sexuels:** elle agit indirectement sur ce type de différenciation, en effet elle inhibe l'effet masculinisant de l'AIA sur le chanvre.
- ♦ **Tubérisation** : elle entraîne la tubérisation de la pomme de terre en jour long, celle-ci se fait normalement en jour court.

107

- ♦ **Sénescence** : l'ABA accélère le jaunissement des feuilles en dégradant les protéines et l'ARN. La sénescence est plus rapide sur des feuilles isolées, en effet les feuilles sur plantes bénéficient de la protection des Cytokinines qui contrarie l'effet de l'ABA.
- ♦ **Stomates** : l'ABA régule l'entrée d'eau en fermant les stomates, alors que les Cytokinines favorisent l'ouverture des stomates.
- ♦ **Croissance** : l'acide abscissique inhibe la croissance et contrarie l'effet des autres hormones.

108

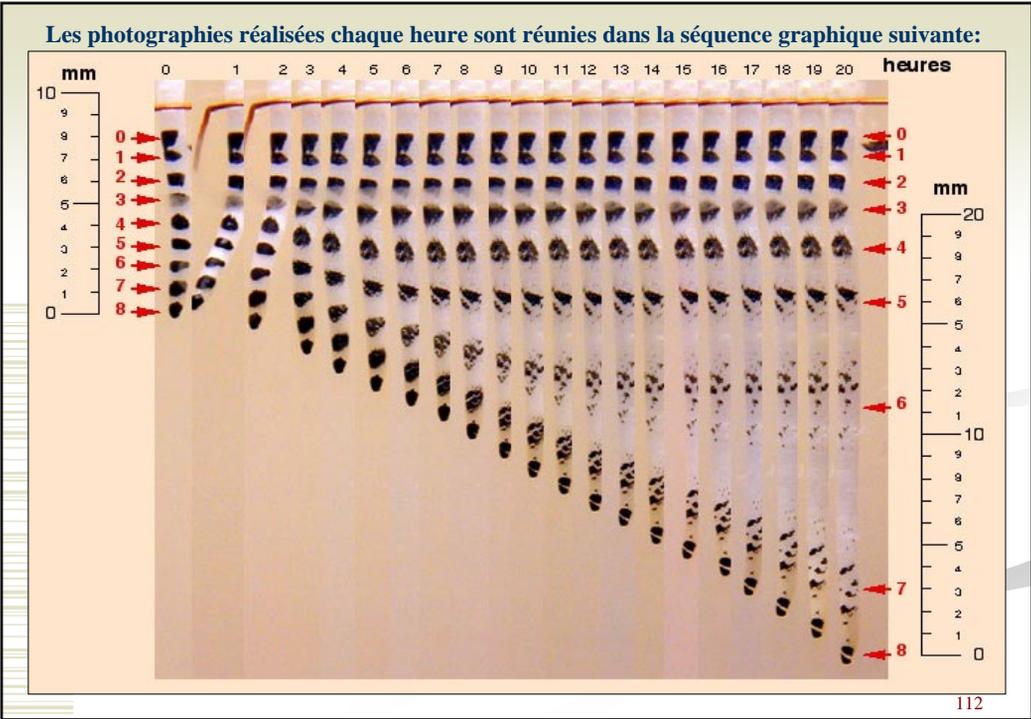
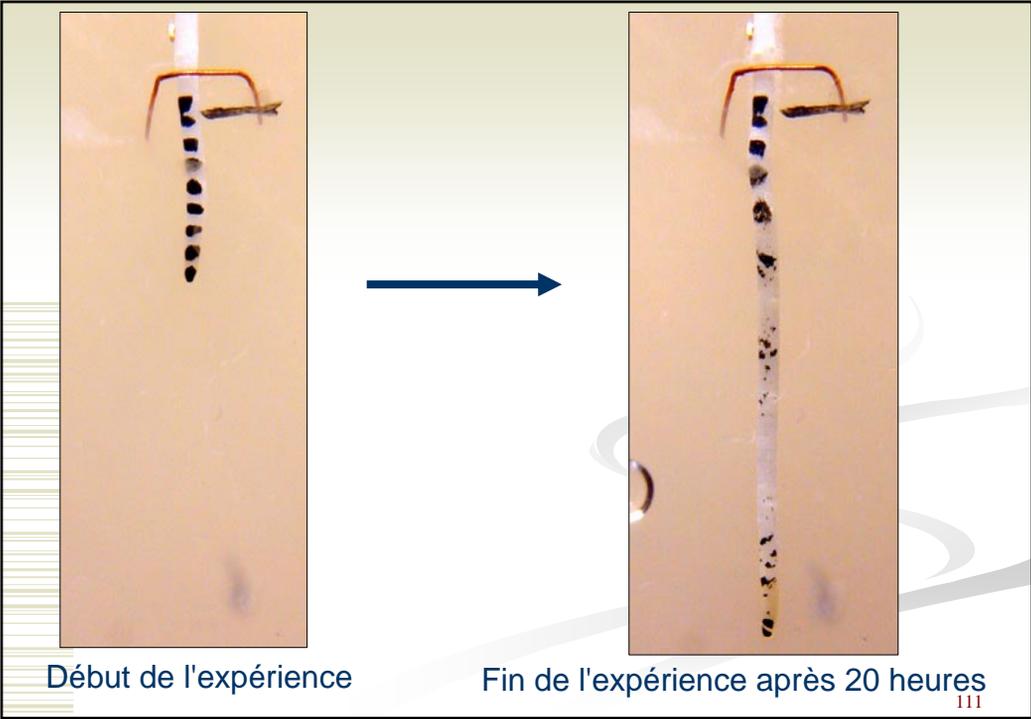
TRAVAUX DIRIGES

109

TD N°1 : L'expérience de Sachs

- ◆ L'expérience de Sachs est une des expériences les plus classiques et a été reprise dans tous les ouvrages de physiologie végétale. Elle permet de préciser à quel niveau de la racine se situe la croissance maximale. Elle consiste à marquer une racine à l'aide de traits équidistants et à observer, après un certain temps (24 heures dans l'expérience originale), comment se sont déplacées les marques. Cette expérience, facile à réaliser, est souvent difficile à interpréter par suite des variations individuelles de croissance des racines utilisées dans l'expérimentation.
- ◆ Une jeune racine de potimarron est marquée par des repères approximativement équidistants (1 mm). Elle est photographiée toutes les 15 minutes pendant 20 heures.

110



EXPERIENCE DE SACHS

	0H	1H	2H	3H	4H	5H	6H	7H	8H	9H	10H	11H	12H	13H	14H	15H	16H	17H	18H	19H	20H	
S 0	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
S 1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
S 2	4	4	5	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7	7
S 3	4	4	5	6	7	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8	8
S 4	4	4	5	6	7	8	8	9	10	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11	11
S 5	4	4	5	7	8	9	10	11	12	13	15	16	18	20	21	21	21	21	21	21	21	21
S 6	4	4	5	7	9	10	11	12	13	14	16	17	19	21	22	23	24	25	28	31	36	
S 7	4	4	4	4	5	5	6	6	7	7	8	9	9	9	10	10	11	11	11	12	13	

ELONGATION DES DIFFERENTS SEGMENTS LE LONG DE LA RACINE

113

	S 0-1	S 1-2	S 2-3	S 3-4	S 4-5	S 5-6	S 6-7	S 7-8
OH	1	2	3	4	5	6	7	8
2H	-	-	-	-	-	-	-	-
4H	1	2,2	3,2	4,8	6	7,5	9	10
6H	1	2,2	3,3	5	7	9	10,2	12
8H	1	2,2	3,3	5	7	10	12	14
10H	1	2,2	3,3	5	7	11	13,5	15
12H	1	2,2	3,3	5	7	12	15	17
14H	1	2,2	3,3	5	7	12,2	16	18
16H	1	2,2	3,3	5	7	12,2	17	20
18H	1	2,2	3,3	5	7	12,2	19	22
20H	1	2,2	3,3	5	7	12,2	21,5	24

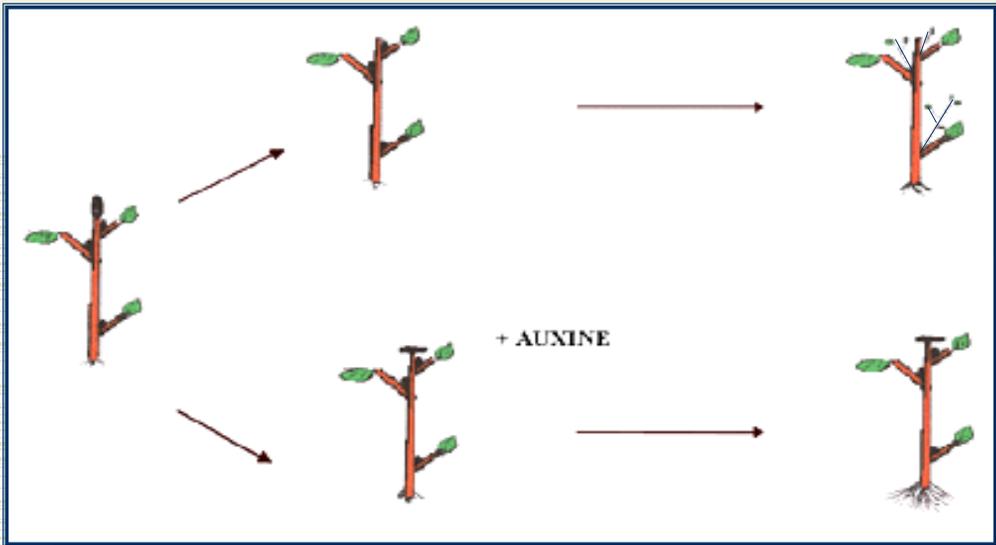
**DEPLACEMENT DES DIFFERENTS SEGMENTS LES UNS / AUX AUTRES
LE LONG DE LA RACINE**

1° Tracer les courbes.

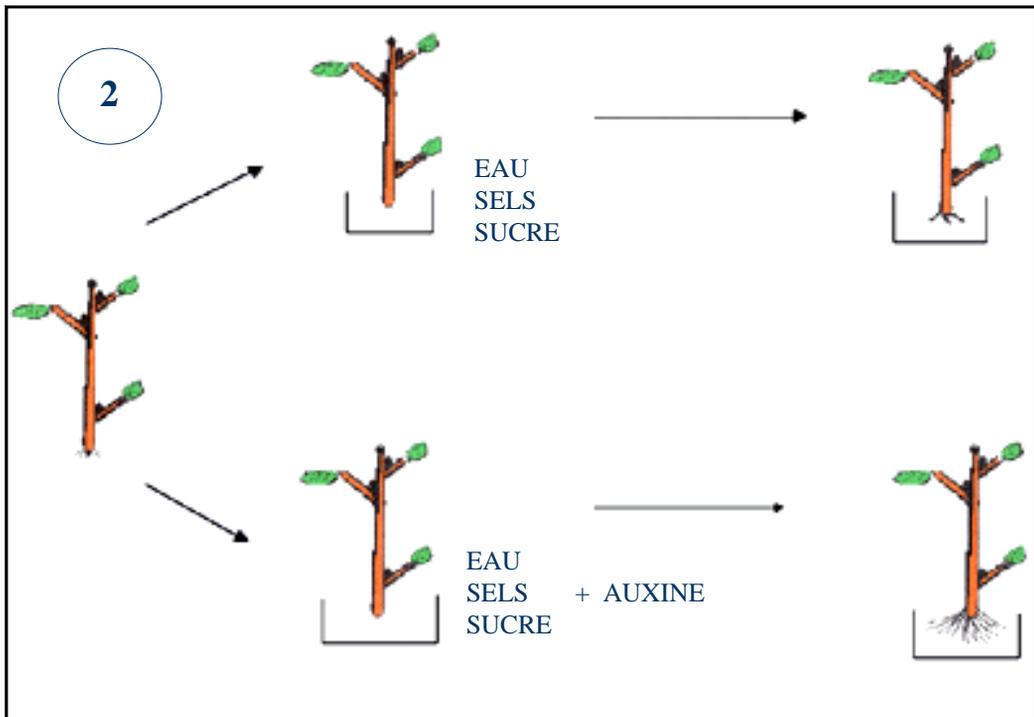
114

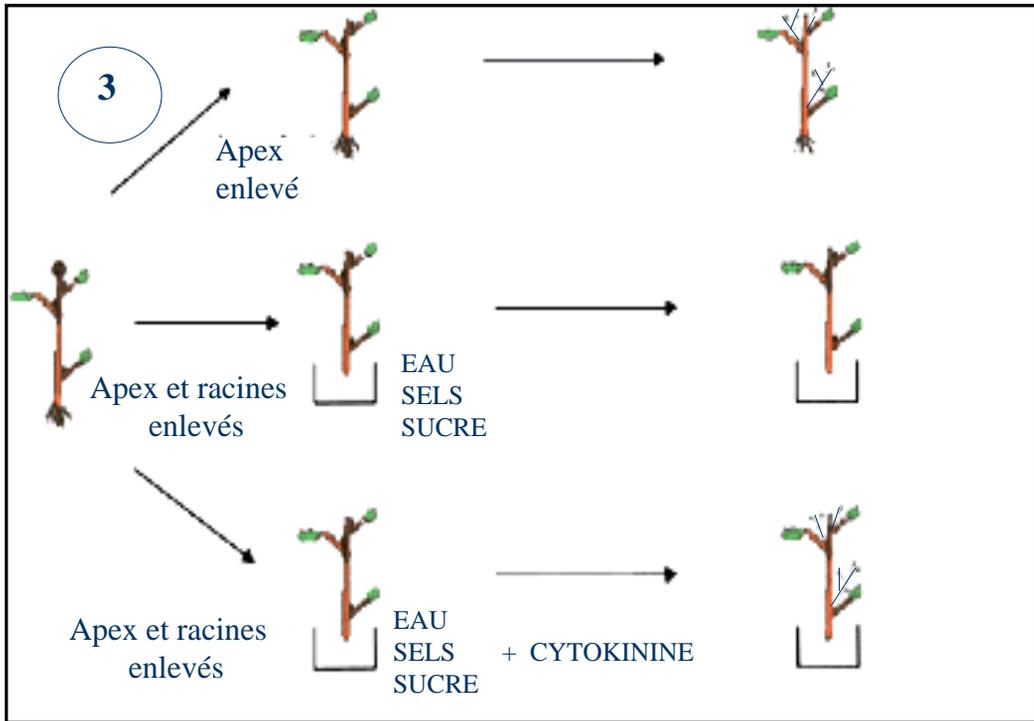
TD N°2 : Effets des phytohormones.

1) Dans cette expérience nous avons décapité les apex. Dans le deuxième cas l'apex a été remplacé par un morceau d'auxine.

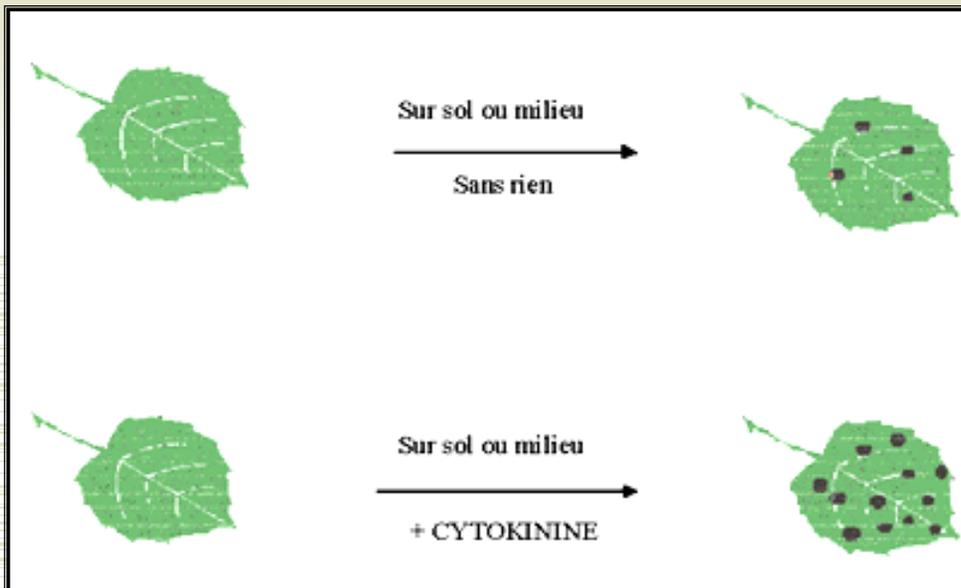


115





4) Effet des Cytokinines sur le métabolisme.



1°/ Interpréter.

EXERCICES :

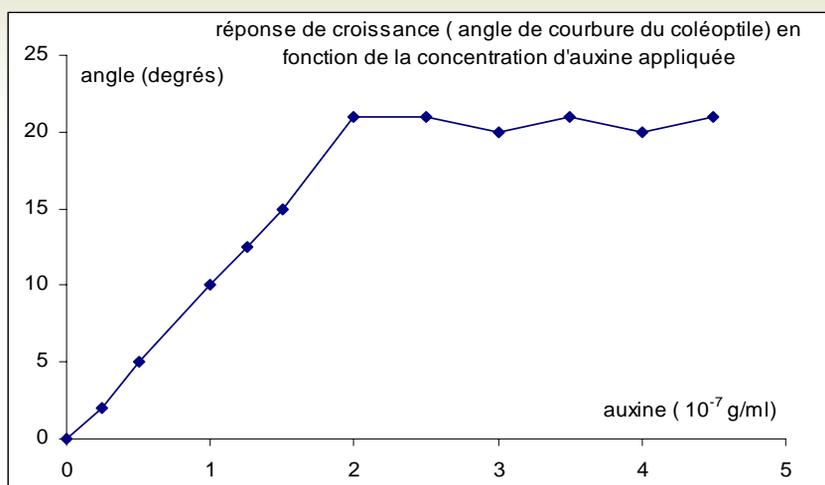
A/ Dans une expérience de la mesure de la vitesse d'élongation d'un segment de racine en fonction de la distance à l'extrémité de la racine (d'après le graphe du manuel Nathan de 2007- p,232). On a pu relever, les résultats suivant :

distance à l'extrémité de la racine (mm)	vitesse d'élongation (mm/h)
0,2	0,09
0,35	0,23
0,6	0,4
0,8	0,48
1	0,41
1,2	0,31
1,4	0,21
1,6	0,12
1,75	0,09
2	0,05
2,2	0,01

1°/ Tracer la courbe de la vitesse d'élongation de la racine en fonction de la distance à l'extrémité de la racine.

2°/ Interpréter.

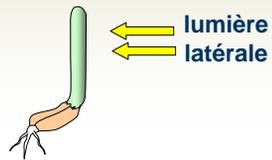
B/ La représentation graphique du test de Went et Thimann, sur la réponse de la courbure du coléoptile à l'application de concentrations croissantes de l'AIA, est comme suit :



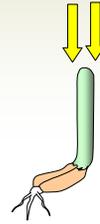
1°/ Interpréter.

C/ Boysen-Jensen, Paâl, Söding, Went, Thimann, sur le coléoptile d'avoine ont réalisé les expériences suivantes :

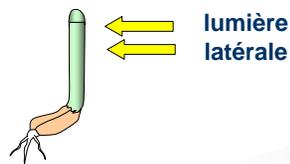
a/ coléoptile intact :



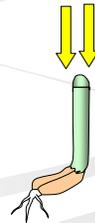
lumière verticale



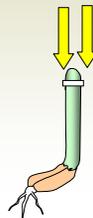
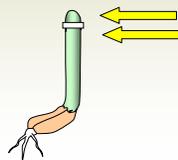
b/ apex du coléoptile coupé puis réplacé :



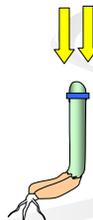
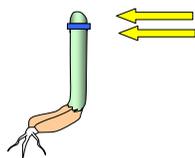
lumière verticale



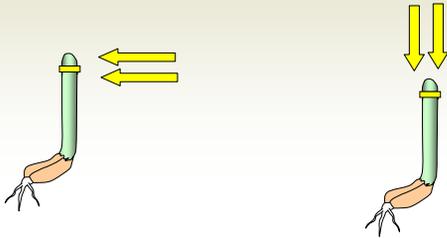
c/ apex du coléoptile coupé puis réplacé mais avec intercalation d'un bloc de gélose (perméable aux substances dissoutes dans l'eau).



d/ apex du coléoptile coupé puis réplacé mais avec intercalation d'un bloc de beurre de cacao (perméable aux seules substances dissoutes dans les lipides).



e/ apex du coléoptile coupé puis remplacé mais avec intercalation d'un film de plastique.



f/ apex du coléoptile coupé puis remplacé avec un léger décalage sur un côté mais avec intercalation d'un bloc de gélose.

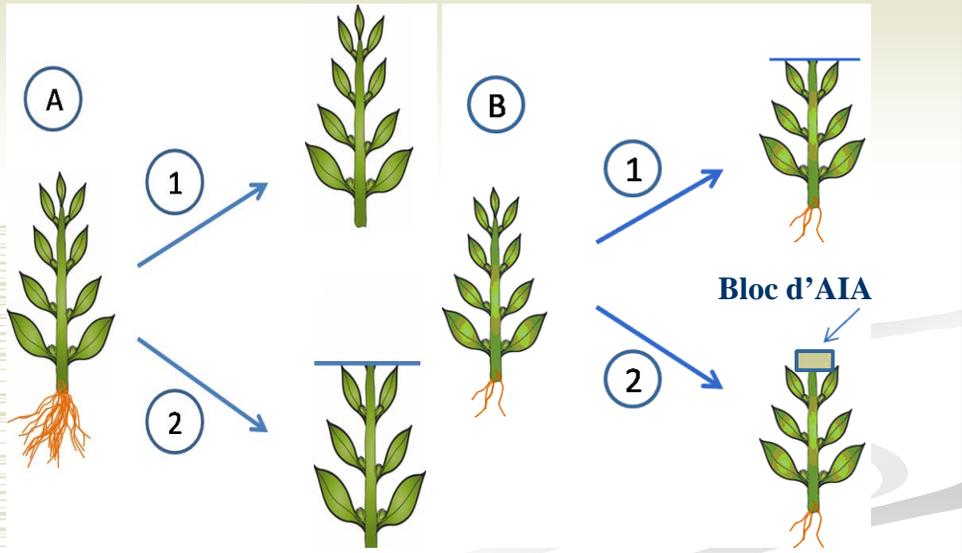


j/ apex du coléoptile coupé puis remplacé avec un léger décalage sur un côté par un bloc de gélose contenant de l'auxine.



1°/ Donner le devenir de ces différents coléoptiles. Justifier.

C / Dans un essai de bouturage d'une plante, nous avons procédé aux essais suivants :



1°/ Donner le devenir de ces boutures après quelques jours de culture.