

**L'AUXINE... POUR  
ALLER PLUS LOIN  
QUE LE PROGRAMME  
(PROF)**

- Notion d'hormones végétales dans le programme de Terminale spécialité → Diapo 3
- Nature chimique de l'auxine → Diapo 4
- Découverte d'un signal de croissance → Diapo 5
- Lieu de synthèse et transport de l'auxine → Diapo 6
- Rôles de l'auxine dans la morphogenèse végétale → Diapo 7
- Mécanisme de l'élongation de la cellule végétale (synthèse) → Diapo 8
- Effets d'un apport d'auxine sur l'élongation de différents organes → Diapo 9
- Transport de l'auxine et croissance orientée des organes en réponse à un stimulus (tropismes) → Diapo 10
- L'auxine ... et les autres phytohormones → Diapo 11

# DANS LE PROGRAMME DE TERMINALE SPECIALITE

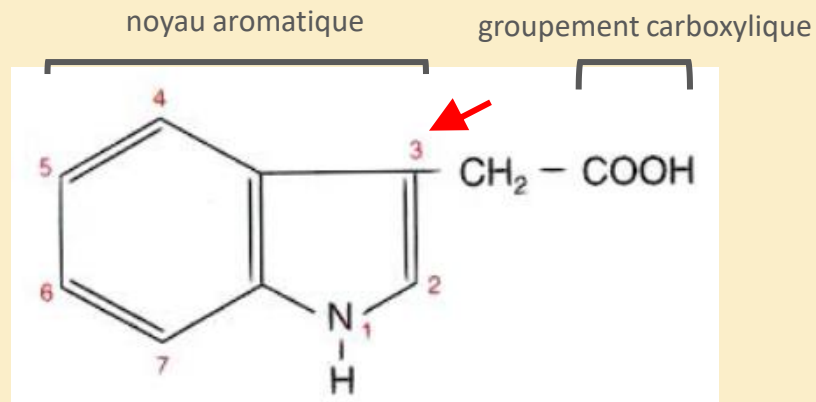
Partie du programme	Organisation fonctionnelle des plantes à fleurs	Reproduction de la plante à fleurs entre vie fixée et mobilité
<b>Capacités</b>	<p>Etudier et/ou réaliser des expériences historiques sur l'action de l'<b>auxine</b> dans la croissance racinaire ou caulinaire</p> <p>Etablir et mettre en œuvre des protocoles montrant l'influence des conditions du milieu (lumière, gravité, vent) sur le développement de la plante.</p>	<p>Etudier la régénération des petits fragments tissulaires en laboratoire.</p>
<b>Connaissances</b>	<p>Le développement d'une plante conduit à une organisation modulaire en phytomères, contrôlée par des <b>hormones végétales</b> et influencée par les conditions du milieu.</p>	<p>La reproduction asexuée repose sur la totipotence des cellules végétales et les capacités de croissance indéfinie des plantes à partir de presque n'importe quelle partie du végétal (tiges, racines, feuilles</p>
		<p><i>La notion d'hormone végétale n'apparaît pas mais sans hormones (dont l'auxine) pas de régénération de fragments tissulaire ou de croissance végétale au sens large)</i></p>

# NATURE CHIMIQUE DE L'AUXINE

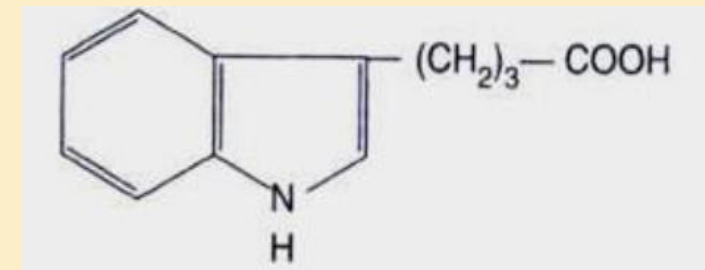
L'auxine est une molécule d'acide indole-acétique (AIA). Le terme auxines rassemble un ensemble de molécules possédant une structure similaire (un groupement aromatique et un groupement carboxylique) et des propriétés physiologiques proches.

<http://acces.ens-lyon.fr/biotic/morpho/html/auxine.htm>

Thèse de doctorat S. Paque: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01423841/document>



*Acide indole-3-acétique (AIA)*

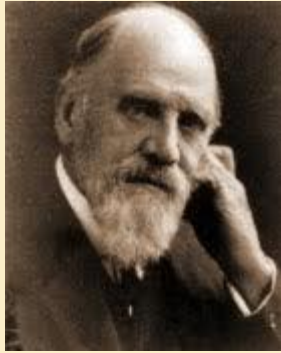


*Acide indole-3-butyrique (AIB)  
fait partie de groupe des auxines*

Chez les plantes à fleurs, l'auxine principale est l'AIA

# DECOUVERTE D'UN SIGNAL DE CROISSANCE

Les auxines ont été les premières hormones végétales découvertes vers 1880, lorsque Charles Darwin et son fils Francis ont réalisé une série d'expériences afin de déterminer l'influence de la lumière sur la direction de la croissance de l'avoine (phototropisme).

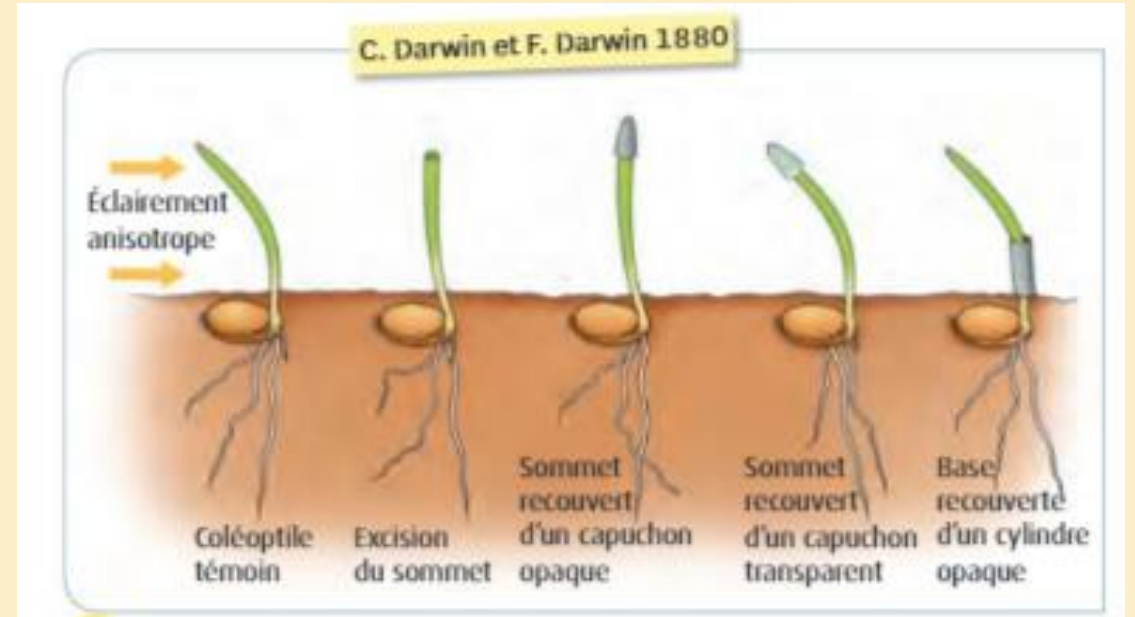


Charles Darwin et son fils Francis

Le coléoptile est une gaine protectrice des jeunes feuilles de poacées (anciennement graminées).

- Père et fils ont observé qu'en plaçant une plantule dans une boîte fermée et en perçant celle-ci d'un petit trou pour laisser entrer une lumière unidirectionnelle, le coléoptile se courbe vers la source de lumière. La phase opposée à la lumière croît plus vite que celle au contact de la lumière.
- Si on coupe le sommet du coléoptile, il n'y a plus de courbure, même chose si on place un cache sur le coléoptile.
- Ils concluent que la lumière stimule dans la partie haute du coléoptile la production d'un signal de croissance qui circule vers le site d'action (la courbure) dans une partie plus basse.

<http://www.technobio.fr/article-l-auxine-une-phytohormone-pas-comme-les-autres>



Belin TS spécialité, 2020 p,157

A partir des années 1920, l'auxine a été purifiée (Boysen-Jensen/Söding) et sa structure chimique mise en évidence (Went, Kogl et Haagen-Smit)

Thèse de doctorat S. Paque: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01423841/document>

# LIEU DE SYNTHÈSE ET TRANSPORT DE L'AUXINE

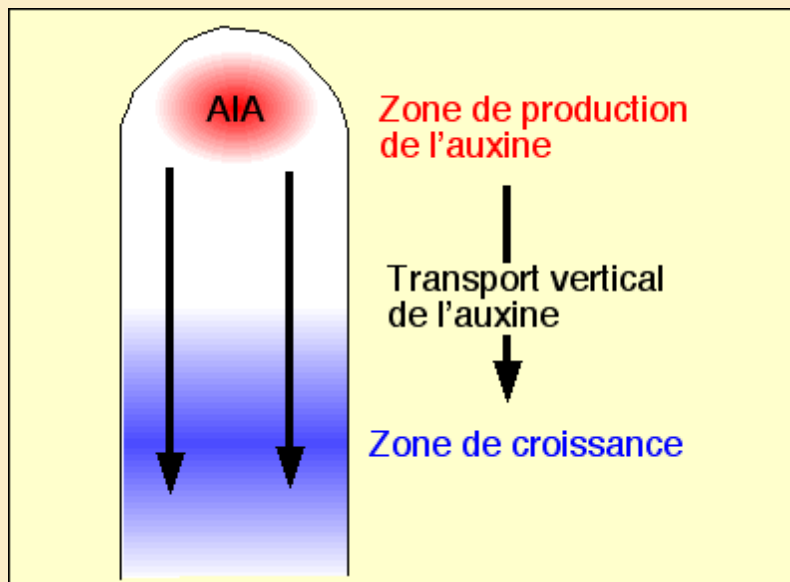
La **synthèse** de l'auxine s'effectue dans les **apex** (méristèmes) des **tiges** et des **racines**, dans les **feuilles** (surtout les jeunes) . Les **méristèmes intercalaires** sont également des lieux de synthèse très actifs.

En général, les cellules en division produisent des auxines et donc où qu'elle soit dans la plante, si une cellule se divise elle peut potentiellement produire des auxines.

Elle est ensuite distribuée dans tous les tissus. Son transport est polarisé préférentiellement dans le phloème : il s'effectue plus facilement de l'apex vers la base de l'organe.

<http://aces.ens-lyon.fr/biotic/morpho/html/auxine.htm>

Thèse de doctorat S. Paque: <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01423841/document>



<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/mouvements/trop-photo.htm>

# ROLES DE L'AUXINE DANS LA MORPHOGENÈSE VÉGÉTALE

## L'auxine et l'élongation cellulaire

Synthèse sur les 2 pages suivantes

L'auxine est la principale hormone agissant sur l'augmentation de la taille des cellules. Cet effet, qui dépend des concentrations intracellulaires d'auxine et de la nature des organes, s'exerce sur des cellules jeunes en cours d'élongation, au moment où la paroi est extensible.

On sait que l'élongation cellulaire est un processus complexe qui fait intervenir une absorption d'eau, l'extension de la paroi sous l'effet de la turgescence, et l'incorporation de nouveaux composés entre les mailles de fibrilles de cellulose ainsi distendues.

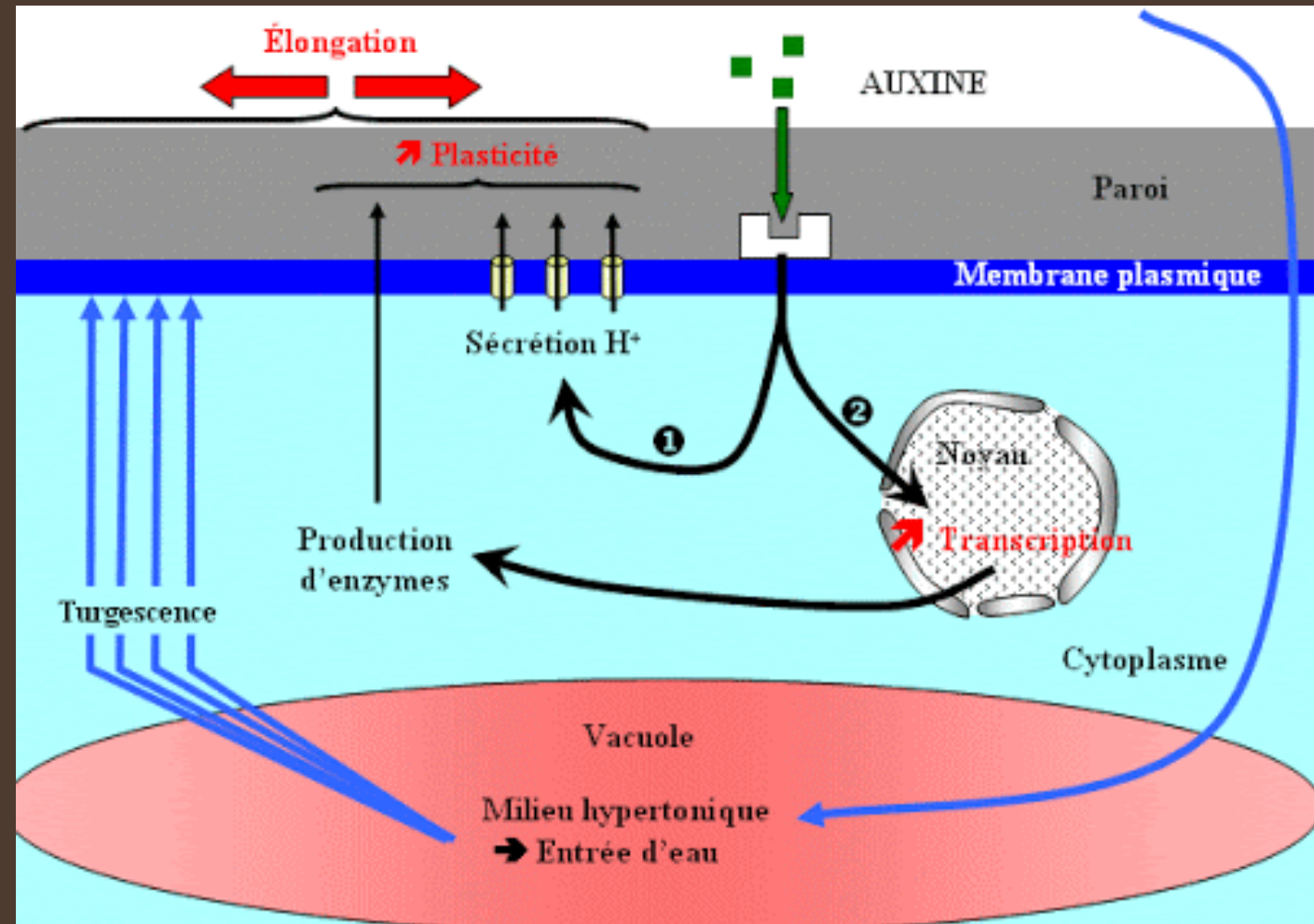
**L'auxine agit en fait sur l'élongation cellulaire à deux niveaux :**

- **d'une part au niveau de la paroi, dont elle provoque le relâchement.** Dans le détail, l'auxine stimule au niveau de la membrane plasmique une pompe à protons, entraînant ainsi une acidification du milieu : le pH au voisinage de la paroi tombe de 6.5 à 4.5. L'efflux de protons a plusieurs conséquences, toutes favorables au relâchement de la paroi : rupture de liaisons acidolabiles entre l'extensine, les hémicelluloses et composés pectiques, et la cellulose ; déplacement du calcium qui soudait entre elles les chaînes uroniques des composés pectiques ; entrée d'ions  $K^+$  provoquant conjointement une entrée d'eau d'où une augmentation de la turgescence cellulaire ; activation de certaines enzymes, de type cellulases et protéases, susceptibles d'hydrolyser les composés de la paroi.
- **d'autre part sur les synthèses protéiques, en modifiant l'expression génique.** Il est établi que l'auxine agit sur l'activité génique en régulant la synthèse d'ARNm codant pour des protéines nécessaires à l'élongation. Ces protéines spécifiques de l'élongation cellulaire n'ont pas été clairement identifiées à ce jour. Il reste également à préciser leur rôle et le lien qu'elles peuvent avoir avec la stimulation de l'efflux de protons.

## L'auxine et la division cellulaire

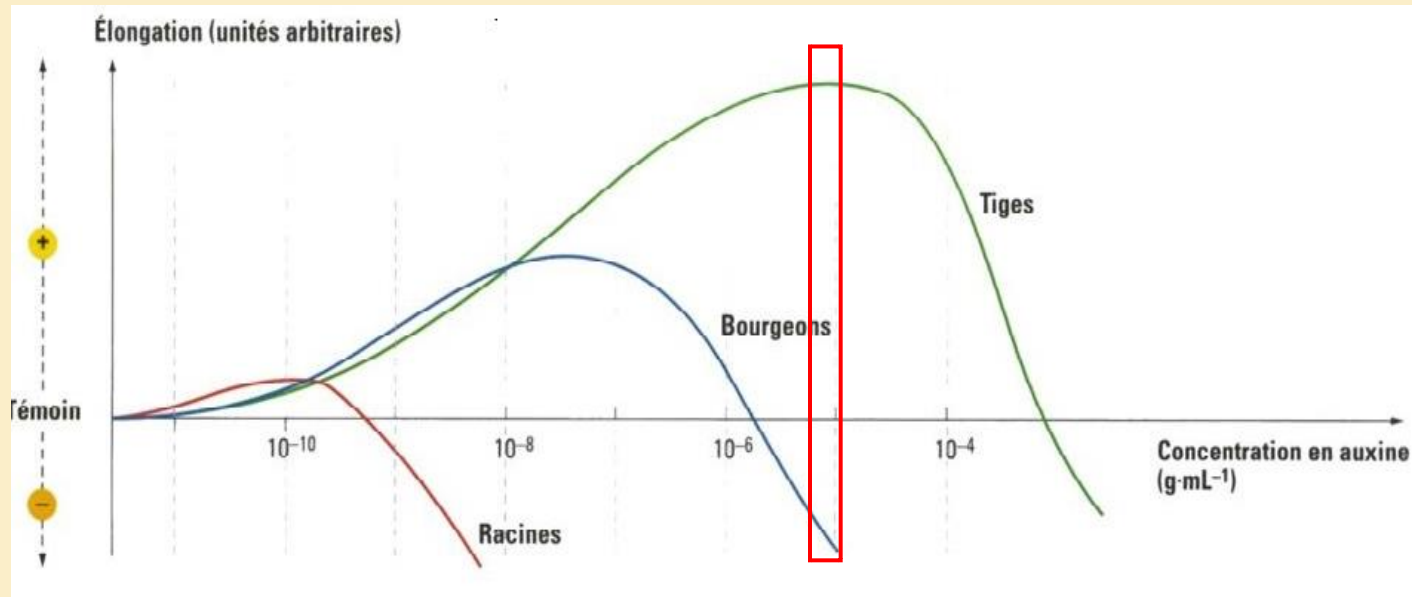
L'auxine stimule les mitoses, mais cette action ne s'exerce pas indistinctement sur tous les méristèmes : l'auxine n'agit pas (ou peu) sur la prolifération au niveau des méristèmes primaires. En revanche, elle a une action très marquée sur la **prolifération des cambiums**.

# MECANISME DE L'ÉLONGATION DE LA CELLULE VÉGÉTALE





# EFFETS D'UN APPORT D'AUXINE SUR L'ÉLONGATION DE DIFFERENTS ORGANES



D'après R. Heller, 1978

La connaissance du rôle des phytohormones sur les plantes provient pour une large part de l'observation des effets de **l'application exogène de phytohormones** sur des plantes à différents stades de développement, des organes isolés ou des cellules en culture.

Plus récemment, **l'apport de la génétique** a permis de confirmer notre connaissance du rôle de l'auxine par **l'étude de plantes mutantes ou de plantes transgéniques** altérées dans les contenus en auxine endogène, la perception de l'hormone, la transmission du signal auxine, les réponses moléculaires précoces ou le transport.

<https://www.universalis.fr/encyclopedie/auxines/5-roles-de-l-auxine-et-applications/>

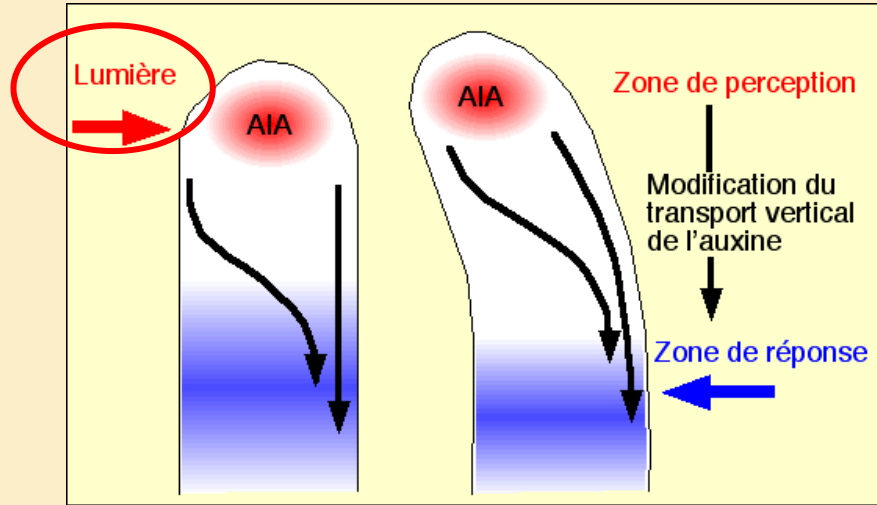
La répartition de l'auxine est inégale au sein de la plante. Son action dépend de sa concentration dans les différentes zones de la plante.

**Exemple:** l'auxine sécrétée par le méristème apical de la tige se trouve à une forte concentration dans la zone sous-jacente et va ainsi stimuler la croissance de la tige mais inhiber le développement des bourgeons axillaires situés un peu plus bas sur cette tige.

*In vivo les concentrations en auxine sont mesurées en ng/g de tissu*

# TRANSPORT DE L'AUXINE ET CROISSANCE ORIENTÉE DES ORGANES EN RÉPONSE À UN STIMULUS (TROPISMES)

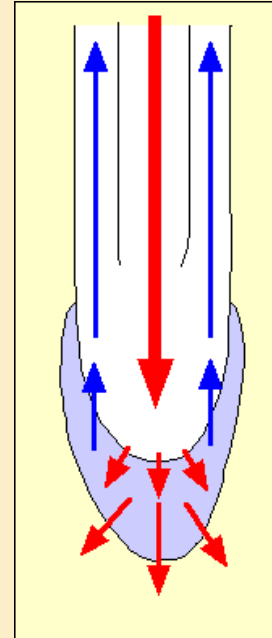
## STIMULUS LUMIÈRE



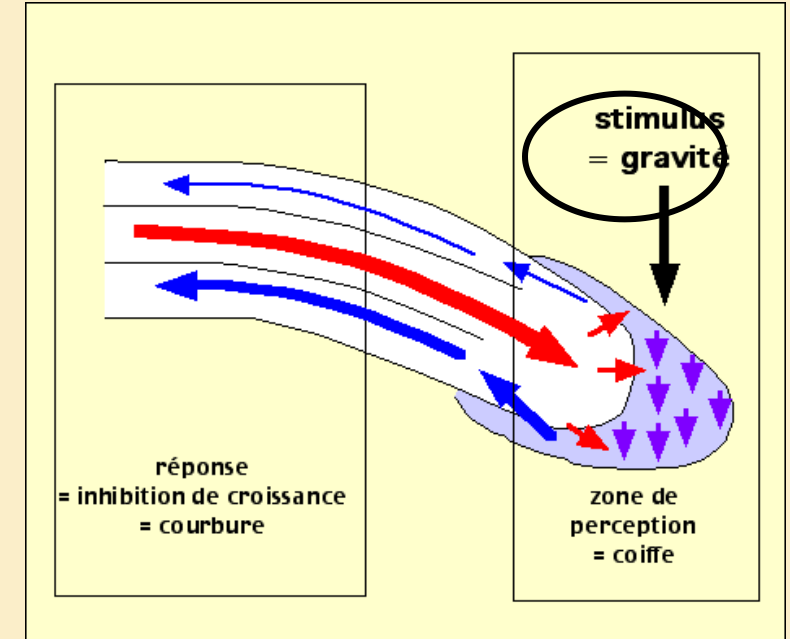
Lorsque la lumière n'arrive que d'un côté de la tige, l'auxine se concentre dans les tissus situés du côté opposé (ombre) et provoque l'allongement des cellules. La différence de croissance des cellules entraîne une courbure de la tige en direction de la lumière.

<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/mouvements/trop-photo.htm>  
<http://www.snv.jussieu.fr/bmedia/mouvements/trop-gravi.htm>

## STIMULUS GRAVITE



L'auxine, en provenance des jeunes tiges circule de haut en bas dans le cylindre central des racines (flèches rouges), puis remonte dans la région corticale de manière symétrique (flèches bleues), mais en faible dose favorable à la croissance des racines.



Lorsque la racine est couchée horizontalement, le transport d'auxine est décalé dans le sens de la pesanteur au niveau de la coiffe (flèches rouges). L'auxine remonte alors avec une plus forte concentration dans la région basse vers la zone de croissance (grosses flèches bleues). L'auxine étant inhibitrice de la croissance des cellules de racine à forte concentration (région basse), la racine se courbe vers le bas.

# L'AUXINE ... ET LES AUTRES PHYTOHORMONES

L'effet d'une hormone dépend de sa quantité absolue mais surtout du rapport entre cette concentration et celle des autres hormones de la plante. C'est donc l'équilibre hormonal plus que l'action isolée de chaque hormone qui régit la croissance et le développement de la plante.

Biologie, Neil A. Campbell 1995

