

**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie et des Sciences de la Terre et
de l'Univers**

Département des Sciences biologiques

Résumé

D'ecophysiologie des organismes vivants.

Partie « Ecophysiologie végétale »

Destinés aux étudiants de Master 1 : Biodiversité et Environnement

Préparé par : Dr. Kelaleche Hizia

1- Contraintes abiotiques de l'environnement et syndromes de stress et 2- Réponses de la plante aux stress

1. Le stress hydrique

Le stress abiotique

Les stress biotiques sont la sécheresse, la salinité et le froid. Ces stress entraînent une diminution de 70% du rendement des plantes. Cette diminution du rendement est due à des altérations morphologiques, physiologiques et phénologiques.

1. Le stress hydrique

Les stress provoqués par un déficit en eau constituent une menace permanente pour la survie des plantes néanmoins beaucoup d'autres elles produisent des modifications morphologiques et physiologiques qui leur permettent de survivre.

Un stress hydrique peut se produire aussi bien sous l'effet d'un excès que d'un manque d'eau. Un exemple d'excès d'eau est l'inondation. Le stress provoqué par un déficit hydrique est bien plus fréquent de sorte que l'expression de stress de déficit hydrique est abrégée en stress hydrique.

II.1.1. L'effet de stress hydrique sur la physiologie de la plante

- Au niveau biologique :

Le déficit hydrique provoque des lésions membranaires et l'apparition de canaux remplis d'eau. Autrement dit les membranes deviennent très poreuses lorsqu'elles sont desséchées, une perte de sélectivité des membranes

Lorsque les membranes sont réhydratées, ces canaux permettent une fuite très importante de solutés entre les compartiments ou dans l'espace extracellulaire.

La photosynthèse est sensible aux stress hydrique elle peut affectée de deux manières :

- D'abord la fermeture des stomates supprime normalement l'accès du chloroplaste à un apport de dioxyde de carbone d'origine atmosphérique.
- l'eau joue un rôle très important ; c'est un donneur primaire d'électrons pour le P_{SII} .

Donc la photosynthèse diminue dans des conditions de stress hydrique et peut même s'annuler s'il devient sévère.

- ✓ Sous un stress hydrique, une diminution de la teneur en chlorophylle.

Effet du stress hydrique sur la croissance et le développement

réduction de la croissance des organes préexistants. Ces modifications résultent d'une diminution de la vitesse de division des cellules constituant les tissus végétaux , Donc un cas de stress hydrique prolongé provoque la diminution de la surface foliaire.

Influence du stress hydrique sur le rendement

- ✓ la sécheresse est une des causes principales des pertes de rendement

II-1-2-Réponses des plantes aux stress hydrique

Adaptation phénologique

L'esquive certaines plantes accomplissent leur cycle de développement avant l'installation de la contrainte hydrique

L'évitement permet de maintenir par divers mécanismes un statut hydrique élevé dans la plante. Il est peut être obtenu par la limitation de la transpiration par la fermeture des stomates ou par le phénomène d'enroulement foliaire.

Adaptations morphologiques

- Réduction de la surface foliaire et du nombre de talles.
- enroulement des feuilles et/ou meilleur développement du système racinaire
- La hauteur de la plante, Présence des barbes

Adaptation physiologique

La régulation stomatique : la plante réagit en fermant ses stomates pour éviter de se dessécher.

La teneur relative en eau de la feuille : Le maintien d'un potentiel hydrique élevé, Les génotypes qui maintiennent leur TRE élevée plus tolérants.

La teneur en chlorophylle : les plantes tolérantes sont celles qui ont un rapport **en chlorophylle** élevé.

Ajustement osmotique : est réalisé grâce à une accumulation de composés osmorégulateurs, Les solutés responsables de la régulation osmotique sont essentiellement des acides organiques, des acides aminés (proline, glycine-bétaine), des sucres solubles et certains constituants inorganiques. La fonction principale est d'empêcher la perte d'eau pour maintenir la turgescence cellulaire et à maintenir le gradient de reprise en eau dans la cellule

-Régulation hormonale : synthèses d'ABA et les protéines de stress .

2-STRESS SALIN

2-1. La salinité du sol :

constitue un facteur limitatif majeur de la productivité agricole, ces charges en sels soumettent les plantes à un stress permanent.

2-2. Origine des sols salés :

2-2.1. Salinisation primaire :

La Salinisation primaire liée à la présence naturelle relativement concentrée de sels à travers un long processus naturel de dégradation des roches salines et des apports éoliens des sels des mers et océans.

2-2.2. Salinisation secondaire :

Le phénomène de la salinisation secondaire lié à l'irrigation constitue une menace particulièrement grave mais très difficile à évaluer de manière correcte.

2-3. Le stress salin :

Le stress salin est défini comme une concentration excessive en sel. Le terme stress salin s'applique surtout à un excès des ions, en particulier Na^+ et Cl^- . **le stress salin a 2 action :**

-(1) L'effet de déficit hydrique qui résulte de la réduction du potentiel hydrique de la solution du sol, (2) la toxicité des ions spécifiques

2-4. L'effet de la salinité

2-4-1-sur la morphologie de la plante :

La salinité est l'un des facteurs limitant pour la croissance des plantes. Les effets de la salinité sont : l'arrêt de la croissance, le dépérissement des tissus sous forme de nécroses

marginales, suivi par une perte de turgescence, par une chute des feuilles et finalement par la mort de la plante. La salinité provoque un retard dans le développement et d'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que la grosseur des fruits,.

2-4.2. Effet de la salinité phénologie

a- sur la germination :

Ce stade de germination est souvent limité par la salinité du sol et se montre le plus sensible que les autres stades. les semences répondent au stress salin, en réduisant le nombre total des graines germées et en accusant un retard dans l'initiation du processus de la germination. Parmi les causes de l'inhibition de la germination en présence de sel, la variation de l'équilibre hormonal.

b. Effet de la salinité sur la croissance et le développement :

La réponse immédiate du stress salin est la réduction de la vitesse de l'expansion de la surface foliaire, tiges et racines.

2-4.3. Effet de la salinité sur la biochimie de la plante :

Dans les conditions salines, il y a un changement dans le modèle d'expression des gènes et des changements qualitatifs et quantitatifs dans la synthèse. Le stress salin induit une perturbation de la composition lipidique et protéique au niveau de la membrane cellulaire, affectant ainsi sa stabilité..

2-4.4. Les effets de la salinité sur le rendement des plantes :

La salinité provoque le plus souvent un retard dans le développement et d'une manière générale la hauteur, le diamètre des tiges des différentes espèces, ainsi que le gosseur des fruits, diminues d'une façon importantes le rendement avec l'augmentation de la salinité.

2-5. la repense de la plante au stress salin :

Deux grandes stratégies de résistance au sel étaient connues chez les plantes :

- ✓ Limiter l'entrée de sodium au niveau des racines ou séquestrer le sodium au niveau des feuilles
- ✓ La tolérance de la salinité est l'habilité des plantes à croître et compléter leur cycle de vie sur un substrat contenant une forte concentration de sel soluble. Les plantes développent un nombre important de mécanismes biochimiques et cellulaires pour faire face au stress salin.

2-5.1. La régulation ionique et compartimentation :

2-5.1.1. La compartimentation vacuolaire :

Consiste à évacuer du cytoplasme les ions Na^+ en excès vers la vacuole afin d'éviter leur effet toxique

2-5.1.2. Exclusion des ions toxiques :

exclure le sodium du cytoplasme vers l'extérieur de la cellule. Dans ce cas, les plantes limitent l'entrée des éléments salins et les rejettent dans le compartiment apoplasmique. L'exclusion commence avec la sélectivité de la membrane racinaire,

2-5.2. Ajustement osmotique et solutés compatibles dans les plantes

L'ajustement osmotique est un processus par le quel le potentiel hydrique de la plante peut être diminué sans être accompagné d'une baisse de la turgescence

2-5.3. Induction des hormones végétales :

La concentration élevée du sel déclenche une augmentation dans les taux des hormones végétales, comme l'ABA et les cytokinines. Il s'est avéré que l'ABA vient alléger l'effet inhibiteur du NaCl sur la photosynthèse. L'ABA favorise la fermeture des stomates

3- STRESS THERMIQUE

la T est variable durant la nuit et le jour et durant la saison et l'année, les plantes soumises à des écarts de T identiques donc la façon dont les plantes répondent à des températures excessives, nous classons trois types de T extrême qui peuvent causer des dégâts aux plantes: le froid, le gel, les T élevées.

3-1- Stress de froid

- 1- Stress au froid : Des plantes en particulier celles originaires de régions à climat chaud, sont endommagées par une exposition à des T basses mais supérieure de 0°C
- 2- **Les signes de lésions externes:** Les signes de lésions dépendant de l'espèce et de son âge, ainsi que de la durée de l'exposition au froid. - réduction de la croissance des feuilles, de flétrissement et de chlorose. dans des cas extrêmes il apparaît un brunissement et des zones des tissus morts (nécroses) et /ou la mort de la plante peut s'ensuivre. Chez certaines plantes le développement de l'appareil reproducteur est particulièrement sensible aux basses
- 3- **Les signes de lésions internes:** sont le reflet d'un dysfonctionnement de toute une série de métabolismes, la réduction de respiration, de la photosynthèse et de la synthèse protéique et une altération des profils de synthèse protéique.
- 4- **La tolérance des plantes**

Les plantes qui sont sensibles aux basse T ont tendance à posséder une proportion importante d'acide gras saturés et par conséquent une T de transition élevée,

La proportion d'acide gras insaturés augmente et la température de transition diminue

3-2- stress par le gel : C'est la formation de glace et non pas la basse T en soi qui endommage les cellules végétales,

Les effets de stress de gel sur la cellule végétale

Si la vitesse de congélation des cellules est faible, disons moins de 100/min de la glace se formera à l'extérieur des protoplastes, là où l'eau est la plus pure, l'eau du protoplasme migrera hors de la cellule et s'agglomèrera aux cristaux de glace extracellulaire, la glace qui est à l'extérieur des cellules végétales ne les tue pas et les tissus peuvent être réchauffés normalement sans dommage, à des vitesses de congélation intermédiaires (entre 10 et 100 Co) les cristaux de glace se forment dans les protoplastes, la formation de glace à l'intérieur des cellules provoque la rupture des structures cellulaires fines et entraîne la mort.

L'analyse thermique de la congélation (les étapes de congélation de la cellule):

- ❖ La propriété de ne pas former de glace à des T inférieures au point de congélation de l'eau, appelée Surfusion.
- ❖ **Premier exotherme :** Environs de -6 à -8 Co on observe la formation de glace dans l'espace apoplasmique dans le cortex. L'écorce, le phloème. La glace se forme d'abord dans l'apoplasme parce que l'eau qu'il renferme. Contient relativement peu de solutés et son point de congélation n'est inférieur que de quelques dixièmes de degrés à celui de l'eau pure.
- ❖ **Second exotherme :** comme la pression de vapeur de la glace est beaucoup plus basse que celle de l'eau liquide à la même T, l'eau du cytoplasme, qui n'est pas gelée, migrera le long de ce gradient de la cellule vers l'apoplasme où elle contribue à l'accroissement de la taille des cristaux de glace qui y sont présents il en résulte l'apparition d'un second exotherme.
- ❖ **Troisième exotherme:** un troisième exotherme, représente la formation de glace intracellulaire.

L'acclimation des organes ligneux au stress de gel l'acclimation des tissus ligneux s'effectue en deux étapes distinctes, Elle commence en automne : l'acclimation est induite par

les jours courts et semble être sous le contrôle du phytochrome, a ce stade l'acclimation peut être inhibée par des jours longs et des gelées précoces, la 1ère étape implique la synthèse, dans les feuilles d'un facteur inducteur (ABA) d'endurcissement qui ensuite est exporté dans les tiges qui survivent à l'hiver. La 2ème étape de l'acclimation est déclenchée par l'exposition des organes qui survivent à l'hiver. Aux températures basses qui correspondent à la première gelée, à ce stade de nombreuses modifications métaboliques ont été observées. des augmentations de la concentration de phosphates organiques et la conversion de l'amidon en glucides simples se produisent. des glycoprotéines s'accumulent et le protoplasme devient généralement plus résistant à la déshydratation.

3-3- Stress de température élevée (stress des hautes températures)

3-3-2- Les effets de stress des hautes températures

✓ Effet sur les membranes et les enzymes

Les structures des macromolécules et les forces de cohésion assurant leur assemblage sont profondément modifiées par des variations de températures. Ceci concerne principalement les protéines et les lipides. Les modifications d'activités enzymatiques peuvent concerner les enzymes solubles.

✓ Effet sur la photosynthèse

L'assimilation photosynthétique du CO₂ chez les plantes supérieures s'annule généralement lorsque la température atteint 45-50°C. 2°C.

✓ Changements structuraux au niveau de la membrane Thylacoïdienne

des perturbations fonctionnelles et structurelles irréversibles à la membrane thylacoïdienne.

✓ Effet sur la transpiration

La température agit sur l'évaporation de l'eau cellulaire. Son augmentation entraîne l'ouverture des stomates et donc une augmentation de la transpiration.

✓ Effet sur la respiration

L'action de la température sur la respiration est analogue à celle que l'on rencontre pour tous les phénomènes métaboliques,

✓ Autres effets

- La diminution de la durée de croissance et de maturation des organes
- Le réchauffement favorise le développement de maladies
- Une réduction significative de la production de biomasse totale, concomitante à une réduction de la croissance en diamètre et en hauteur des tiges;

3-3-3- Réponses des végétaux face au stress des hautes températures :

De nombreuses plantes évitent la surchauffe en faisant adopter une position plus verticale aux feuilles, en provoquant l'enroulement des feuilles le long de leur grand axe. D'autres adaptations morphologiques comprennent la production de poils foliaires (pubescences) et de surfaces cireuses qui réfléchissent la lumière réduisant de ce fait l'absorption d'énergie, ou la production de feuilles plus petites et fortement découpées qui réduisent la couche d'air limite et permettent une perte maximum de chaleur par convection ou conduction. A côté de ces adaptations morphologiques, les plantes ont mis au point plusieurs mécanismes qui leur permettent de tolérer les hautes températures. Il existe quatre aspects majeurs de thermotolérance:

La réponse à la chaleur se traduit par la production de protéines spécifiques que l'on appelle les « heat shock proteins » ou HSP