

Stress Hydrique / Thermique / Lumineux

Définition

Le **stress végétal** se définit comme toute perturbation externe, abiotique (non biologique), qui induit une réponse physiologique ou biochimique néfaste chez la plante, l'éloignant de ses conditions optimales de croissance et altérant potentiellement sa productivité et sa survie. Les principaux stress abiotiques sont hydrique, thermique et lumineux.

Types de Stress et Symptômes Associés

Le diagnostic des stress repose sur la reconnaissance des symptômes visuels, qui sont le reflet des perturbations métaboliques internes.

1. Stress Hydrique

Le stress hydrique est le plus fréquent et le plus critique, surtout dans les climats arides et semi-arides.

- **Manque d'Eau (Sécheresse) :**
 - **Mécanisme :** Perte de turgescence cellulaire due à un potentiel hydrique faible. La plante ferme ses stomates pour limiter la transpiration, ce qui réduit l'absorption de CO₂ et la photosynthèse.
 - **Symptômes :** **Flétrissement** (perte de rigidité), enroulement des feuilles, bordures foliaires sèches et brunies (nécrose marginale), **chute prématuée des feuilles** (abscission).
- **Excès d'Eau (Anoxie) :**
 - **Mécanisme :** Sol saturé, entraînant un manque d'oxygène (anoxie) dans la zone racinaire. Les racines meurent par asphyxie, inhibant l'absorption d'eau et de nutriments.
 - **Symptômes :** **Jaunissement** généralisé des feuilles (chlorose), stagnation de la croissance, et **pourriture racinaire** visible par des racines molles et sombres.

2. Stress Thermique

- **Froid (Basses Températures/Gel) :**
 - **Mécanisme :** Le gel endommage les membranes cellulaires par la formation de cristaux de glace. Le froid ralentit l'activité enzymatique et la division cellulaire.
 - **Symptômes :** **Nécrose** des jeunes pousses, fissures de l'écorce (gélivures), et destruction des bourgeons.
- **Chaleur (Canicule) :**
 - **Mécanisme :** Dénaturation des protéines et des enzymes. La **transpiration excessive** pour le refroidissement peut entraîner un stress hydrique secondaire et un blocage stomatique.

- **Symptômes : Brûlures** (coup de soleil) sur les feuilles exposées, blanchiment, et flétrissement passager en milieu de journée.

3. Stress Lumineux

- **Manque de Lumière :**
 - **Mécanisme** : Photosynthèse insuffisante pour soutenir la croissance.
 - **Symptômes : Étiolément** (croissance anormale en hauteur pour chercher la lumière), tiges minces et faibles, internœuds très allongés, **pâleur** des feuilles.
- **Excès de Lumière (Photo-oxydation) :**
 - **Mécanisme** : Forte intensité lumineuse (surtout UV) peut surcharger l'appareil photosynthétique, générant des radicaux libres (espèces réactives de l'oxygène) toxiques pour les cellules.
 - **Symptômes : Brûlures** sévères (taches blanches ou brunes) sur les feuilles directement exposées, perte de pigmentation.

Mesures d'Atténuation et d'Adaptation

Les stratégies d'atténuation visent à modifier l'environnement immédiat de la plante ou à sélectionner des individus plus résistants.

1. Atténuation du Stress Hydrique

- **Paillage (Mulching)** : Couverture du sol avec de la matière organique ou des plastiques. Cela **réduit l'évaporation** de l'eau du sol, modère la température du sol et limite les mauvaises herbes concurrentes.
- **Irrigation Ciblée (Goutte-à-Goutte)** : Minimise les pertes par ruissellement et évaporation en fournissant l'eau directement à la zone racinaire.
- **Agents Anti-Transpirants** : Application de substances (ex. kaolin) qui forment un film sur les feuilles pour réduire les pertes d'eau (usage plus spécifique).

2. Atténuation du Stress Thermique et Lumineux

- **Ombrage Temporaire** : Utilisation de **filets d'ombrage** (particulièrement en serres) pendant les périodes de canicule pour réduire l'intensité lumineuse et la température.
- **Ventilation** : Amélioration de la circulation de l'air pour dissiper la chaleur autour du feuillage.
- **Protection Hivernale** : Pour le gel, utilisation de voiles d'hivernage ou d'irrigation par aspersion (technique basée sur la chaleur latente de fusion de l'eau).

3. Adaptation Génétique

- **Choix d'Espèces Adaptées** : Privilégier des espèces et des **variétés naturellement résistantes** aux contraintes climatiques locales (xérophytes en zone aride).

Indicateurs et Monitoring (Capteurs)

La gestion moderne des stress repose sur la mesure quantitative des facteurs environnementaux pour des interventions précises.

- **Stress Hydrique (Sol)** :
 - **Capteurs d'Humidité du Sol** : Sondes tensiométriques, capteurs TDR (Time-Domain Reflectometry) ou FDR (Frequency-Domain Reflectometry) qui mesurent le potentiel hydrique ou la teneur en eau volumique. Ils aident à déterminer le moment et la quantité exacte d'irrigation nécessaire.
- **Stress Thermique** :
 - **Thermomètres / Thermocouples** : Mesure de la température de l'air et du sol.
 - **Caméras Thermiques** : Utilisées en recherche pour mesurer la **température foliaire**, un indicateur direct du stress hydrique (une feuille stressée est souvent plus chaude car elle ferme ses stomates et ne se refroidit plus par transpiration).
- **Stress Lumineux** :
 - **Luxmètres / Pyranomètres** : Mesurent l'intensité lumineuse ou le rayonnement photosynthétiquement actif (RPA ou PAR).

Réseaux de Capteurs : L'utilisation de réseaux de capteurs (IoT) permet un **monitoring continu** et la prise de décisions automatisées (ex. déclenchement de l'irrigation ou de l'ombrage) en fonction de seuils prédéfinis.

Stratégies d'Atténuation pour Climat Marocain

Le Maroc, dominé par un climat semi-aride à méditerranéen, met en œuvre des stratégies d'adaptation spécifiques à l'économie de l'eau.

- **Choix d'Espèces Xérophytes** : Le secteur des **Plantes Aromatiques et Médicinales (MAPs)** privilégie l'utilisation d'espèces indigènes ou très bien adaptées au climat méditerranéen et semi-aride :
 - **Thym (*Thymus spp.*), Romarin (*Salvia rosmarinus*), Lavande (*Lavandula spp.*)** : Ces plantes sont naturellement dotées de mécanismes de défense contre la sécheresse (petites feuilles, cuticules épaisses, huiles essentielles).
- **Arganier (*Argania spinosa*)** : Cet arbre endémique est un modèle de résistance à la sécheresse dans le Sud-Ouest. Sa culture s'appuie sur son adaptation naturelle pour la reforestation des zones arides.
- **Gestion de l'Eau** : L'utilisation du **goutte-à-goutte (drip irrigation)** est la pratique de référence et subventionnée pour l'arboriculture et l'horticulture moderne, maximisant l'efficience de l'eau.

- **Paillage** : Le paillage est une technique largement encouragée pour la conservation de l'humidité du sol dans les vergers et les cultures.