

Les stress de la plante

I.1. Définition du stress

On désigne par stress, toute condition externe qui affecte la croissance, le développement ou la productivité d'une plante. On distingue les stress biotiques (causés par d'autres organismes) et les stress abiotiques (se présentant à chaque fois qu'il y a un excès ou un déficit dans l'environnement physique ou chimique de la plante). Le stress aussi bien biotique qu'abiotique, peut réduire la productivité des plantes de 65% à plus de 87%.

Un stress est reconnu par une plante quand il est perçu au niveau cellulaire puis transmis à la plante entière (figure 4). Le changement dans l'expression des gènes qui s'ensuit modifie la croissance et le développement, et influence les capacités reproductives de la plante.

I.2. Stress biotiques

Ils sont nombreux et ont pour origine les virus, les organismes phytophages et les pathogènes. Afin d'y faire face, la plante met en place un système de défense qui fait intervenir une chaîne de réactions. Les protéines végétales défensives produites font office de rempart contre les agents nuisibles (Shilpi & Narendra, 2005).

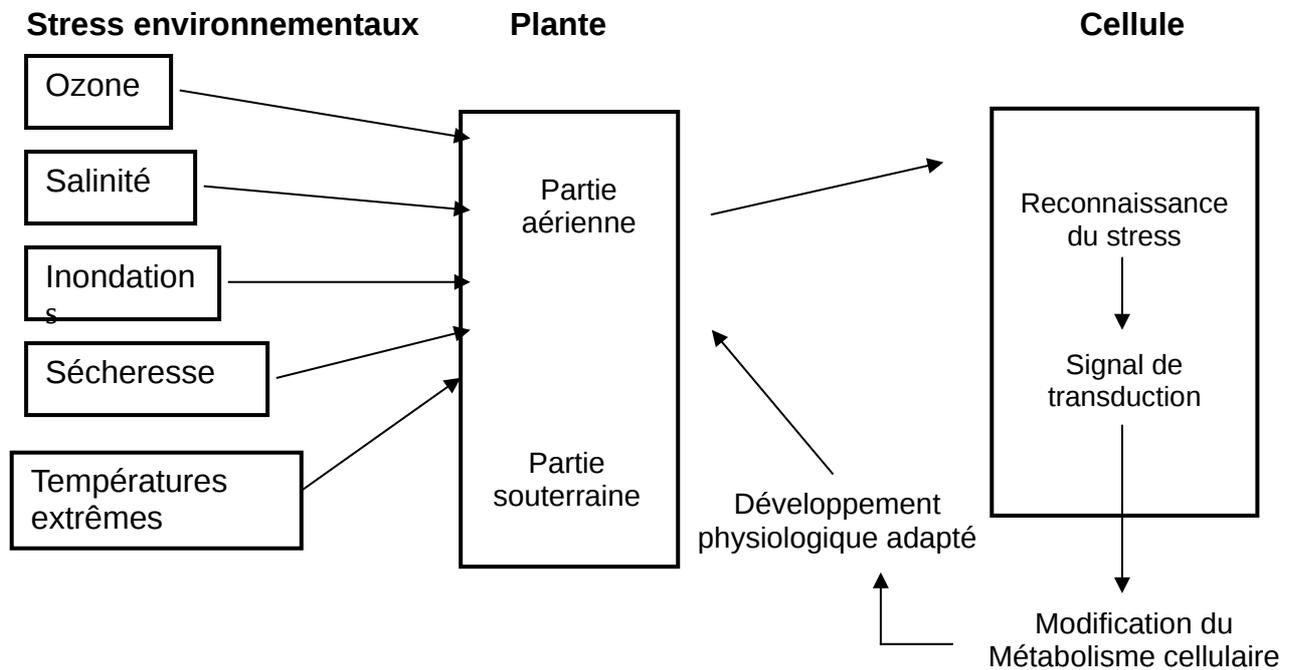
I.3. Stress abiotiques

Parmi les conditions environnementales qui peuvent causer un stress abiotique, on distingue : les inondations, la sécheresse, les basses ou hautes températures, la salinité excessive des sols ou des eaux, la présence d'un minéral inadéquat dans le sol, cas des métaux lourds, l'excès de lumière qui stimule la photo inhibition, le cas de faible éclaircissement, les radiations UV, les composés phytotoxiques comme l'ozone qui est un haut réacteur oxydant, la pollution de l'air, les produits oxydés formés à partir des réactions de pesticides (figure 4).

La sécheresse, le froid et la salinité sont les stress les plus fréquents et les plus étudiés. Ils peuvent imposer aux plantes des modifications métaboliques, physiologiques et phénologiques.

II. Réponse d'une plante aux stress abiotiques

Le stress peut déclencher plusieurs réponses à plusieurs niveaux de la plante comme c'est montré dans le schéma de la figure 4.



. Réponse des plantes aux stress environnementaux

II.1 Réponse moléculaire

Au niveau moléculaire on note une altération de l'expression des gènes, cas des dommages d'oxydation des bio molécules ou encore le cas de la réponse typique à des températures élevées qui se manifeste par une réduction dans la synthèse des protéines normales accompagnée d'une accélération de la transcription de nouvelles protéines appelées protéines de choc de fortes températures (HSPs, Heat Shock Proteins) (Zid et Grignon, 1989).

II.2. Réponse cellulaire

Au niveau cellulaire, le stress peut causer une modification dans le métabolisme, une perturbation des transports ioniques, une augmentation de la perméabilité membranaire, une inhibition de l'activité de la pompe H^+ , une chute

dans le potentiel membranaire et une augmentation de l'absorption du calcium à partir de l'apoplasme (Mclaughlin, 1997).

II.3. Réponse au niveau de la plante entière

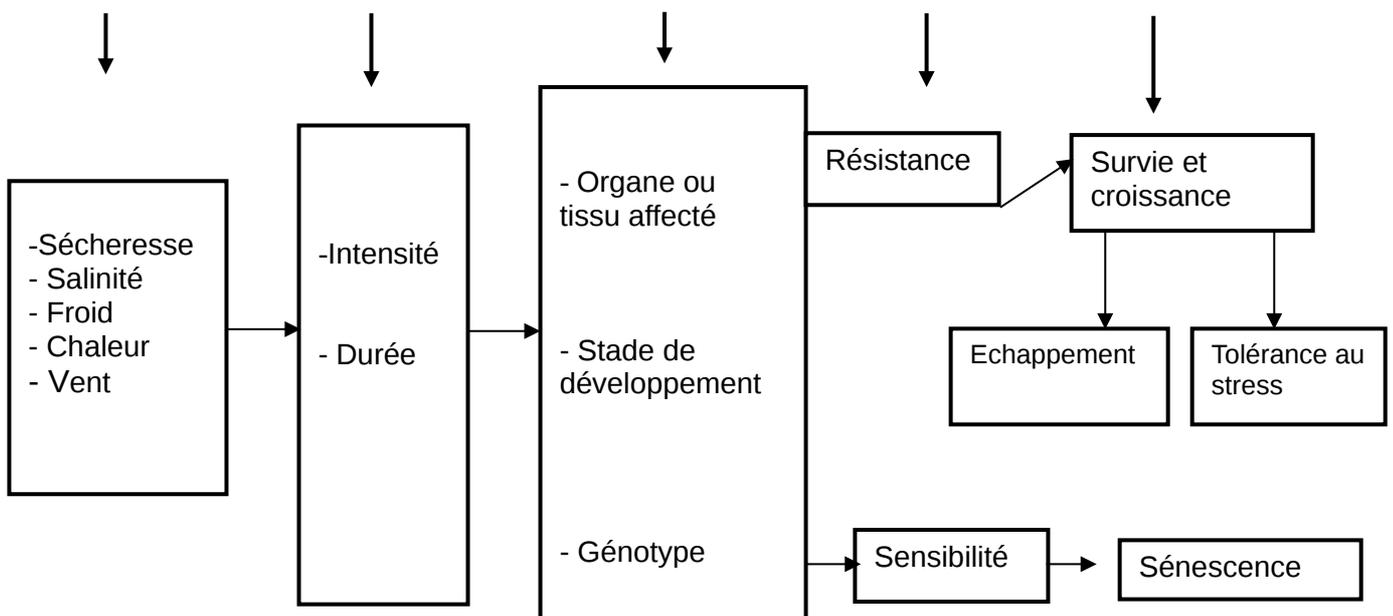
La réponse au stress se manifeste au niveau de la plante entière par une baisse de la vitesse de la photosynthèse, des dégâts foliaires, une accélération de la sénescence et par une réduction de la croissance et une baisse dans la productivité (Monneveux, 1989).

II.4. Facteurs qui affectent la réponse des plantes à un stress abiotique

Les facteurs qui affectent la réponse des plantes aux stress abiotiques sont l'espèce, la variété, le stade de développement de la plante, l'acclimatation antérieure ou non de la plante au stress considéré ainsi que la nature, l'intensité et la durée d'application du stress (Flowers, 2004 ; Davenport *et al*, 2005). Les principaux facteurs qui affectent la réponse d'une plante à un stress abiotique sont représentés d'une façon synthétique dans la figure 5.

Nature du Stress	Caractéristiques du stress	Caractéristiques de la plante	Réponses	Résultats
------------------	----------------------------	-------------------------------	----------	-----------

Facteurs affectant la réponse des plantes aux stress abiotiques



III. Mécanismes de résistance ou de tolérance au stress

III.1. Phénomène d'échappement

Le phénomène d'échappement prévoit l'exposition au stress et l'évite (Monneveux, 1989). Chez l'arganier ce phénomène se manifeste par la vitesse et l'importance de défoliation des arbres. Riedacker et *al.*, 1990, ont montré qu'en période de forte sécheresse, l'arganier perd complètement son feuillage; cet état peut durer quelques années. Les feuilles réapparaissent peu après le retour des pluies.

III.2. Ajustement osmotique

C'est un mécanisme qui aide à l'acclimatation de la plante aux conditions de sécheresse, de salinité ou de tout autre stress. En effet, plusieurs plantes tolérantes peuvent supporter des périodes de transition ou d'extension du déficit hydrique par recours à l'ajustement osmotique. Il en résulte une augmentation nette de solutés dans les cellules de la plante stressée.

On parle d'ajustement osmotique quand les concentrations des solutés à l'intérieur de la cellule augmentent pour maintenir une pression osmotique cellulaire élevée. La cellule accumule alors activement les solutés dont les osmolytes comme réponse à la chute du potentiel osmotique permettant le flux d'eau à l'intérieur de la cellule (Niu *et al.*, 1997 ; Bohnert & Shen 1999 ; Tester & Bacic, 2005) .

III.2.1. Les osmolytes

Ce sont des solutés non chargés qui tendent à être neutres au pH physiologique, non ionique (ou zwitterionique) et sont exclus de la coque d'hydratation des macro molécules. Les porteurs et transporteurs associés aux membranes assurent probablement les différentes distributions d'osmolytes à l'intérieur de la cellule (Tester & Bacic, 2005).

III.2.1.1. La proline et la glycine bêtaïne

Ce sont des petites molécules ultra solubles impliquées dans l'osmoprotection (figure 6). Le terme bêtaïne est utilisé invariablement pour désigner les composés suivants: la glycine bêtaïne, la β -alanine bêtaïne et la hydroxyproline bêtaïne. La synthèse de la bêtaïne augmente considérablement lorsque l'organisme est exposé

à des facteurs environnementaux qui modifient les conditions internes des cellules. Ces conditions défavorables peuvent être créées par des stress tels le froid, la chaleur, la salinité et le gel (Krall *et al.*, 1989 ; Jolivet *et al.*, 1982 ; Jolivet *et al.*, 1983 ; Zhao *et al.*, 1992 tous cités dans Huang *et al.*, 2000).

Les osmoprotecteurs dont fait partie les composés quaternaires, permettent en fait, un fonctionnement normal du métabolisme dans les cellules où le potentiel osmotique est désajusté. Les méthodes d'action des osmoprotecteurs ne sont pas encore toutes élucidées mais il est évident que, jusqu'à un certain point, la bétaine agirait comme un "capteur d'eau" qui permettrait de stabiliser la conformation quaternaire des protéine, leur permettant ainsi d'être fonctionnelles lorsque les conditions sont préjudiciables (McNeil *et al.*, 1999). La perturbation de la structure des protéines (figure 7) est causée par la mise en contact avec des solutés non compatibles aux forces thermodynamiques de contact minimales recherchées par les protéines lors du repliement tertiaire et l'assemblage quaternaire (Xing et Rajashekar, 2001). Il est aussi mentionné dans la littérature que la bétaine pourrait agir aussi comme co-régulateur lors du repliement d'enzymes et de certaines autres protéines (Chen et Murata, 2002). Un autre mode d'action suggéré pour les osmoprotecteurs consisterait à ordonner davantage la structure des membranes souvent mises à rude épreuve lors des différents dommages pouvant affecter un organisme (Gorham, 1955 cité dans Sakamoto et Murata, 2000).

III.2.1.2. Le mannitol

Le stress salin inhibe la synthèse du saccharose et promouvoit l'accumulation du mannitol (Tester et Bacic, 2005). Cette accumulation semble être régulée par le catabolisme du mannitol lui-même. L'accumulation du mannitol entraîne la diminution du potentiel osmotique dans le cytoplasme, il s'ensuit une augmentation de l'habileté de ce dernier à retenir l'eau et par conséquent atténuer l'effet de sécheresse physiologique que cause la salinité (Tester et Bacic, 2005).

III.2.1.3. Le D- pinitol

Le D- pinitol est accumulé au niveau du chloroplaste et du cytosol et non au niveau de la vacuole. Sa concentration est élevée chez les plantes halophytes et les plantes tolérantes à la sécheresse (Bialeski, 1994). Par ailleurs, la régulation des

réponses aux stress abiotiques peut aussi se faire par l'acide abscissique (ABA), l'acide jasmonique, éthylène, le calcium ou autres (Girdhar et *al.*, 2004). En effet, plusieurs gènes induits par les stress sont régulés par l'ABA. Ce dernier joue un rôle important dans la fermeture des stomates et l'induction de l'expression des gènes (Dubos, 2001).