Signalisation moléculaire, réponses et adaptation des plantes au stress abiotique

Question 1

Dans la nature, l'optimum de ces facteurs abiotiques n'existe pratiquement pas, la plante est par conséquent en situation de stress permanent pour un ou plusieurs facteurs. La croissance et le développement optimums ne peuvent s'obtenir alors que dans les conditions contrôles où le maintien les dosages optimums de ces éléments permettant alors d'obtenir **le type physiologique optimal**. Toute déviation du type physiologique optimal est considérée comme une réaction vis-à-vis du suboptimal ou quantité d'endommagement, situation où on utilise le terme de **stress**.

Les changements provoqués par la force au sein de l'individu représentent **la contrainte**.

Question 2

Il est démontré que de nombreux gènes sont activés par la sécheresse, le froid ou la salinité, sans la participation de l'ABA. L'exemple le plus illustrant de ce type est le gène Rd29A qui est activé dans tous les tissus végétatifs de l'Arabidopsis sous les conditions de sécheresse et qui coderait pour une thioprotéase. Ces gènes contiennent également des séquences consensus au niveau de leur promoteur (TACC-GACAT), appelé DRE (drought responsive element) ou C-repeat. Il a été démontré qu'il existe des protéines spécifiques DRE-binding proteins. Il est connu que le gène Rd29A contient au niveau de son promoteur DRE comme un ABRE. Toutefois, ABRE n'est activé que pendant un déficit hydrique prolongé. DRE est également activé pendant le froid et est finalement contrôlé par l'ABA par l'intermédiaire d'une autre cascade.

Question 3

L'adaptation commence avec la perception du stress osmotique (voir exemple de *Dunaliella*). Des gènes et des protéines ont été récemment identifiés qui laissent entrevoir un lien biochimique entre l'adaptation osmotique et l'augmentation du niveau de Ca^{++} cytosolique. La levure sert de modèle dans ce cas, dans laquelle il est connu qu'il existe une interaction entre Ca^{++} et la sous-unité β de la protéine Ca-binding-protein calcineurin (calcineurine Ca-binding-protein) et la tolérance à la salinité. Dans cet organisme la protéine calcineurine phosphatase active d'une part, les facteurs de transcription qui augmentent l'expression Na^+-ATPase de la membrane plasmique et Na^+/H^+ antiport du tonoplate et d'autre part, l'activation de la calcineurine atténue la sélectivité K^+/Na^+ symport qui devient très sélectif à l'égard de K^+

Une famille de gènes correspondants ont été identifiés chez l'arabidopsis, chez qui une mutation rend ces plantes particulièrement sensible au Na^+ et au Li^+, le mutant est appelé SOS (Salt Overly Sensitive). Les fonctions de trois types de SOS sont actuellement connues et qui sont :

SOS1 : est un antiport Na^+-H^+ de la membrane plasmique

SOS2 : est une sérine thréonine protéine kinase qui active SOS1

SOS3 : est une protéine de liaison de Ca ou calcium-binding-protein avec un domaine EF-hand typique de telles protéines qui avant de devenir auto-actives, elle active le SOS2.

En plus de l'activation directe de SOS1, la cascade SOS a également une influence positive sur l'activation des facteurs de transcription et conduit à une expression accrue de l'antiport (Na^+-H^+ antiport).

Question 4

La réaction de la cellule vis-à-vis d'une élévation de la température (choc thermique) est appelée la réaction du choc thermique (heat shock reaction). Pour une plante dont les exigences optimales en température se situent entre 15 et 25°C, les réactions du choc thermique prennent place à une température supérieure à 35°C et consistent en : - Ralentissement des réactions d'entretien ou de ménage (housekeeping), particulièrement par une inhibition de l'expression des gènes de ménage (housekeeping genes) - Une synthèse presque-exclusive des protéines de choc thermique (heat shock proteins), HSPs - Arrêt de la synthèse des protéines du type HSPs après 6-8h du début de la réaction au choc thermique - Reprise graduelle de l'expression des gènes de ménage (housekeeping genes). Dix familles de protéines de type HSPs sont connues. En conditions thermiques optimales, les protéines de HSPs sont présentes au niveau de la cellule mais en de faibles quantités. En conditions de stress thermique, l'inhibition de l'expression des gènes de ménage 'housekeeping genes) est accompagnée d'une forte synthèse des protéines du type HSPs. La plupart de ces protéines sont des chaperonnes.

L'ARNm des gènes de type housekeeping devenu non actif est alors conservé et déposé sous frome de granules appelés les granules du choc thermique et qui sont associés aux protéines du choc thermique de type HSP70 et HSP17. Ces granules demeurent à proximité du noyau par le cytosquelette.

Question 5

- La structure des lipides des biomembranes est très complexes qui leur assure d'être dans un état fluide-visqueux pour permettre aux protéines ancrées en eux de remplir leurs fonctions.
- Assurer la perméabilité sélective
- La nature des acides gras impliqués dans la formation des phospholipides et des sphingolipides des membranes biologiques, dépendent de la température environnante car ils détiennent des températures de fusion très variables. Ainsi chez les plantes thermophiles, on retrouve des acides gras surtout saturés. Chez les plantes psychrophiles, ce sont surtout les acides gras polyinsaturés.

La structure chim que et le pcint de fusion des acides gras, fréquemment rencontrés dans les biomembranes

Squelette carboné	Structure	Nom commun	Point de fusion (°C)
16:0	$CH_3(CH_2)_{14}COOH$	Acide palmitique	63.1
18:0	$CH_3(CH_2)_{16}COOH$	Acide stéarique	69.6
20:0	$CH_3(CH_2)_{18}COOH$	Acide arachidique	76.5
16:1 (Δ^9)	$CH_3(CH_2)_5CH=CH(CH_2)_7COOH$	Acide palmitoléique	- 0.5
18:1 (Δ^9)	$CH_3(CH_2)_7CH=CH(CH_2)_7COOH$	Acide oléique	13.4
18:2 ($\Delta^{9,12}$)	$CH_3(CH_2)_4CH(=CHCH_2)_2COOH$	Acide α-linoléique	- 5.0
18:3 ($\Delta^{9,12,15}$)	$CH_3CH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_7COOH$	Acide α-linolénique	- 11.0
20:4 ($\Delta^{5,8,11,14}$)	$CH_3(CH_2)_4CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CHCH_2CH=CH(CH_2)_3COOH$	Acide arachidonique	- 49.5