

## Les Modes d'Action des Substances Toxiques

### I. Cibles moléculaires et mécanismes d'action :

- **A. Inhibition de la photosynthèse :**
  - **1. Herbicides inhibiteurs de la photosystème II (PSII) :** Exemple : atrazine, diuron. Bloquent le transfert d'électrons dans le PSII, perturbant la production d'ATP et de NADPH, nécessaires à la fixation du carbone.
  - **2. Herbicides inhibiteurs de la photosystème I (PSI) :** Exemple : paraquat. Génèrent des espèces réactives de l'oxygène (ERO) qui endommagent les membranes cellulaires et les protéines.
- **B. Perturbation de la synthèse des protéines :**
  - **1. Herbicides inhibiteurs de la synthèse des acides aminés :** Exemple : glyphosate. Inhibe l'enzyme EPSP synthase, essentielle à la synthèse de certains acides aminés aromatiques.
  - **2. Herbicides inhibiteurs de la synthèse des protéines :** Exemple : linuron. Inhibe la synthèse des protéines au niveau des ribosomes.
- **C. Interférence avec la division cellulaire :**
  - **1. Herbicides inhibiteurs de la synthèse des acides nucléiques :** Exemple : certains herbicides perturbent la réplication et la transcription de l'ADN.
  - **2. Herbicides perturbant la mitose :** Exemple : colchicine. Inhibe la formation du fuseau mitotique, bloquant la division cellulaire.
- **D. Effets sur les membranes cellulaires :**
  - **1. Substances toxiques affectant la perméabilité membranaire :** Certaines substances augmentent la perméabilité des membranes, entraînant des fuites d'ions et de métabolites.
  - **2. Substances toxiques provoquant une destruction membranaire :** Exemple : certaines substances toxiques peuvent directement détruire les membranes cellulaires.
- **E. Interférence avec la respiration cellulaire :**
  - **1. Inhibiteurs de la chaîne de transport d'électrons :** Certaines substances bloquent le transport d'électrons dans la chaîne respiratoire mitochondriale, réduisant la production d'ATP.
  - **2. Inhibiteurs de la phosphorylation oxydative :** Certaines substances bloquent la phosphorylation oxydative, réduisant la production d'ATP.
- **F. Effets sur les enzymes :**
  - **1. Inhibition enzymatique :** De nombreuses substances toxiques agissent en inhibant des enzymes clés du métabolisme végétal.
  - **2. Activation enzymatique :** Certaines substances peuvent activer des enzymes, conduisant à des réactions métaboliques indésirables.
- **G. Stress oxydatif :**
  - Certaines substances toxiques augmentent la production d'espèces réactives de l'oxygène (ERO), provoquant un stress oxydatif qui endommage les macromolécules cellulaires.

## II. Exemples concrets :

- **A. Pesticides :** Décrire les modes d'action de différents types de pesticides (herbicides, insecticides, fongicides) en utilisant des exemples spécifiques (nom de la substance active et cible moléculaire).
- **B. Polluants atmosphériques :** Expliquer comment les polluants (O<sub>3</sub>, SO<sub>2</sub>, NO<sub>x</sub>) affectent les plantes, en se concentrant sur les mécanismes d'action au niveau cellulaire.
- **C. Métaux lourds :** Décrire les effets toxiques des métaux lourds (Cd, Pb, Hg) sur les plantes, en incluant les mécanismes d'accumulation et de toxicité.
- **D. Substances naturelles :** Présenter des exemples de composés naturels toxiques présents dans les plantes (alcaloïdes, hétérosides, etc.), en expliquant leurs modes d'action.

## III. Mécanismes de défense des plantes :

### Détoxification des substances toxiques chez les plantes : mécanismes et importance

Les plantes, en tant qu'organismes sessiles, ont développé des mécanismes sophistiqués de **détoxification** pour survivre en présence de **substances toxiques** telles que les métaux lourds, pesticides ou composés organiques nocifs. Ces mécanismes reposent sur trois niveaux principaux : **modification enzymatique**, **compartimentation cellulaire**, et **complexation chimique**.

#### 1. Mécanismes enzymatiques :

Les enzymes de phase I comme les **monooxygénases** ou les **cytochromes P450** initient la transformation des toxines par oxydation ou hydrolyse. En phase II, les enzymes telles que les **glutathion-S-transférases (GST)** et **glycosyltransférases** conjuguent les toxines modifiées à des molécules hydrosolubles (glutathion, sucres), les rendant moins réactives.

#### 2. Compartimentation cellulaire :

Les produits de détoxification sont souvent transportés vers des compartiments spécifiques comme les **vacuoles**, où ils sont stockés sous forme inactive, ou vers la **paroi cellulaire** pour y être immobilisés. Des transporteurs membranaires comme les **ABC transporteurs** facilitent ce processus.

#### 3. Complexation et chélation :

Les plantes produisent des molécules comme les **phytochelatines** ou les **métallothionéines** qui lient les ions métalliques toxiques (Cd<sup>2+</sup>, Pb<sup>2+</sup>...) pour former des complexes stables, limitant leur réactivité biologique.

#### Importance :

Ces mécanismes de détoxification sont essentiels pour la **tolérance des plantes aux stress environnementaux** et jouent un rôle clé dans la **phytoremédiation**, l'amélioration des cultures et la production d'aliments sains. Ils permettent aux plantes de maintenir leur métabolisme et leur croissance en milieux contaminés, ce qui en fait un domaine stratégique en biotechnologie végétale.