

Définition de la toxicité

La toxicité des substances toxiques pour les plantes est un problème important pour l'agriculture, l'horticulture et l'environnement. Elle peut entraîner des pertes de récoltes, des dommages aux écosystèmes et des risques pour la santé humaine.

La toxicité des substances toxiques pour les végétaux se réfère à leur capacité à causer des effets néfastes sur la santé et le développement des plantes. Cela peut inclure des dommages aux tissus végétaux, des altérations de la croissance et du développement, des perturbations de l'absorption des nutriments, des pertes de rendement et éventuellement la mort de la plante. Les substances toxiques pour les végétaux peuvent provenir de diverses sources, telles que les pesticides, les polluants atmosphériques, les métaux lourds, les produits chimiques industriels, etc. La gravité de la toxicité dépend de la nature de la substance, de sa concentration, du mode d'exposition et de la sensibilité spécifique des espèces végétales concernées.

Mode de pénétration des substances toxiques dans les végétaux :

Les substances toxiques peuvent pénétrer dans les végétaux via plusieurs organes :

1. Par les feuilles :

Les substances toxiques peuvent pénétrer dans les feuilles des plantes par différentes structures notamment :

1.1. Absorption par les stomates : Les stomates sont des pores situés sur la surface des feuilles qui permettent à la plante de respirer et d'absorber l'eau et les nutriments. Les substances toxiques peuvent être absorbées par les stomates s'ils sont présents dans l'air ou dans l'eau de pulvérisation. Une fois à l'intérieur de la feuille, la substance toxique peut être transportée par les vaisseaux conducteurs ; les xylèmes, à d'autres parties de la plante.

1.2. Via les cellules de la surface :

Les substances toxiques peuvent pénétrer à travers les cellules de la surface des feuilles des plantes de différentes manières, notamment :

1.2.1. Par la cuticule : la cuticule est une couche cireuse qui recouvre la surface des feuilles et aide à les protéger contre les stress environnementaux. Certaines substances toxiques peuvent pénétrer à travers la cuticule en se liant aux molécules de cire et en se diffusant à travers les couches de cellules.

1.2.2. Par les lenticelles : Une lenticelle est une sorte de pore ou de canal traversant la masse du liège dans l'écorce des racines et des tiges lignifiées des arbres, mettant le suber en

communication avec l'atmosphère et formant des aspérités, parfois colorées. Les substances toxiques peuvent pénétrer à travers les lenticelles et se diffuser dans les tissus de la plante.

1.2.3. Les trichomes : Les trichomes sont des poils ou des excroissances sur les feuilles, les tiges et les fleurs qui peuvent aider à réduire la perte d'eau, réguler la température et protéger la plante contre les prédateurs. Cependant, certains types de trichomes peuvent également permettre l'absorption de substances toxiques, en particulier lorsque les poils sont glandulaires et contiennent des composés tels que des huiles essentielles.

1.2.4. Les cellules épidermiques : Les cellules épidermiques sont les cellules de surface des feuilles et des tiges qui forment une barrière entre la plante et l'environnement extérieur. Cependant, certaines substances toxiques peuvent pénétrer ces cellules et se diffuser dans les tissus de la plante.

Les mécanismes physico-chimiques de pénétration :

1. **Diffusion** : Les substances toxiques peuvent pénétrer à travers la feuille par simple diffusion. Les molécules de la substance se déplacent d'une région de concentration élevée à une région de concentration plus faible, jusqu'à ce que l'équilibre soit atteint.
2. **Osmose** : Certains produits chimiques, tels que les sels, peuvent pénétrer à travers les cellules de la feuille par osmose, c'est-à-dire que les molécules se déplacent de l'eau vers les régions où la concentration en soluté est plus élevée.
3. **Transpiration** : Les substances toxiques peuvent pénétrer dans la feuille par la transpiration. Lorsque la plante transpire, elle perd de l'eau et les substances dissoutes dans cette eau peuvent pénétrer dans les cellules de la feuille.
4. **Photoréduction** : Certains composés toxiques, tels que les pesticides organophosphorés, peuvent subir une photoréduction, c'est-à-dire une réduction sous l'effet de la lumière. Les produits résultants sont plus liposolubles et peuvent pénétrer plus facilement les tissus de la feuille.
5. **Endocytose** : Certaines substances peuvent être prises en charge par les cellules de la feuille par endocytose, c'est-à-dire qu'elles sont entourées par la membrane cellulaire et absorbées dans la cellule.

Les facteurs influençant le taux d'absorption des substances toxiques par les feuilles :

Le taux d'absorption des substances toxiques par les stomates dépend de plusieurs facteurs ;

- ✓ *La concentration de la substance,*
- ✓ *La durée d'exposition,*
- ✓ *La morphologie de la feuille (la taille et la forme des feuilles),*
- ✓ *La densité des stomates. Par exemple, les plantes qui ont un grand nombre de stomates peuvent absorber plus de substances toxiques que les plantes qui en ont moins.*
- ✓ *La composition chimique de la cuticule.*
- ✓ *Les conditions environnementales : Les conditions environnementales telles que la température, l'humidité et la lumière peuvent affecter la capacité des stomates à absorber les substances toxiques.*

2. Par les racines

Les substances toxiques peuvent pénétrer dans les plantes par les racines de différents mécanismes, en fonction de la nature de la substance et des propriétés physiques et chimiques du sol. Les mécanismes courants de la pénétration des substances toxiques dans les plantes par les racines :

1. **Diffusion passive** : Les substances toxiques peuvent se déplacer dans le sol en se diffusant de régions où la concentration est élevée vers des régions où la concentration est plus faible. Si la concentration de la substance est plus élevée dans le sol que dans la plante, la substance peut être absorbée par les racines et pénétrer dans les tissus de la plante.
2. **Transport actif** : Les racines des plantes peuvent absorber des substances toxiques par transport actif, c'est-à-dire en utilisant de l'énergie pour transporter des molécules contre un gradient de concentration. Les substances toxiques peuvent être transportées dans les cellules de la racine par des protéines de transport spécifiques.
3. **Mycorhizes** : Les mycorhizes sont des associations symbiotiques entre les racines des plantes et des champignons. Les champignons peuvent aider à transporter des nutriments et des substances toxiques vers les racines de la plante. Dans certains cas, les champignons peuvent même dégrader ou neutraliser les substances toxiques avant qu'elles ne pénètrent dans la plante.

Les facteurs influençant l'absorption des substances toxiques par les racines des plantes :

L'absorption des substances toxiques par les racines des plantes dépend de plusieurs facteurs :

1. **La concentration de la substance** : L'absorption des substances toxiques par les racines des plantes dépend de la concentration de la substance dans le sol. Plus la concentration de la substance est élevée, plus l'absorption sera rapide et importante. Cependant, une concentration trop élevée peut être toxique pour la plante.
2. **Le pH du sol** : Le pH du sol peut avoir une influence importante sur l'absorption des substances toxiques. Certains sols acides favorisent l'absorption de certaines substances toxiques, tandis que d'autres sols alcalins peuvent réduire l'absorption de ces substances.
3. **La texture du sol** : La texture du sol peut également influencer l'absorption des substances toxiques. Les sols argileux ont une plus grande capacité à retenir les substances toxiques que les sols sableux.
4. **Les propriétés des racines** : Les propriétés des racines de la plante, telles que la **surface racinaire**, la **densité des racines**, l'état de **santé** de la plante, peuvent affecter l'absorption des substances toxiques.
5. **Les interactions entre les substances** : Les interactions entre les substances présentes dans le sol peuvent affecter leur absorption par les racines des plantes. Certaines substances peuvent interagir entre elles, ce qui peut augmenter ou diminuer l'absorption des substances toxiques par les racines.
6. **La structure du sol** : La structure du sol se réfère à la manière dont les particules du sol sont agencées et organisées. La structure du sol influence la circulation de l'eau, de l'air et des nutriments dans le sol, ainsi que la croissance des racines.
7. **La matière organique** : La matière organique se réfère à la matière végétale et animale décomposée présente dans le sol. Elle joue un rôle important dans la protection des plantes contre les substances toxiques dans le sol en **réduisant** leur **biodisponibilité**, en **aidant** à les **dégrader**.
8. **La biodisponibilité des substances toxiques** : La biodisponibilité à la quantité de substances toxiques présentes dans le sol qui est disponibles pour être absorbées par les racines des plantes et qui peuvent potentiellement nuire à leur croissance et leur santé. La biodisponibilité dépend de plusieurs facteurs, tels que la forme chimique de la substance toxique, sa solubilité dans l'eau et dans les solvants

organiques, son degré de liaison avec les particules du sol, la teneur en matière organique du sol et son pH. En général, les formes solubles de substances toxiques sont plus biodisponibles que les formes insolubles, car elles sont plus facilement absorbées par les racines des plantes. De même, des sols acides peuvent augmenter la biodisponibilité de certains métaux lourds tels que le plomb, le cadmium et le mercure.

9. **Les microorganismes** : Les microorganismes présents dans le sol, tels que les bactéries et les champignons, jouent un rôle important dans la décomposition des substances toxiques et la détoxification des plantes.
10. **Les facteurs climatiques** : Les facteurs climatiques tels que la température, l'humidité du sol peuvent également affecter l'absorption des substances toxiques. Par exemple, des températures élevées peuvent accélérer l'absorption des substances toxiques, tandis que des conditions de sécheresse peuvent réduire l'absorption.
11. **La sensibilité des plantes vis-à-vis les substances toxiques** : Il est important de noter que la sensibilité des plantes aux substances toxiques varie également en fonction de l'espèce de plante, de l'âge de la plante et de son stade de développement.

3. Par les fruits et les graines :

Les substances toxiques peuvent pénétrer dans les plantes par les fruits et les graines lors de l'application de pesticides sur les cultures, ces derniers peuvent pénétrer dans les fruits et les graines, notamment s'ils sont utilisés en excès ou appliqués de manière incorrecte.

Une fois que les substances toxiques ont pénétré dans les fruits et les graines, elles peuvent rester à l'intérieur de la plante pendant une période variable, selon la nature de la substance et les propriétés physiques de la plante. Ces substances peuvent être nocives pour les animaux ou les humains qui les consomment, en fonction de leur concentration et de leur nature.