

Document 1 : L'évolution des insectes résistants aux insecticides

1. Quelle est l'origine de la résistance observée ?

La résistance provient d'une mutation génétique spontanée apparue avant l'utilisation de l'insecticide, sur un gène codant une enzyme cible (l'acétylcholinestérase).

Cette mutation modifie la structure de la protéine, empêchant la fixation de l'insecticide.

2. Comment l'insecticide a-t-il modifié la fréquence du gène de résistance ?

L'insecticide agit comme une pression de sélection : il tue les individus sensibles, mais laisse survivre ceux porteurs de la mutation résistante.

Ces survivants se reproduisent davantage, ce qui augmente la fréquence du gène de résistance dans la population.

3. En quoi cet exemple illustre-t-il le rôle de la sélection naturelle ?

La sélection naturelle favorise les individus ayant un avantage sélectif, ici la résistance.

Le milieu, modifié par le traitement chimique, sélectionne un phénotype avantageux qui devient majoritaire au fil des générations.

4. Quelles conséquences cela peut-il avoir sur l'efficacité à long terme des traitements chimiques ?

L'efficacité diminue, car la majorité des individus deviennent résistants.

Cela conduit à l'utilisation de nouvelles molécules, de doses plus fortes ou de stratégies alternatives, avec des impacts environnementaux souvent aggravés.

Document 2 : L'apparition de plantes résistantes aux herbicides

5. Quelle est la nature du mécanisme à l'origine de la résistance chez *Amaranthus palmeri* ?

Il s'agit d'une duplication génique du gène EPSPS, cible du glyphosate.

Cette duplication augmente la production de l'enzyme, rendant l'herbicide inefficace.

6. Comment la fréquence du caractère "résistance" évolue-t-elle au cours du temps ?

La fréquence augmente rapidement.

La proportion d'individus résistants passe de rare en 1996 à plus de 90 % en 2010, illustrant une évolution rapide à l'échelle de quelques décennies.

7. Quelle est la pression de sélection dans ce cas ?

La pression de sélection est l'usage répété et massif du glyphosate, qui élimine les plantes sensibles et favorise la survie et la reproduction des individus résistants.

8. Quelles stratégies agricoles pourraient ralentir cette évolution ?

Pour diminuer la pression de sélection, on peut :

- alterner les types d'herbicides ;
- pratiquer la rotation des cultures ;
- favoriser la diversité génétique des plantes cultivées ;
- utiliser des moyens mécaniques ou biologiques de désherbage ;
- éviter les monocultures intensives.

Ces stratégies réduisent la probabilité qu'une mutation résistante devienne dominante.

Document 3 : Des bactéries du sol capables de dégrader les herbicides

9. Pourquoi dit-on que ces bactéries se sont "adaptées" à leur environnement ?

Leurs populations ont évolué : seules les bactéries capables de métaboliser les herbicides, grâce à de nouvelles enzymes, ont survécu et se sont multipliées.

Elles sont désormais mieux adaptées à un sol contenant ces composés chimiques.

10. En quoi cet exemple illustre-t-il une évolution adaptative au sens biologique ?

Il s'agit d'une évolution génétique mesurable (mutations et transferts horizontaux de gènes) qui confère un avantage sélectif dans un environnement donné.

Le caractère avantageux, la capacité à dégrader les herbicides, s'est transmis et répandu dans la population.

11. Quelles conséquences cela peut-il avoir sur les pratiques agricoles à long terme ?

Les herbicides peuvent être dégradés plus rapidement, réduisant leur efficacité.

Cela impose d'adapter les pratiques : choix d'autres produits, usage raisonné, ou solutions non chimiques.

Ce phénomène montre la capacité évolutive rapide des microorganismes, à prendre en compte dans la gestion des sols.

Document 4 : Vers une agriculture évolutive et durable

12. Pourquoi les pratiques intensives accélèrent-elles l'évolution de résistances ?

Elles créent des conditions uniformes et stables : monocultures avec faible diversité génétique et traitements répétés.

Ces conditions exercent une forte pression de sélection et favorisent la sélection rapide de génotypes résistants.

13. En quoi la diversification des cultures et des traitements peut-elle ralentir ce phénomène ?

La diversité génétique, spécifique et écologique rend l'environnement moins prévisible pour les organismes nuisibles.

Elle diminue la pression sélective constante et empêche la fixation d'un seul génotype avantageux.

L'évolution des résistances est alors plus lente et la résilience des agroécosystèmes meilleure.

14. Pourquoi peut-on parler d'“agriculture évolutive durable” ?

Cette approche intègre la dimension évolutive des organismes vivants dans la gestion agricole.

Au lieu de lutter contre l'évolution, elle cherche à l'anticiper et à l'utiliser pour maintenir l'équilibre des populations.

Elle vise à préserver la biodiversité et les fonctions écologiques à long terme.

15. Quel parallèle peut-on faire avec les cas de résistance médicale (antibiotiques, virus) étudiés précédemment ?

Les mêmes mécanismes évolutifs sont à l'œuvre : mutations aléatoires, apparition d'individus résistants, pression de sélection par le traitement, propagation rapide du gène de résistance.

Dans les deux cas, une utilisation raisonnée et une diversification des approches sont nécessaires pour limiter l'apparition de résistances.

Question bilan

Les activités humaines, notamment agricoles, modifient les environnements et créent de fortes pressions de sélection sur les populations vivantes.

Ces pressions entraînent des évolutions rapides et observables, comme l'apparition de résistances génétiques.

Ces évolutions peuvent réduire l'efficacité des pratiques humaines et menacer la durabilité des écosystèmes agricoles.

Une approche durable consiste à tenir compte des mécanismes évolutifs en favorisant la diversité, l'adaptation et la résilience pour construire une agriculture durable et écologique.