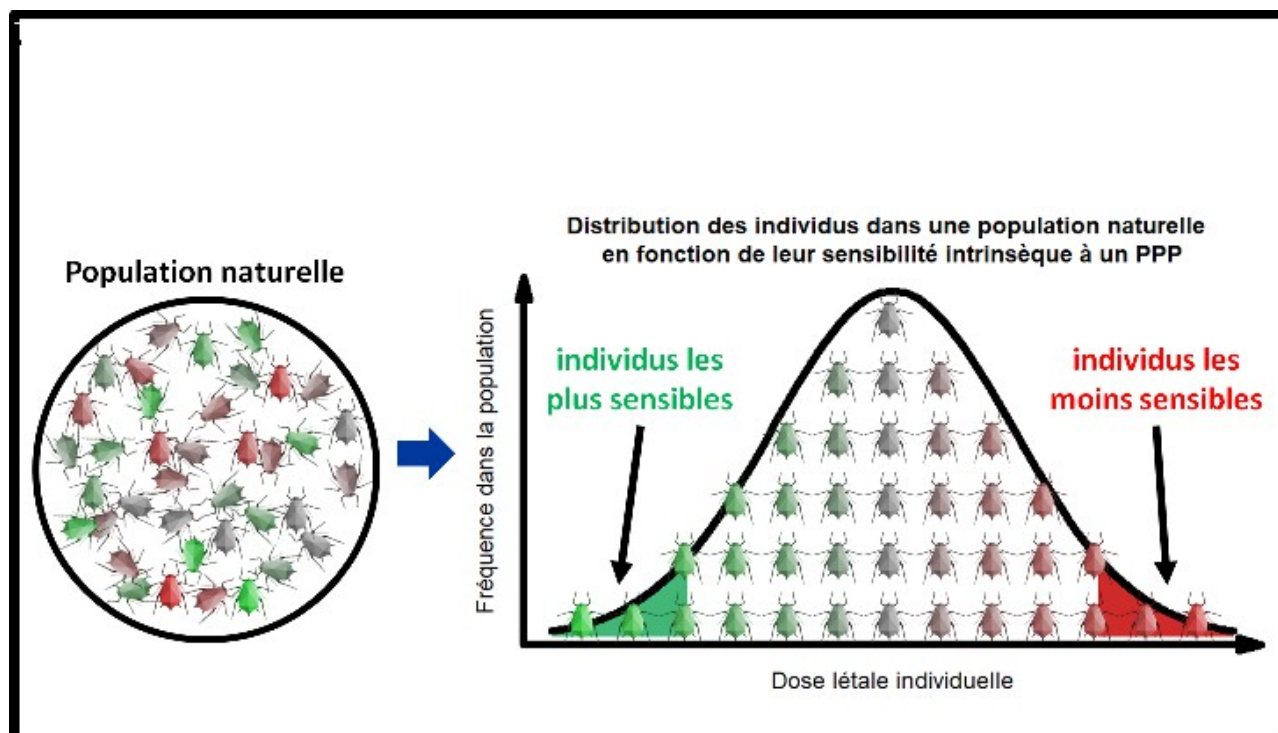


## La sélection des résistances aux produits phytosanitaires ou produits de protections des plantes avec Edu'Modèles.

Les populations de bio-agresseurs sont constituées d'individus différents, qui ont généralement des sensibilités différentes à un PPP (produit de protection des plantes) donné. Cette variation de sensibilité entre individus est naturelle : elle existe au sein des populations avant que celles-ci ne soient exposées aux PPP .



La sensibilité à un PPP est un caractère naturellement variable dans les populations de bio-agresseurs. Dans les populations naturelles, on trouvera des individus plus sensibles que la moyenne (hypersensibles) à un PPP donné, mais également des individus qui présentent naturellement une moindre sensibilité à ce PPP. Les individus les moins sensibles peuvent survivre à une application correcte de la pleine dose du PPP. Ces individus moins sensibles sont présents naturellement dans les parcelles, en général à de très faibles fréquences. Lors d'un traitement avec un PPP d'une population de bio-agresseur, tous les individus sensibles à la dose de PPP appliquée seront éliminés. Les individus les moins sensibles de la population pourront parfois survivre. Ces individus, s'ils peuvent produire une descendance viable et elle aussi capable de survivre au PPP, sont alors qualifiés de résistants.

L'évolution de résistances aux PPP chez les bioagresseurs des plantes est très similaire à l'évolution par les bactéries de résistances aux antibiotiques. Les deux phénomènes reposent sur le même principe d'évolution en réponse à une pression de sélection.

L'**élimination** par l'application du PPP **des individus sensibles** de la population de bio-agresseur **favorise le développement des individus résistants**. En effet, en l'absence de traitement, tous les individus sont en compétition pour une ressource commune (que ce soit la plante hôte pour les champignons phytopathogènes et les insectes ou l'accès aux nutriments, à l'eau et à la lumière pour les adventices). L'élimination des individus sensibles va donc diminuer la compétition pour l'accès à la ressource des individus résistants, et favoriser leur reproduction . La conséquence directe de cette pression de sélection est l'augmentation de la fréquence des individus résistants dans la population de bio-agresseurs au fur et à mesure des applications de PPP. L'existence de reproduction asexuée chez certaines espèces de bio-agresseurs peut accélérer la diffusion des individus résistants. Les premières étapes de la sélection d'individus résistants sont généralement imperceptibles. On s'aperçoit généralement de la présence de la résistance lorsque la fréquence des individus résistants est suffisante pour qu'une perte d'efficacité soit observée au champ.

La pression de sélection exercée par le traitement aboutira généralement à la **sélection d'individus**

**résistants** dans la population du ou des bio-agresseur(s) visé(s), et par conséquent à une perte d'efficacité régulière du PPP. L'évolution de la résistance est inéluctable, mais peut être plus ou moins rapide. La vitesse de l'évolution de la résistance dépend de l'intensité de la sélection exercée, c'est à dire principalement de **trois facteurs** :

- la **fréquence d'utilisation du PPP** contre un bioagresseur donné. Il faut ici comprendre le terme « fréquence » au sens large. Il s'agit aussi bien du nombre d'applications annuelles du PPP que du nombre d'années pendant lesquelles celui-ci a pu être utilisé contre ce bio-agresseur. Plus un PPP est utilisé souvent contre un bio-agresseur donné, plus la vitesse d'évolution de la résistance est élevée.
- le **nombre d'individus exposés au PPP**. La fréquence initiale des individus résistants à un PPP dans une population naturelle de bio-agresseurs est généralement très faible. Plus on traite une population nombreuse de bio-agresseurs, plus la probabilité est forte que cette population contienne au moins un individu résistant. Celui-ci pourra alors être sélectionné. La taille de la population traitée dépend de la surface traitée, mais également du niveau d'infestation des parcelles. Autrement dit, la résistance évoluera plus vite dans des parcelles fortement infestées.
- l'**efficacité de l'application du PPP**. Une bonne ou très bonne efficacité ne sélectionnera que les individus les plus résistants, qui sont généralement très rares (Figure 4a). Une efficacité médiocre sélectionnera non seulement les individus les plus résistants, mais aussi des individus supplémentaires « moins sensibles ». La fréquence des individus survivants augmentera donc plus vite.

**Pour résumer, la sélection de la résistance est favorisée par une utilisation fréquemment répétée d'un PPP, une forte infestation des parcelles et une mauvaise efficacité de l'application.**

**Activité élève:** Nous souhaitons modéliser la sélection de cette résistance.

Après la lecture de la [fiche technique](#), nous devons énumérer les agents susceptibles de peupler notre environnement. A tout moment dans notre "réceptacle virtuel" (l'environnement), nous pouvons avoir :

- des insectes sensibles aux produits phytosanitaires ou PPP (IS)
- des insectes insensibles aux produits phytosanitaires ou PPP (II)
- des molécules de PPP
- des insectes morts par empoisonnement et par mort naturelle (5%)

Il est inutile de modéliser la nourriture qui est considérée omniprésente (tous les agents ou intervenants sont en permanence en contact avec de la nourriture issu des cultures et de l'eau).

Pour créer ces agents, il suffit de cliquer sur "(+) Ajouter un agent" (à droite de l'écran).

Une fenêtre s'ouvre alors, et invite l'utilisateur à saisir un nom : on saisit "IS". On saisit également le nombre initial d'insectes (par exemple 100). On peut également choisir la façon dont sera représenté l'agent : carré rouge, cercle bleu, image, caractère ...au choix. Enfin on valide en cliquant sur "Ajouter cet agent"...

Ressources:

- Site web du service de l'INRA: <https://www.r4p-inra.fr/fr/la-selection-des-resistances-aux-produits-phytosanitaires/>

- fiche technique d'EduModele : <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/?p=1585>

- Modélisation multi-agents avec Edu' modèles : principe, technique et intérêt pédagogique: <https://www.pedagogie.ac-nice.fr/svt/?p=1413>