

1. Introduction

1.1 Exemple introductif

L'étude des risques liés à l'introduction d'organismes génétiquement modifiés (OGM) dans les milieux naturels est une question cruciale :

Quels sont les facteurs de dissémination d'un transgène issu d'une population de Colza transgénique dans les populations non transgéniques (populations de bords de champ et cultures non transgéniques) ?

Deux types de pollution interviennent dans ce problème :

- **Une pollution spatiale** : lorsqu'un pied de colza transgénique se retrouve dans un champ non transgénique par *dissémination des graines* ;
- **Une pollution génétique** : lorsqu'un pied est issu du croisement d'un colza transgénique et d'un colza non transgénique suite à une *dispersion de pollen*.

Quel protocole de recherches doit-on suivre pour tenter de répondre au problème posé ?

Il s'agit d'abord d'étudier les différents facteurs qui contrôlent la dissémination du pollen et des graines de Colza :

- Les lois de dissémination du pollen ;
- Les lois de dissémination des graines ;
- Les taux de survie des graines ;
- Les caractéristiques de levée de dormance (temps de dormance des graines) ; - Et les taux de reproduction des deux types de pied.

Une fois ces différents facteurs étudiés, on peut essayer de raisonner qualitativement sur ce qui va se passer mais rapidement les 3 points suivants nécessitent la mise en oeuvre d'un modèle : la complexité des interactions ; la dimension spatiale de la question ; sa dimension temporelle.

Aussi faut-il préciser le problème : - En isolant le système d'étude ;

- En définissant un cadre spatial ;
- Et en définissant un cadre temporel.

Nous sommes donc amenés à décrire une situation spatiale et temporelle (n champs transgéniques, k champs non transgéniques, des routes, des populations de bords de champs, des distances entre populations, un calendrier agricole etc.). Puis nous devons quantifier mathématiquement les différents processus décrits plus haut.

Les trois points qui nécessitent ici la réalisation d'un modèle sont récurrents en écologie.

1.2 Notion de système

Le mot *écologie* apparaît pour la première fois en 1866 sous la plume d'Ernst HAECKEL qui en donne alors la définition suivante :

« Par écologie nous entendons la science des rapports des organismes avec le monde extérieur, dans lequel nous pouvons reconnaître d'une façon plus large les facteurs de la "lutte pour l'existence". Ceux-ci sont en partie de nature inorganique (...). Sous le nom de conditions d'existence, nous comprenons [aussi] l'ensemble des relations des organismes les uns avec les autres, relations soit favorables soit défavorables. »

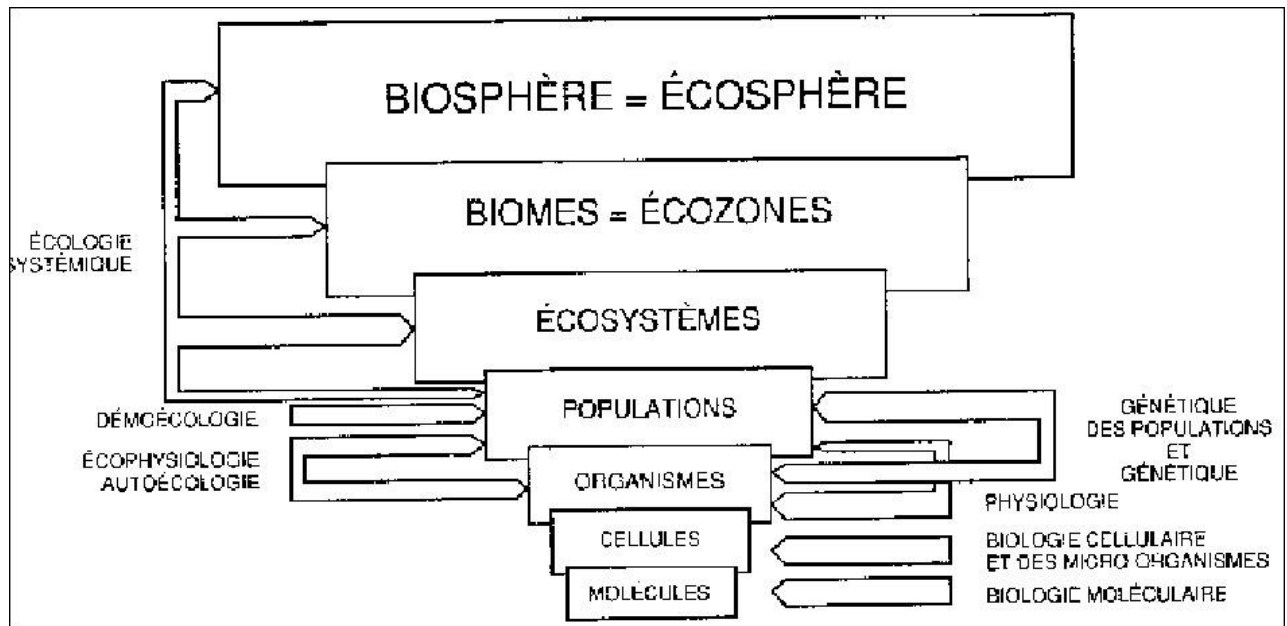
Cette définition comporte déjà la notion de *système* : ensembles des organismes qui interagissent entre eux et interagissent avec l'environnement extérieur. La notion d'*écosystème* sera formalisée en 1935 par TANSLEY :

« La notion la plus fondamentale est la totalité du système incluant non seulement le complexe des organismes mais aussi tout le complexe des facteurs physiques formant ce que l'on appelle le milieu du biome (...). Les systèmes ainsi formés sont du point de vue de l'écologiste les unités de base de la nature à la surface de la terre. »

« TANSLEY insiste fortement sur le fait que les écosystèmes ne sont pas des données brutes de la nature mais une construction mentale qui nous permet de les isoler en imaginant une frontière entre eux et le reste de l'univers. »

La définition du système étudié et l'étude des interactions entre les éléments de ce système constituent deux étapes fondamentales de la démarche scientifique et revêtent une importance toute particulière en écologie du fait de la complexité des systèmes étudiés. Nous commencerons donc ce cours par définir la notion de système.

Les systèmes d'étude en écologie sont variés et peuvent d'un point de vue spatial et temporel, représenter des réalités très différentes, allant de la seconde au siècle et du m² à la planète dans son ensemble (voir figure ci-dessous).



Niveaux d'organisation dans la biosphère et échelle d'appréhension des différents domaines de l'écologie situés dans les disciplines biologiques. D'après DELEAGE.

Les niveaux spatiaux sont hiérarchisés et coexistent en interaction.

Plusieurs éléments font de l'écologie une science propre à la formalisation mathématique et à la modélisation :

- La nature 'systémique' de l'écologie (la notion d'écosystème) ;
- La complexité des interactions entre les éléments du système ;
- Les problèmes de spatialisation et de dynamique temporelle ;
- La hiérarchisation des échelles spatiales. la notion de modèle et de voir dans un exemple pratique l'utilité des modèles dans la compréhension des systèmes écologiques.

Pour expliquer ces différentes notions, nous illustrerons nos propos en présentant l'exemple d'un écosystème forestier.