

5 Utilité des modèles et discussion

En décrivant la notion de modèle, nous avons déjà vu deux intérêts (rôle théorique et synthétique), nous allons reprendre plus concrètement ces rôles et voir dans quels autres cas les modèles peuvent servir.

5.1 Outil théorique

Le modèle peut être utilisé pour améliorer notre connaissance des processus étudiés à l'intérieur d'un système.

A l'aide du modèle, on peut prédire l'évolution d'un système sous certaines hypothèses et établir un protocole expérimental pour vérifier ces prédictions. Si les mesures sont cohérentes avec les simulations on valide les hypothèses sinon on les invalide et on en évalue d'autres.

5.2 Outil méthodologique

Le modèle peut servir à révéler les carences de nos connaissances pour la compréhension d'un système. Pour répondre à une question, on crée un modèle et on détermine ainsi les paramètres qu'il nous faut pour simuler un processus. On peut déterminer les paramètres qui sont déjà accessibles par la mesure et ceux dont on ne connaît pas la valeur, on peut aussi tester l'effet de chacun des paramètres sur les simulations pour les hiérarchiser en terme d'importance. Le modèle permet ainsi de mieux cibler quelles sont les mesures à faire pour remédier aux lacunes dans nos connaissances.

5.3 Outil synthétique

Le modèle peut servir à mieux analyser le comportement d'un système dont on connaît bien l'ensemble des processus. Le modèle se présente comme une série d'équations souvent programmées informatiquement. Ceci permet de résumer l'ensemble des connaissances relatives à une question et de les hiérarchiser de manière puissante et efficace. Souvent pour expliquer un processus, on a recours au modèle qui le représente, qui synthétise en quelques équations ce qui prend 10 lignes à expliquer en langage courant. Cet aspect pédagogique indéniable ne peut cependant remplacer d'autres formes d'explications des processus, car

si certaines personnes comprennent mieux sous forme d'équations les relations d'un système, d'autres préfèrent une explication moins mathématisée. D'autre part, comme le modèle est une simplification de la réalité, expliquer un processus à partir d'un modèle écarte une partie de la complexité du système, ce qui peut être un avantage comme un désavantage.

5.4 Outil Prédicatif

Le modèle peut servir comme **outil prédictif** permettant de déterminer l'évolution d'entités sous certaines hypothèses. Le modèle permet de prévoir l'évolution d'un système dynamique sous certaines hypothèses. Cet aspect prévisionnel a une utilité bien connue en météorologie, mais cela devient aussi un élément primordial en écologie. Un grand nombre de questions de sociétés forcent les écologues à établir des prévisions :

- prévision du climat et des conséquences de l'effet de serre
- prévision de l'évolution de la biodiversité
- conséquences de l'utilisation des plantes transgéniques

Les problématiques concernant la prévention des risques et du principe de précaution accentuent ce phénomène. Les scientifiques sont alors obligés d'établir des prévisions (stockage du carbone ou diminution de la biodiversité) sans parfois en avoir les capacités, tant en terme de connaissances, que de modèles.

5.5 Outil diagnostique

L'outil diagnostique correspond à utiliser un modèle pour donner des indicateurs de l'évolution d'un système. Prenons l'exemple de la demande en nitrates d'une culture, certains modèles permettent de déterminer des corrélations entre carence en nitrates et propriétés foliaires de la culture sur un échantillon donnée. Le modèle est alors utilisé pour diagnostiquer l'état d'un système, il n'est pas directement outil de gestion mais il aide à la gestion. Cette utilisation est surtout faite en agriculture (évaluation des carences en différents minéraux ou du niveau hydrique des cultures...) et en climatologie.

5.6 Outil de gestion

Depuis très longtemps, les modèles empiriques de productivités forestières (tables de production) sont très utiles pour la gestion forestière. Cet outil de gestion rejoint l'outil de prévision mais il y incorpore une capacité à prendre en compte les effets de la gestion humaine afin de la rationaliser. Certains modèles de plus en plus complet à la charnière gestion/économie/écologie commencent à apparaître et ce dans différents domaines : pêcheries, agriculture, foresterie, climatologie.

Comme l'outil prévisionnel, l'évaluation de l'incertitude du modèle revêt ici une importance toute particulière du fait de la très grande incertitude sur les processus et les paramètres du modèle.

Notons que dans tous les cas les limites du modèle dépendent :

5.7 Limites de la modélisation

5.7.1 Le modèle dépend de la question posée

Très souvent des erreurs et malentendus proviennent de l'utilisation abusive d'un modèle conçu pour répondre à un type de question, afin de répondre à un autre type de question.

Par exemple les « gap-models » sont des modèles forestiers qui permettent de simuler l'évolution d'un peuplement en terme de compétition, chablis et régénération d'un peuplement. Ils simulent l'évolution de chaque individu (arbre), ils permettent ainsi d'évaluer l'effet de la compétition, notamment entre strates différentes. Par contre, ils n'intègrent que rarement de manière physiologique l'effet de l'environnement. *A contrario* les modèles écophysologiques simulent le peuplement, comme une série de strates horizontales, la description de l'environnement et de ces effets peut y être très détaillée (Température, rayonnement, humidité, [CO₂]), ils permettent de voir l'effet des modifications climatiques sur un peuplement mais ne permettent pas d'étudier l'effet de la compétition. Bien sûr, des modifications au premier type de modèle permettront de prendre en compte les changements climatiques et vice versa, mais ils n'ont pas été conçus pour cela et ces modifications ne sont pas sans risques.

5.7.2 Les réponses sont fonction de l'état des connaissances dans le domaine

Si le modèle peut apporter des connaissances sur l'évolution d'un système, la compréhension du fonctionnement des éléments de base du système est primordiale. Cette compréhension passe par l'observation et l'expérimentation. Sans des observations et des mesures aucun modèle, aussi complexe soit-il, ne peut apporter des réponses. Cela paraît évident, mais l'on doit pouvoir connaître les gammes de variations des paramètres et des variables du modèle, sans quoi les conclusions issues de la modélisation peuvent être inopérantes pour la compréhension des systèmes réels.

5.7.3 Une bonne connaissance des hypothèses de modélisation

Il ne faut pas confondre les propriétés du système étudié et les propriétés du modèle. Ce dernier est toujours une simplification du système selon un certain nombre d'hypothèses. Dans les modèles complexes, il n'est pas toujours évident d'avoir à l'esprit toutes les hypothèses du modèle, ce qui parfois conduit à de mauvaises interprétations des simulations. Parfois on trouve que deux variables de sortie sont corrélées, il faut alors vérifier si cette corrélation est due aux propriétés dynamiques du système (donc non prévisibles et intéressantes) ou si elles étaient corrélées dans le modèle par hypothèse de modélisation. Dans des modèles complexes à compartiments, cette erreur est fréquemment faite par des utilisateurs du modèle.