

## 4 Notion de modèle

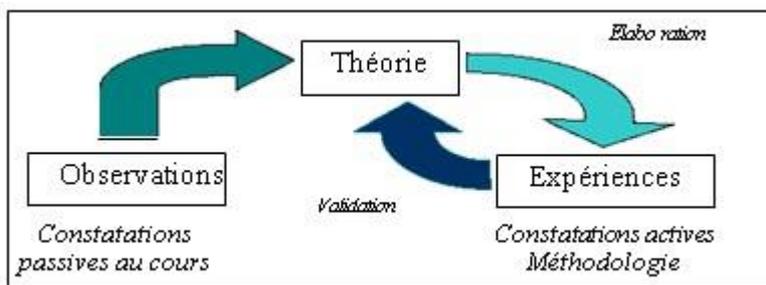
COQUILLARD ET HILL définissent le terme modèle comme suit :

« Un modèle est une abstraction qui simplifie le système réel étudié en ignorant de nombreuses caractéristiques du système réel étudié, pour se focaliser sur les aspects qui intéressent le modélisateur et qui définissent la problématique du modèle ».

### 4.1 Modèle et démarche scientifique

La modélisation et la démarche scientifique suivent le même processus, elles passent par la formalisation d'un problème, la détermination du système d'étude, la définition des hypothèses de modélisation, l'évaluation des processus internes du système, la simulation de l'évolution du système, la comparaison aux mesures et la validation ou non des hypothèses de modélisation.

Revenons sur les bases de la démarche scientifique pour voir en quoi la modélisation en est un prolongement naturel.



Le modèle peut être compris comme analogue à la théorie dans la démarche expérimentale. Quand la théorie est simple, qu'elle peut se résumer à une phrase et que la vérification de celle-ci peut se faire qualitativement, la mise en œuvre d'un modèle n'est pas nécessaire. Par contre, le modèle est utile quand il s'agit d'élaborer des théories concernant l'évolution de systèmes complexes et dynamiques dont on ne peut prédire intuitivement les implications qui fondent la démarche expérimentale présentée ci-dessus.

La modélisation quantitative n'est possible que si les relations sont explicitées mathématiquement et l'outil informatique peut alors intervenir comme outil de calcul.

Notons que tout l'art de la modélisation n'est pas la programmation mais la capacité de transcrire en équations des processus.

La mise en modèle est d'autant plus utile dans le cadre de la démarche expérimentale, que la quantification des phénomènes est souvent nécessaire dans l'élaboration et l'interprétation de l'expérience.

Le modèle peut être compris comme analogue à la théorie dans la démarche expérimentale. Quand la théorie est simple, qu'elle peut se résumer à une phrase et que la vérification de celle-ci peut se faire qualitativement, la mise en œuvre d'un modèle n'est pas nécessaire. Par contre, le modèle est utile quand il s'agit d'élaborer des théories concernant l'évolution de systèmes complexes et dynamiques dont on ne peut prédire intuitivement les implications qui fondent la démarche expérimentale présentée ci-dessus.

La modélisation quantitative n'est possible que si les relations sont explicitées mathématiquement et l'outil informatique peut alors intervenir comme outil de calcul. Notons que tout l'art de la modélisation n'est pas la programmation mais la capacité de transcrire en équations des processus.

La mise en modèle est d'autant plus utile dans le cadre de la démarche expérimentale, que la quantification des phénomènes est souvent nécessaire dans l'élaboration et l'interprétation de l'expérience.

#### 4.3 La création d'un modèle : étapes et contraintes

La modélisation nécessite le choix d'un système d'étude et d'une échelle d'étude, ces 2 choix sont contraints par :

- la question scientifique posée
- l'état des connaissances concernant les processus propres au système

Comme nous l'avons vu précédemment, le choix de l'échelle d'étude nécessite un choix du niveau d'abstraction choisie (niveau d'observation), et un choix du niveau de détail (résolution). La question posée nécessite-t-elle une étude à l'échelle des individus (certaines études comportementales ou évaluation d'une compétition à une échelle fine), à l'échelle des populations (dynamique de croissance d'une population de proies soumise à des

prédateurs), à l'échelle des communautés (évaluation de la diversité des communautés aviennes) ou de l'écosystème (échange des flux de matière et d'énergie) ? Quelle résolution choisir ensuite ?

Ce choix est un compromis entre précision du modèle et complexité, mais aussi entre quantité de données disponibles et quantité de données nécessaires à la paramétrisation du modèle.

L'accroissement du nombre de paramètres peut faire augmenter l'incertitude et l'utilisation de paramètres agrégés peut être un choix judicieux. Dans la pratique le choix de l'échelle d'étude et celui de la définition du système d'étude se recouvre fortement.

Une fois le système d'étude et les échelles spatiales et temporelles choisies, plusieurs méthodes de modélisation sont envisageables :

- Méthode empirique : analyse statistiques
- Méthode purement analytique (exacte ou approchée)
- Méthode purement stochastique ( probabiliste)
- Méthodes de simulations.

Le formalisme de modélisation (type de résolution des équations, simulations discrètes ou continues...) et le choix de l'outil de modélisation (informatique ou pas, type de langage de programmation) dépendent de la méthode de modélisation choisie.

Ensuite plusieurs étapes doivent être menées avant de pouvoir exploiter le modèle :

- La vérification du logiciel consiste à éliminer les erreurs de programmation et à évaluer la cohérence du logiciel.
- La calibration consiste à estimer les paramètres du modèle, celle ci peut se faire à l'aide de mesures des paramètres en question ou en calibrant ces paramètres sur une première série de mesures (inversion du modèle et calibration par régression).

