

Modélisation : Terminologie et Concepts

1. Définition

On appellera modèle, une représentation mathématique, graphique ou informatique des objets et des relations entre ceux-ci dans un domaine restreint du monde réel, objet d'un questionnement. La modélisation est un moyen d'explicitier la complexité afin de mieux comprendre le fonctionnement d'un système et de prendre les décisions le concernant.

2. Les objectifs

Il est important dans un premier temps de préciser les objectifs du modèle que l'on construit. En effet, la définition de l'objectif est déterminante pour identifier les méthodes pertinentes et la démarche à suivre. Notons que les objectifs sont souvent multiples et liés entre eux.

Deux grands objectifs, à l'intérieur desquels on peut en identifier plusieurs :

• La connaissance

- i. Représenter, formaliser
- ii. Comprendre
- iii. Echanger, communiquer (structurer une information massive)
- iv. Enseigner
- v. Enrichir (dont l'extraction)
- vi. Tester (une hypothèse biologique, par exemple)
- vii. Documentation ou support d'argumentation

• L'action

- i. prédire
- ii. diagnostiquer
- iii. concevoir
- iv. contrôler
- v. décider, planifier
- vi. classifier

Définition du phénomène

Il s'agit de faire le modèle conceptuel qui précise ce que l'on connaît ou suppose du phénomène étudié. Cette phase est plutôt du domaine des biologistes, physiciens, économistes, ou sociologues (ou plus généralement des "thématiciens"). Cependant, il existe des méthodologies, comme la

systémique par exemple, qui peuvent être mobilisées pour aider le thématicien à construire ce modèle conceptuel.

Cette définition utilisera trois types de concepts :

1- Les objets

- i.** ils peuvent être contrôlables ou non contrôlables
- ii.** mesurables, observables ou non
- iii.** simples ou composés (plus ou moins complexes)
- iv.** physiques ou conceptuels
- v.** il peut s'agir d'agents passifs ou actifs

2- les relations fonctionnelles

- i.** causales
- ii.** structurelles

3- Les événements : il s'agit des événements de discontinuité du phénomène.

De plus, il est nécessaire de préciser la nature des données dont on pourra disposer relativement aux objets décrits ci-dessus. Un des enjeux du processus de modélisation sera justement de mettre en regard les possibilités d'accès aux données et les objectifs du modèle d'une part, avec le niveau de détail d'une modélisation d'autre part. Ces données peuvent être :

- i.** quantitatives : discrètes, continues, spatialisées, fréquentielles, etc.
- ii.** qualitatives
- iii.** symbolique ou logique (appartient ou pas à un ensemble par exemple)
- iv.** déterministes ou stochastiques ou encore floues
- v.** issues d'images
- vi.** statiques ou dynamiques
- vii.** ou enfin, on peut ne pas disposer de données relatives aux objets.

4. Le processus de modélisation

Le processus de modélisation va donc être de mobiliser les connaissances dont on dispose (relations fonctionnelles, informations) pour atteindre les objectifs fixés. Ce processus, couvre alors plusieurs phases qui ne seront pas toujours nécessaires, en fonction des types d'information et des objectifs du modèle. A priori cet ensemble de procédures décrit aussi bien le processus de modélisation

mécaniste que la modélisation statistique. Le processus ne parcourt pas linéairement les phases, mais est fait de multiples allers-retours.

- i.** Clarification des objectifs précis du modèle et bilan des connaissances du phénomène.
- ii.** Conception, formalisation, caractérisation. C'est à ce niveau que se réfléchit le niveau de détail du modèle, en fonction de l'objectif visé et des informations potentiellement accessibles. Il s'agit de traduire sous une forme mathématique (Équations différentielle par exemple) le modèle conceptuel. L'analyse systémique peut être mobilisée dans cette phase, de même que des langages informatiques graphiques (comme UML) qui peuvent aider à visualiser les relations entre les objets. C'est à ce niveau qu'interviennent les méthodes de représentation des connaissances de l'Intelligence Artificielle, tel l'analyse ontologique.
- iii.** Implémentation et utilisation, y compris la vérification que le modèle conceptuel a été traduit correctement sous forme mathématique (ou logique) et que le code informatique est correct. Pour les modèles d'EDO, il existe de nombreux outils d'implémentation. L'offre est rare pour les modèles individus centrés. Pour les modèles logiques, la phase d'implémentation est très liée à celle de formalisation. Se posent à ce niveau les problèmes de vitesse d'exécution du programme, les problèmes d'algorithmique, et les problèmes de discrétisation dans les résolutions numériques.
- iv.** Compréhension des propriétés. (Remarque : pour ces différentes phases i à iv, les données ne sont pas nécessaires). On peut mettre ici la validation qualitative, ou l'analyse de sensibilité par exemple, ou bien encore l'étude du comportement asymptotique d'un système d'EDP. On peut utiliser des études analytiques quand une telle solution existe.

Sinon, on peut faire une étude numérique ou le modèle est considéré comme un monde virtuel inconnu. Les méthodes statistiques peuvent alors s'appliquer.
- v.** Planification. Il peut s'agir d'optimiser le choix des données à recueillir ou bien de définir de quelles données il faudrait disposer pour répondre à un objectif. Faut-il enquêter, expérimenter, faire de la bibliographie, faire intervenir des experts, etc. C'est un aspect décisif en forte interaction avec les autres phases. Des méthodologies existent pour le problème d'optimisation du choix des données.
- vi.** Identification, estimation des paramètres du modèle. Les méthodes statistiques ne sont pas toujours bien adaptées aux modèles complexes, avec de fortes non linéarités, un grand nombre de paramètres, des données qualitatives. Les méthodes Bayésiennes sont peut-être une solution à certains problèmes.