

# **CHAPITRE I.....Introduction à la Modélisation des Systèmes**

## **1. Introduction**

L'approche " systémique " des problèmes est aujourd'hui fondamentale ; elle s'attache à évaluer la performance " globale " du système étudié plutôt que celle de chacune de ses composantes. En effet, l'optimisation " locale " de celles-ci peut conduire à un comportement sous-optimal de l'ensemble à cause de leurs interactions.

Une composante réalise une fonction spécifique. La manière dont elle réalise cette fonction et dont elle se comporte vis à vis des autres composantes détermine le comportement global du système et son efficacité d'ensemble. C'est pourquoi, la première étape de la modélisation est de préciser quel(s) critère(s) de performance on cherche à optimiser. Il n'y a pas un seul modèle d'un système réel donné : il peut être représenté de différentes manières, en fonction de l'objectif que l'on s'est fixé (la modélisation de certaines composantes, comme par exemple les sources d'énergie peut être, selon les cas, inutile ou indispensable). Le meilleur modèle est celui qui est à la fois simple et cohérent avec l'objectif.

La compétition internationale auxquels se livrent les industriels les conduisent à mettre en œuvre des systèmes automatisés de plus en plus onéreux et complexes pour lesquels les méthodes traditionnelles de conception sont limitées à cause de leur incapacité à prendre en compte l'ensemble des composantes d'un outil de production intégré. Par ailleurs, cette phase de conception initiale repose sur des hypothèses de production (types et quantités de produits à fabriquer) qui, avec le temps, peuvent ne plus correspondre à la réalité des commandes à satisfaire. La flexibilité des systèmes de production, c'est-à-dire leur capacité à s'adapter à une demande fluctuante, exige que leur conception soit remise en cause périodiquement.

La simulation trouve tout son intérêt quant il s'agit d'étudier les ateliers flexibles complexes, les goulots d'étranglement, l'organisation des unités de fabrication, les systèmes de manutention et de stockage, les stratégies globales de production. Elle permet alors de dimensionner, décider d'une stratégie de gestion. Elle est le seul outil disponible aujourd'hui dans la mesure où les méthodes analytiques traditionnelles imposent des simplifications abusives.

## 2. Définition de la Modélisation et de la Simulation

La simulation est l'un des outils d'aide à la décision les plus efficaces à la disposition des concepteurs et des gestionnaires des systèmes complexes. Elle consiste à construire un modèle d'un système réel et à conduire des expériences sur ce modèle afin de comprendre le comportement de ce système et d'en améliorer les performances.

## 3. Différents types de modèles

Il existe différents types de modèles.

- **Les modèles physiques** sont ceux dans lesquels le système réel est représenté par une réplique ou maquette, à une échelle différente et éventuellement à l'aide de matériaux différents (exemple : maquette de véhicules pour les essais aérodynamiques en soufflerie).
- **Les modèles symboliques** sont une abstraction mathématisée de la réalité. Ils sont en général exécutés sur un calculateur, qu'il soit analogique ou digital.

Une autre distinction concerne la prise en compte des aléas dans le modèle. Dans certains cas, qualifiés de déterministes, leur influence est considérée comme négligeable. Le plus souvent, ils doivent être représentés car ils jouent un rôle significatif (exemple typique : les pannes). On a alors affaire à des modèles stochastiques. Une troisième dichotomie sépare les modèles statiques et les modèles dynamiques.

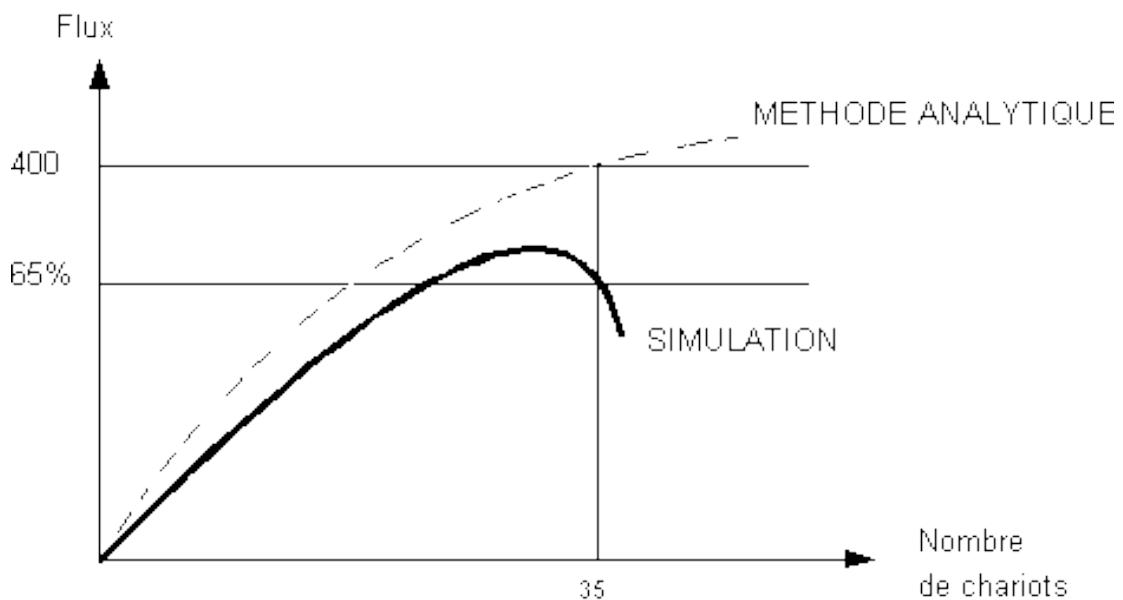
Dans les premiers, le temps n'intervient pas (exemple : modèle comptable permettant de calculer un profit en fin d'exercice à l'aide d'un tableur). Dans les seconds, il est un facteur essentiel du comportement et de l'état du système (exemple : réacteur chimique régi par des équations différentielles). Enfin, à l'intérieur des modèles dynamiques, on distingue les modèles discrets, dans lesquels l'état du système ne change qu'à certaines dates (exemple : une file d'attente devant un guichet), et les modèles continus où ce changement est permanent (cas du réacteur déjà cité). Un modèle qui contient à la fois des composantes discrètes et continues est dit mixte. Ce manuel traite des modèles symboliques exécutés sur ordinateur, stochastiques, dynamiques aussi bien discrets, continus que mixtes. La

méthode de construction et d'exploitation du modèle dépend de la nature du système réel et de sa représentation.

Les applications de la simulation sont innombrables. Parmi les domaines dans lesquels elle est le plus utilisée, on peut citer :

- L'informatique : recherche de configurations, réseaux, architecture de bases de données, ...
- La production : gestion des ressources de fabrication, machines, stocks, moyens de manutention, ...
- La gestion : marketing, tarification, prévisions, gestion du personnel, ...l'administration : gestion du trafic, du système hospitalier, de la démographie, ...
- L'environnement : pollution et assainissement, météorologie, catastrophes naturelles, ...
- etc ...

Dans l'exemple ci-dessous une approche analytique probabiliste et une simulation ont été utilisées pour dimensionner un parc de chariots capable de manutentionner 400 charges par heure. La méthode probabiliste conduit à un résultat de 35 chariots. La simulation montre qu'avec 35 chariots, on ne peut écouler que 65% du flux, qu'on peut atteindre ce même résultat de manière plus économique, et qu'en outre, au delà d'un certain nombre de chariots, les performances du système s'écroulent. Ce phénomène est dû à la géométrie du réseau de transport qui n'est pas prise en compte dans la méthode analytique.



La simulation de tels systèmes permet de mesurer leurs performances globales et de déterminer les ressources (machines, stocks, moyens de

manutention, personnel, ...) les plus influentes sur ces performances, dans un scénario de production donné. A partir de ces résultats, on peut chercher à améliorer le système, en agissant soit sur la capacité de ces ressources, soit sur la manière dont on les utilise.