

## 1. Conduite d'un Projet de Simulation

La conduite d'une étude de simulation comprend 3 étapes principales : l'analyse du problème, la construction du modèle et l'exploitation de ce modèle que nous détaillons dans ce paragraphe.

### Etape 1 : Analyse du problème

Elle permet de préciser le contexte de l'étude. Elle se décompose en:

- ⇒ Identification du problème; spécification des objectifs.
- ⇒ Réalisation d'une première ébauche du modèle qui a pour but d'en délimiter les frontières et de spécifier les données dont on a besoin.
- ⇒ Validation auprès de l'utilisateur (celui qui est à l'origine de l'étude).

Le but à atteindre dans cette étape est de construire un modèle valide qui soit le plus simple possible, tout en restant cohérent avec les objectifs de l'étude. Il faut donc tout d'abord formuler explicitement ces objectifs, et les divers scénarios à étudier. Le compromis difficile à trouver; en effet, le concepteur du modèle cherche toujours la simplification, alors que l'utilisateur souhaite que soient finement représentés les constituants du système. Par exemple, s'il s'agit de modéliser une durée opératoire sur une machine, la première attitude pourrait consister à ajuster une loi aléatoire sur des observations, alors que la seconde conduirait à modéliser tous les processus physiques générateurs de délais (changements d'outils, bridage, réglage, usinage, ...). Cette dernière approche, si elle a l'inconvénient d'alourdir le modèle, présente cependant un avantage important: la condition indispensable pour que l'utilisateur accepte les résultats de la simulation est qu'il soit convaincu que le modèle construit est fidèle à la réalité, ce qui est beaucoup plus facile à obtenir lorsqu'il "reconnaît" son système. Il n'y a donc pas de méthodologie universelle pour conduire l'analyse, mais plutôt quelque principes dictés par l'expérience :

- Ainsi qu'il est établi qu'un ordinateur est toujours saturé, de même un modèle de simulation , même le plus élémentaire, est toujours trop compliqué.
- Dans la plupart des systèmes de production à forte composante humaine où les tours de main abondent, il est plus rentable de modéliser le système non pas tel qu'il est, mais tel qu'il devrait être: on met ainsi en évidence un certain nombre de stratégies simples et efficaces, les tours de main conservant tout leur intérêt sur le plan de la tactique locale et de l'adaptation au terrain.

- Face à un problème de dimensionnement, la démarche qui conduit au modèle ne doit pas partir de l'installation physique, mais de l'information que l'on cherche à obtenir. On constate alors qu'un calcul analytique est souvent suffisant ou du moins utile; et même si on est amené à mettre en oeuvre une simulation, le modèle devient alors toujours plus simple que le descriptif détaillé de l'installation physique.
- La modélisation des goulots d'étranglement est un domaine à fort retour d'investissement pour la simulation lorsqu'on a la sagesse de limiter le modèle au goulot proprement dit et le courage de ne considérer le reste de l'usine que de manière globale.

Les données à rassembler sont les suivantes; elles peuvent être spécifiées sous forme de valeurs ou de distributions; elles caractérisent les pièces et l'ensemble des ressources de l'atelier (production, stockage, transport).

- Données sur les pièces à fabriquer: gammes de fabrication, programme de fabrication prévisionnel.
- Données sur les moyens de production: nombre et types de machines, lois de pannes, nombre et types des ressources complémentaires de production (outils, palettes).
- Données sur la manutention: nombre et types des transporteurs, capacités, durées de transport.
- Données sur les stocks et les magasins: types et capacités, temps de stockage/déstockage.
- Données sur le personnel: classes, effectifs, compétences et horaires

A ces données numériques, il convient d'en ajouter d'autres qui s'expriment sous forme d'algorithmes et qui caractérisent les règles de conduite; il est à noter que, bien souvent, l'objet de la simulation est de tester un certain nombre de règles pour déterminer les plus pertinentes :

- ⇒ Règles de lancement des pièces en fabrication (à la commande ou en fonction de prévisions, par lots ou à l'unité, périodique ou apériodique).
- ⇒ Règles d'ordonnancement des pièces dans les files d'attente.
- ⇒ Règles d'affectation des ressources.

## **Etape 2 : Construction du modèle**

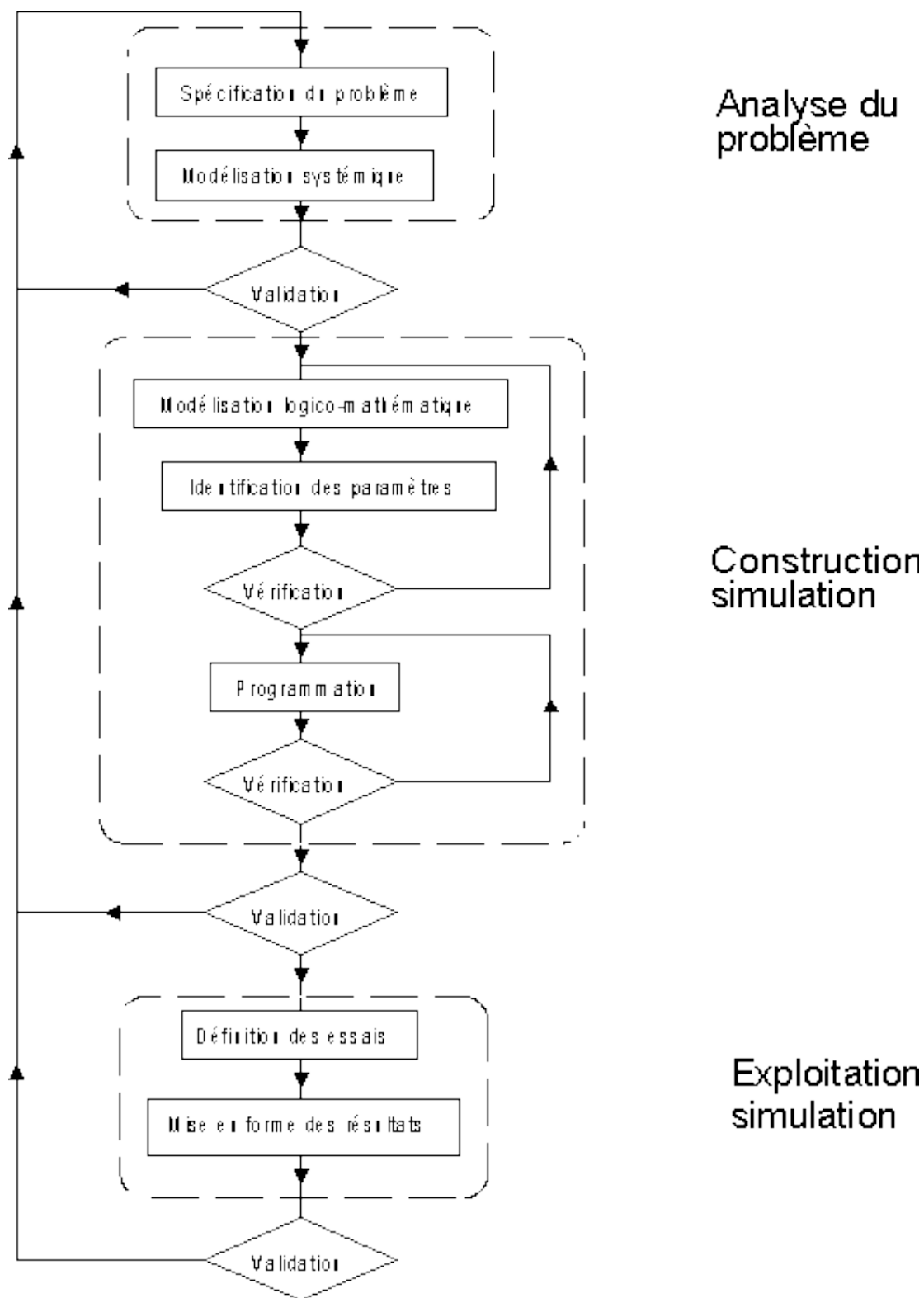
Elle comprend la modélisation logico-mathématique qui peut être facilitée par un outil graphique, et la programmation proprement dite. Il est important dès cette étape de construire un programme facilement modifiable

et en particulier de distinguer clairement le système physique, le système de conduite et le système d'information. Dans sa première itération, cette étape se termine par une validation qui consiste à comparer le comportement du modèle avec celui du système physique qu'il est censé représenter.

### **Etape 3 : Exploitation du modèle**

Quand le modèle est validé, il peut servir à l'évaluation du comportement dynamique du système. Cette phase nécessite une définition précise de la campagne d'exploitation (quelles hypothèses veut-on vérifier, dans quel contexte), la production de mesures par la simulation proprement dite, la mise en forme et la comparaison des résultats obtenus aux objectifs poursuivis. S'ils n'ont pas été atteints, de nouveaux scénarios sont proposés et testés jusqu'à satisfaction.

Dans la mesure où la plupart des modèles comportent des aléas, cette étape nécessite que soient déterminés avec rigueur la durée de la simulation et le nombre de répliques (exécution du modèle de simulation); elle fait appel aux outils statistiques afin de caractériser le comportement du modèle : calcul d'intervalles de confiance, de coefficients de corrélation, ...



### ***La Modélisation par "Approche processus"***

Elaboré au cours de la première phase de la construction du modèle, il est à l'interface entre le système physique et le programme de simulation. Il a donc un double but: permettre une validation aisée par l'utilisateur non informaticien tout en facilitant le codage du programme. De là découlent les caractéristiques essentielles d'un tel modèle; il doit être facile à lire et à

comprendre (et donc de préférence présenté sous forme graphique), et utiliser des concepts cohérents avec ceux du logiciel de simulation utilisé pour son codage.

De nombreux logiciels, et c'est le cas de SIMAN, privilégient l'approche processus. Un processus est une séquence de transformations que subit une entité pendant son séjour dans le système. Une entité est un objet dont l'état est modifié par le processus qu'il traverse. Les changements d'état nécessitent souvent l'utilisation de ressources. Un modèle est constitué par un ensemble de processus qui interagissent entre eux.

Dans le cas d'un atelier de fabrication par exemple, les entités sont les pièces à produire. Elles entrent dans le système dans un certain état (pièces brutes) et en sortent dans un autre (produits finis). Entre temps, elles ont été peu à peu transformées par divers processus d'usinage, de contrôle, de montage, d'expédition, de manutention ... Ces divers processus consomment du temps et nécessitent le plus souvent l'utilisation de ressources de stockage (files d'attente), de fabrication (machines, outillages, personnels), de transport (chariots, convoyeurs, ponts roulants, robots, personnels).