

Université de Msila

Faculté de mathématique et d'informatique

Département d'informatique

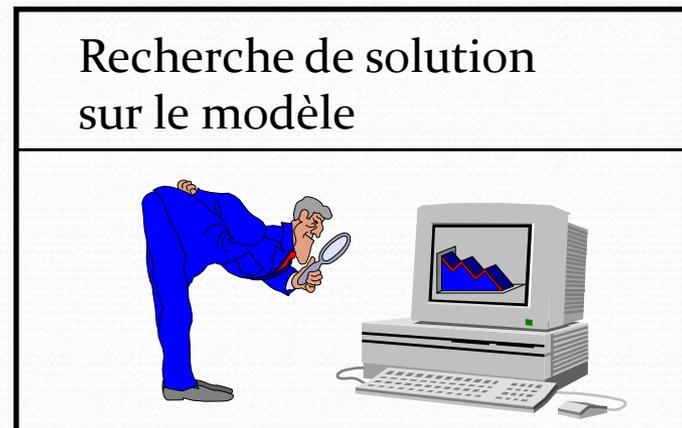
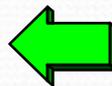
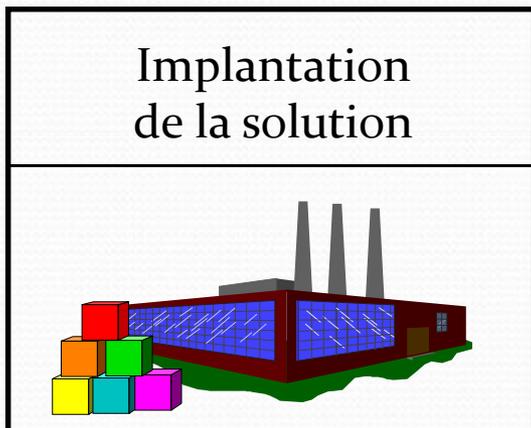
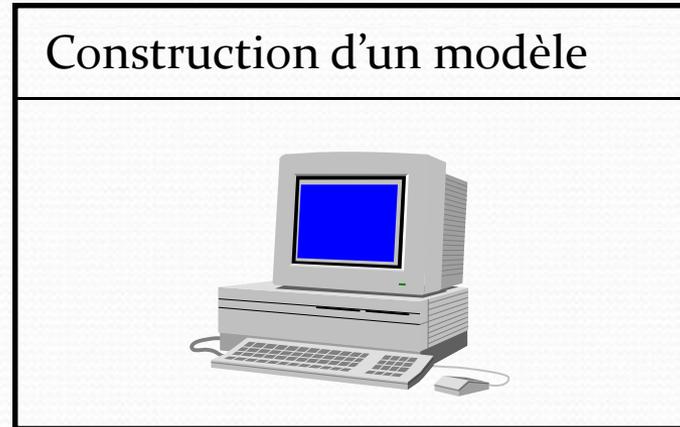
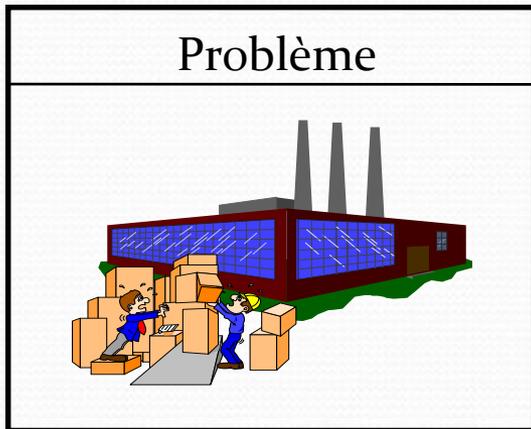
2^{ème} année Master IDO

Modélisation et Simulation (Introduction)

Introduction

" Pour un observateur A, b est un modèle de B si A peut apprendre ,
à partir de b quelque chose d'utile sur le fonctionnement de B "

Minsky



Introduction

- La simulation est un outil d'aide à la décision très utilisé par les concepteurs et les gestionnaires des systèmes complexes,
- Elle consiste à construire un modèle d'un système réel (physique, économique, humain ... etc.) et à conduire des expériences sur ce modèle afin de bien comprendre le comportement de ce système et d'en améliorer les performances.
- **Exemples de champs d'application:**
 - La météorologie: elle permet d'éviter des catastrophes naturelles.
 - La médecine: chirurgie, produits pharmaceutiques ...etc.
 - L'industrie: conception de l'automobile par ordinateur, simulateur de vol ...etc.
 - Les jeux vidéo.
 - L'aéronautique (navigation dans l'espace): simuler la vie dans une navette spatiale.

Concept de système

➤ Définition

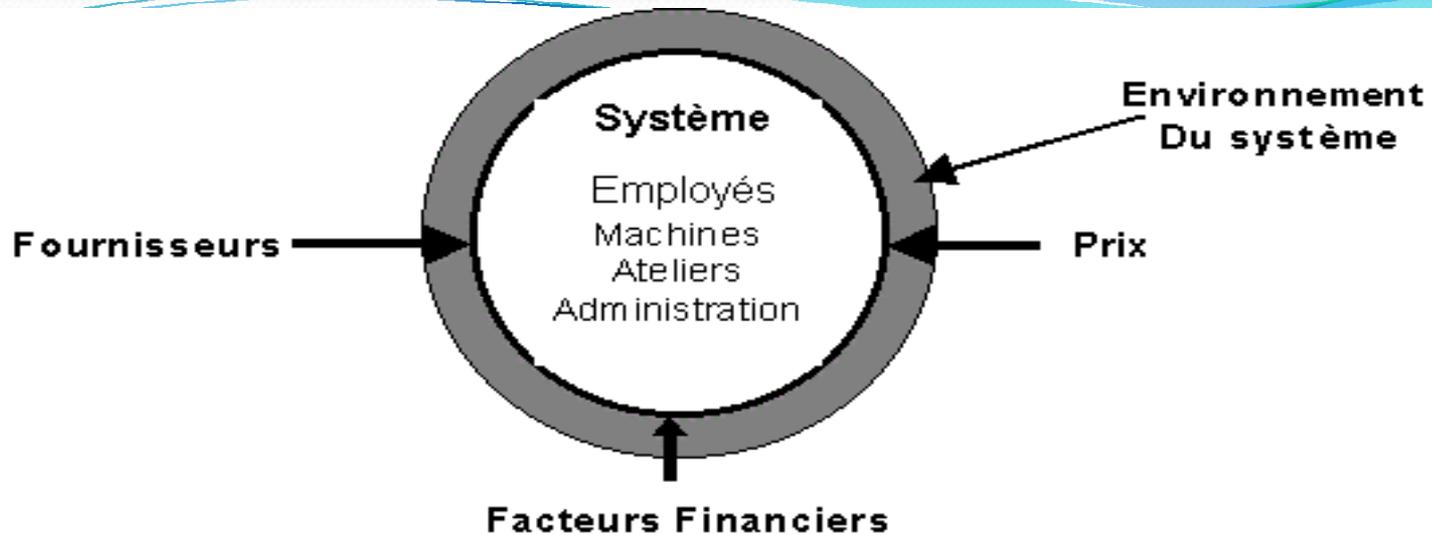
Un système est un ensemble d'éléments qui interagissent pour atteindre un objectif.

● Exemple :

Une usine de production constitue un très bon exemple de système dont les parties pourraient être :

- main d'œuvre
- service achats
- service approvisionnement
- service de gestion de stocks
- service Fabrication
- service Ventes
- service Ordonnancement de la production
- service Administratif

Concept de système



➤ Etat du système:

- A n'importe quel instant, le système se trouve dans un état particulier défini par l'état de ses composants et des relations qui les relie.
- Du point de vue mathématique (ou informatique), l'état d'un système est l'ensemble des valeurs prises par les variables décrivant le système: par exemple le nombre de clients dans la file d'attente, nombre de clients en cours de service, état du (ou des) serveur(s) etc...
- L'état du système change lorsque l'état de ses composants et/ou l'état des relations qui les relie change.
- L'évolution du système au cours du temps est donnée par la succession des états traversés, c'est-à-dire des valeurs prises par les différentes variables du système.

Concept de système

➤ Les différents types de systèmes:

Il existe plusieurs types de systèmes: statique ou dynamique, déterministe ou stochastique, continu ou discret (discontinu)...etc.

■ **Système déterministe:** Il fonctionne de manière prévisible. L'interaction entre ses différentes parties est connue avec certitude. Si l'on possède une description de l'état du système à un moment donné, le prochain état du système peut être donné exactement et sans erreurs.

Exemple:

- Le système solaire: les mouvements des planètes autour du soleil sont bien connus.
- Un programme qui s'exécute en monoprogrammation est bien déterministe.

Par contre en multiprogrammation, il peut exister des interactions non prévues entre les programmes.

■ **Système probabiliste (stochastique):** Il est décrit en termes de comportement probable (qui dépend du hasard). Une certaine marge d'erreur accompagne toujours la prédiction de ce que fera le système.

Exemple:

Dans le système de gestion de stock, la demande moyenne, le temps de réapprovisionnement et autres facteurs peuvent être définis, mais leurs valeurs exactes à un moment donné ne sont pas connues. (puisque les demandes d'achat arrivent de façon aléatoire.)

Concept de système

■ **Système continu:**

Les changements de l'état du système se font en permanence avec le temps (il dépend d'une variable liée au temps: vitesse, accélération ...)

Exemple:

- Les mouvements des ailes d'un avion durant le vol.
- La croissance d'une population (naissances et décès)

■ **Système discret (discontinu):**

Le système est caractérisé par des événements qui surviennent à des instants non fixes et engendrent des changements de l'état du système. Le système garde cet état jusqu'au prochain événement.

Exemple:

- Arrivée d'un client devant un guichet d'une poste. Si l'employé est libre, le client sera servi immédiatement sinon il rejoint une file d'attente. L'état du système change à chaque arrivée et à chaque départ d'un client.

Concept de système

■ Systeme mixte (hybride):

La separation entre systeme continu et discret est en quelque sorte artificielle, car en realite la plupart des systemes possedent des composantes continues et discrettes a la fois. De tels systemes sont qualifies de mixtes.

Exemple:

Les mouvement d'un ascenseur peuvent etre consideres a la fois

- discrets: arret a un etage, ouverture de la porte, fermeture de la porte, demarrage ...etc.
- et continus : acceleration, vitesse constante et freinage ...etc

■ **Un système dynamique** est: une entité physique dont la caractéristique principale est d'évoluer dans le temps. une entité sur laquelle une certaine action est exercée par le biais d'une entrée u et qui fournit comme réaction une certain sortie y .

- l'attribut dynamique met l'accent sur le fait que les phénomènes concernant le système ont lieu dans le temps.
- l'entrée est normalement associée à une cause (par exemple une force) et la sortie à un effet (par exemple une accélération).
- les entrées sont typiquement des quantités qui peuvent être contrôlées (par exemple la position de la pédale de l'accélérateur) et les sorties sont des quantités qui peuvent être observées (par exemple la position de la voiture).

Concept de modèle

➤ Définition

- Un modèle est une représentation d'un système réel (physique, économique, humain...etc.) réalisée dans le but de mieux étudier ce système et d'expliquer certains aspects de son comportement.
- Parfois, il est impossible d'étudier le système directement du fait qu'il est inaccessible (système solaire), trop coûteux, il change trop rapidement (tir nucléaire), ou lentement (mouvement d'une comète).
- Dans ce cas, l'étude est faite sur un modèle, c'est-à-dire un deuxième système construit pour l'occasion, et dont la similitude avec le système original est aussi parfaite que l'étude l'exige.

➤ Exemple : Un projet de construction d'un avion comprend les étapes suivantes

- 1) Dessine un avion prototype puis on construit un modèle grandeur nature mais en utilisant du bois et du contre-plaqué
- 2) On construit des modèles réduits de l'avion en utilisant les vrais matériaux.

Ces modèles vont servir à expliquer certains aspects (test résistances des matériaux, vitesses en vol, à l'atterrissage, ...)

- 3) On construit un premier "vrai" avion grandeur nature pour essai. Des résultats issus des essais en vol sont recueillis, puis comparés à ceux obtenus à l'aide des modèles réduits. Une mise à jour de nouveaux paramètres est faite et les tests avec les modèles réduits sont refaits.

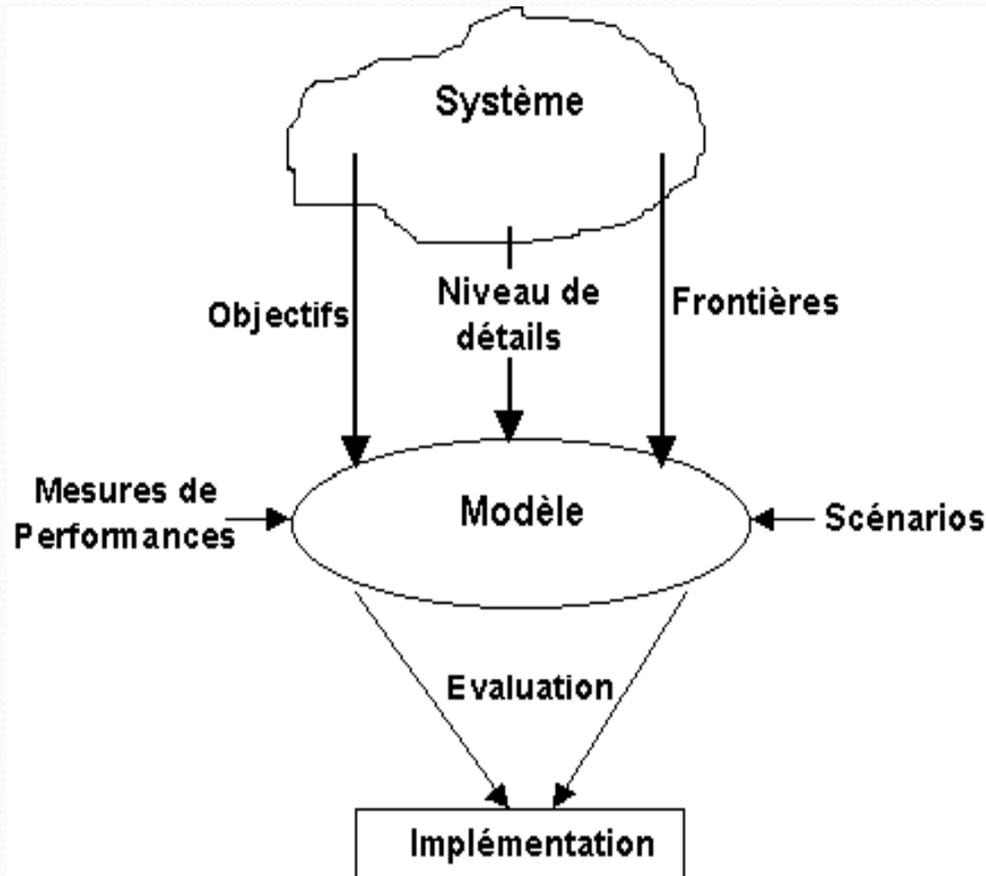
Concept de modèle

➤ Avantages de manipuler un modèle

- Un modèle évite la construction d'un système qui n'existe pas
- Un modèle évite de faire des expérimentation directes sur un système existant (problèmes de sécurité , ou économiques)

➤ Processus de modélisation

Le processus de construction d'un modèle de simulation peut être schématisé comme suit :



Concept de modèle

➤ Différents types de modèles

Il existe plusieurs catégories de modèles:

- **Conceptuels;** est une représentation intellectuelle d'un objet conçue par l'esprit. En informatique, les modèles conceptuels sont des représentations schématiques utilisées pour modéliser les systèmes d'informations, les bases de connaissances ...etc.

On utilise des outils spécifiques tels que le formalisme entité/association pour modéliser les bases de données et les réseaux de Petri pour représenter les traitements d'un système d'information.

- **Les modèles iconiques ou physiques:** Ils sont une représentation du système réel par une maquette à l'échelle réduite. (Construction automobile, Architecture ...etc.)

Par exemple une maquette d'avion permettant d'évaluer l'écoulement de l'air sur les ailes. Ce modèle physique est une représentation à une échelle 1/5 de l'avion tel qu'il est imaginé par les ingénieurs, mais il n'intègre pas tous les détails de l'appareil qui volera par la suite.

- **Les modèles symboliques ou abstraits:** Ils sont une représentation mathématique et logique d'un problème pouvant être manipulée de façon expérimentale sur un ordinateur.

Exemple: le modèle mathématique du système solaire. C'est l'ensemble des équations différentielles qui décrivent le comportement dynamique du soleil et de ses planètes à un niveau purement abstrait. Les modèles symboliques peuvent être analytiques ou descriptifs.

Concept de modèle

■ **les modèles analytiques:** Ils sont fondamentalement déductifs (purement mathématiques). On peut les appliquer à tous les types de systèmes. Leur étude demande une grande perspicacité et souvent un degré de maturité considérable en mathématiques. Ils entraînent la réalisation de vastes simplifications des hypothèses de manière à les rendre mathématiquement gérables.

Ces simplifications conduisent souvent à des résultats non fiables surtout dans le domaine de la gestion (industrielle, économique ...etc.)

Exemple:

Dans un atelier de fabrication de pièces électroniques, on a N machines de montage contrôlées par des employés. Le temps de montage d'une pièce dure t minutes.

On peut calculer analytiquement le nombre de pièces montées pendant une journée de travail (8 heures = 480 mn):

$$\text{Nombre de pièces} = (480 * N) / t$$

■ Les modèles descriptifs:

Ils sont essentiellement spéculatifs (expérimentaux). Ils offrent des représentations symboliques, sous forme de relations, de graphes, d'algorithmes ...etc. d'un certain profil du problème.

Dans ce cas la recherche de la solution s'effectue à travers un nombre fini d'expériences sur le modèle construit.

Concept de simulation

➤ Définition:

La simulation est l'étude du comportement dynamique d'un système, grâce à un modèle que l'on fait évoluer dans le temps en fonction de règles bien définies, à des fins de prédiction

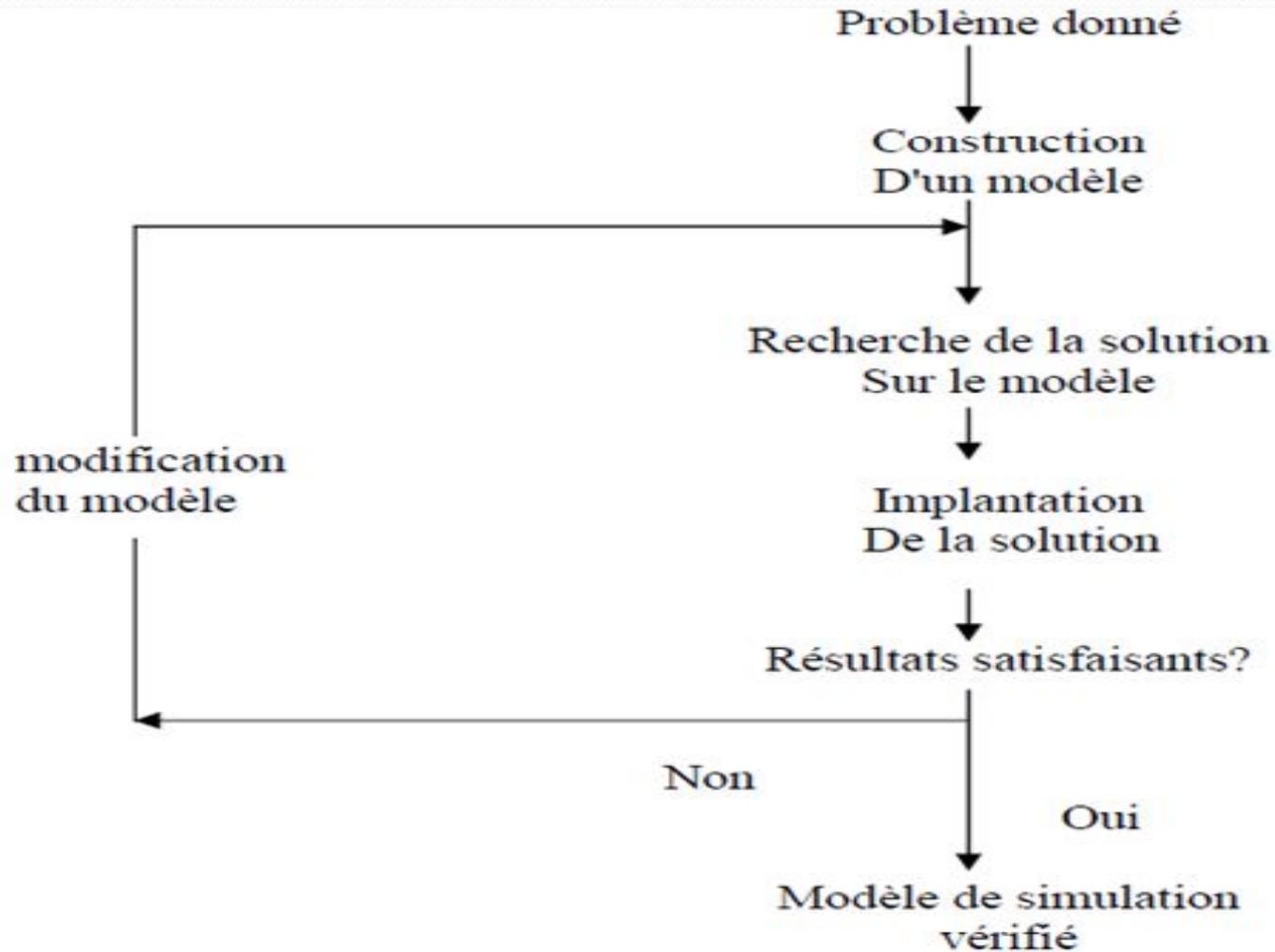
on peut dire que le terme de simulation pourrait être caractérisé par les mots clefs suivants :

- Un élément fondamental qui est le **modèle**
- Le modèle est manipulé (sur ordinateur), cette manipulation fournissant
- des solutions trouvées sont celles du modèle et non du système modélisé
- Son but est de choisir parmi les solutions celle qui semble être la meilleure

La simulation peut aussi être vue comme la conduite d'une expérimentation indirecte (sur le modèle et non sur le système) dans le but de comparer plusieurs façons de procéder. Elle ne résout pas le problème posé en trouvant la bonne solution. Elle aide seulement à prendre parmi plusieurs solutions la meilleure possible.

Concept de simulation

Les étapes d'une simulation



Concept de simulation

➤ **Les domaines d'application de la simulation sont nombreux :**

- **l'informatique:** Les composantes hardware, les logiciels, les réseaux de communication, les bases de données et la gestion, ...etc.
- **Domaines manufacturiers :** les lignes d'assemblage, les installations de production automatisées, le design des machines, etc.
- **Les affaires :** Analyse des stocks et des commodités, la politique des prix, les stratégies de marketing, les études d'acquisition, les prévisions, la planification de la main-d'oeuvre, etc.
- **Gouvernement :** Les armes militaires et leurs utilisations, planification de la population, l'utilisation des terres, la distribution des soins médicaux, la protection contre les feux, services de polices, etc.
- **Ecologie et environnement :** La pollution des eaux et leur purification, contrôle des déchets, la pollution de l'air, les explorations minérales et leur extraction, les systèmes d'énergie solaires, etc.
- **Sociale et comportement :** Analyse de nourriture/population, les politiques d'éducation, structures organisationnelles, les administrations universitaires.
- **Bio-sciences :** Les analyses des performances du sport, le contrôle des maladies, les cycles de vie biologiques, les études biomédicales, etc.