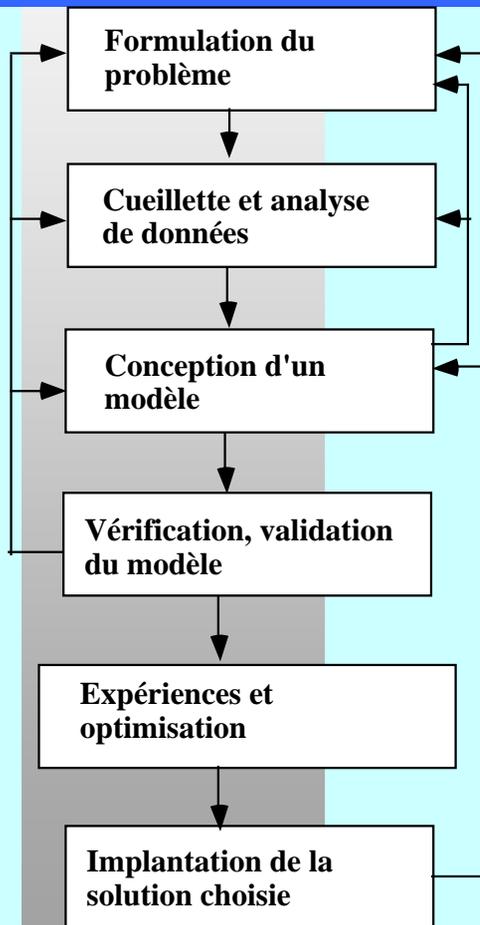




Étapes du développement et de l'utilisation d'un modèle de simulation

Étapes du développement et de l'utilisation d'un modèle de simulation

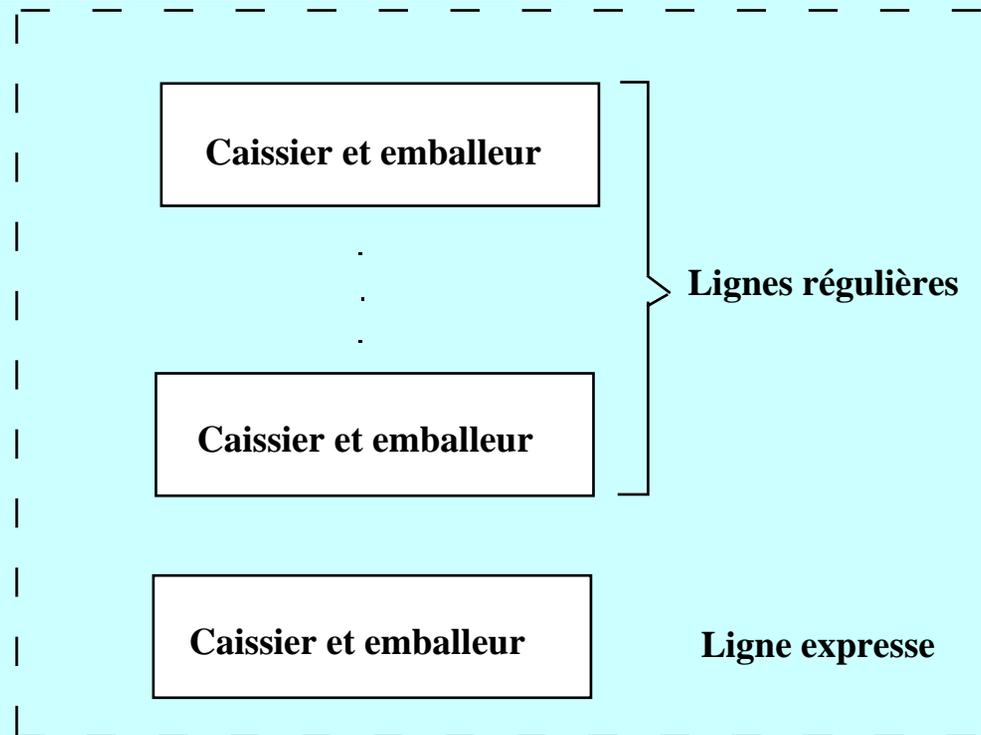


- Questions posées, variables utilisées, mesures à estimer.
- Informations à obtenir pour une meilleure compréhension du problème.
- Construction d'un modèle du système, choix d'un langage de simulation, description et mise au point.
- Permet d'établir que le modèle est une représentation précise et adéquate du système.
- Choix de la taille d'un échantillon qui dépend de la précision exigée pour chaque estimé de mesure. Expériences prévues pour répondre aux questions posées.
- Étape souvent négligée, menant à un échec.

A) Formulation du problème

- ÉTAPE LA PLUS IMPORTANTE DANS UNE SIMULATION.
Bonnes solutions pour des problèmes mal formulés.
On doit repartir à 0.
- Comprend les tâches suivantes:
 - Identifier les variables de décision.
 - Identifier les variables incontrôlables.
 - Définir les contraintes sur les variables de décision.
 - Définir les mesures de performance du système et une fonction objective.
 - Définir une structure préliminaire de notre modèle pour relier entre eux les variables du système et les mesures de performance.
- Exemple: Système de caisses dans un supermarché avec un caissier et possiblement un emballeur à chaque caisse.
- Question: Quel est l'impact de certains changements dans les politiques d'opération du système sur sa performance?

Exemple



Entrée dans le système: sélection d'une caisse

Sortie du système : quitte la ligne après avoir payé pour ces achats.

Exemple

Opérations dans le système :

- déchargement par le client des marchandises du panier.
- pointer les marchandises en utilisant un scrutateur.
- paiement des achats par chèque ou en argent comptant.
- emballage des marchandises par un emballeur ou le caissier.

Variables et contraintes

variables exogènes:

- nombre de lignes dans le supermarché
- nombre de lignes avec caissiers seulement
- nombre de lignes avec caissiers et emballeurs
- matériel utilisé
- politique concernant la présence d'une ou de plusieurs lignes expresses
- loi d'arrivée des clients
- salaires des employés de supermarché

Exemple

contraintes:

- le nombre de lignes ne peut excéder le personnel disponible
- le nombre de lignes dépend de l'espace disponible et des argents disponibles pour l'achat de matériels.

variables endogènes:

- nombre de clients en attente
- temps d'attente d'un client
- temps d'inoccupation d'un caissier
- temps d'inoccupation d'un emballeur
- temps passé à la caisse par un client

Exemple

Mesures de performance du système et fonction objective

- pour évaluer la performance du système, elles sont choisies à partir des variables endogènes.
- fonction objective: une mesure de performance à optimiser.

exemple = minimiser le temps d'attente du client.

- Note:
- POUR ATTEINDRE CET OBJECTIF, on peut toujours augmenter le nombre de caissiers et d'emballeurs \Rightarrow Coûts élevés.
 - en choisissant plusieurs mesures à optimiser, souvent elles ne peuvent pas être optimisées simultanément.

Ex.: minimiser le temps d'attente du client &
minimiser le temps où le caissier et l'emballeur sont inoccupés
 \Rightarrow IMPOSSIBLE

Exemple

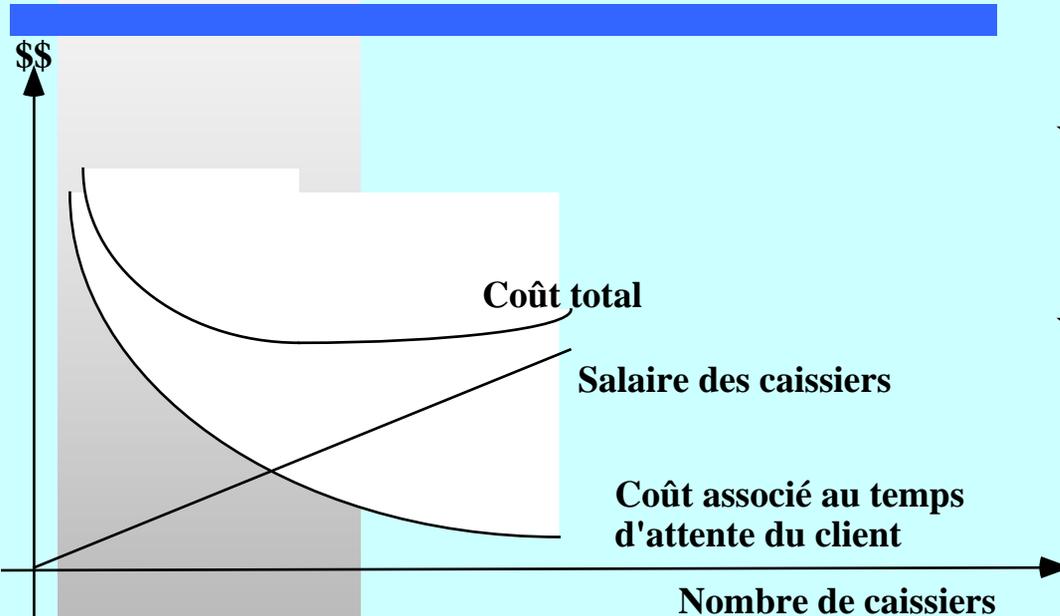
COMMENT RÉSOUDRE CE DILEMME ?

- Analyse multi-critères: recherche d'une configuration dominante.
- Combinaison des différentes mesures:
 - mise à l'échelle
 - facteurs de pondération
 - forme de la fonction d'agrégation

lorsque nous n'avons pas de configuration dominante.

Exemple: Coût total \equiv Coût associé au temps d'attente du client
+
salaire des caissiers

Exemple



- ★ Comment coûte une unité de temps d'attente du client?
- ★ Une combinaison linéaire de ces 2 coûts est-elle appropriée?

EN PRATIQUE, on sélectionne souvent une seule mesure en limitant la portée des autres. Ensuite, on peut relaxer une ou plusieurs contraintes et examiner l'effet sur la fonction objective.

TOUS LES ÉLÉMENTS SONT-ILS EN PLACE?

ÉTABLIR LES LIENS ENTRE VARIABLES & MESURES

- Les variables proposées sont-elles suffisantes pour décrire le comportement du système?

- Un modèle n'est pas une représentation exacte d'un système mais doit plutôt être une abstraction des caractéristiques fondamentales d'un système.

En essayant d'inclure dans le modèle tous les détails du système, on risque de perdre de vue les liens existant entre les variables et les mesures de performance.

- À quel niveau de détail devons-nous nous arrêter à l'étape modélisation?

Cela dépend de l'objectif de la modélisation et de la contribution apportée au modèle par l'ajout d'un détail supplémentaire.

Ex.: le temps passé à la caisse par un client dépend :

- du nombre et du type d'items achetés, - de l'expérience du caissier,
- de la longueur de la file, - de la disposition du caissier.

Doit-on retenir la disposition du caissier? (l'humeur)

B) Cueillette & analyse des données

Cueillette des données

- Les méthodes sont très variées : approche manuel ↔ sophistiqué
 - Critères de sélection d'une méthode
 - rapidité avec laquelle les données sont recueillies au niveau de précision désirée;
 - impact sur le système du processus de cueillette;
 - facilité avec laquelle les données peuvent être converties pour être utilisable par un ordinateur.
 - coût de la méthode.
 - choix de la taille des échantillons
- ⇒ compromis entre le coût vs la précision.

Exemple:

recueillir des données pour définir le temps passé à la caisse par un client en fonction du nombre d'items achetés, de la présence ou non d'un emballer et de l'expérience du caissier.

B) Cueillette & analyse des données

Analyse des données

➤ données déterministes

les données échantillonales sont utilisées pour représenter une distribution de probabilité.

➤ données aléatoires

distribution de probabilité théorique

Ex.: temps d'arrivées des clients

C) Conception d'un modèle

Compréhension du système

- Acquérir une bonne compréhension du système afin de construire un modèle adéquat
⇒ tâche difficile.
- COMMENT S'Y PRENDRE? 2 approches générales

1') diagramme de flot

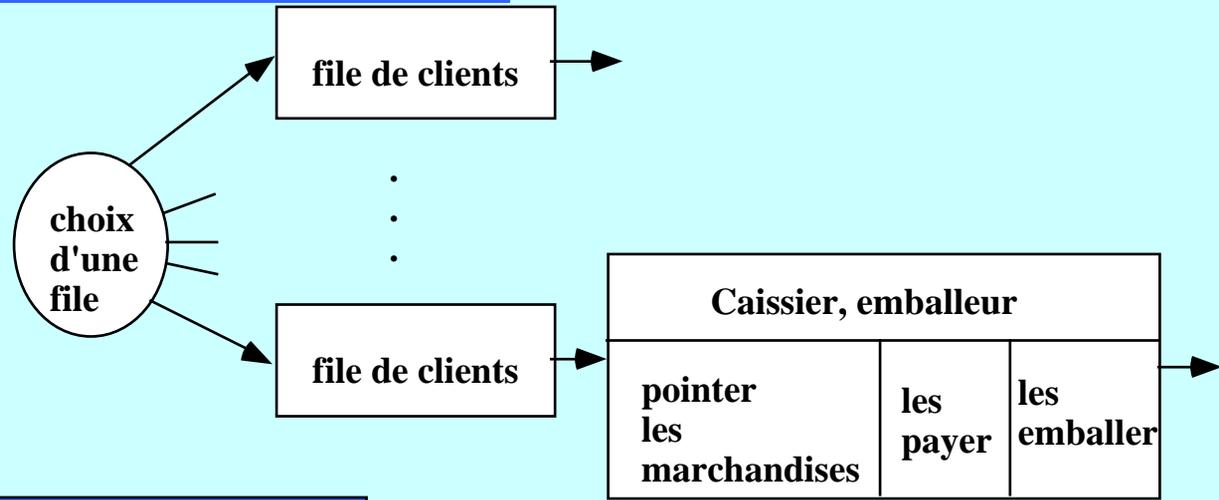
- identifier les entités physiques du système qui sont appelées à subir des transformations ou à être traitées.
- noter les étapes de traitement et les règles de décision qui déterminent leur parcours.
- un diagramme de flot est tracé représentant le système.

Exemple:

entités: les clients (objectifs premiers)

les achats (les marchandises sont de moindre importance).

C) Conception d'un modèle

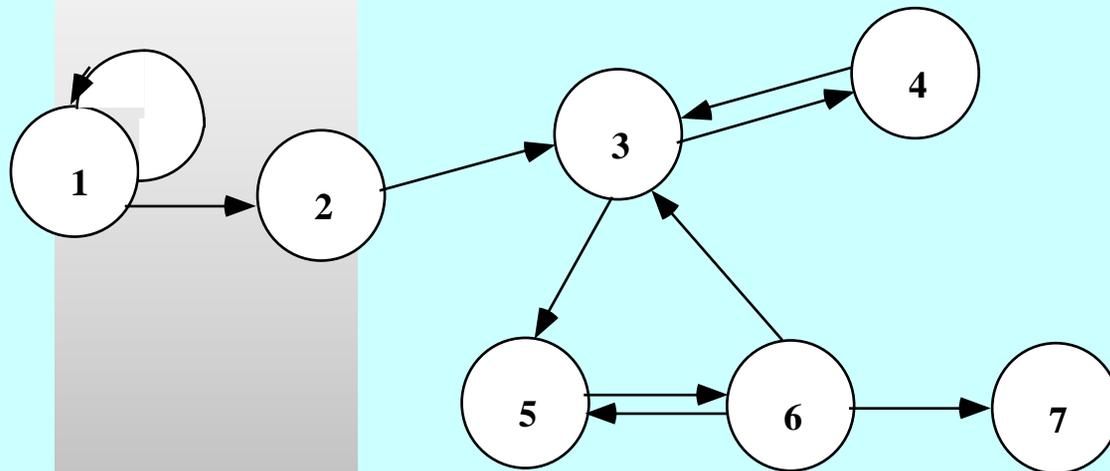


Changement d'état

2 notions sont présentes:

- variables d'état: décrivent l'état du système d'une façon particulière
ex.: nombre de personnes dans une file,
nombre de personnes déjà servies.
- événement: correspond à un changement d'état.

Exemple



Variables d'état

- Nombre de personnes dans le système.
- Nombre de personnes dans chaque file.
- Statut (occupé ou disponible) des caissiers et emballeurs.
- etc.

Événements

1. Un client arrive.
2. Un client sélectionne une caisse.
3. Un caissier débute un nouveau service.
4. Un caissier termine un service.
5. L'emballeur débute.
6. L'emballeur termine l'emballage.
7. Le client quitte.

C) Conception d'un modèle

Construction du modèle

Étapes majeures :

- Conception du programme de simulation.
- Choix d'un langage de simulation.
- Génération de nombres aléatoires, statistiques.
- Programmation et mise au point du simulateur.

D) Vérification & validation du modèle

validation: correspondance entre le modèle et le système

vérification: cohérence entre les représentations du système

- Pour évaluer la validité d'un modèle, il s'agit de voir jusqu'à quel point le modèle réussit à prédire les événements futurs.

- Plusieurs sources d'erreurs de prédiction peuvent se glisser:

Ex.: - pour prédire le comportement futur du système, il faut prédire la valeur des variables d'entrée.

- des changements non prévus dans le système n'ont pas été considérés dans le modèle.

- la structure du modèle peut être incorrecte.

- Il est difficile d'isoler la (ou les) cause(s) de ces sources d'erreurs

⇒ en pratique, la validité d'un modèle s'établit en faisant la correspondance entre les mesures de performance du modèle et celles du système.

Exemple

Exemple:

- le nombre de caissiers, d'emballeurs,... sont fixés;
- recueillir des données sur l'arrivée des clients, durée de service des clients;
- recueillir des observations sur les mesures de performance: temps d'attente du client, temps où le caissier est disponible, etc.
- la cueillette des données se fait pour une période suffisante;
- les données d'entrée sont fournies au modèle et la simulation est effectuée;
- les valeurs des mesures obtenues sont comparées (resp. celles du modèle et du système)

Si notre modèle est valide alors interprétation des résultats

sinon retour à l'une des étapes précédentes.

E) Expérience et optimisation

- Nous pouvons maintenant répondre aux questions posées originellement lors de la définition du problème.
- En évaluant différents choix de conception à partir des valeurs obtenues des mesures de performance, nous optons pour une “bonne” configuration du système.

ANALYSE DES RÉSULTATS

Modèles analytiques → génère des résultats (mesures de performance) définis exactement.

Modèles de simulation → génère des estimés de ces mesures.

- Ex. : moyenne et variance, distribution de probabilité exacte pour différentes mesures telles que
 - le nombre de personnes dans le système
 - temps d'attente
- vs moyenne et variance échantillonnales, distribution de fréquence

E) Expérience et optimisation

- Pour obtenir de bons estimés, l'échantillon doit être représentatif du comportement du système; sa taille doit être suffisante (suffisamment grande).
- 2 approches d'analyse en simulation:
 - 1°) le modèle se termine lorsqu'un événement particulier arrive.
 - 2°) la simulation a lieu sur une période très longue.

ou

répéter la simulation pour obtenir de bons estimés.

E) Expérience et optimisation

Expérimentation avec le modèle

- But: déduire de l'information sur le comportement du système pour aider à la prise de décision.

ou encore

considérer une ou plusieurs alternatives à la configuration du système.

ou encore

mettre l'emphase sur une ou plusieurs mesures de performance

Exemple:

Comparaison du temps moyen d'attente des clients lorsque le système possède 4, 5 ou 6 caisses, 1, 2, 3, 4, 5 ou 6 emballeurs.

Étapes du développement et de l'utilisation d'un modèle de simulation

E) Expérience et optimisation

- Le nombre de possibilités peut augmenter très rapidement. L'énumération de toutes les solutions possibles est impensable.
- Pour résoudre ce problème, nous avons besoin de méthodes de recherche orientées, directes.

ensemble fixe d'expériences

Il s'agit de déterminer les facteurs qui ont un impact sur une mesure.

Considérer différentes valeurs pour chaque facteur.

Effectuer la simulation pour chaque combinaison.

Choisir la meilleure combinaison de facteurs.

Éliminer les facteurs ayant aucun impact sur la mesure concernée.

recherche d'une sol optimale

Il s'agit d'optimiser une fonction décrivant le lien existant entre la mesure de performance et les facteurs touchés.

Ex.: Méthodes de direction de descente.

F) Implantation de la solution choisie

CETTE ÉTAPE ABOUTIT SOUVENT À UN ÉCHEC pour les raisons suivantes:

- l'incapacité des usagers et des administrateurs à comprendre le jargon technique de l'analyste.
- l'implantation est débutée trop tard.
- résistance aux changements.
- les objectifs du personnel ou des administrateurs ne coïncident pas.