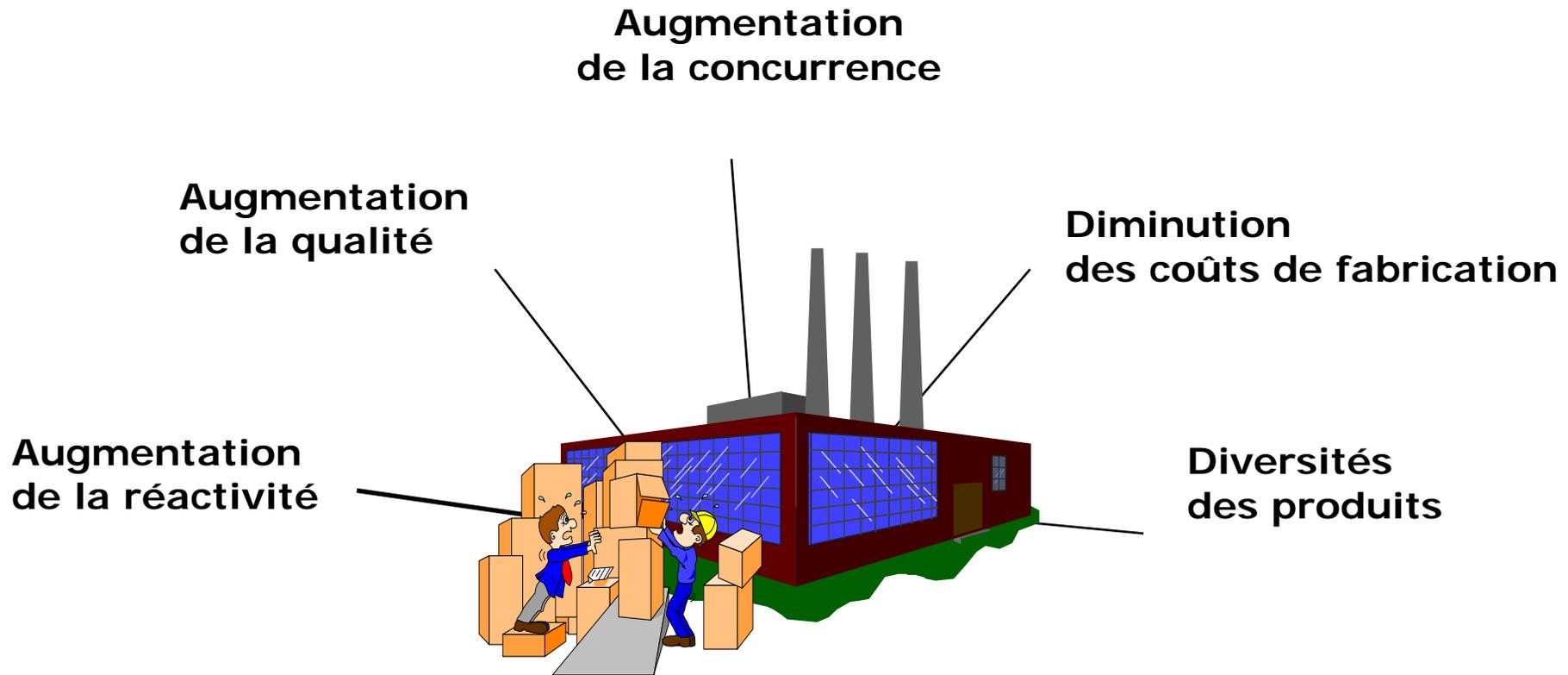
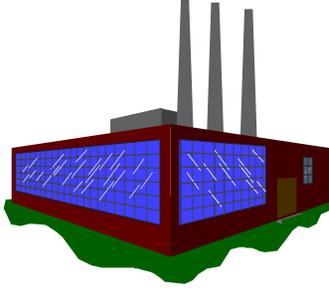

MODELISATION ET SIMULATION

**Une démarche d'aide à la décision pour la
conception et la gestion des systèmes
industriels**

*Améliorer en permanence la qualité et la productivité :
c'est l'enjeu de l'industrie des nos années*



Quels outils donner au décideur
pour comprendre, dimensionner, gérer ces systèmes ?



Les systèmes industriels de production

Notions de système

Les systèmes industriels de production

La complexité dans ces systèmes

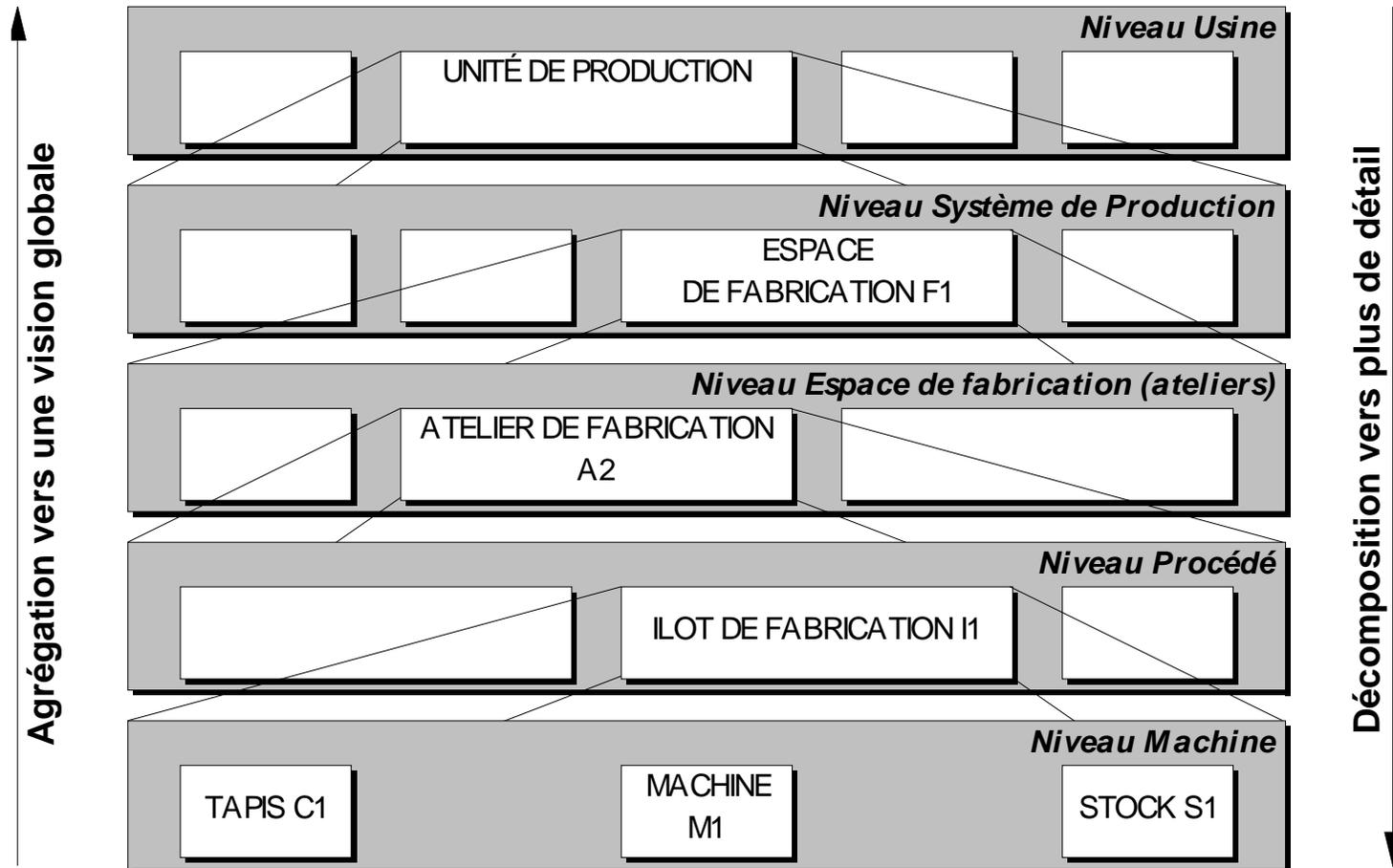
Les problèmes posés

Fabriquer

Transporter

Stocker

sont les principales fonctions d'un système industriel de production



Des RESSOURCES pour:

Fabriquer

Machines
Outillages
Régleurs
Fraiseurs ...

Transporter

Chariots
Convoyeurs
Robots
Réseaux
Palettes
Caristes ...

Stocker

Magasins
En-Cours
Magasiniers ...

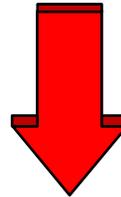
qu'il faut **Dimensionner** Combien ? Capacité ? Horaires ?

et **Gérer** Alimenter une machine, Router un chariot,
Transporter une pièce

Une ressource est nécessaire à la réalisation d'une opération,
et peut être partagée par plusieurs opérations

Ressource critique - goulot)

Faire fonctionner un système de production
=
DIMENSIONNER et **GERER au mieux** ces ressources pour
fabriquer des produits de façon à **satisfaire** le client tout
en **respectant** les règles opératoires.



- Des **contraintes**
- Des **critères**
- Des **décisions à prendre**

et sans oublier ...



Les critères les plus fréquents

- dans les meilleurs délais
- en réduisant les en-cours
- en utilisant les ressources
- en favorisant la qualité,
- ...

Tout à la fois

=

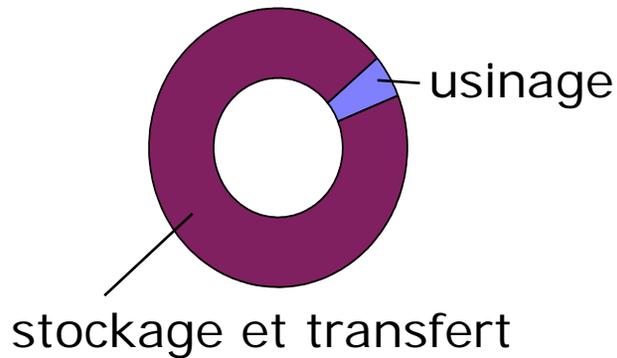
CRITERES HETEROGENES
... ET CONTRADICTOIRES

Quelques contraintes

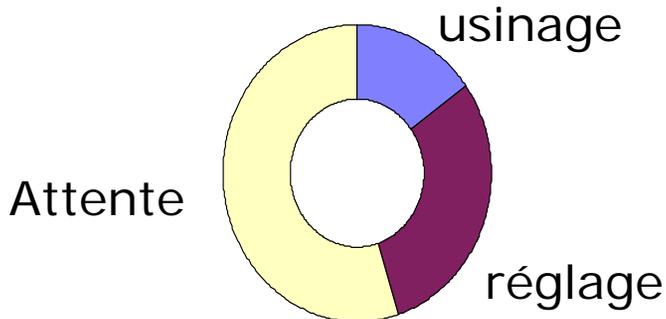
- gammes et nomenclatures
 - durée d'usinage
 - MTBF, MTTR
 - Topologie des réseaux
 - Capacité des stocks
 - Vitesse des moyens de manutention
 - ...
- Non préemptibilité
 - "Code de la route"
 - ...

Gestion d'un atelier "classique"

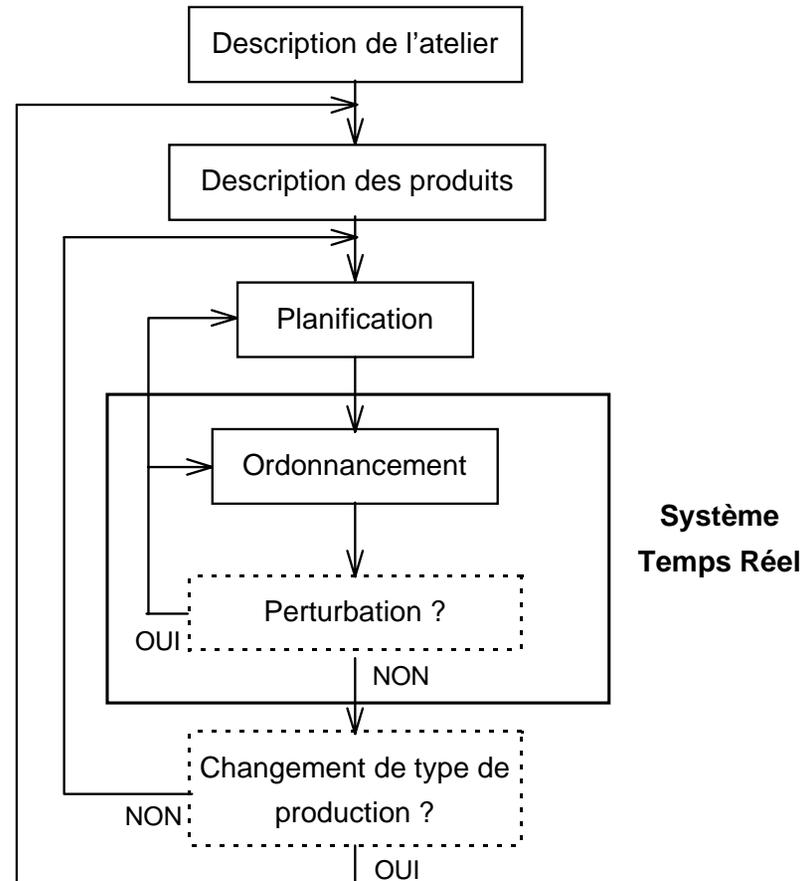
Temps pour une pièce :



Temps pour une machine :



Gestion d'un atelier flexible



La **complexité** d'un tel système est liée :

- au nombre important des processus qu'il faut gérer
fabrication, transport, stockage
- à leur interdépendance
flux tendu, ressources partagées
- au manque d'informations
concurrence, marché
- à la nature des décisions à prendre
pas d'algorithme
- à la variété des critères d'appréciation
- aux aléas

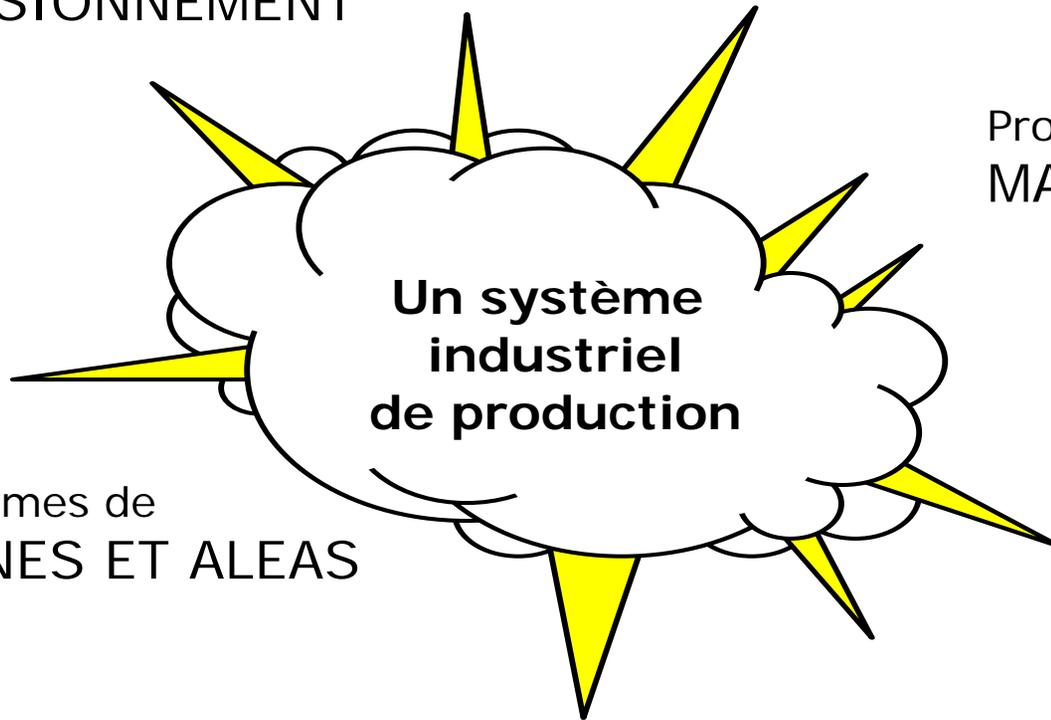
Décomposition (diviser pour régner ...) ?

L'optimisation d'un système n'est pas réductible à un ensemble d'optimisations partielles

Problèmes de
FONCTIONNEMENT

Problèmes de
DIMENSIONNEMENT

Problèmes de
MAINTENANCE



Problèmes de
PANNES ET ALEAS

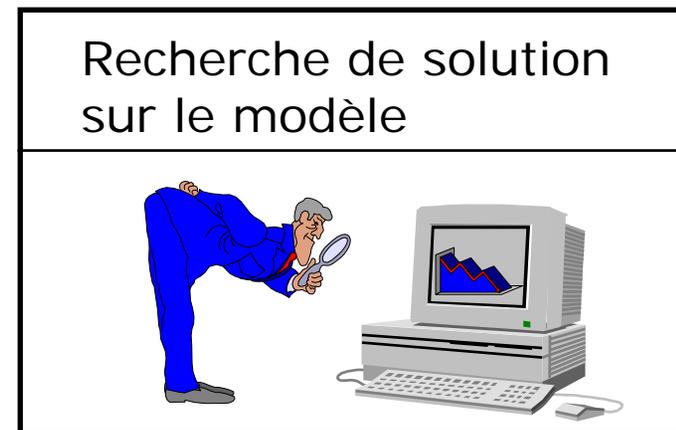
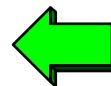
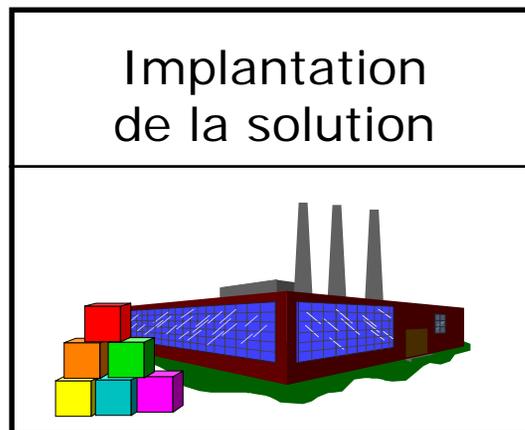
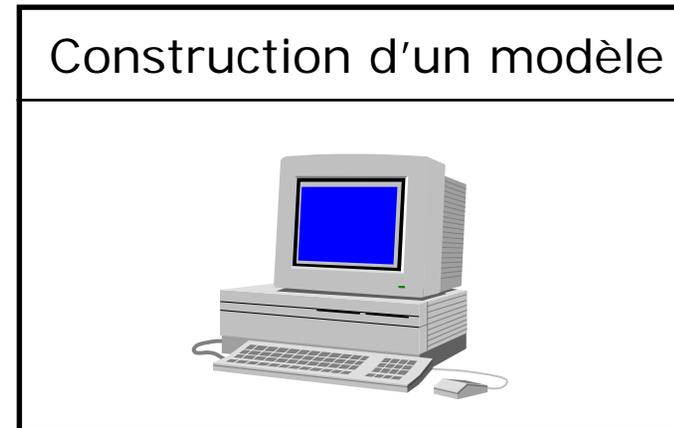
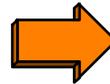
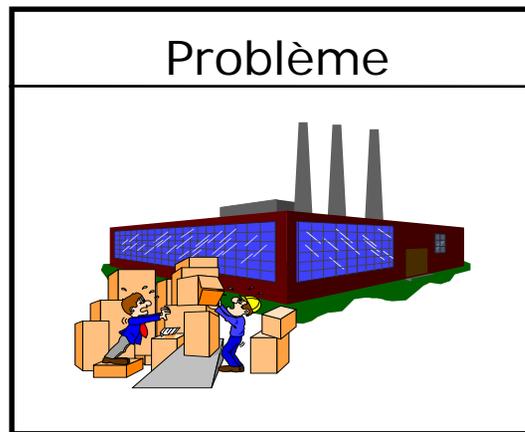
Problèmes d'
ORDONNANCEMENT

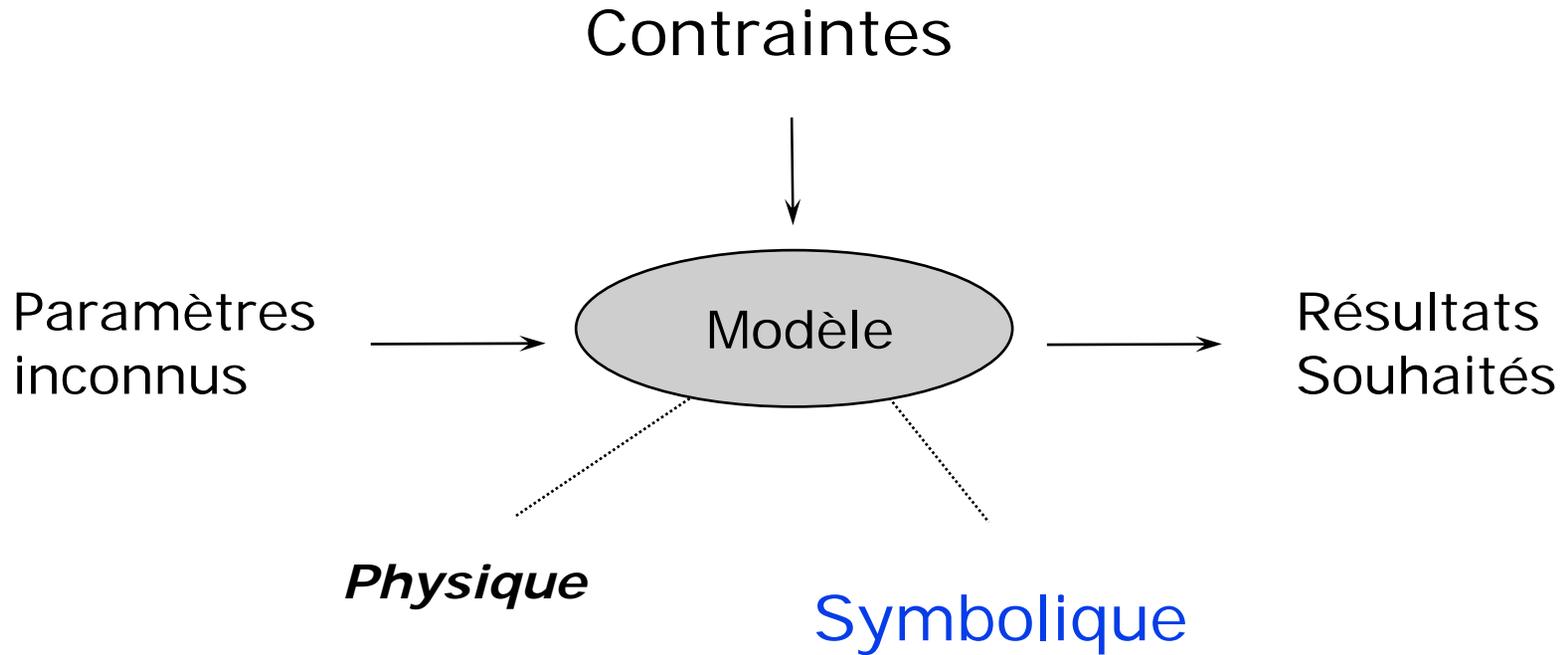
Problèmes de
PRODUCTIVITE



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

Minsky 68

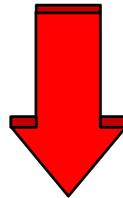




		MODELE	
METHODES		Déterministe	Stochastique
SYSTEME	Déterministe	Analyse	Monte-Carlo
	Stochastique	Probabilité	Simulation

Lorsqu'il s'agit de modéliser des systèmes complexes, les méthodes analytiques sont limitées :

- le **temps** n'est pas explicitement pris en compte : on raisonne sur
des régimes permanents
- les **interactions** ne sont pas toujours modélisées : on raisonne sur
des propriétés théoriques
- les **aléas** ne sont pas toujours facilement représentables : on raisonne sur des moyennes
- elles ne fonctionnent que sous certaines **hypothèses**

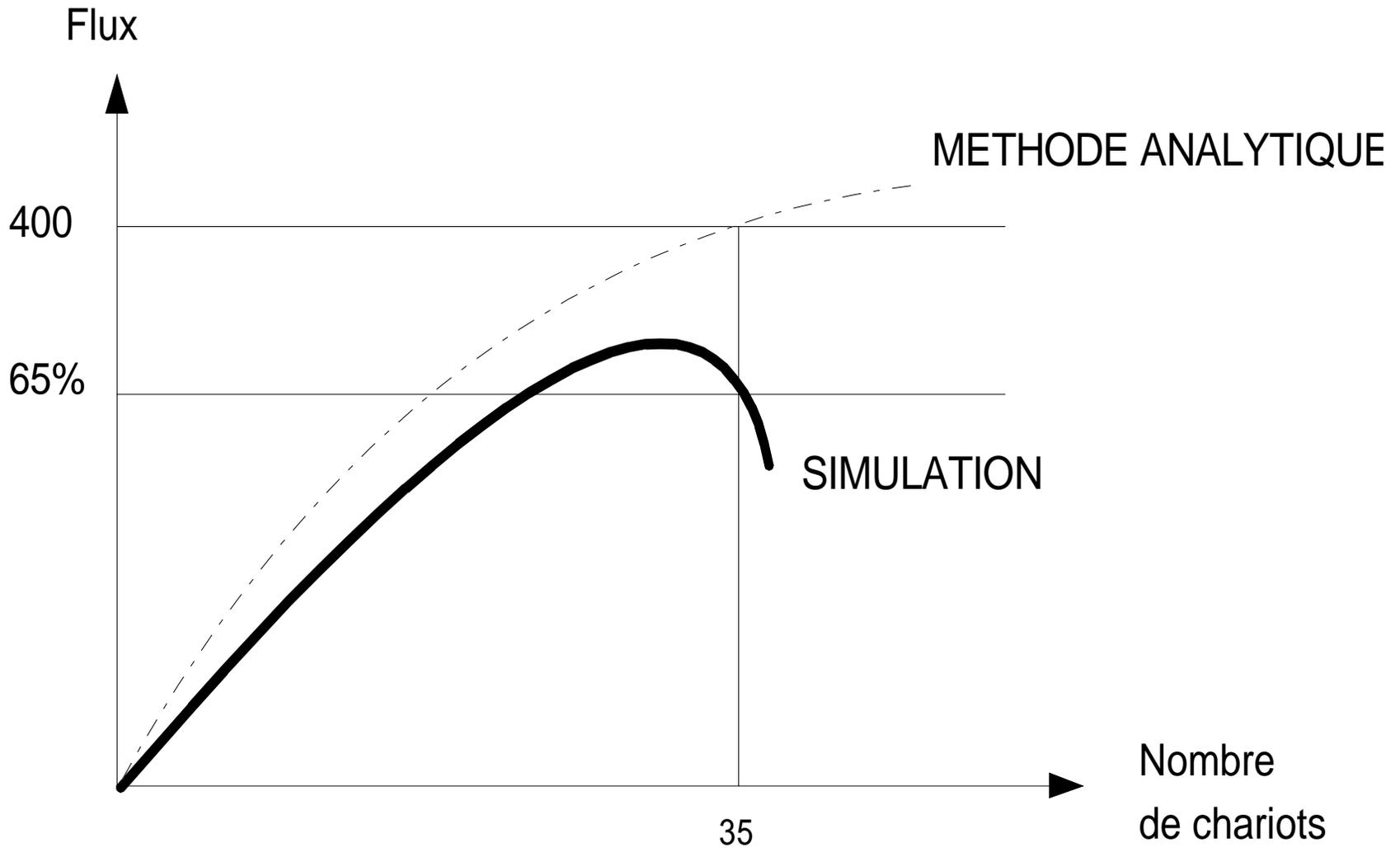


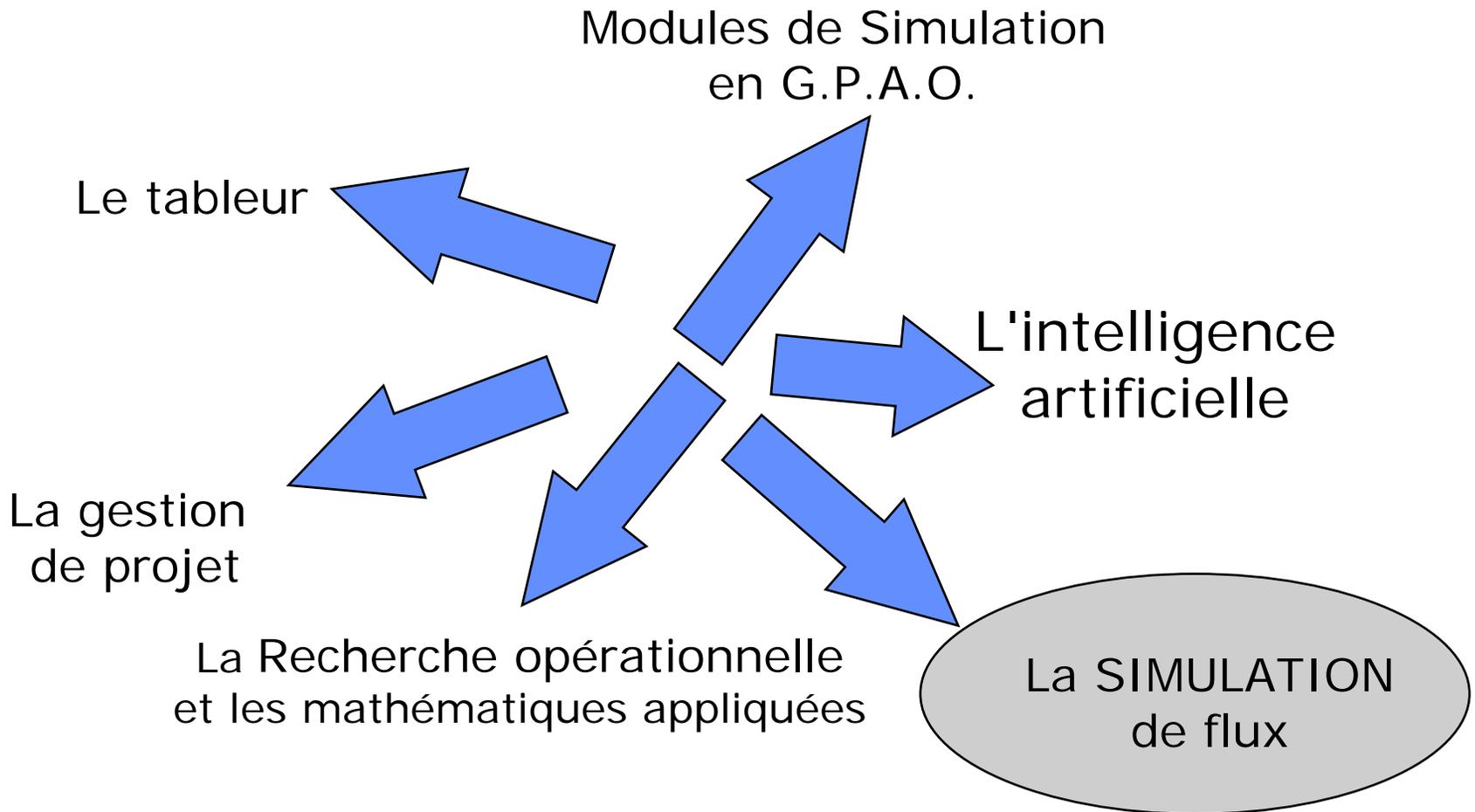
Appliqués à la gestion industrielle, les modèles analytiques sont souvent partiels et simplifiés, c'est-à-dire :

NON VALIDES

(non fidèles, non représentatifs du système réel)

L'infidélité ... est cause d' ERREURS GRAVES

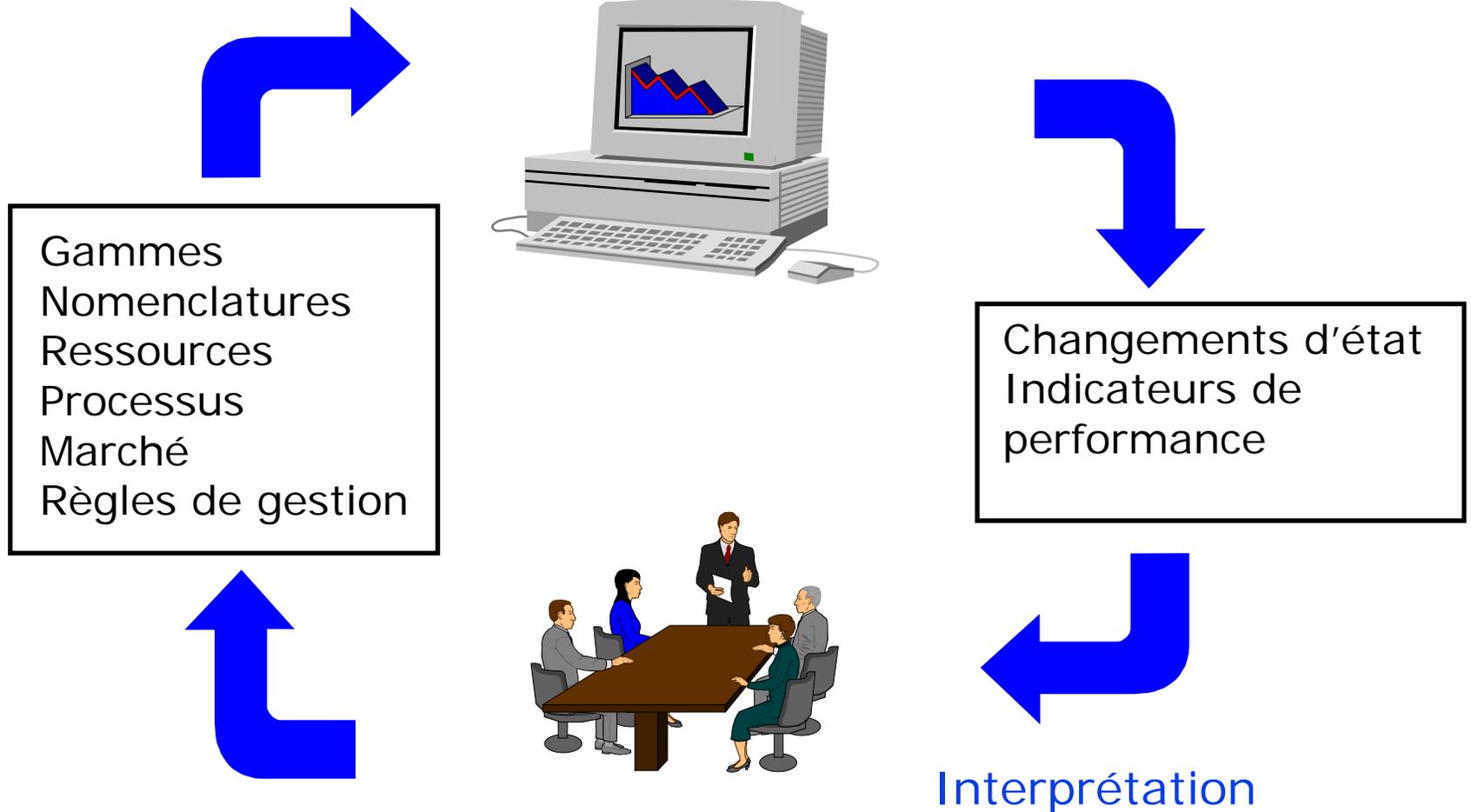




- Reproduire, faute de calculer
- Représenter la réalité
- Prendre en compte les grandeurs aléatoires
- Raisonner d'après les flux
- Observer instant par instant
- Tenir compte des conflits de ressources
- Approche dynamique
- Prendre en compte les règles de pilotage d'un système
- Etre accessible aux décideurs opérationnels

Un modèle de simulation permet de représenter fidèlement un système complexe ... **MAIS** ...

Il ne permet pas, contrairement aux méthodes analytiques de résoudre **directement** le problème. Il s'agit d'un modèle comportemental (What if)



Principales difficultés

✓ Définition des **Objectifs**

✓ La **Modélisation** de la connaissance

→ **Le recueil des données**

(gestion des phénomènes aléatoires)

Rédaction du dossier d'analyse fonctionnelle

✓ **Construction** des modèles de simulation

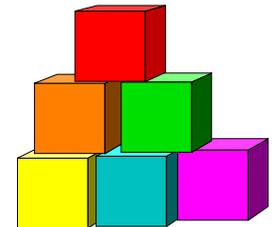
→ **Ecriture des modèles**

Vérification et Validation

✓ **Exploitation** des modèles

→ **Les plans d'expériences**

Analyse des résultats



Recueil des données

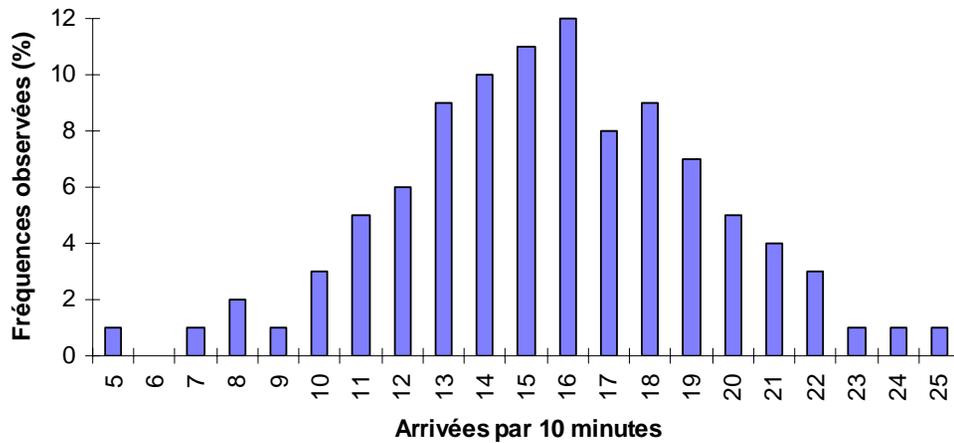
"physiques"
"logiques et décisionnelles"

Modélisation des phénomènes aléatoires

Loi d'arrivée ,
Temps de réglages, ...
Taux de succès aux contrôles,

Temps inter-pannes,
Temps de réparation,
Temps de cycles.

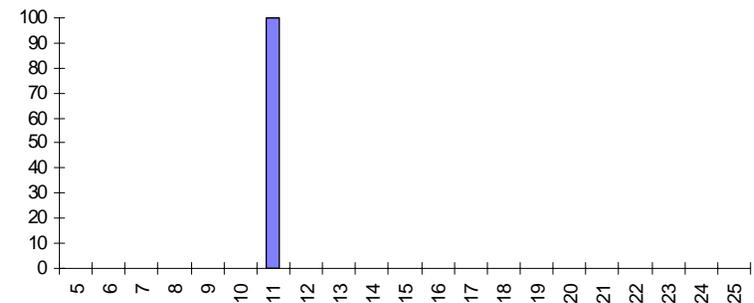
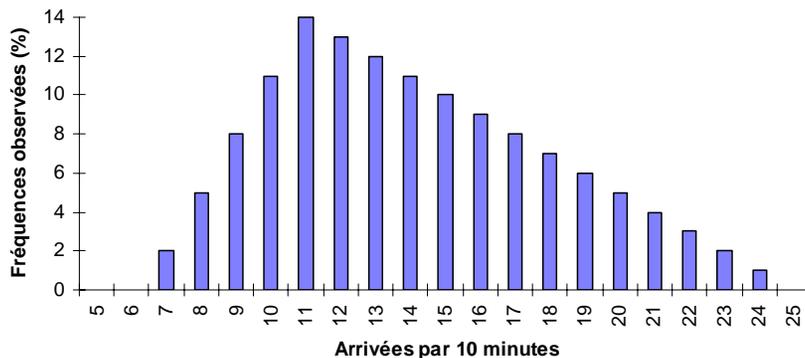
Par des distributions



Un panel étendu de distribution

Loi normale,
Loi exponentielle,
Loi triangulaire,
...

"Une Loi triangulaire vaut toujours mieux qu'une moyenne"



Prise en compte de la **dynamique** des systèmes

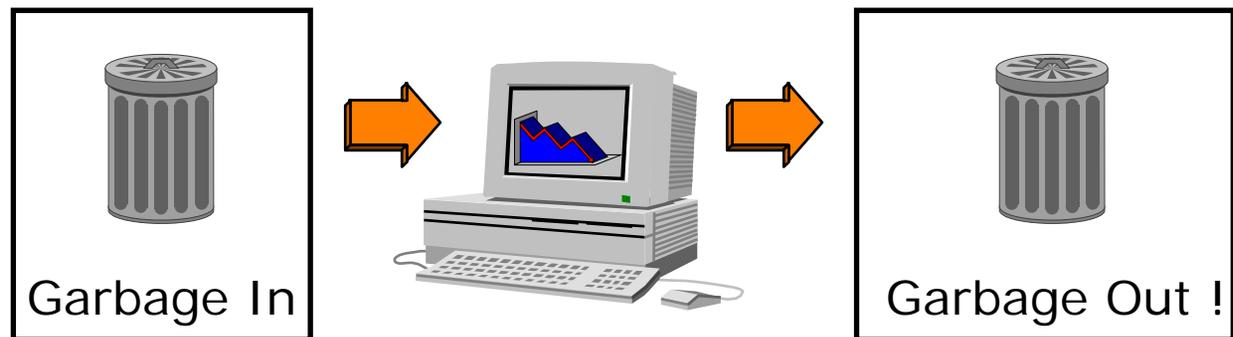
Rend compte de la **répartition**, de la **dispersion** des données d'une population

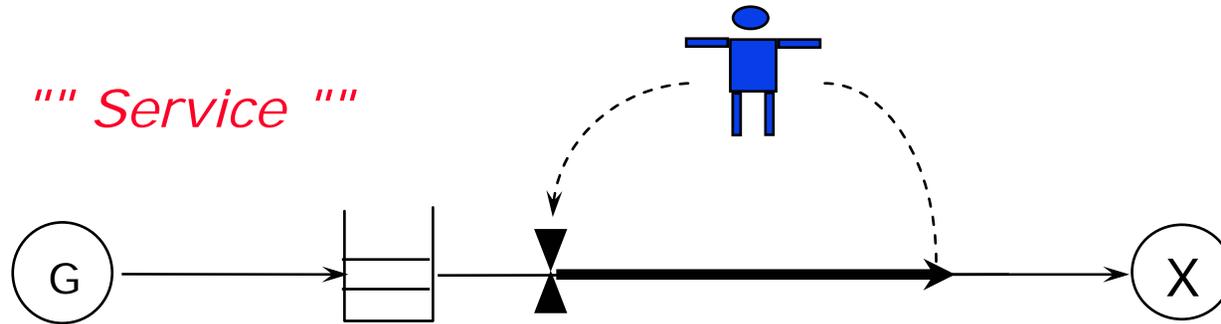
mais

Le choix doit être judicieux (gros travail de collecte et de modélisation) et être fait avec le maximum de garanties :

Recherche de l'information ou collecte directe
Observation d'histogramme des fréquences
Tests d'adéquation, ...

Faute de quoi :





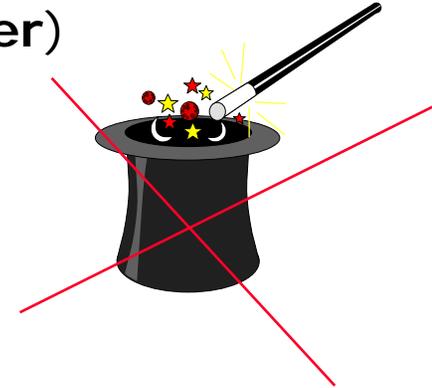
L'intervalle A entre deux arrivées de clients est de 1 Mn
 La durée de service S est de 0.99 Mn
 Quelle est le nombre moyen M de clients en attente ?

A	S	M
Cste(1)	Cste(1)	0
Expo(1)	Expo(0.99)	77.9
Expo(1)	Expo(0.98)	49.5
Gauss(1.0,0.1)	Gauss(0.99,0.1)	0.56

Commencer par un **modèle simple**,
(à présenter aux utilisateurs et à réajuster)

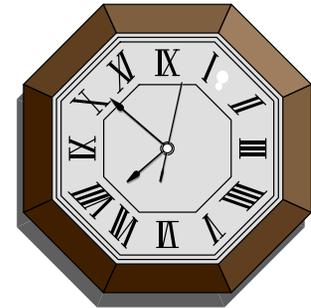
accompagné de ses :

TESTS de
VERIFICATION et VALIDATION

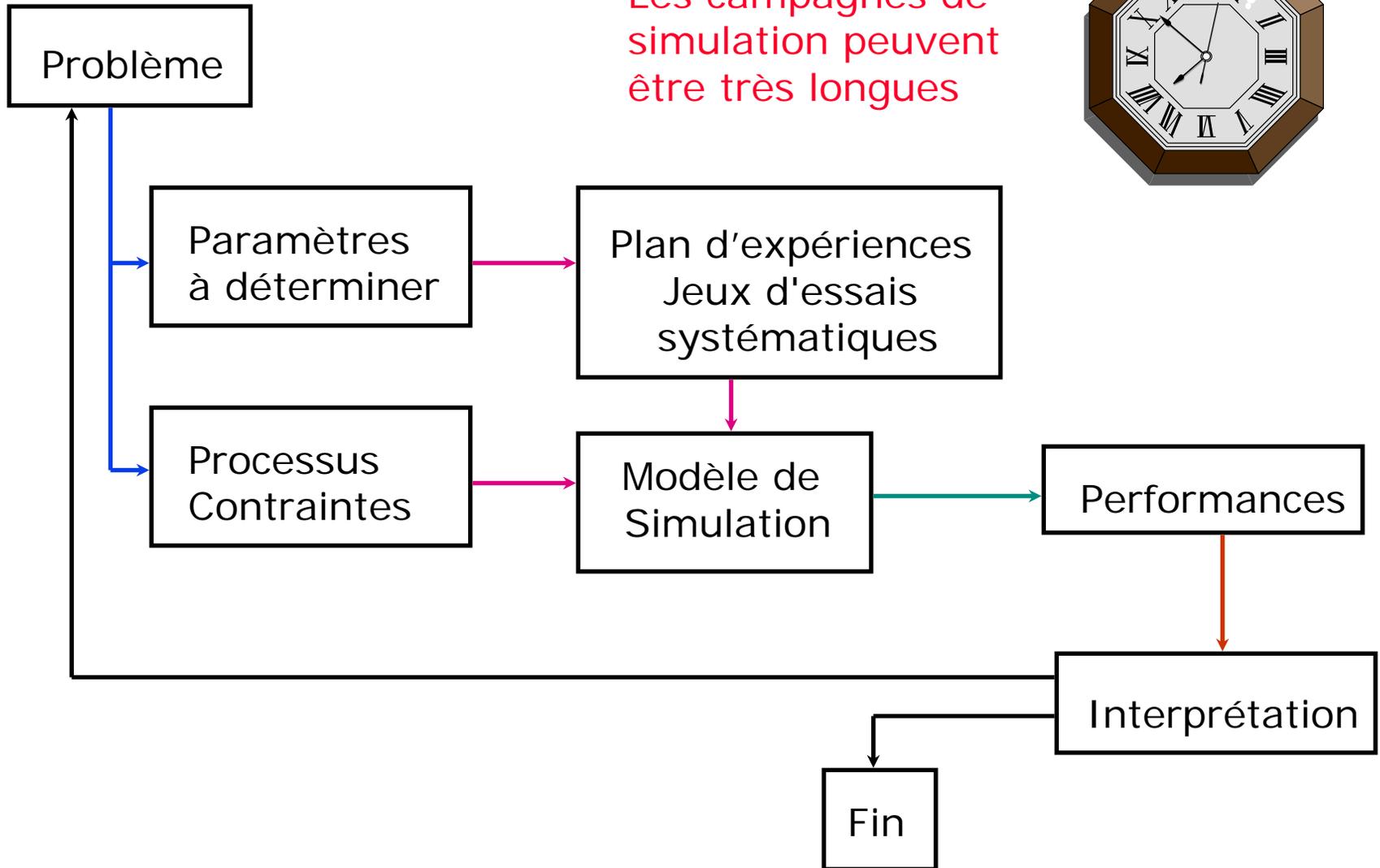


"Un test réussi est un test qui a découvert des fautes"

- ✓ Construisons-nous le système correctement ?
 - Bilan matière, tests des situations (standard, extrême), simulation déterministe
- ✓ Construisons-nous le bon système ?
 - Sens critique, remise en question, validation d'experts, ...



Les campagnes de simulation peuvent être très longues



Des chiffres ...

Taux d'occupation :

Pourcentage de serveurs occupés

Nombre moyen de clients :

Nombre moyen d'entités qui attendent dans la file ou reçoivent un service

Temps moyen de réponse :

Somme du temps moyen d'attente dans la file d'attente et du temps moyen de service

Débit moyen :

Nombre moyen d'entités qui sont servis par unité de temps

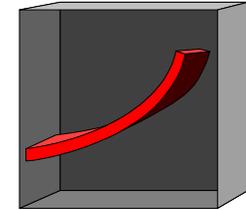
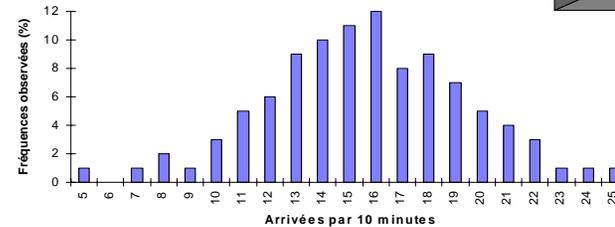
et des ...

... Animations

- Fournit à l'utilisateur une **vision synthétique, intuitive et évolutive** des phénomènes étudiés.
- Est porteuse d'informations.
- **Favorise la perception** des phénomènes, et la **communication** dans les projets de simulation.
- Permet de "**valider**" le modèle
- Présente **le comportement transitoire** du système étudié.

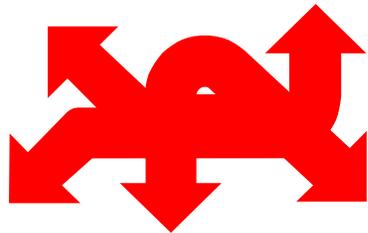
Résultats d'un modèle de simulation

Utilisation de **techniques d'analyses statistiques**



- ✓ Expression des résultats avec leur dispersion,
- ✓ Histogrammes,
- ✓ Etude de la sensibilité des résultats aux paramètres en entrée
- ✓ Intervalle de confiance,
...

Objectifs mal définis



Manque d'information et de formation des différents intervenants



Pas assez de répliques de la simulation



Données non fiables en entrée

... et surtout



Modélisation trop détaillée

"Un modèle est toujours
TROP COMPLEXE"

"Se concentrer sur
LES GOULOTS"

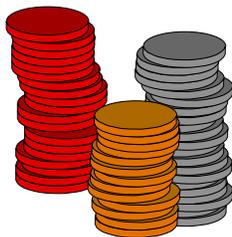
"ne pas modéliser les
TOURS DE MAINS"

Simulation

=

technique intéressante et puissante, parfois
la seule utilisable,
particulièrement adaptée à l'aide à la prise de décision sur
un système complexe

mais elle doit être **rentable** : Il faut évaluer les enjeux
associés aux objectifs de l'étude
(coût espéré du risque, gain espéré, payback)



- ✓ Conception de nouveaux systèmes
- ✓ Modification d'un système existant
- ✓ Pilotage des systèmes
- ✓ Formation à l'utilisation du système

Démarche valide
pour les **systemes industriels de production**,

mais aussi pour

- Les flux administratifs
- Les flux de personnes
- La transitique
- Le secteur hospitalier
- La logistique
- Les réseaux de transport

Modélisation et Simulation de flux

=

Démarche d'aide à la décision
économique et industrielle

