

La simulation des flux

Pour aller plus loin

Qu'est-ce que la simulation des flux ?

- Que doit-elle résoudre ?
- La définir
- L'illustrer par un exemple simple
 - Description du problème
 - Visualisation du modèle
 - Scénarios et résultats

Que doit-elle résoudre > à quoi sert-elle ?

Elle est utilisée partout où il existe des **files d'attente** (personnes, pièces, matière) **sous contraintes de ressources** (personnel, intérimaires, experts,..) et **de moyens** (équipements, salles, blocs opératoires,...)

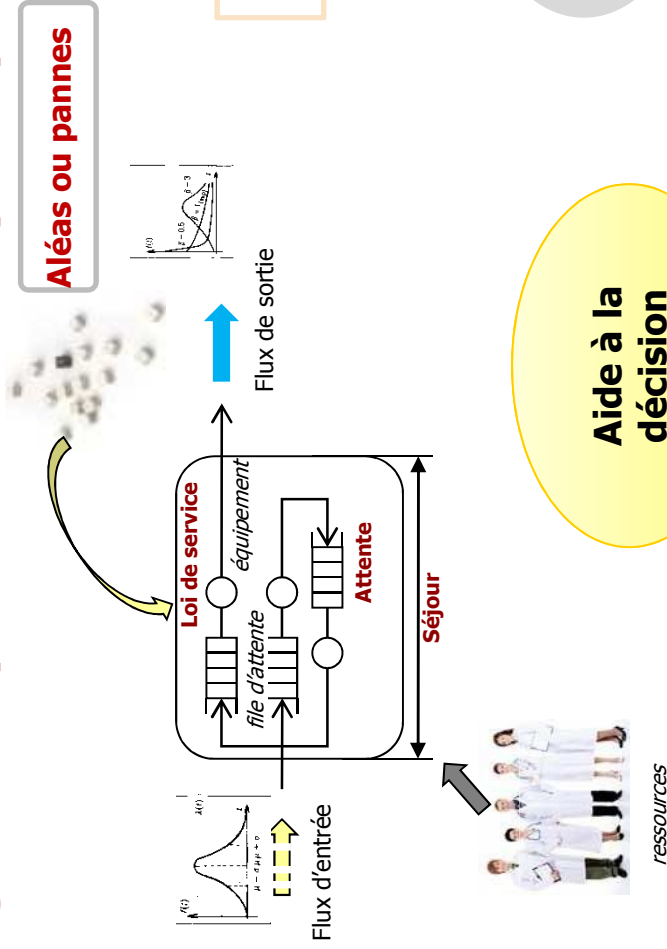
Secteur	Type d'intervention	Objectifs
Obstétrique Chirurgie Urgences Unités cliniques Bloc opératoires Imagerie	Flux de patients	<ul style="list-style-type: none"> Évaluer la charge prévisionnelle d'activité, Définir les besoins en personnel sur un horizon de temps (jour, mois, année,...), Définir les besoins en équipement, Déterminer le nombre optimal de salles de préparation, réveil, soins intensifs, de blocs opératoires,... par type de flux, Identifier les cycles de maintenance des appareils, Déterminer le coût de fonctionnement de l'installation.
Logistique	Cuisine, repas et chariots Gestion de déchets Circuit logistique (approvisionnement en unité clinique,...)	<ul style="list-style-type: none"> Etude de faisabilité de la mise en place d'un service « hôtelier » (le repas est livré 60 minutes après la commande du patient) Optimisation des processus de traitement des chariots repas souillés

Que doit-elle résoudre > à quoi sert-elle ?

Secteur	Type d'intervention	Objectifs
Pharmacie	Dimensionnement des équipements	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluer le nombre de robots nécessaires à la préparation de médicaments • Tester différents scénarios de débit, et de répartition des rôles entre les robots
Laboratoires	Conception d'un laboratoire de biologie	<ul style="list-style-type: none"> • Evaluer la performance capacitaire de l'installation • Analyser les délais de rendu par spécialité • Définir les besoins en ressources humaines • Déterminer le coût de fonctionnement de l'installation
Construction	Dimensionnement (Ascenseurs, Plateforme logistique, AVG, Parking patients & personnel,...)	<ul style="list-style-type: none"> • Déterminer le nombre d'ascenseurs requis dans chaque zone • Prendre en compte les flux de patients, personnel et logistiques • Dimensionner le nombre de places de parking requises • Tester divers scénarios portant sur l'évolution du nombre de voiture dans les années à venir • Déterminer le nombre de robots de transport nécessaires à la réalisation des missions • Tester la capacité des ascenseurs dédiés à traiter le flux • Conception d'un pôle logistique visant à centraliser l'ensemble des prestations logistiques du CHU : blanchisserie, cuisine, stérilisation, etc.

DÉFINITIONS

Qu'est-ce que la simulation dynamique de processus ?



Elle est basée sur la gestion des files d'attente, et la prise en compte de lois de comportement distinctes

Outil d'ingénierie

Aide à la décision

Démarche scientifique

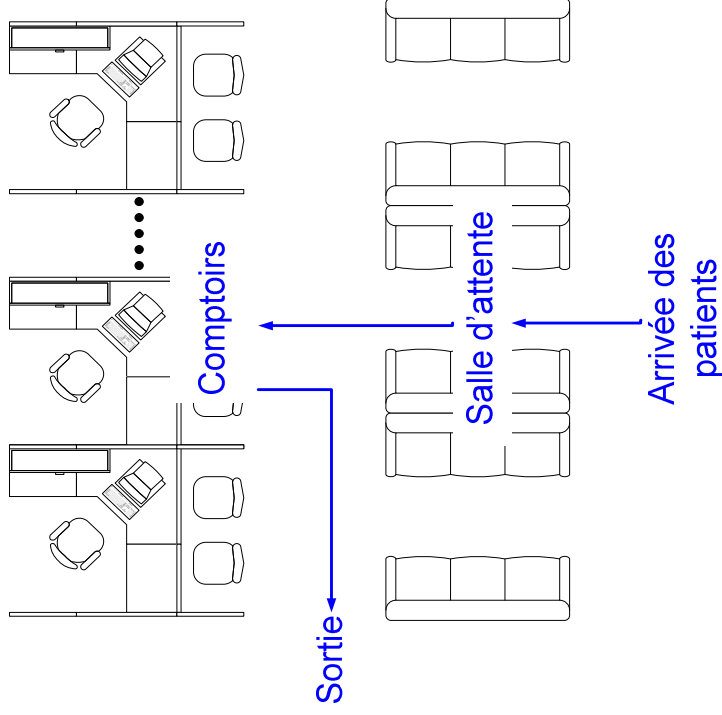
SIMULATION DYNAMIQUE

Définitions
Exemple simple

SIMULATION DYNAMIQUE

Reproduit événement par événement, à une échelle réduite, l'évolution dans le temps d'un système dans le but d'étudier son comportement dynamique

**Comptoirs d'enregistrement
Salle d'attente**



Problème

**Combien de comptoirs?
Combien de sièges dans la
salle d'attente?**

Premières données

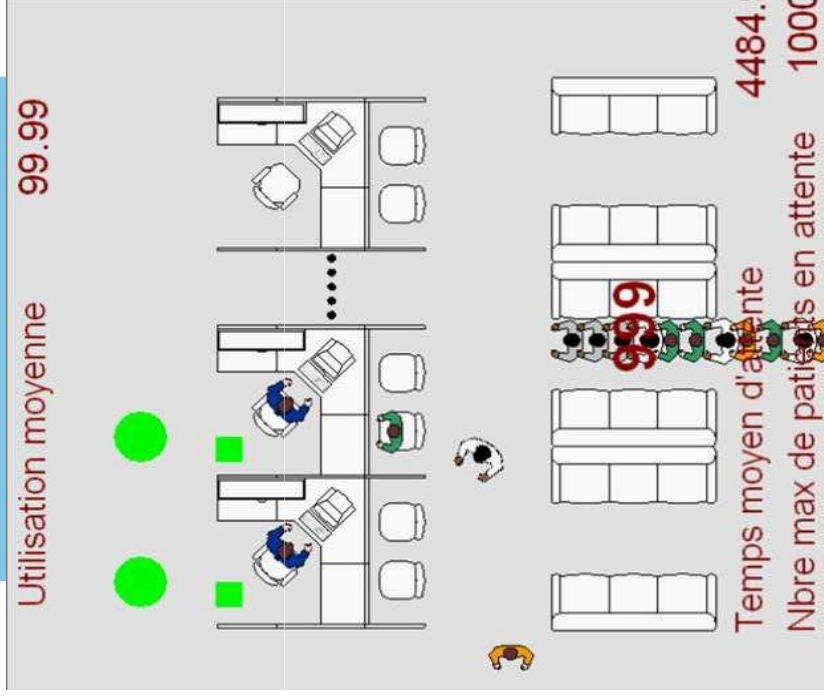
**Arrivée de 15 patients par heure en moyenne
Durée moyenne d'enregistrement de 10 minutes par client**

COMPTOIRS

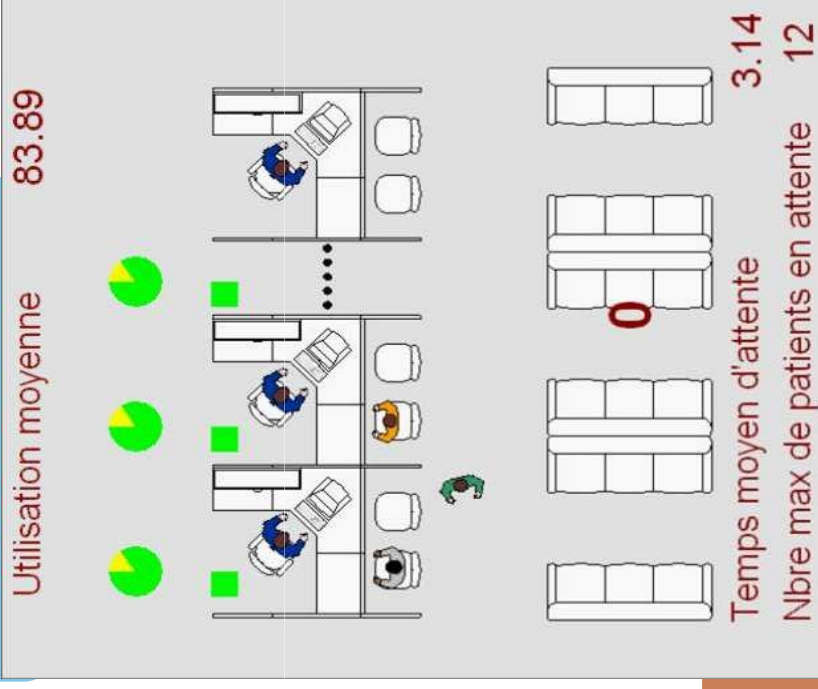
Simulation avec les premières données

15 patients en moyenne

2 comptoirs
Système saturé



3 comptoirs
Attente minime



Raisonnement en moyenne

- ⇨ 3 comptoirs
- ⇨ Taux d'occupation des comptoirs de 83%
(= 15 p x 10 mn / (3 x 60 mn))

COMPTOIRS

Imaginons des données plus réalistes

Arrivées aléatoires dans l'heure, le jour, le mois

Durées d'enregistrement très variables

COMPTOIRS

Patients/ heure

Max = 25

Moy = 15

Min = 5

Probabilité

Temps

2

Moy = 10

20

Durée

Problème

Combien de comptoirs?

Combien de sièges dans la salle d'attente?

→ Moins évident ! Très simple à résoudre par simulation

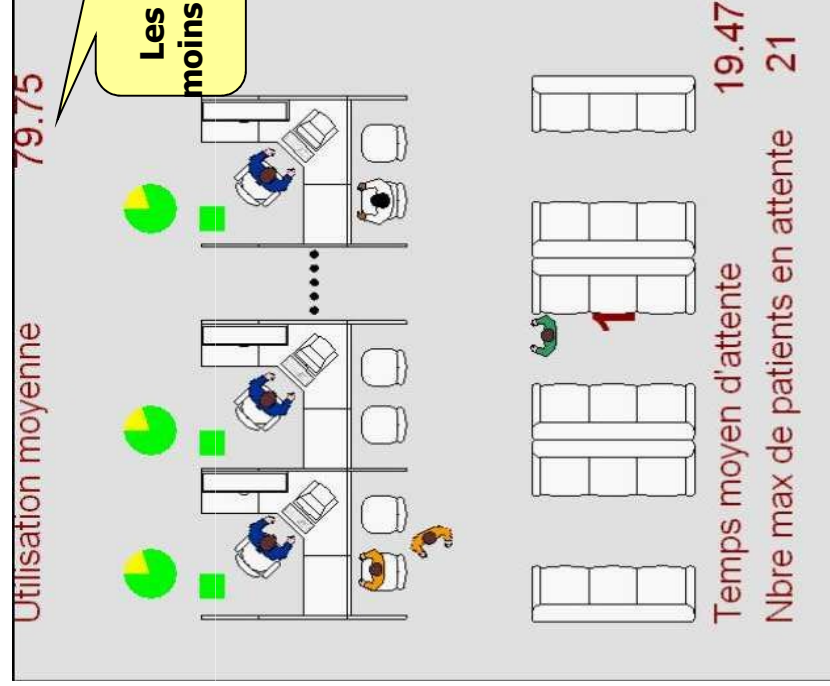
Simulation avec profil d'arrivée et variabilité de durée

C'est plus réaliste !

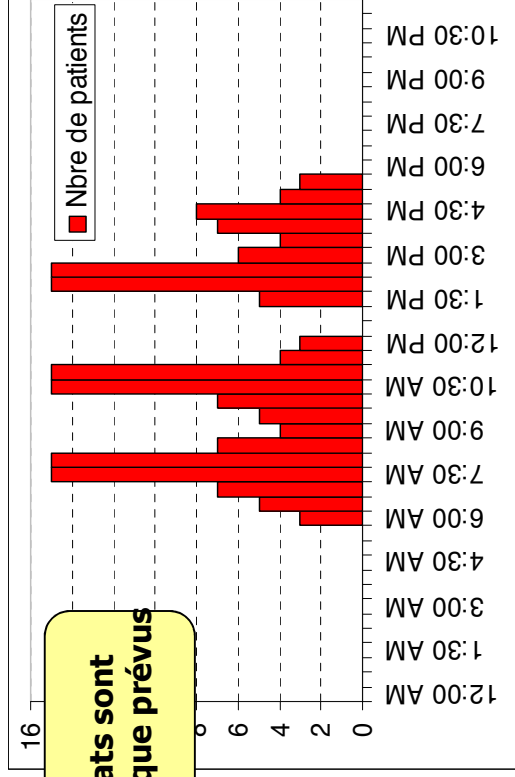
3 comptoirs

En réalité plus d'attente

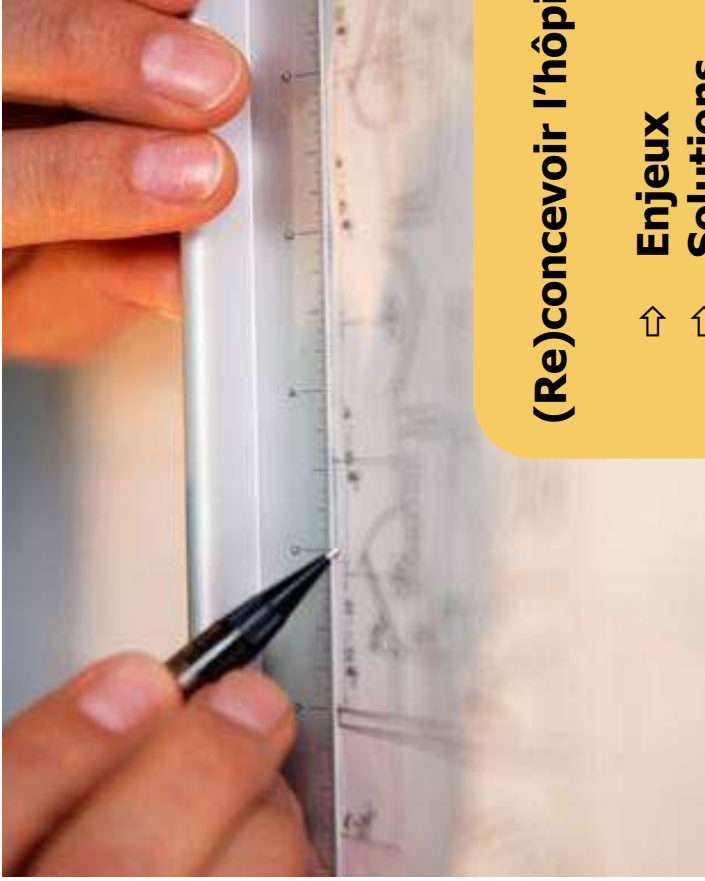
COMPTOIRS



Profil d'arrivée des patients



La réalité est que le service est dégradé avec 3 comptoirs



(Re)concevoir l'hôpital par simulation

- ↑ **Enjeux**
- ↑ **Solutions**
- ↑ **Portfolio**

Enjeux hospitaliers

Assurer une bonne qualité de service tout en maîtrisant les coûts

ENJEU

Mutualiser les équipements

Réduire les temps d'attente

Dimensionner sans surinvestir

Se projeter dans l'avenir

Objectiver les choix économiques

**CONCEVOIR
RECONCEVOIR
L'HOPITAL**

**Enjeux
Solutions
Portfolio**

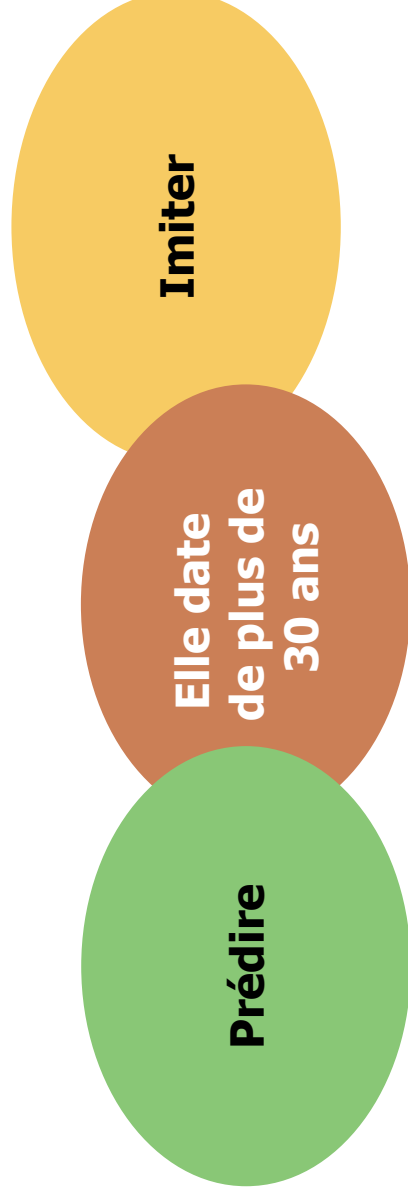
Améliorer un hôpital existant

Concevoir un nouveau Pôle

Enjeux hospitaliers

Ses capacités d'imitation et de prédiction permettent d'obtenir des renseignements sur les conséquences de changements ou de modifications (au niveau physique ou décisionnel), **avant que ceux-ci ne soient effectués**

ENJEUX



- **50's** : Forrester et « System Dynamics »
- **60's** : Simulation à événements discrets, langages GPSS, CSL, SimScript, Simula
- **70's** : Période d'expansion : SLAM et 1er outils visuels et interactifs (SeeWhy en 79), (DEVS en 76), Simulation distribuée (79)
- **80's** : JIT (78), OPT (86), FMS (86), Logistique (80).
Progiciels : Witness, Hocus, Genetik, Siman, Promodel, etc...

Exemples

Ressources

Quel personnel pour faire fonctionner une unité de soins ou une unité logistique ?

Surfaces

Combien de blocs opératoires et de lits pour maximiser le niveau de service ?

Moyens

Combien d'ascenseurs, de monte-charges, de véhicules, de rolls ?

Temps

Quel est le ratio entre les temps d'attente et les temps « opératoires » ?

Schéma directeur / Phasage d'un projet

Quelle taille doit avoir l'hôpital dans 1 an ? dans 3 ans ? ... dans 20 ans ?

Validation des processus

Quelle sont les meilleurs scénarios pour minimiser le besoin en ressources ?

⇨ **Concevoir ou reconcevoir l'hôpital**

Exemple de Retour sur investissement au RUSH University Medical Center de Chicago

RUSH University Medical Center

Réorganisation d'une nouvelle unité de 408 lits en utilisant les outils de simulation :

- plateforme de chirurgie classique
46,000 patients par an (projection 2019), 63 blocs opératoires

Gains escomptés > 20 millions \$ (16 M €)

- plateforme de diagnostic non-invasif
76,000 patients par an (projection 2019), 29 salles (MRI, CT, PET CT, Nuclear Medicine, Ultrasound, Neuro diagnostics, ECG / Holter, Stress Lab)

Gains escomptés 7.5 millions \$ (6 M €)

SOLUTIONS

Démarche empirique

- Calculs statiques
- Tableaux
- ⇒ Empilement de coefficients de sécurité
- ⇒ Difficile à valider

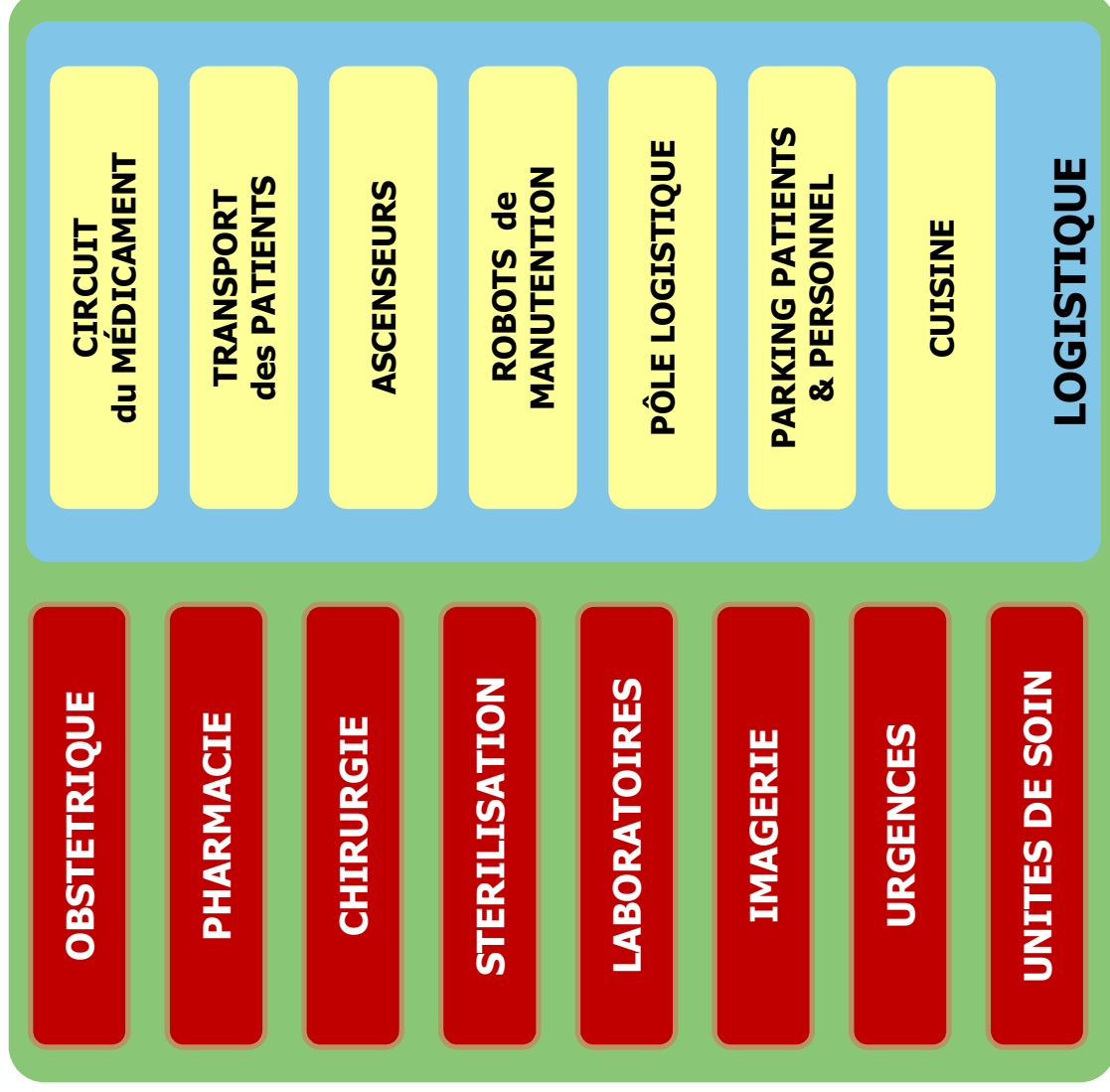
Simulation dynamique

- Apporte certaines réponses aux questions de type : « Que se passe-t-il si ... ? »
- Permet de prédire la performance du système, et sa sensibilité à des paramètres clés
- Avant le déploiement physique du système
Permet d'explorer différentes alternatives
- Minimise les coûts avec le minimum de risque

Guide Consulting

simulations avec WITNESS

Portfolio

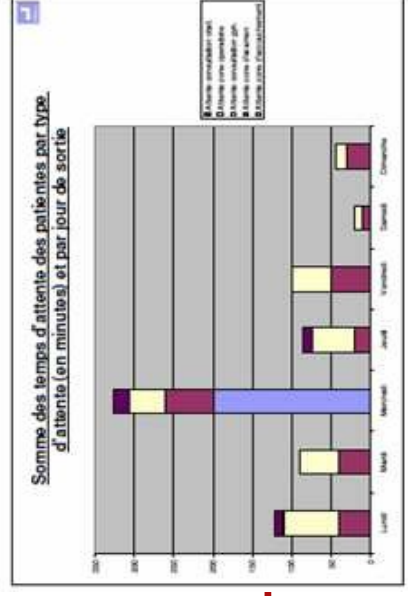
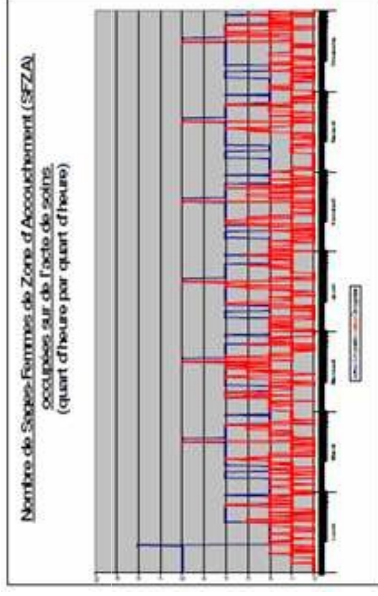


- Démarrage d'un nouvel hôpital
Unité d'obstétrique et de néonatalogie

Objectifs

Fournir un outil opérationnel permettant de :

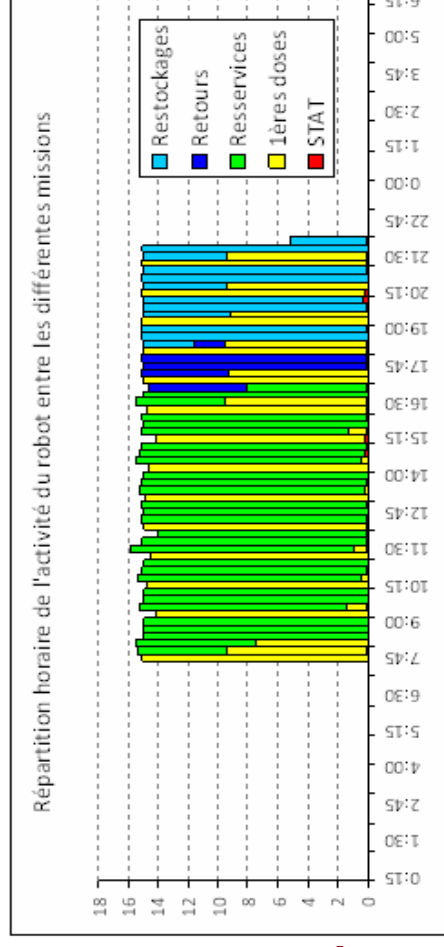
- Évaluer la charge prévisionnelle de travail
- Définir précisément les besoins en ressources humaines sur un horizon d'une semaine
- Accompagner les équipes soignantes dans le changement



- Conception d'un nouveau centre hospitalier regroupant plusieurs sites
- Préparation des médicaments en pharmacie centrale

Objectifs

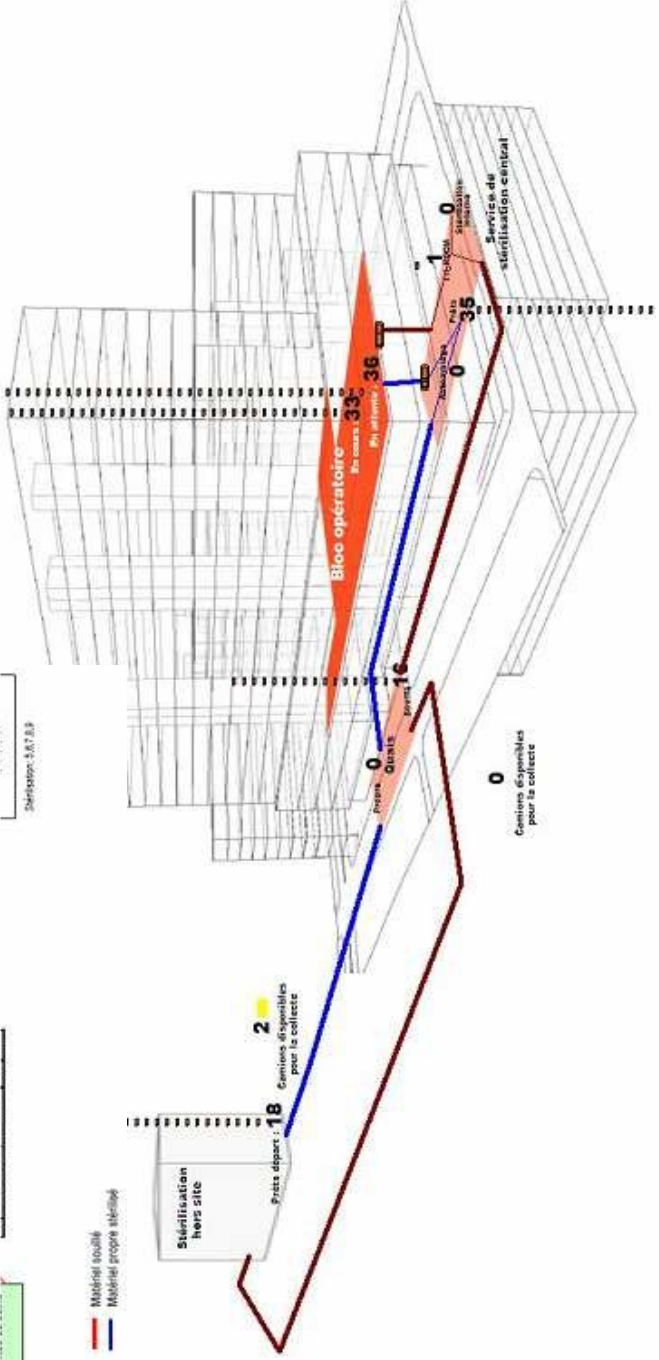
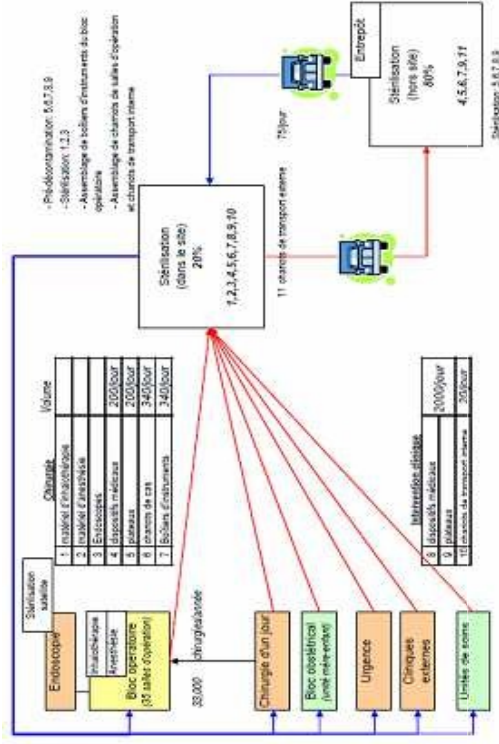
- Evaluer le nombre de robots nécessaires à la préparation des médicaments
- Tester différents scénarios de volumétrie et de répartition des rôles entre les robots
- Fournir une aide à la décision dans des délais très courts (une semaine)



Choix stratégique quant à l'externalisation d'une partie des activités de stérilisation

Objectifs

- Dimensionner le nombre de chariots de stérilisation
- Déterminer la fréquence des mouvements de camions entre le site de stérilisation et l'hôpital



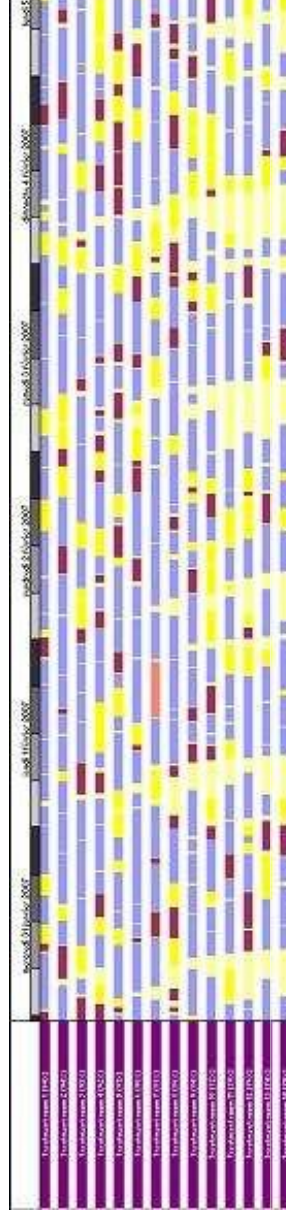
- Regroupement des activités de diagnostic non-invasif
- Zone commune de préparation, attente et réveil

Objectifs

- Déterminer le nombre optimal de lits en salle de préparation / attente / réveil et le nombre de salles de traitement (médecine nucléaire, Echographie, PET scan, IRM, etc.)
- Tester différentes organisations



- Service d'urgences
- Contraintes réglementaires en termes de temps d'attente

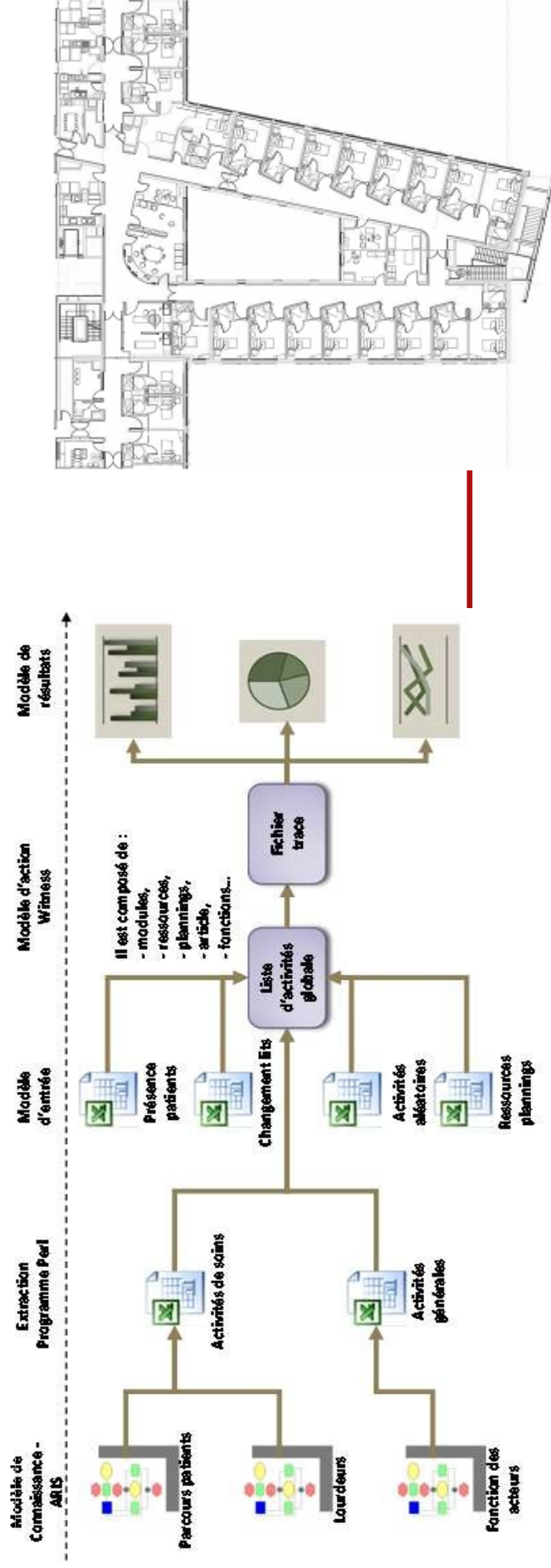


Objectifs

- Déterminer le nombre optimal de salles par type de flux (observation, critique, intensif, pédiatrie, orthopédie, etc.)
- Tester la robustesse de la plateforme aux variations de volumes de patients et de leur répartition entre les différents types de flux

Objectifs

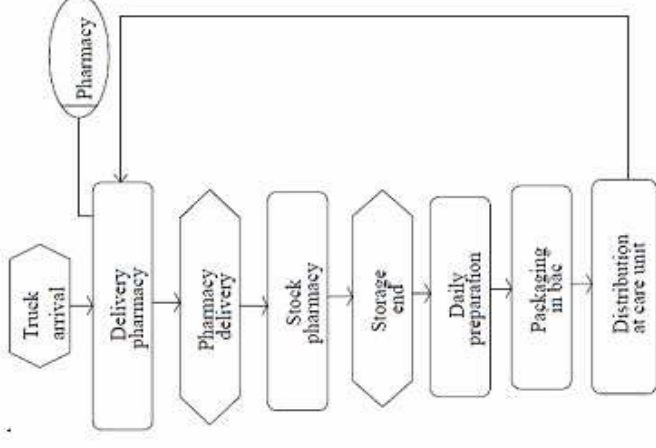
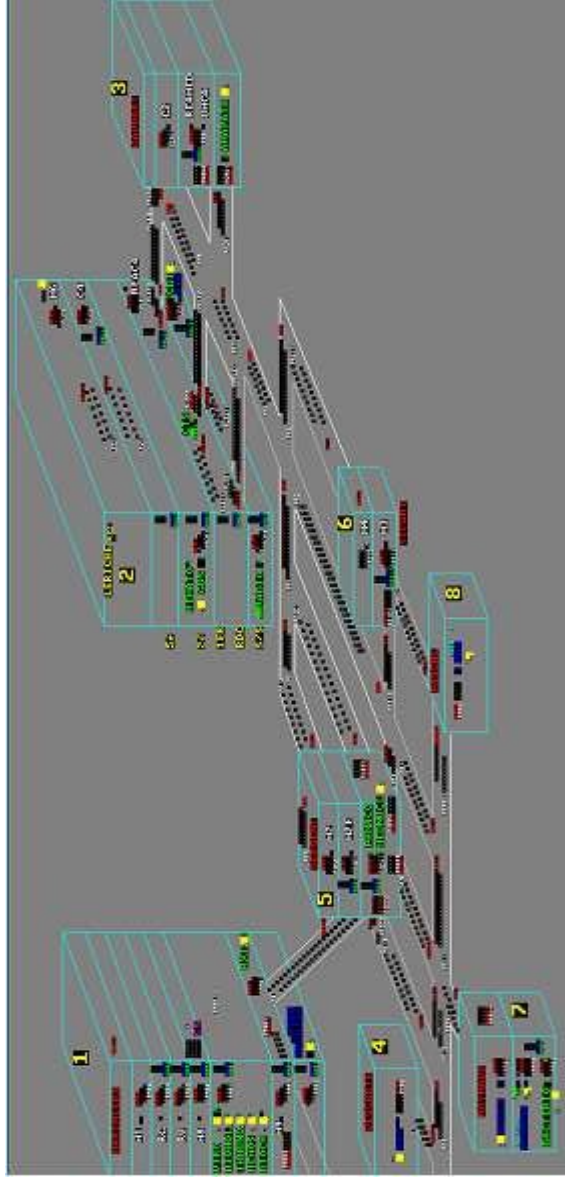
- Fournir un outil opérationnel applicable à toute unité de soin et permettant de :
 - Définir et répartir la charge prévisionnelle de travail
 - Dimensionner les effectifs et évaluer leurs taux d'occupation
 - Accompagner les équipes soignantes dans le changement



Circuit complet de livraison des médicaments de la prescription à l'administration

Objectifs

- Tester différentes stratégies incluant l'utilisation de pharmacies rapprochées
- Dimensionner les besoins en ressources humaines pour réaliser les préparations quotidiennes et distribuer les médicaments dans les unités de soin et les pharmacies rapprochées

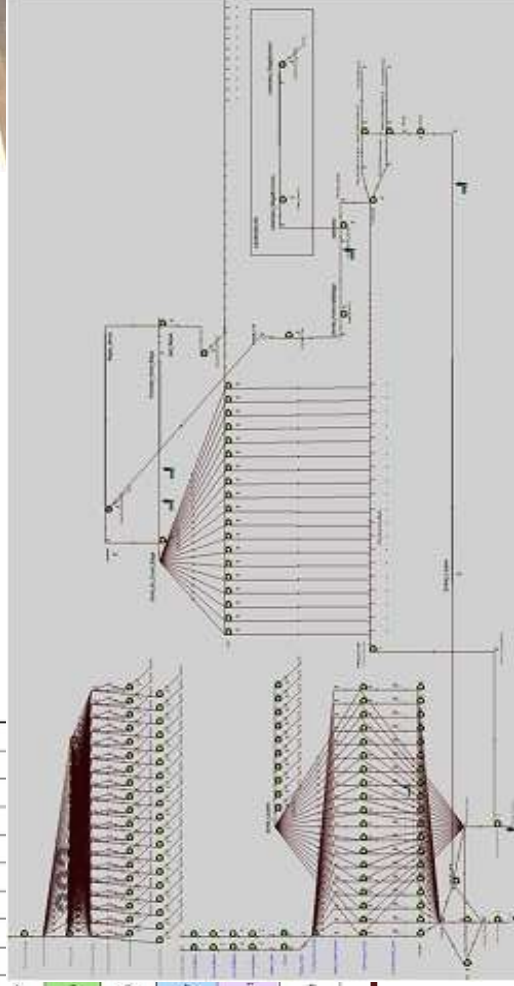


Etude de faisabilité de la mise en place d'un service « hôtelier » (le repas est livré 60 minutes après la commande du patient)

Objectifs

- Tester différentes organisations possibles permettant de livrer les repas moins de 20 minutes après leur préparation
- Maximiser le nombre de plateaux transportés par chariot
- Minimiser le personnel requis pour les livraisons
- Dimensionner le nombre de lignes de préparation de repas

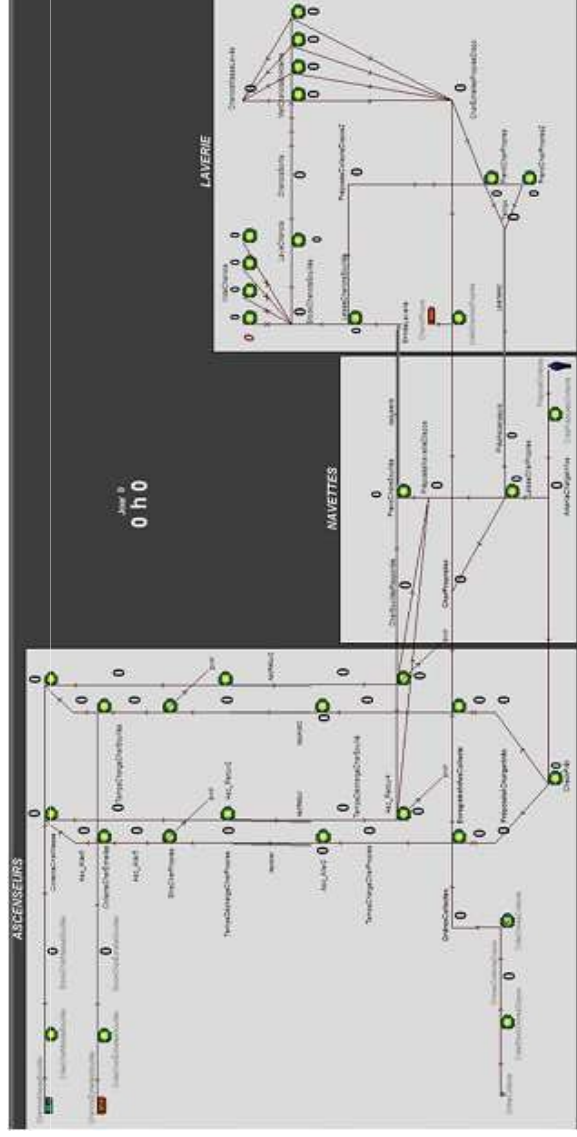
Temps de livraison (20 secondes par plateau)	70 secondes (2 plateau par minute)										40 secondes (1 plateau par minute)													
	20 minutes		25 minutes		30 minutes		35 minutes		40 minutes		45 minutes		20 minutes		25 minutes		30 minutes		35 minutes		40 minutes			
Nombre de repas livrés (20 secondes par plateau)	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Nombre de chariots nécessaires	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Personnel (N) de livraison (20 secondes par plateau)	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4	2	3	4
Personnel (N) de préparation (20 secondes par plateau)	43	25	24	47	20	20	48	22	21	48	22	44	25	24	47	20	20	48	22	21	48	22	44	25
Personnel (N) de livraison (40 secondes par plateau)	0	3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
Personnel (N) de préparation (40 secondes par plateau)	00	10	10	00	10	10	11	11	11	11	11	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	
Nombre de repas livrés (40 secondes par plateau)	4.7	4.7	4.7	8.3	8.3	8.2	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	13	
Nombre de chariots nécessaires (40 secondes par plateau)	121	121	121	106	106	106	88	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	87	
Personnel (N) de livraison (60 secondes par plateau)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	
Personnel (N) de préparation (60 secondes par plateau)	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	4.5	



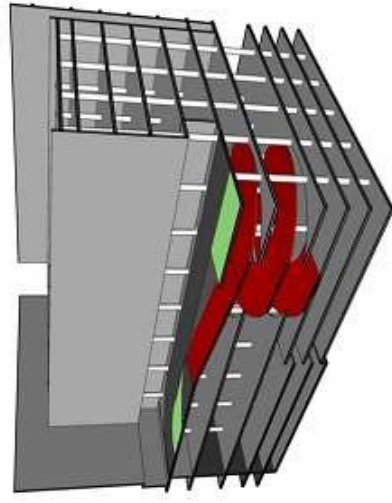
Optimisation des processus de traitement des chariots repas souillés

Objectifs

- Dimensionner le personnel nécessaire pour garantir la mise à disposition de la vaisselle propre pour le service suivant
- Identifier et tester des solutions permettant de réduire les coûts

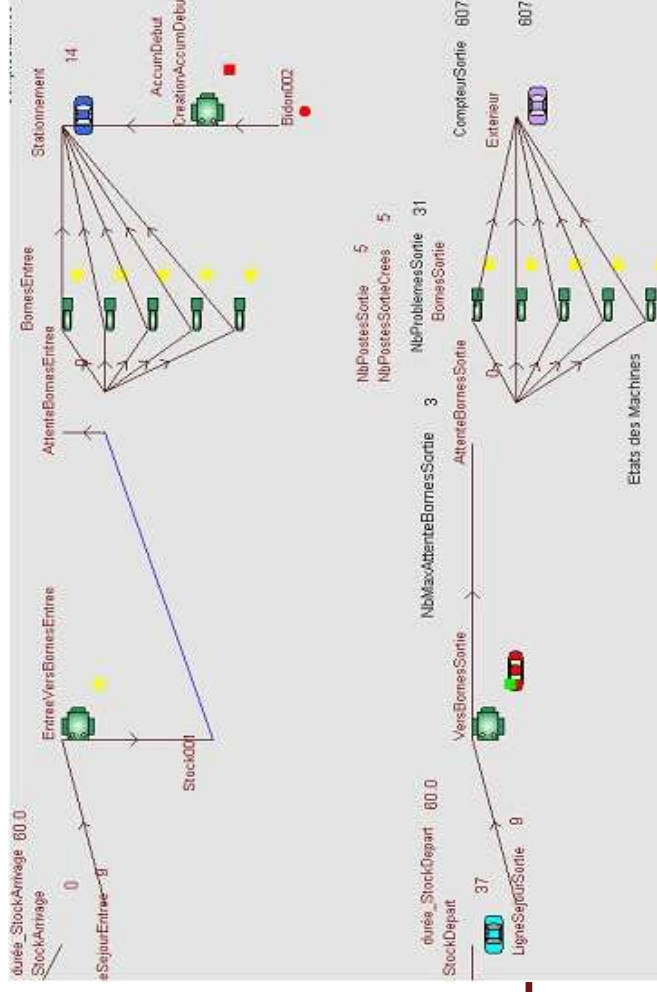
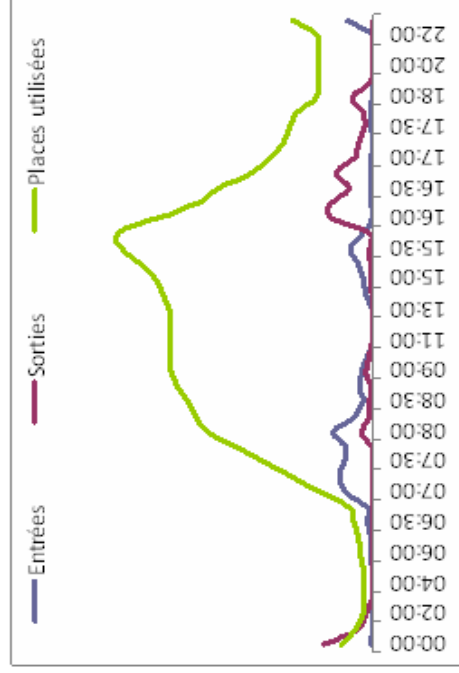


Stationnement des voitures du personnels et des patients



Objectifs

- Dimensionner le nombre de places de parking requises
- Minimiser le nombre de barrières d'entrée et de sortie tout en évitant les risques de bouchons aux heures de pointe
- Tester divers scenarios portant sur l'évolution du nombre de voiture dans les années à venir

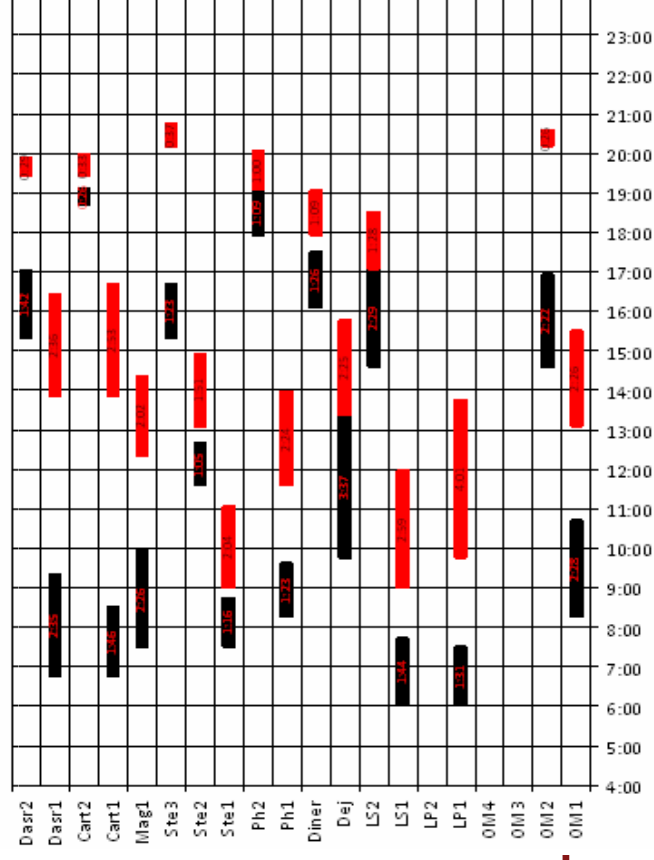
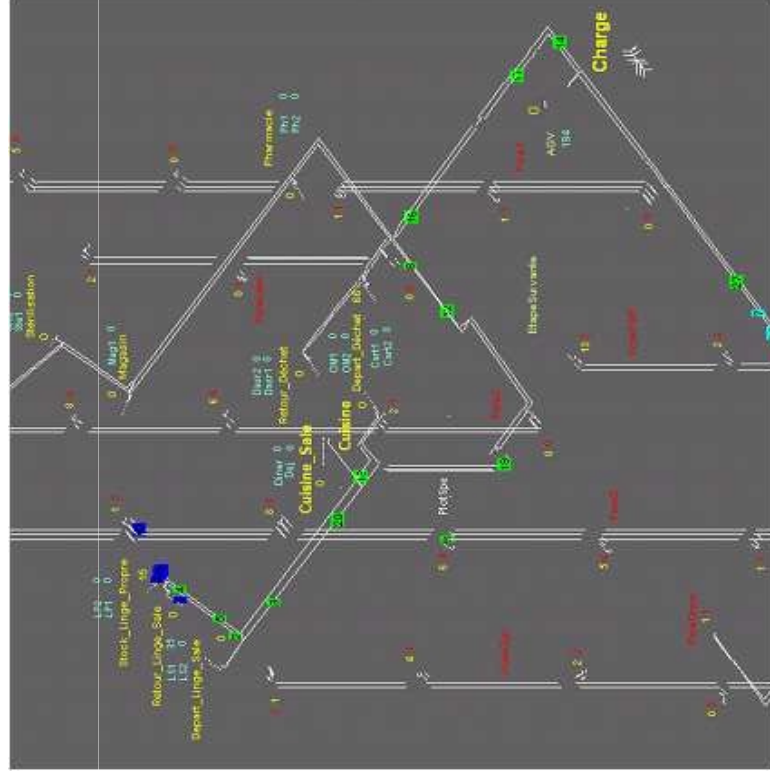


- Transport automatisé des charges lourdes ou encombrantes (repas, linge, pharmacie, stérilisation, etc.)
- 11 étages, 4 tours



Objectifs

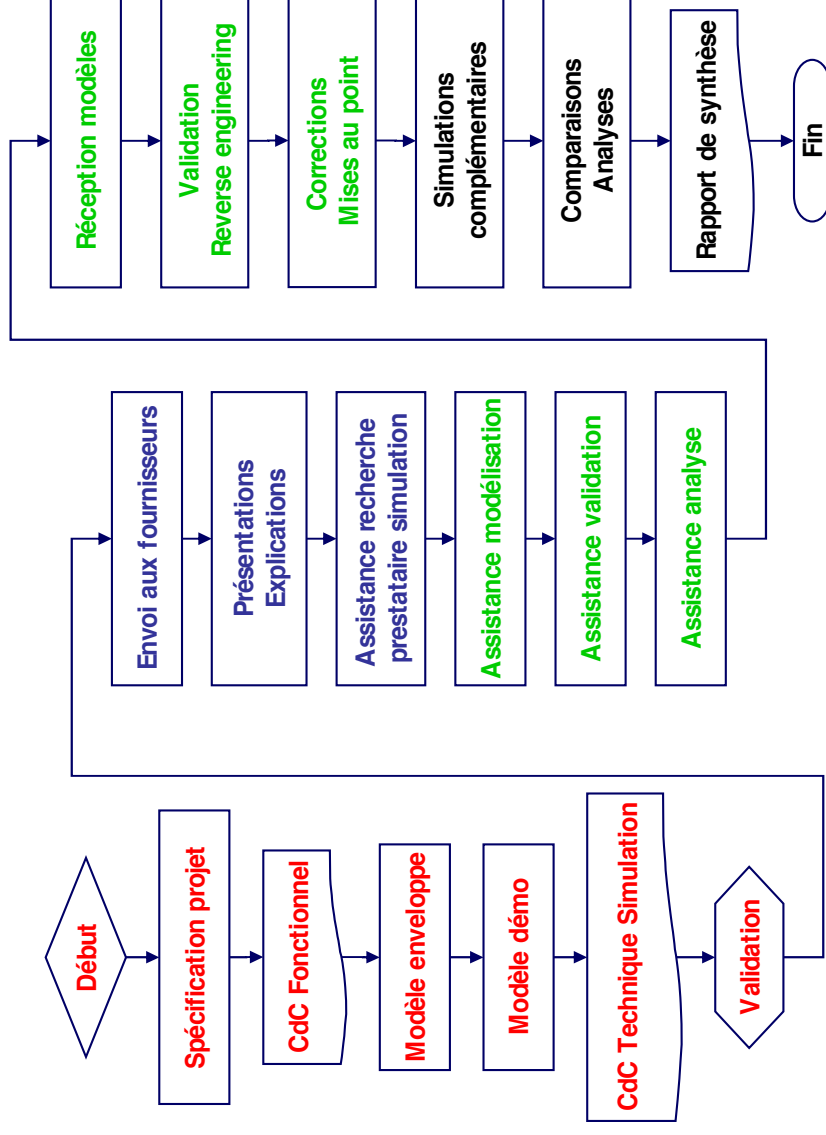
- Déterminer le nombre de robots de transport nécessaires à la réalisation des missions
- Tester la capacité des ascenseurs dédiés à traiter le flux



Rédaction d'un Appel d'Offres : choix d'un fournisseur de laboratoire de biologie automatisé

Objectifs

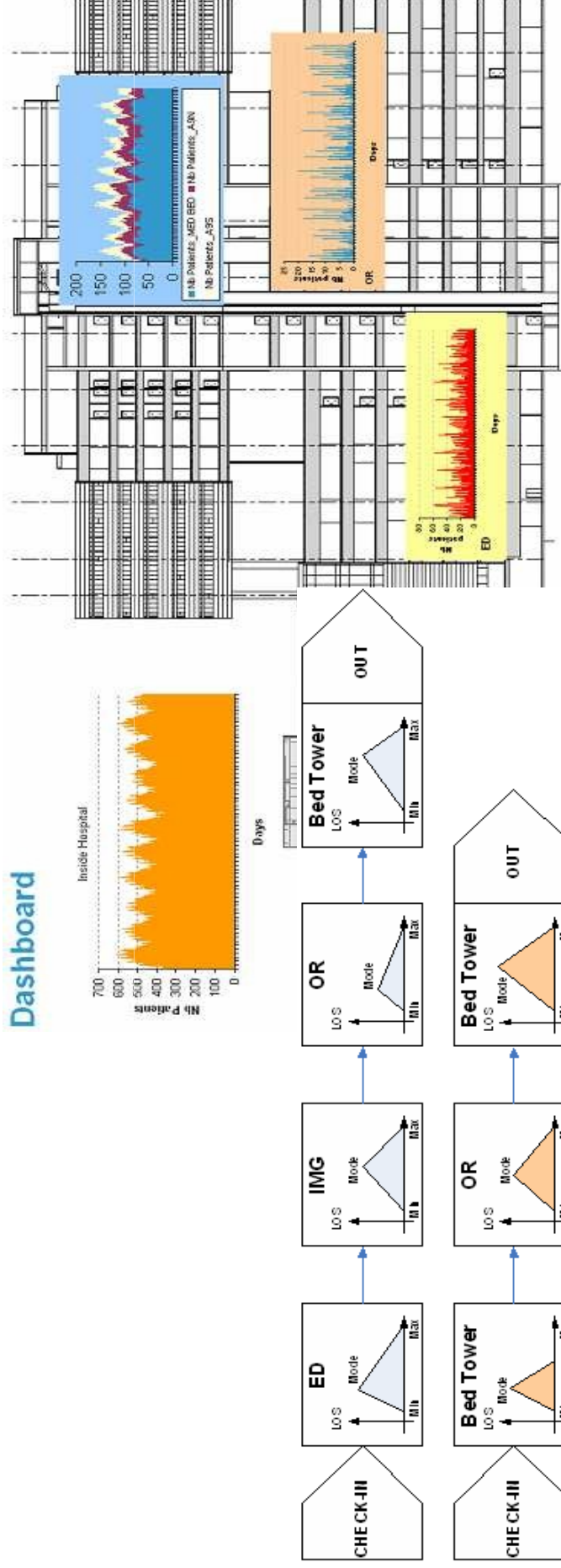
- Aider à la formalisation des futurs processus et des données
- Mettre en place un cadre commun de comparaison pour tous les fournisseurs
- Evaluer objectivement et scientifiquement la performance des installations proposées



Objectifs

- Valider la conception générale de l'hôpital
- Evaluer les flux de patients inter-départements
- Identifier les problématiques liées aux variations de volumes de patients en cours d'année

Dashboard



En synthèse

Les outils de simulation dynamiques des flux

Optimisent	<i>Environnement incertain Variabilité sur les flux</i>
Répondent aux questions : « Qu'est-ce qui se passe si ? »	<i>Scénarios Options alternatives</i>
Gèrent les risques	<i>Prennent en compte des aléas (ruptures, pannes, absences, ...)</i>
Fournissent une représentation visuelle de la réalité	<i>Sur un horizon variable et paramétrable</i>
Permettent de dimensionner des capacités	<i>Personnel, ressources , équipements, transports, véhicules,...</i>
Suscitent le dialogue autour d'un modèle	<i>Outil qui permet l'échange technique et étayé autour d'un projet</i>

Guide Consulting

Vos remarques / questions ?

Gilles Cavelan

gc@guide-consulting.com

9, Parc de la Bièvre – 94240 L'Haÿ les Roses
Tél : 33 1 49 73 09 05 / Fax : 33 1 49 73 28 31