

2

LES PHASES DE SIMULATION DE VALIDATION DE CONCEPTION

Le titre de ce chapitre n'est pas neutre. Les simulations ne sont jamais un outil de conception automatique mais permettent seulement, à la fin de l'étude mais avant toute réalisation, de vérifier, à partir des hypothèses retenues et des principes envisagés, que l'on atteint bien les résultats et les performances attendus. Ceci reste vrai quelles que puissent être la qualité et la sophistication des outils et des acteurs mis en œuvre.

Par ailleurs, une simulation ne sera valable que si le modèle utilisé et les paramètres qui l'accompagnent sont eux-mêmes valables. Les Anglo-Saxons disent de façon très claire et très lapidaire : "Garbage in, garbage out". Ce qui, traduit en français courtois, pourrait donner : "À modèle et données faux, résultats faux".

Les logiciels de simulation peuvent être classés en deux grandes catégories :
les logiciels dédiés à des équipements particuliers ;

les logiciels généraux permettant d'appréhender les phénomènes stochastiques.

1. LES LOGICIELS DÉDIÉS

Ces logiciels ont été développés par les constructeurs de chariots, de transtockeurs ou de robots, voire par certaines ingénieries. Ils ont en mémoire l'ensemble des caractéristiques des matériels concernés (vitesses, rampes d'accélération et de décélération, séquences des mouvements types, etc.) et les modèles dynamiques correspondants.

Par exemple, pour réaliser la simulation de l'exploitation d'un magasin avec des chariots grande hauteur, il suffit d'introduire les données propres au magasin comme : le nombre d'allées, la longueur des allées, la hauteur du palettier, la nature ou les temps des prélèvements, etc.

La simulation calculera les performances que l'on est en droit d'attendre en nombre de missions par heure ou un taux d'engagement des équipements. Il sera ainsi possible de vérifier que le nombre prévu de chariots ou de transtockeurs est pertinent.

Généralement, les simulateurs de cette classe sont dédiés à un seul type de matériel du catalogue du constructeur, il y aura donc autant de simulations que d'équipements différents. Ils permettent néanmoins d'éviter beaucoup de calculs. Par ailleurs, comme ces outils sont purement analytiques, il convient de bien connaître les lois régissant les mouvements et il faut que ceux-ci ne fluctuent pas trop. Ce genre de simulateurs est surtout adapté à des installations ou parties d'installation monoéquipement.

Une simulation de ce type s'effectue en quelques dizaines de minutes.

Chez certains constructeurs, le simulateur traite uniquement des temps théoriques avec des engagements de 100 % ; alors que chez les autres, il intègre un coefficient correcteur, variant de 0,15 à 0,25, qui transforme les temps théoriques des équipements en temps réalistes. On parle quelquefois dans ce cas de coefficient de productivité. Il est nécessaire de bien tenir compte de cette particularité lors d'une étude comparative.

Quelques logiciels existants ont une fonctionnalité supplémentaire qui permet d'esquisser très rapidement un nouveau scénario d'implantation de magasin, cette opération s'effectuant avant la simulation proprement dite. Il devient ainsi possible de comparer l'influence de l'implantation sur la productivité du magasin en conception.

2. LES LOGICIELS GÉNÉRAUX

Une première génération de langages de simulation, très puissants mais strictement réservés à des spécialistes de haut niveau, est apparue sur le marché dans le courant des années 80 (Q-NAP de l'INRIA, SLAM/SIMAN de Pritsker, SIMULA de Nygaard Dahl, etc.). Ensuite, des logiciels beaucoup plus conviviaux et accessibles à tout bon technicien sont arrivés (SIMAN/CINEMA, CADENCE, WITNESS, AUTOMOD, etc.). Ils sont particulièrement bien adaptés à la simulation de projets transitiques qui doivent acheminer des flux très aléatoires.

Bien utilisés, les simulateurs permettent des dimensionnements très fins. Une fois encore il est nécessaire de prendre suffisamment de recul lors des simulations. Pourquoi s'acharner à trouver une solution ultra-précise alors que les données du problème varieront sans aucun doute très sensiblement dans les mois ou les années suivant la conception ?

2.1 Les différentes classes

Quelques simulateurs sont basés sur la résolution d'équations de Forrester et traitent bien le problème des variations continues ; les autres utilisent la théorie des files d'attente et les lois d'Erlang, ils peuvent décrire avec précision des événements bien

précis mais demandent des temps de calculs quelquefois importants pour des process rapides. Ce défaut tend à s'estomper rapidement par l'amélioration des logiciels et par la montée en puissance du matériel informatique.

Certains simulateurs possèdent d'origine des bibliothèques de modèles : chariots, transtockeurs, convoyeurs, chariots filoguidés, etc. Certains ont des fonctions graphiques évoluées qui animent des vues synoptiques, en couleurs, montrant les équipements en train de se déplacer. Cette fonction n'apporte rien à la valeur de la simulation mais elle favorise grandement le dialogue entre les différents participants au projet, et notamment avec les futurs exploitants.

Une simulation de ce type nécessite plusieurs jours ; pour un site complexe, elle peut atteindre plusieurs semaines. Il y a donc lieu de faire appel à une simulation uniquement dans les cas où elle est utile et quand elle est bien préparée. Il est également recommandé de faire appel à de véritables spécialistes de la simulation qui pratiquent ce genre d'étude plusieurs fois par an.

La courbe ci-après (figure 2.1) montre la simulation d'un stock tampon en amont d'un aiguillage convergent. L'analyse de cette courbe d'Erlang va permettre de déterminer la capacité optimale de ce tampon.

2.2 La démarche d'une simulation

La démarche à suivre est très rigoureusement la suivante :

- réflexion et formalisation de ce qu'on attend précisément de la simulation
- choix des scénarios à valider
- établissement d'un modèle correspondant au projet
- validation du modèle lui-même en le testant sur des jeux d'essais dont les résultats sont connus d'avance, on parle quelquefois de calibrage du modèle
- corrections éventuelles du modèle
- exploitation du modèle, c'est-à-dire simulations proprement dites
- analyse des résultats
- synthèse et conclusions
- itération après modification des données d'entrée ou du modèle en cas de résultats non-conformes aux attentes.

Une simulation s'impose dans les installations un peu complexes où les flux sont sujets à de forts aléas ; et dès lors que l'on ne peut plus raisonner sur des moyennes. Elle va permettre de vérifier le dimensionnement des équipements mais aussi celui des stocks tampons.

Un exemple type où une simulation s'avère indispensable est celui d'un réseau un peu compliqué de chariots filoguidés. Certains concepteurs pourraient être tentés de faire l'impasse sur cette phase d'étude supplémentaire. Ils décident de prévoir un nombre de chariots plutôt bas par économie, ou plutôt haut par prudence en projetant de corriger le tir plus tard, par le rajout de nouveaux chariots ou le retrait de ceux qui semblent inutiles.

Si la conception du réseau ne convient pas ou convient mal à l'exploitation souhaitée, l'ajout de nouveaux chariots peut diminuer le trafic en embouteillant

inutilement le circuit. À une configuration de réseau donnée et à une exploitation donnée correspond un nombre optimal de chariots pour un trafic maximal. Ce nombre est impossible à déterminer par calcul, la simulation dans ce type de problème est vraiment irremplaçable. Mieux vaut dépenser quelques jours supplémentaires et quelques milliers d'euros en phase d'étude que de dépenser des sommes, hors de comparaison, pour reprendre un investissement.

Les scénarios de la simulation pourront s'appliquer non seulement à l'exploitation normale mais également aux modes de marche perturbée. La robustesse d'une installation pourra ainsi être mesurée en simulant l'indisponibilité d'un équipement pendant le temps présumé nécessaire à sa remise en service. La mesure sera donnée par la taille des accumulations résultantes et / ou des pertes de production.

La figure 2.1 montre le résultat de la simulation du taux d'occupation d'une accumulation se situant en amont d'un aiguillage divergent. Le concepteur choisira sans doute de dimensionner ce stock tampon à 4 ou 5 places pour résoudre 98 ou 99 % des occurrences.

2.3 Les études de sensibilité

Les études de sensibilité sont des simulations dans lesquelles on ne fait varier qu'un seul paramètre d'entrée à la fois pour examiner l'influence de cette variation sur les résultats. Ce genre d'étude permet, par exemple, de discriminer les équipements critiques ou au contraire les équipements sous-utilisés. Cela permet aussi d'analyser les variations non linéaires à proximité des sauts de la courbe.

Une application pratique dans le domaine des magasins est l'étude des variations de taille des tournées de préparation : quelle est la taille optimale ? Plutôt grande pour pouvoir mieux optimiser ou plutôt petite pour avoir une meilleure réactivité ?

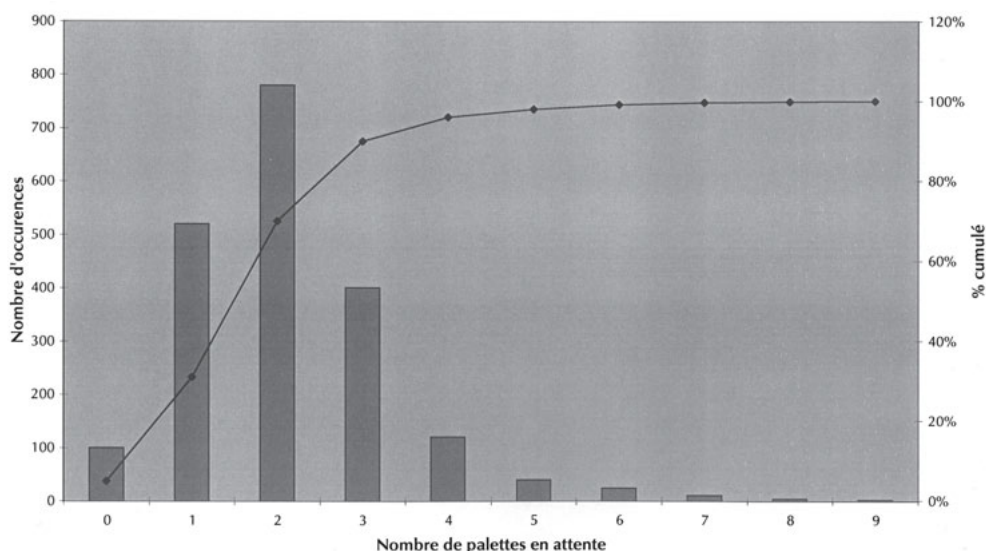


Figure 2.1 – Simulation d'une accumulation en amont d'un divergent