

APPORT DE LA SIMULATION DANS L'AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DES PROCESSUS DE PRODUCTION DE BIENS ET DE SERVICES

Exposé invité de
Vincent GIRARD

Professeur de Gestion

LAMSADE - Université Paris-Dauphine - Place du Maréchal de Tassigny - F 75775 Paris Cedex 16 -
vincent.giard@dauphine.fr - **Web** : <http://www.lamsade.dauphine.fr/~giard/>

Pour les gestionnaires, la performance d'un processus (ou d'un ensemble de processus) s'apprécie conjointement sous l'angle de l'efficacité, mesurée par des indicateurs physiques de résultats du fonctionnement du processus dans certaines conditions d'utilisation, et de l'efficience, mesurée par des coûts (ou des inducteurs physiques de coûts) induits par les ressources mobilisées pour atteindre une certaine efficience. Dans les systèmes productifs réels, la performance est constatée et dépend de nombreux facteurs : conception du système physique, règles de pilotage, caractéristiques de la demande... La préoccupation des gestionnaires, lorsqu'ils s'intéressent aux problèmes de production, est d'en améliorer la performance en jouant sur la conception des processus (et donc sur les ressources mobilisées) et sur celle des règles de pilotage. Ces décisions d'amélioration s'appuient toujours sur une représentation d'un système productif destinée à «anticiper» les conséquences des décisions – instrumentées dans la représentation par des variables d'action – sur la performance de ce système, mesurée à partir de variables d'état liées par une série de relations (modèle) aux variables de commande. Ces relations utilisent un ensemble de paramètres (demandes, durées, coûts...) et se veulent une simplification acceptable du «comportement» du système étudié.

La recherche opérationnelle s'intéresse à cette problématique décisionnelle en travaillant sur des problèmes partiels définis soit en univers aléatoire en régime stationnaire (modèles de gestion des stocks...) ou en univers certain (ordonnancement...) et cherche à en améliorer le réalisme par le biais d'hypothèses moins restrictives. Les modèles stochastiques, s'ils ne sont pas trop compliqués, conduisent à des solutions analytiques optimales, tandis que la recherche de la solution optimale de modélisation définie en univers certain repose plutôt sur des méthodes génériques de résolution. Les avancées opérées ces dernières décennies sont importantes en termes de publications mais avec des retombées opérationnelles limitées. Sans sous-estimer les difficultés de «transfert technologique», deux raisons importantes peuvent être avancées pour expliquer ce décalage. La première réside dans le caractère irréaliste de certaines hypothèses retenues, qui est souvent induit par une trop grande distance du chercheur avec le terrain et par certains effets pervers des mécanismes d'évaluation de la production scientifique (ces deux facteurs n'étant pas indépendants). Une autre raison tient à la décomposition cartésienne de problèmes complexes interdépendants, conduisant à une perte de vision d'ensemble et à une focalisation sur des problèmes partiels pouvant s'appuyer sur des démarches éprouvées.

La modélisation/simulation de processus, introduite il y a une quarantaine d'années dans la communauté du génie industriel, constitue une approche complémentaire des précédentes. Elle n'a pas pour vocation de les remplacer lorsqu'il s'agit, par exemple, de proposer des solutions analytiques optimales de problèmes stochastiques définis en régime de croisière ou de se substituer à la formulation de problèmes statiques ou dynamiques définis en univers certain. Quelques usages classiques de cette approche peuvent être évoqués :

- Elle permet de tester la robustesse d'une solution trouvée en univers certain, notamment en remplaçant des paramètres par des variables aléatoires, en explicitant des relations dynamiques, en modifiant la granularité spatiale et temporelle de la représentation.
- Elle est utilisée classiquement dans l'industrie pour vérifier la cohérence d'une solution nouvelle caractérisée par une combinaison inédite de ressources matérielles, humaines,

informationnelles et procédurales, devant faire face à une demande de caractéristiques précises.

- Elle est parfois utilisée pour tester le comportement d'ensemble de mécanos de solutions optimales. Le second exemple utilisé dans la suite s'inscrit dans cette mouvance.

La modélisation/simulation de processus offre d'autres possibilités. Nous examinerons plus particulièrement **deux applications**. Leur point commun est un usage de cette instrumentation de type «paillasse» destiné pour mieux décortiquer certains problèmes complexes, mettre en évidence des relations de causalité et apporter des pistes de réponse à des problèmes opérationnels. Le point de vue que nous défendrons n'est pas celui d'un rejet des approches «traditionnelles» mais celui d'un élargissement des approches mobilisables pour améliorer la compréhension des problèmes de génie industriel et les réponses apportées aux défis du terrain.

Le premier exemple que nous examinerons est celui de la détermination de la capacité d'une unité de production, en partant du cas le plus simple (où l'on verra que la capacité est une variable aléatoire), au cas plus complexe de la capacité d'une unité organisée en *job shop*. Ce problème est traité en «revisitant» l'usage des techniques de simulation initiées par Conway, Maxwell et Miller dans leur étude séminale de la performance des règles d'ordonnancement. En partant d'un exemple générique, on définit un protocole permettant de déterminer un taux maximal d'arrivée de commande (processus de Poisson), compatible avec un régime de croisière, chaque commande utilisant aléatoirement l'une des gammes prédéfinies, avec des temps opératoires aléatoires. Cette démarche permet, en modifiant des facteurs sous contrôle (taille des stocks intermédiaires, structure de la demande...) de mettre en évidence des facteurs qui influent sur la capacité du système productif étudié. Cette expérimentation remet en cause certaines «certitudes» sur les goulots d'étranglement.

Le second exemple illustrant un autre usage de la modélisation/simulation de processus peut être trouvé dans un travail de modélisation d'un couplage de deux maillons d'une chaîne logistique. Un même problème générique se retrouve sous deux formes dans la chaîne logistique automobile où se pose des problèmes liés à la diversité (composants alternatifs montés sur un poste d'assemblage). Le premier lorsque l'on examine l'approvisionnement de moteurs pour une ligne d'assemblage de véhicules automobiles effectué par lot de moteurs identiques, le second, lorsque l'on examine l'impact du lotissement des carters livrés dans l'usine assemblant les moteurs, sur l'ordonnancement de la production. Dans les deux cas, on couple en simulation des pilotages locaux – optimaux localement. La simulation permet de mettre en évidence des problèmes d'interface non identifiés par ni par les chercheurs (du moins à notre connaissance), ni par les opérationnels (qui se surprotègent par des stocks de sécurité pour des risques mal identifiés). La simulation seule permet d'apporter une réponse au problème opérationnel posé et d'aborder l'incidence de facteurs jouant sur l'importance de ces stocks de sécurité (niveau de la variété, degré d'équi-répartition des références alternatives...).