



Annoncez des dates de livraison fiables grâce à la simulation de Monte-Carlo

28 octobre 2026, 11:00

Pascal Pollet

Utilisez Monte-Carlo pour intégrer l'incertitude dans votre promesse de livraison

Un calcul basé sur le débit moyen ne tient pas compte des fluctuations quotidiennes de votre production. Une simulation de Monte-Carlo permet de visualiser cette incertitude. Vous pouvez ainsi utiliser la production historique pour calculer une date de livraison adaptée au niveau de fiabilité souhaité.

Envie de tester la simulation de Monte-Carlo??

Vous souhaitez tester cette méthode par vous-même?? Demandez à notre expert Pascal Pollet un modèle simple de simulation de Monte-Carlo sous Excel.

[Contactez notre expert](#)

Du débit moyen aux dates de livraison fiables

Dans l'[article précédent](#), nous avons calculé le délai d'attente estimé à partir de deux données?: la charge de travail actuelle et le débit moyen.

Temps d'attente estimé = charge de travail en attente / débit moyen

Pour parvenir à une promesse de livraison fiable, nous y avons ajouté une marge de sécurité. Il s'agit volontairement d'une approche simple. Une règle de planification doit être simple à comprendre, à utiliser et à maintenir. Un calcul plus complexe n'a de sens que s'il permet de prendre de meilleures décisions.

Mais une marge de sécurité fixe reste une approximation. Une commande qui attend cinq jours est exposée moins longtemps aux perturbations qu'une commande qui attend cinquante jours. Pensez aux pannes, aux problèmes de matériaux ou aux fluctuations de la production quotidienne. La marge de sécurité nécessaire dépend donc souvent du temps d'attente estimé.

Un facteur de sécurité fixe ne résout lui aussi que partiellement ce problème. Supposons que vous multipliez systématiquement le temps d'attente par 1,2. Vous partez alors du principe que l'incertitude augmente proportionnellement au temps d'attente. Là encore, il ne s'agit que d'une approximation.

Nous recherchons donc une méthode dans laquelle la marge de sécurité nécessaire s'adapte automatiquement à la situation actuelle. C'est là que la simulation de Monte-Carlo entre en jeu. L'idée sous-jacente est étonnamment simple?: cette méthode permet de visualiser l'incertitude entourant le délai de réalisation estimé et de déterminer la marge de sécurité nécessaire à partir de données historiques.

D'une moyenne à des milliers de scénarios possibles

Une moyenne masque les fluctuations quotidiennes de votre production. Supposons qu'un système de production termine en moyenne 50 pièces par jour.

Le débit quotidien réel peut, par exemple, être le suivant?:

Jour	Débit réel
1	43 pièces

Jour	Débit réel
2	51 pièces
3	47 pièces
4	56 pièces
5	49 pièces
...	...

Avec une charge de travail de 1 200 pièces, la moyenne donne le temps d'attente suivant: **1 200 / 50 = 24 jours**. Mais ces 24 jours ne constituent qu'une estimation moyenne. Que se passe-t-il si vous enchaînez plusieurs journées où le débit quotidien est inférieur à la moyenne?? Le délai sera alors plus long. À l'inverse, une succession de journées plus productives permettra de terminer plus rapidement. Une simulation de Monte-Carlo reproduit ces différents scénarios possibles.

Comment fonctionne une simulation de Monte-Carlo??

Nous partons de la charge de travail actuelle et du débit quotidien historique. Pour chaque journée simulée, nous sélectionnons aléatoirement un débit journalier parmi les données historiques. Nous soustrayons ensuite cette quantité de la charge de travail restante. Nous répétons cette opération jusqu'à ce que toute la charge de travail ait été traitée.

Un cycle de simulation peut, par exemple, se présenter comme suit?:

Journée simulée	Débit sélectionné aléatoirement	Charge de travail restante
Début	—	1 200
1	48	1 152
2	53	1 099
3	44	1 055
4	57	998
...	...	...

Le nombre de jours nécessaires correspond au temps d'attente estimé pour cette simulation. Une seule simulation apporte peu d'informations. C'est pourquoi nous répétons le calcul, par exemple, 10 000 fois. Chaque simulation repose sur une nouvelle sélection aléatoire de débits journaliers historiques. Le résultat? Non pas un temps d'attente estimé unique, mais une distribution de temps d'attente possibles.

Principe n°1: faites de la fiabilité des livraisons votre point de départ

La fiabilité des livraisons ne doit pas être le résultat fortuit de la date de livraison choisie. Déterminez d'abord le niveau de fiabilité que vous souhaitez atteindre, puis déduisez-en le délai de livraison correspondant. Une simulation de Monte-Carlo permet de concrétiser ce choix. Les résultats peuvent, par exemple, être les suivants:

Fiabilité des livraisons souhaitée	Temps d'attente simulé
50%	24 jours
85%	27 jours
95%	29 jours
99%	32 jours

La médiane est ici de 24 jours ouvrables. Dans la moitié des simulations, la charge de travail est traitée dans ce délai. Dans l'autre moitié, cela prend davantage de temps. Vous souhaitez atteindre une fiabilité des livraisons de 95%? Dans cet exemple, vous retiendrez alors un délai de 29 jours ouvrables. La marge de sécurité implicite est donc de cinq jours ouvrables.

La différence avec la méthode précédente est importante. La marge de sécurité n'est plus définie à l'avance comme un nombre fixe de jours. Elle découle directement de la dispersion des temps d'attente simulés. Elle s'adapte ainsi automatiquement à la charge de travail actuelle et aux variations observées dans les données historiques.

La simulation décrite ci-dessus calcule le temps d'attente jusqu'à ce que la nouvelle commande arrive à son tour. Pour déterminer le délai de livraison complet, il faut également tenir compte du temps nécessaire au traitement de cette nouvelle commande. Vous pouvez ajouter le temps de traitement après la simulation. Vous pouvez également intégrer directement le volume de la nouvelle commande à la charge de travail simulée.

Principe n°2: ne considérez pas les commandes urgentes comme des exceptions

Les commandes urgentes reviennent-elles régulièrement?? Dans ce cas, votre promesse de livraison doit en tenir compte de manière explicite. Ce principe s'applique également à la simulation de Monte-Carlo. Les futures commandes urgentes ne figurent pas encore dans votre charge de travail actuelle. Pourtant, de nouvelles commandes urgentes arriveront pendant le temps d'attente et seront traitées en priorité.

La solution la plus simple consiste, pour les commandes normales, à ne pas utiliser le débit quotidien total, mais le débit historique réellement disponible pour les commandes normales. L'impact des commandes urgentes est ainsi déjà intégré dans les données. La distribution quotidienne peut, par exemple, être la suivante: **32, 41, 38, 47 et 39 pièces normales**.

La simulation de Monte-Carlo sélectionne aléatoirement l'une de ces valeurs à chaque simulation. Elle tient compte non seulement de la part moyenne des commandes urgentes, mais aussi des fluctuations quotidiennes de cette part. Pour les commandes urgentes, vous pouvez exécuter une simulation distincte. Celle-ci se base sur la file d'attente des commandes urgentes et sur le débit total disponible.

Principe n°3?: privilégiez le modèle de capacité le plus simple qui fonctionne

La méthode de Monte-Carlo peut sembler sophistiquée, mais elle ne nécessite pas nécessairement un modèle de production complexe. Vous n'avez pas besoin de construire une distribution de probabilité distincte pour chaque machine. Trois données de base peuvent suffire?:

1. La charge de travail pertinente actuelle
2. Le débit quotidien historique
3. Le niveau de fiabilité des livraisons souhaité

Votre débit historique constitue ainsi un ensemble de journées de production représentatives. En sélectionnant à plusieurs reprises des valeurs dans cet historique, vous n'avez même pas besoin de supposer une distribution de probabilité théorique. N'ajoutez des détails que lorsque c'est vraiment nécessaire.

Si les familles de produits présentent des flux de production ou des débits structurellement différents, vous pouvez effectuer une simulation distincte pour chacune d'elles. En revanche, si les différences sont limitées, cette subdivision rendra le modèle plus difficile à maintenir.

Un simple tableur suffit pour réaliser une simulation de Monte-Carlo

Vous n'avez pas nécessairement besoin d'un logiciel de planification spécialisé. Un simple tableur permet déjà d'exécuter des milliers de simulations. Le 95e percentile des résultats correspond alors au temps d'attente associé à une fiabilité des livraisons de 95?%. Si vous intégrez également la nouvelle commande dans la simulation, vous obtenez directement le délai de livraison correspondant.

Utilisez des données historiques représentatives

La simulation repose sur l'hypothèse que les débits historiques constituent une bonne approximation de la production future. N'utilisez donc pas de données provenant d'une période fondamentalement différente de votre situation actuelle. Avez-vous, entre-temps, ajouté une équipe supplémentaire?? Un goulot d'étranglement important a-t-il été supprimé?? Ou votre gamme de produits a-t-elle fortement évolué?? Vérifiez alors quelles données historiques restent représentatives.

Choisissez également une période suffisamment longue. Quelques semaines peuvent, par hasard, être exceptionnellement bonnes ou mauvaises. Une période plus longue intègre davantage de fluctuations normales. À l'inverse, évitez de remonter trop loin dans le temps. Des données trop anciennes risquent de décrire un système de production qui ne correspond plus à votre situation actuelle.

Quand cette méthode est-elle adaptée??

La simulation de Monte-Carlo s'appuie directement sur la méthode fondée sur la charge de travail présentée dans l'[article précédent](#). Elle convient donc aux mêmes environnements de production, dans lesquels la plupart des commandes suivent un parcours de production similaire. Dans ce cas, le délai de réalisation dépend principalement de la quantité de travail restant à traiter.

Vos commandes suivent-elles des routages très différents?? Mobilisent-elles des centres de travail différents?? Dans ce cas, cette méthode est moins adaptée. Dans un environnement complexe de type job shop, la charge totale de travail ne permet pas d'estimer de manière suffisamment fiable le temps d'attente d'une commande donnée.

En résumé

Une simulation de Monte-Carlo permet de déterminer un délai de livraison fiable à partir des fluctuations historiques de votre production. Vous commencez par définir le niveau de fiabilité des livraisons souhaité. La simulation détermine ensuite le temps d'attente correspondant. Votre marge de sécurité s'adapte ainsi automatiquement à la charge de travail actuelle et aux fluctuations de la production.

Conclusion?: intégrez l'incertitude à vos prévisions

Une moyenne fournit un seul temps d'attente estimé, mais la production ne suit jamais exactement cette moyenne. Une simulation de Monte-Carlo permet de visualiser cette incertitude et de l'associer au niveau de fiabilité des livraisons souhaité. Vous obtenez ainsi une promesse de livraison dynamique, sans devoir mettre en place, d'emblée, un modèle de capacité complexe.

De la charge de travail actuelle à la charge de travail future

Une simulation de Monte-Carlo affine la méthode fondée sur la charge de travail en intégrant explicitement l'incertitude. La marge de sécurité nécessaire n'est plus définie comme une valeur

fixe, mais directement déterminée à partir de la distribution de probabilité simulée. Cette méthode suppose toutefois, elle aussi, que la charge de travail actuelle constitue une bonne mesure du travail à effectuer avant une nouvelle commande.

Dans le prochain article, nous nous intéresserons à des environnements de production plus complexes, dans lesquels les commandes suivent des routages différents et mobilisent différents centres de travail.

Conseil de lecture

Vous souhaitez approfondir les méthodes de prévision probabilistes?? Daniel S. Vacanti présente cette approche en détail dans *When Will It Be Done?*. Cet ouvrage montre comment les données historiques de flux permettent de prévoir les délais avec un niveau de fiabilité explicite.

Auteurs



Pascal Pollet