

Fonction maintenance

Gestion des pièces de rechange

Les leviers de l'optimisation

Optimiser la gestion des pièces de rechange de maintenance : comment identifier les leviers permettant à la fois de réduire les stocks tout en améliorant le taux de service des pièces de rechanges ...

L'optimisation de la gestion des pièces de rechange est un levier clé de performance des activités de maintenance. D'une part, la remise en fonctionnement des actifs après défaillance et donc leur disponibilité dépendent directement de la mise à disposition des pièces qui les composent. D'autre part, ces pièces représentent un poste important du budget de maintenance, tant en termes d'achats que de coûts logistiques (transport, stockage, manutention).

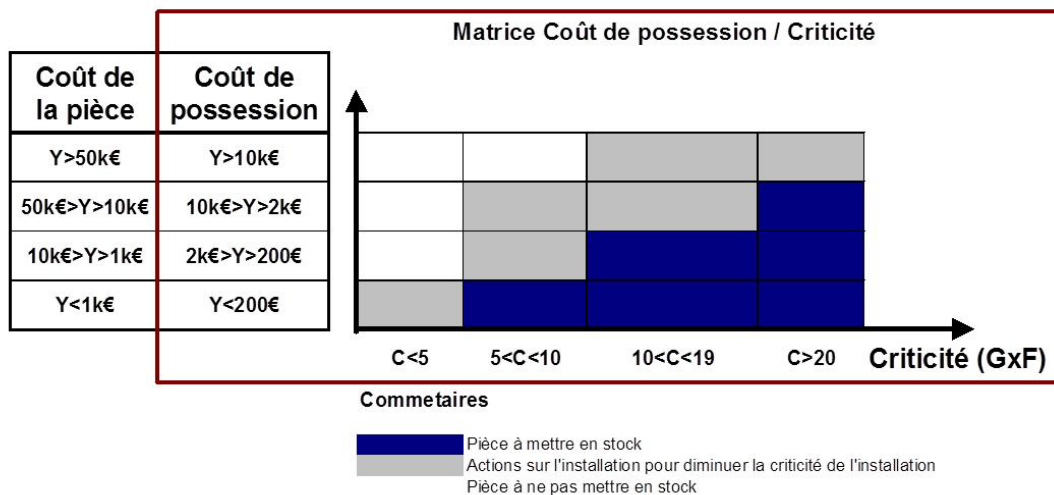
Il s'agit donc d'instruire le compromis entre une couverture de stocks élevée mais onéreuse, destinée à garantir une disponibilité importante (voire immédiate) des pièces et une couverture de stock insuffisante, susceptible d'engendrer des pertes de disponibilité des actifs (avec pour impact des pertes de production dans des sites manufacturiers ou des indisponibilités pour des actifs assurant un service, ex : infrastructure ferroviaire, parc de matériels de transport, ascenseurs...).

Exemple d'une grille de gravité :

Gravité (G)	
Echelle	Perte de production
7	$Y > 100\text{k€}$
5	$100\text{k€} > Y > 10\text{k€}$
3	$10\text{k€} > Y > 1\text{k€}$
1	$Y < 1\text{k€}$

Exemple d'une grille de fréquence :

Fréquence (F)	
Echelle	Perte de production
4	$Y > 1\text{f/an}$
3	$1\text{f/an} > Y > 1\text{f/3ans}$
2	$1\text{f/3ans} > Y > 1\text{f/5ans}$
1	$Y < 5\text{f/ans}$



Un programme d'optimisation des stocks de pièces de rechange devra donc s'attacher à identifier et prioriser les principaux leviers d'action susceptibles d'apporter les meilleurs potentiels de gains...tout en gardant à l'esprit que réduction des stocks et amélioration du taux de service des pièces de rechange ne sont pas antagonistes.

Les gisements sont importants tant sur les pièces de consommation courante que sur les pièces rarement utilisées

Ainsi, il est d'usage de constater que

- jusqu'à 80% des pièces de rechange tenues en stock sont rarement utilisées (pas de mouvement sur plusieurs années)
- 50% des surstocks seront obsolètes dans un délai de 4 ans
- 40% des surstocks sont liés aux achats initiaux et donc à une surestimation des besoins

I. Des leviers de progrès de natures diverses

Réduire la consommation de pièces de rechange

De manière évidente, le taux de défaillance des pièces de rechange est un facteur clé de leur consommation et par voie de conséquence du besoin d'en conserver une quantité suffisante en stock (cette quantité étant à pondérer en fonction du caractère critique de la pièce).

L'analyse des taux de défaillance des pièces les plus critiques devra donc mettre en évidence les principaux indicateurs qui les caractérisent :

- MTBF (« Mean Time Between Failure » ou Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement) et en particulier la dispersion des temps de bon fonctionnement autour du MTBF,
- Analyse de ces temps au regard des temps théoriques de fonctionnement donnés par les constructeurs, pour des conditions d'emploi données (qui peuvent différer des conditions d'utilisation réelles sur site).

De celle-ci doivent découler des actions de progrès auprès :

- des utilisateurs, pour comprendre les raisons des écarts entre durée de vie constatée et durée de vie théorique,
- des fournisseurs en cas d'écart significatif entre MTBF et durée de vie théorique,
- des acheteurs, pour identifier des pièces aux fonctions équivalentes mais disposant d'une longévité supérieure (tout en maîtrisant les coûts d'achat),
- des concepteurs desdites pièces de rechange dans l'objectif d'améliorer leur durée de vie.

* : l'utilisation de pièces de rechange prévues pour des entretiens programmés est par essence déterministe. Les quantités et dates pour ces besoins de type préventif peuvent ainsi être déterminés et planifiés à l'avance (exemple des grands arrêts dans l'industrie de process). C'est aussi le cas des pièces dites de consommation courante (visserie, quincaillerie), dont les besoins peuvent être évalués sur la base des consommations passées et gérés selon des règles d'approvisionnement classique (périodicité de commande fixe ou variable, quantité de commande fixe ou variable)

Déterminer les pièces de rechange à conserver en stock

Contrairement aux 2 types de pièces évoqués ci-dessus (pièces sur entretien programmé et pièces de consommation courante), le stock des pièces qui font l'objet de défaillances aléatoires a un dimensionnement plus complexe à réaliser.

Le choix de stocker ou de ne pas stocker ces pièces dépend de nombreux critères. Comme évoqué en introduction, le taux de défaillance et les conséquences des défaillances sont des éléments clés de décision. D'autres facteurs doivent être pris en compte, en particulier

- la durée de réparation ou d'échange avec une pièce en état,
- la nécessité de disposer d'une pièce en état pour faire le diagnostic,
- les coûts logistiques liés à la détention des pièces.

Un raisonnement basé sur l'expérience et sur des historiques de consommation peut permettre une optimisation significative des niveaux de stocks, en utilisant des classifications de type ABC tant pour les consommations que pour les valeurs stockées

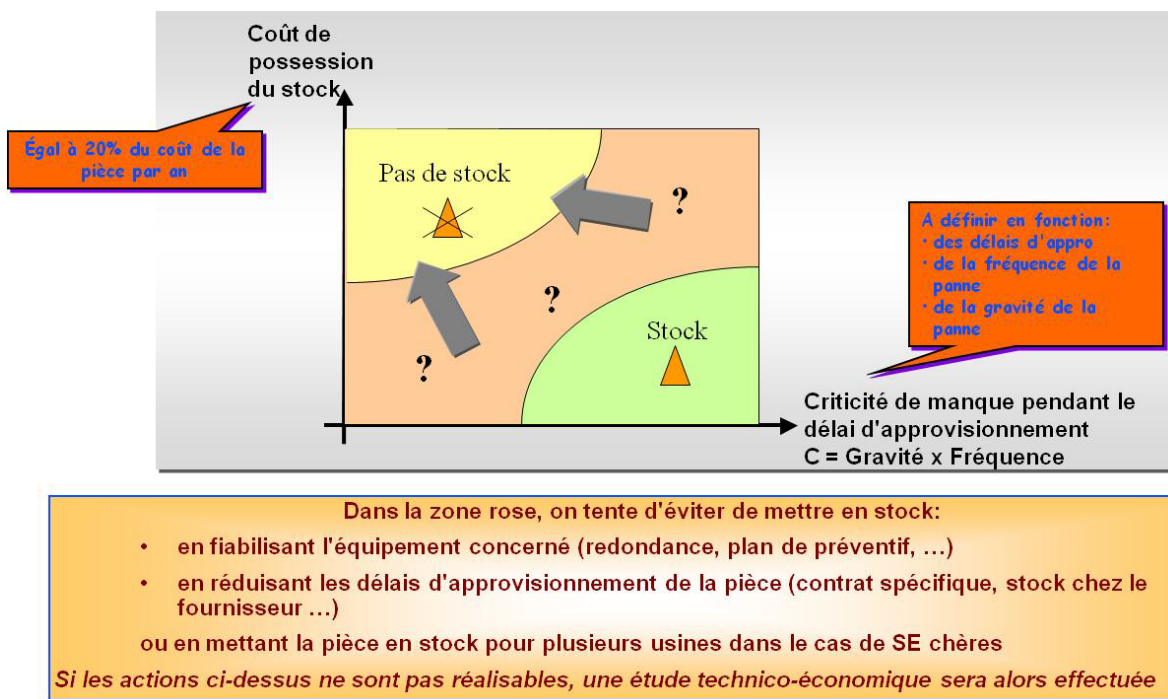
- redimensionnement à la baisse pour les stocks surdimensionnés,
- redimensionnement à la hausse pour les stocks sous-dimensionnés.

A titre d'exemple, on observe classiquement des taux de couverture très élevés pour les articles de consommation courante alors que, pour les articles critiques, ceux-ci peuvent s'avérer insuffisants.

Pour ces pièces dites critiques, les caractéristiques suivantes sont couramment constatées :

- une consommation annuelle moyenne faible (certaines pièces peuvent ne pas avoir été utilisées depuis plusieurs années). Ce sont typiquement des « *very slow movers* »,
- des prévisions de consommation qui peuvent difficilement être établies sur la base de modèles de prévision usuels,
- des coûts unitaires élevés et un poids significatif dans la valeur totale des stocks,
- des délais de réapprovisionnement (« *lead times* ») qui peuvent être longs (> 6 mois, voire davantage),
- un impact majeur sur la production en cas de défaillance et de rupture de stock (criticité forte), d'où un niveau de disponibilité attendu très élevé.

Le dimensionnement initial du stock de pièces critiques peut s'avérer complexe compte tenu de l'absence d'historiques et/ou de leur faible représentativité. Les recommandations des constructeurs peuvent être utilisées, mais elles devront être examinées avec d'autant plus d'attention que les surstocks de pièces critiques sont très souvent liés à leur surdimensionnement initial.



Utiliser des modèles probabilistes pour déterminer les niveaux de stock nécessaire par rapport à des objectifs de taux de service

Le dimensionnement d'un stock de pièces de rechange critiques peut s'appuyer sur des modèles probabilistes. La loi de Poisson s'applique assez bien à ce type de problématique, au moins pendant la phase de maturité de l'équipement (ie. hors périodes de début et de fin de vie). Pour rappel, selon

la distribution de Poisson, la probabilité qu'une variable de moyenne m prenne la valeur x entière, est égale à $f(x) = e^{-m} m^x / x!$.

En considérant $m = N * \lambda * T$ (N : Nombre d'équipements en maintenance, λ : taux de défaillance et T : période sur laquelle on souhaite évaluer la probabilité de défaillances), on obtient facilement la probabilité d'obtenir 0, 1, 2, ... défaillances durant l'intervalle de temps T .

On notera en particulier que $f(0) = e^{-m}$, c'est-à-dire que la probabilité de n'avoir aucune panne durant l'intervalle de temps T décroît avec m , de manière très marquée (si $m = 0$ alors $f(0) = 1$, si $m = 1$ alors $f(1) = 0.37$, si $m = 2$ alors $f(0) = 0.13$ (la probabilité de ne pas avoir de pannes pendant la période T est de 13% => 87% de « chances » d'avoir au moins une panne !)

Un certain nombre de conséquences pratiques peuvent être déduites de cette modélisation.

- Toute diminution du produit $N * \lambda * T$ entraîne une diminution de la probabilité de défaillance, ce dont on pourra se convaincre aisément par exemple si on fait diminuer le nombre d'équipements ou la période de calcul,
- En particulier, le nombre de pièces à tenir en stock pour assurer un niveau de service donné (= probabilité d'avoir suffisamment de pièces en stock) décroît en fonction du délai de réparation ou de réapprovisionnement de la pièce : on aura donc tout intérêt à rechercher des distributeurs et/ou des réparateurs à même de livrer et/ou de réparer les pièces de rechange dans des **délais les plus courts possibles**. On retrouve en cela l'analogie avec le dimensionnement de stocks de sécurité de produit finis, qui diminuent quand les délais de réapprovisionnement diminuent,
- A contrario, dans la mesure où le nombre de pièces est un nombre entier, le délai qui assure pour un nombre donné de pièces en stock un niveau de service attendu, s'exprime plutôt comme une plage de temps (en quelque sorte des classes de lead times). Ex : un taux de service de 95% avec 4 pièces en stock peut s'obtenir avec des plages de réapprovisionnement comprises entre 5 et 8 semaines,
- Les effets de parc sont significatifs : en effet, des parcs homogènes permettent de limiter le nombre de pièces à mettre en stock pour assurer un niveau de service donné. A titre d'exemple, si 2 pièces sont nécessaires pour assurer un niveau de service de 98% pour 1 équipement, il n'en faut que 4 pour assurer le même niveau de service avec 5 équipements.

Plusieurs leviers clés apparaissent d'ores et déjà

- Amélioration du MTBF des pièces de rechange,
- Réduction des délais de réparation et/ou de livraison des pièces de rechange,
- Augmentation de la taille des parcs et mutualisation des pièces.

II. Les modèles d'organisation des stocks de pièces de rechange

La mutualisation de stocks entre sites

L'organisation du réseau logistique des pièces de rechange doit permettre de rationaliser les coûts liés aux pièces de rechange (achat, transport, stockage, distribution) tout en assurant le service attendu par les sites utilisateurs.

On pourra s'en convaincre, au moins de manière qualitative, en envisageant 2 cas

- Cas 1 : 5 sites d'un même groupe industriel, utilisateurs d'une même pièce de rechange en provenance d'un même fournisseur (approvisionnements de chaque site en direct du fournisseur),
- Cas 2 : un site parmi les 5 joue le rôle de plate-forme de stockage et de distribution (réceptionne les pièces en provenance du fournisseur et les redistribue aux 4 autres sites, consolide les besoins en provenance des sites et gère les prévisions et les commandes vis-à-vis du fournisseur).

Par rapport au cas 1, le cas 2 présente les avantages suivants :

- Possibilité de massification du transport du fournisseur vers le site de distribution,
- Massification des achats et possibilité de bénéficier de conditions plus favorables,
- « Lissage » des consommations et de l'expression de besoins au fournisseur : le caractère erratique des consommations de chaque site peut être atténué par le cumul des consommations sur les 5 sites,
- Réduction des stocks de pièces de rechange. En effet, dans le cas où le lead-time fournisseur est supporté par le site de distribution et où celui-ci peut offrir des lead-time réduits aux 4 autres sites, une réduction globale des stocks de protection peut être obtenue. Pour chacun des 4 sites, la période T de réapprovisionnement est réduite permettant ainsi une diminution de la quantité à tenir en stock. Pour le site distributeur, le stock à tenir augmente (dans la mesure où il doit couvrir les défaillances de 5 sites), mais dans des proportions inférieures. Ce qui rend le bilan globalement favorable à la mutualisation.

Il convient en revanche de s'assurer que les coûts logistiques liés à ce maillon supplémentaire dans la chaîne de distribution des pièces de rechange ne sont pas supérieurs aux gains évoqués ci-dessus.

En outre, il n'est pas rare d'observer des dispositifs multi-niveaux de stockage, jusqu'à 4 niveaux de stockage pour tirer le meilleur parti de ces effets de mutualisation de stocks entre sites d'une même organisation.

La synergie avec les fournisseurs

Cette synergie peut également être recherchée auprès des fournisseurs de pièces (distributeurs, fabricants) via des stocks de consignment : en mutualisant les besoins et les stocks de plusieurs clients, les fournisseurs peuvent tout à la fois proposer un service à valeur ajoutée à leurs clients et leur permettre de réduire leurs niveaux de stock (sous réserve de pouvoir fournir les pièces dans des délais définis par avance et contractualisés). Là encore, il faudra s'assurer que le bilan est bien celui espéré.

Arnaud Meunier*

*Diplômé de l'Ecole Polytechnique et des Mines de Paris, Arnaud Meunier a démarré sa carrière chez Saint-Gobain comme ingénieur de fabrication. Il a mené de nombreux projets de transformation dans le domaine maintenance / MCO (organisation et planification de la maintenance, démarches de fiabilisation des équipements et de refonte des plans de maintenance, pilotage des stocks de pièces de rechange, aide au choix de GMAO...) dans de nombreux secteurs (SNCF infrastructures et matériels roulants, RFF, Ministère de la Défense, Michelin, EDF parc hydraulique, Elf Atochem, RATP, Getrag Ford). Il est aujourd'hui directeur au sein du cabinet Argon Consulting.

Changer les processus et les cultures

L'optimisation des stocks de pièce de rechange est une démarche qui vise à trouver le bon compromis entre dimensionnement des stocks et niveau de service attendu des pièces de rechange (fonction de leur impact sur l'appareil productif). Si la gestion des pièces de consommation courante est par nature plus facile à maîtriser, les pièces rarement utilisées (et qui sont souvent critiques pour la maintenance) impliquent une gestion différente basée sur une analyse de risques.

Dans tous les cas, des leviers de natures diverses doivent être explorés, en particulier...

- Achats : synergies entre sites utilisateurs, réduction des lead-times fournisseur ;

- Stockage : analyse des niveaux et des rotations de stocks, réduction des taux d'obsolescence, stockage sous-ensembles / composants ;
- Logistique : logique de mutualisation de stocks entre sites, mise en place de stocks de consignation chez le fournisseur ou sur site ;
- Conception : fiabilisation des équipements, homogénéité des parcs machines et des pièces de rechange.

...En prenant en compte la résistance naturelle des opérationnels de maintenance à se « séparer de leurs stocks de sécurité ». Il s'agira donc de faire changer les processus et les cultures de manière progressive pour en assurer l'appropriation par les opérationnels.