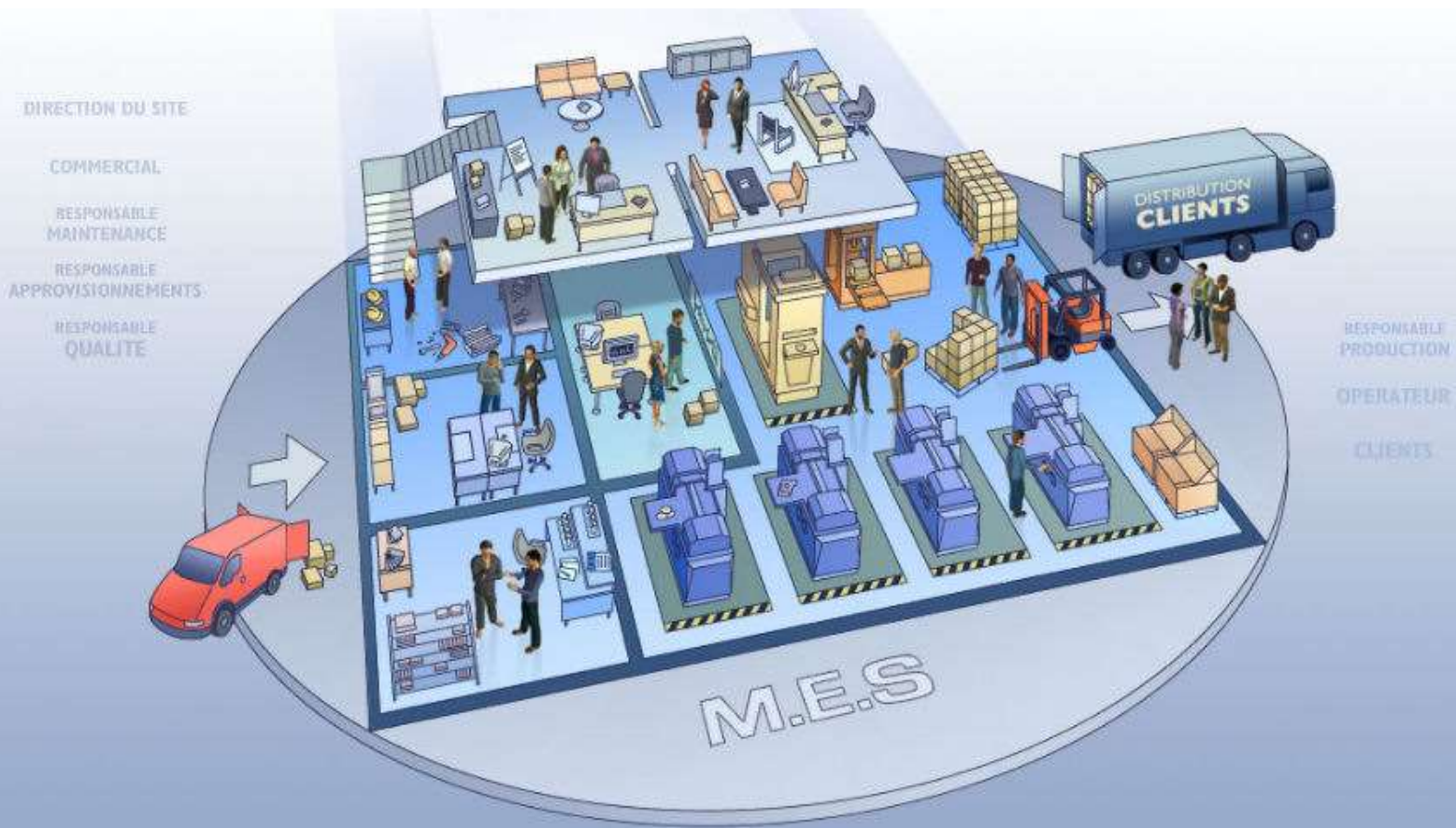


Le Club M.E.S.



Livre Blanc

Valorisation d'un projet MES.

Avertissement

L'information contenue dans ce document est la propriété exclusive du Club-MES sauf mention contraire. Ce document, en tout ou partie, ne peut être reproduit ou utilisé à des fins de création sans l'accord préalable écrit du Club-MES.

L'information contenue dans ce document est susceptible d'être modifiée sans préavis. Elle est fournie à titre documentaire uniquement.

Copyright Club-MES 2014 – Tous droits réservés

Table des matières

Avertissement.....	2
Table des matières	3
Sommaire	4
Périmètre.....	4
Identification des gains.....	6
Introduction.....	6
Mesure des gains	7
Organisation	7
Croissance	9
Accès à l'information	13
Opérations.....	14
Conformité à des normes contraignantes	20
Autres sources de gains.....	21
Identification des coûts.....	29
Coûts externes.....	29
Coûts humains internes	31
Formation des utilisateurs	33
Autres coûts internes	34
Retour sur Investissement.....	35
Méthodes d'évaluation.....	35
Retour d'expérience	39
Eléments de coût récurrents	41
Configuration métier	41
Maintenance matérielle et licences	41
Maintenance applicative	42
Annexes	43
Un mot sur les indicateurs de performance	43
Glossaire	48
Comité de rédaction	51
A propos du Club-MES	51
La commission contenu	51

Sommaire

Ce livre blanc est destiné à tout industriel qui souhaite investir dans un projet d'amélioration de la performance de ses outils de production.

A l'heure actuelle, un projet d'investissement doit faire l'objet d'une étude complète. Le volet technique décrivant les spécifications fonctionnelles et d'architecture (cahier des charges classique) doit être complété par un volet de justification financière valorisant les gains escomptés par la mise en œuvre du projet. Le volet de justification financière est souvent plus ardu dans la mesure où les chefs de projets techniques sont moins familiers avec les concepts qui le composent.

Ce document a pour objectif de guider dans la construction du dossier de justification financière du projet en se présentant comme une énumération structurée des éléments qui pourraient entrer en ligne de compte avec des indications sur la manière de calculer la valorisation des gains associés.

Le témoignage ci-dessous démontre que les solutions MES sont rapidement la source de gains de productivité. Le second témoignage montre que la conduite du changement, même si elle a un coût important, est une clé du succès d'un projet MES.

**Entretien avec Monsieur Sébastien PHILIPPE,
responsable production de SIDEO Bedeville (Dampierre-les-Bois).**

« Le TRS est l'objectif de chaque équipe ». « Avant (la mise en place du logiciel MES), on était à 60% de TRS, avec un bon suivi nous sommes toujours au-dessus de 70%, depuis 6 mois nous sommes même à 74% en moyenne ». Avant la mise en place du logiciel MES, « si l'on ne passait pas devant, parce que c'était de la grosse série, la presse pouvait rester arrêtée 10h sans que l'on ne s'en aperçoive ».

**Entretien avec un chef de projet MES d'une entreprise
métallurgique.**

En fin de projet, nous nous sommes rendu compte que l'accompagnement au changement avait été largement sous-estimé. Aujourd'hui, nous recommanderions de prévoir un budget représentant 25% des coûts internes du projet pour l'accompagnement au changement. Les ressources humaines doivent être partie prenante de ce type de projets.

Périmètre

D'une façon générale, le document couvre les projets MES/MOM (Manufacturing Execution System/Manufacturing Operations Management).

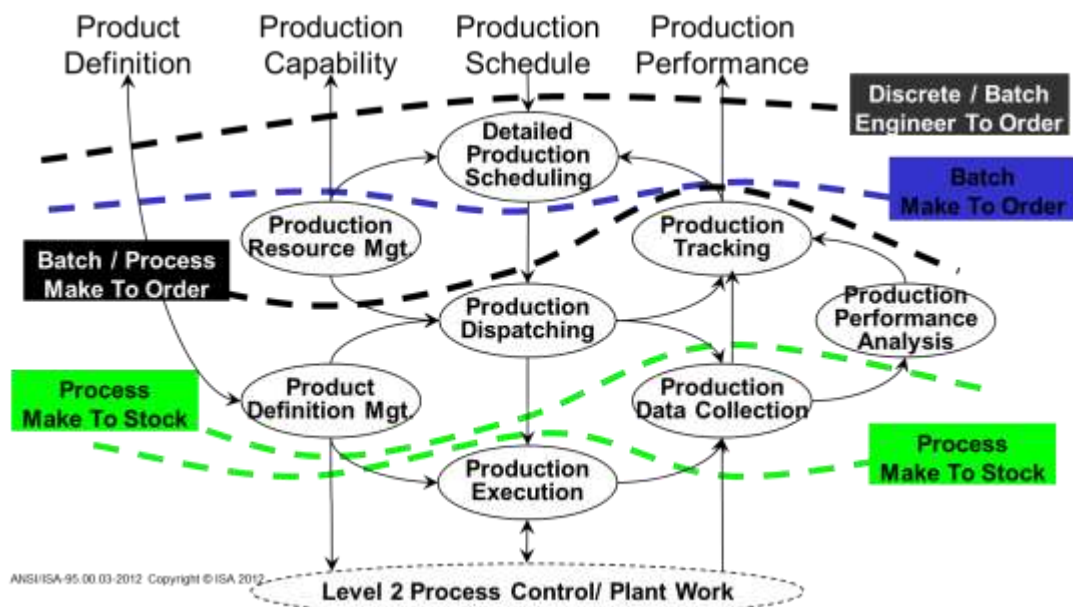


Figure 1

Le schéma ci-dessus donne un aperçu de la frontière MES/MOM versus ERP dans le diagramme d'activités défini par le modèle ISA-95.

Il montre que la frontière entre les niveaux définis par la norme ISA-95 (niveau 2 - supervision, niveau 3 – MES et niveau 4 – ERP) ne sont pas fixes. Elles varient principalement en fonction du type de processus industriel (Continu, Batch, Manufacturier) et en fonction de la stratégie de vente (Fabrication sur commande, Fabrication sur stock). Pour éviter tout malentendu ultérieur, il est recommandé de vérifier quelle est la position de ces frontières dans l'entreprise dès le lancement du projet.

Identification des gains

Introduction

L'identification des gains apportés par la mise en place d'un nouveau système de pilotage des outils de production (projet MES) est un processus essentiel dans la construction du dossier du projet et il n'est pas le plus simple à aborder.

Si les composantes du coût du projet (abordés dans le chapitre suivant de ce document) paraissent simples à déterminer et à évaluer, les éléments de gains sont beaucoup plus complexes à envisager. S'il est très simple de mesurer l'impact financier d'une augmentation de la capacité de production ou de la réduction de la consommation énergétique d'un équipement, il est moins évident de quantifier les gains générés par un grand nombre de sources de gains qualifiées d'intangibles. Beaucoup d'éléments liés à l'organisation, à la qualité ou à la sécurité apportent sans conteste une amélioration du fonctionnement global de l'entreprise mais la valorisation des économies induites reste du domaine de l'appréciation.

C'est pour ces raisons qu'il est de bonne pratique de privilégier la valorisation des gains tangibles pour justifier un projet. On utilise alors la valorisation des gains intangibles pour renforcer la valeur globale du projet.

La suite du document s'attache à passer en revue les grands thèmes dans le contexte desquels il est possible d'identifier des gains. Ceux-ci sont exprimés de manière générale permettant d'interpeler celui qui est en charge de la construction du dossier de justification du projet.



Figure 2

Mesure des gains

Beaucoup de responsables de projets sont aujourd'hui incapables de démontrer le retour sur investissement de leur projet a posteriori par le manque des informations sur la situation de départ.

La mesure des gains est une opération essentielle qui doit être mise en place dès le début du projet. Au départ, elle consiste à mesurer les indicateurs de performance en utilisant des méthodes manuelles ponctuelles ou en utilisant les systèmes existants. Les formules utilisées sont cohérentes avec celles qui seront utilisées en fin de projet.

En suivant les indicateurs de performance ciblés pour déterminer la réussite du projet, tout au long du déroulement de celui-ci, les responsables du projet sont à même de démontrer régulièrement son avancement au travers de l'évolution des indicateurs.

Par exemple, dans le cas où le projet MES a pour objectif stratégique décidé par le comité de direction, de réduire le pourcentage de commandes livrées en retard, il est essentiel de mettre en place la mesure de cet indicateur. Il pourra servir de fil conducteur tout au long du projet et même par la suite pour vérifier que les améliorations apportées sont durables.

Organisation

Un volet important d'un projet MES concerne l'organisation de l'entreprise. La réflexion préalable à la mise en place d'une solution informatique ne peut s'envisager sans une révision en profondeur du mode de fonctionnement de la chaîne complète d'approvisionnement (de la commande à l'expédition en passant par la production). Dès lors, l'outil informatique devient un support à la mise en place de processus plus performants.

Formalisation et standardisation des processus opératoires

Le premier point à mentionner concerne la formalisation et la standardisation des processus opératoires. La nécessité de cette formalisation lors des phases d'analyse des processus existants et de modélisation des processus cibles, par exemple à l'aide d'outils de BPM (Business Process Modelling), permet d'apporter beaucoup de rigueur et de pertinence au nouveau modèle de fonctionnement, avec la présence simultanée d'utilisateurs clefs, à la fois au niveau des métiers impliqués et au niveau des acteurs du système d'information. Le fait que les employés de l'entreprise se parlent et travaillent ensemble pour analyser la façon de faire actuelle et la cible future a un effet structurant considérable et permet de réfléchir en groupe à la pertinence et à l'actualisation de certaines façons de faire. Citons simplement un exemple d'atelier de spécification où les interlocuteurs ont pris conscience des modes de fonctionnement réellement appliqués dans les usines et de l'impact de leur propre fonctionnement sur le reste de l'organisation.

Ces échanges permettent aussi aux acteurs de sites différents de confronter leurs expériences et leurs solutions.

L'analyse des processus (ou workflows dans le langage anglo-saxon) et leur confrontation aux possibilités de l'outil MES permet souvent de trouver des simplifications. La simple recopie des fonctionnements existants est rarement la meilleure solution !

L'évolution des processus organisationnels va bien sûr avoir un impact sur la structure organisationnelle et permettre des optimisations.

C'est souvent le cas concernant les fonctions qui entourent le traitement des données techniques (Nomenclatures, Gammes, Instructions opératoires, Plans, Produits/Articles, Moyens) ou la Planification / Ordonnancement, la réception des matières premières et composants, la logistique interne de picking et d'approvisionnement des stocks bords de ligne, et l'expédition des produits finis.

Dans ce dernier cas, l'entreprise garantira la **pérennité** des gains obtenus en adaptant les valeurs de temps standards définis pour chaque opération élémentaire des gammes opératoires.

Dans de nombreux cas, la mise en place d'une solution MES/MOM se place dans un contexte multi-sites. La réflexion préliminaire doit donc intégrer cette dimension complémentaire et conduire à une harmonisation des processus à travers l'entreprise. Cette réflexion gagnera en efficacité si elle s'appuie sur les standards en vigueur tels que ISA88, ISA95, ...

Optimisation des flux

Le deuxième point concerne l'optimisation des flux. Cela concerne à la fois les flux matières et les flux d'informations.

Le MES intervient comme support à l'optimisation des flux de deux grandes façons différentes :

- La première concerne la fonction d'Ordonnancement avec recalages très fréquents et rapides sur les données d'avancement réel de la production prélevées sur le procédé en temps-réel. Ce modèle est le modèle traditionnel d'origine du MES. Il est dans la continuité de la Gestion de Production MRP2 (Manufacturing Resource Planning) implantée dans les ERP et certains APS, et du modèle CIM (Computer Integrated Manufacturing). Le fonctionnement est basé sur l'utilisation d'un modèle prévisionnel qui permet de positionner d'une façon optimale un portefeuille d'Ordres de Fabrication sur les ressources au cours du temps. Le modèle prévisionnel est bien entendu sujet à des dérives qui peuvent générer des perturbations très importantes du flux si les recalages avec le réel ne sont pas assez fréquents et si le modèle utilisé est trop fin.

- La deuxième est beaucoup plus récente. Le MES peut servir de support aux outils du Juste-A-Temps et aux flux tirés lissés du Lean Manufacturing : cartes Kanbans, processus cadenceurs, stocks supermarchés, tournées d'approvisionnement des postes (milkman ou waterspider). Ces fonctions MES n'ont généralement pas été développées pour le moment car le Lean Manufacturing ne recherche pas l'informatisation (sans toutefois la rejeter). Mais des exemples récents de réalisation ont montré la complémentarité possible et souhaitable entre MES et Lean Manufacturing. Les gains attendus de cette optimisation se présentent sous la forme d'une réduction des temps d'attente (attente amont ou aval dans une chaîne de production).

L'effet du lissage de la production et de l'optimisation des flux est un élément les plus structurants qui existent dans le fonctionnement d'une usine.

C'est lui qui contribue à diminuer les en-cours et les stocks, à supprimer les situations d'urgence et les à-coups en production qui sont à l'origine de la plus grande partie des gaspillages et des défaillances.

Motivation du personnel

Le MES contribue à l'amélioration de la motivation du personnel dans la mesure où il donne la possibilité d'expliquer le contexte précis et objectif (au lieu de « je pense que ») des problèmes de production. Il permet d'anticiper les événements grâce à sa capacité de donner une vue d'ensemble des conséquences d'un problème. A ce titre, le MES est un acteur dans les initiatives de **gestion des irritants**.

Croissance

Augmentation de la capacité de production

Par la mesure des flux aux différents points de l'installation, le MES permet l'analyse fine de l'utilisation des équipements en place et de détecter les goulots d'étranglement ou les dérives par rapport à un fonctionnement nominal. Il permettra d'éviter, par exemple, l'achat d'un matériel coûteux ayant une influence limitée sur l'augmentation de production, du fait de l'existence d'un autre goulot d'étranglement.

Dans une installation industrielle de type batch ou manufacturier, l'augmentation de la capacité de production peut être obtenue de deux manières : en augmentant le nombre ou la capacité intrinsèque des équipements de production (nouvelles lignes, passage d'une machine 5000 articles/heure à une machine 6000 articles/heure), en augmentant les heures d'ouverture des lignes de production (passage de 2 à 3 équipes, ouverture le week-end) ou en utilisant plus efficacement les équipements existants.

Dans une installation industrielle de type continu, la mesure des flux aura pour objectif principal de détecter des dérives conduisant à une réduction des cadences de production. Dans de plus rares cas,

l'analyse détaillée des flux pourra amener à un ajustement des paramètres de fonctionnement des équipements de manière à accroître les capacités de production. Il est alors vraisemblable que l'on se trouvera dans un mode de fonctionnement beaucoup plus sensible, qui nécessite une surveillance très fine que seul un système MES peut accomplir.

Pour une installation donnée, le MES augmente l'efficacité des équipements de production de manière à la rapprocher de la capacité théorique donnée par le constructeur de la ligne de production. Dans un premier temps, il va mesurer de manière fiable et précise les durées pendant lesquelles l'équipement n'est pas productif (installation fermée, interventions de maintenance, arrêts dus à un problème de l'équipement lui-même, arrêts dus à un blocage en amont ou en aval, ...etc.).

Par rapport à un relevé manuel des temps d'arrêts où l'opérateur encode des informations telles que 30", 1', 3', 5', ..., le MES détecte des temps d'arrêts avec une précision de l'ordre de la seconde. La conséquence immédiate est la mise en évidence de micro-arrêts rarement perçus par les opérateurs et traduits alors en sous-cadence.



Les données acquises sont utilisées pour calculer des indicateurs de référence, tels que le TRG (Taux de Rendement Général), le TRS (Taux de Rendement Synthétique), le MTBF (*Mean Time Between Failure* ou temps moyen de bon fonctionnement), le MTTR (*Mean Time To Repair* ou temps moyen de réparation). Les valeurs de ces indicateurs serviront de repères pour mesurer les améliorations apportées.

A titre d'exemples :

L'analyse du fonctionnement de deux machines d'emballage identiques fonctionnant en parallèle a rapidement en évidence que l'une d'entre elles avait une productivité supérieure de plus de 10% à sa voisine pour tous les ordres de fabrication où elles alimentaient la même machine d'encaissage. Une modification mécanique mineure a permis de gagner les 10% de productivité de la seconde machine d'emballage.

Dans les processus de type batch, la mise en place d'un mécanisme de comparaison des lots entre eux est essentielle pour améliorer la

capacité des équipements. Il s'agira soit d'une comparaison entre les lots d'un produit fabriqués sur le même équipement, soit d'une comparaison entre les lots d'un produit fabriqués sur des équipements différents. Ces analyses conduisent à la définition d'un profil (exemple : courbe de montée en température) de fabrication idéal pour chaque produit (« Golden Batch »), qui servira de référence pour tous les lots suivants.

La mise en place d'une initiative conjointe à la production et à la maintenance est indispensable pour obtenir les gains escomptés. Cette initiative a pour objet d'analyser au quotidien les indicateurs de performance mentionnés plus haut de manière à remédier au plus vite aux causes principales des arrêts de production. Cela peut passer par l'installation de nouveaux capteurs pour réduire de manière importante les arrêts non justifiés.

Si l'augmentation de capacité de production peut se mesurer rapidement après la mise en place du MES (de 5 à 10% sont très courants), un travail régulier d'analyse de la production est indispensable pour conserver les gains et même les améliorer dans le temps.

Agilité

Flexibilité des procédés

La flexibilité des procédés de fabrication est un facteur accompagnant la croissance d'une entreprise sur plusieurs plans : d'une part elle lui permet d'adapter plus rapidement sa production, et donc lui facilite l'accès à des marchés diversifiés, d'autre part elle permet d'optimiser la capacité de production. En cumulant ces deux avantages, l'industriel ayant mis en œuvre une forte flexibilité de ses procédés de fabrication dispose d'une longueur d'avance sur ses concurrents.

Obtenir une réelle flexibilité d'un procédé de fabrication exige de placer le MES en véritable chef d'orchestre des opérations de production, en donnant aux responsables de production, la capacité de modifier les paramètres d'une opération, de modifier l'ordre des opérations, voire d'ajouter aisément des opérations pour la création d'un nouveau produit. Si une telle mise en place s'effectue sans remise en cause fondamentale pour un procédé essentiellement manuel, elle est généralement plus délicate pour un procédé fortement automatisé. Dans ce cas, le MES doit se « réapproprier » l'exécution, souvent figée dans des séquences d'automatismes difficilement modifiables. Et cette réappropriation ne doit pas pour autant porter préjudice à la sécurité de fonctionnement apportée par les automatismes pour l'exécution des étapes élémentaires.

En s'appuyant sur des standards tels que ISA-95 et ISA-88 pour la mise en œuvre du MES, on construira un système qui réduira les

efforts nécessaires pour la réappropriation d'un nouveau schéma de production.

Ces standards encouragent aussi la standardisation des processus de production, qui est un élément majeur dans l'augmentation de la flexibilité des ressources de production.

Flexibilité du personnel

La flexibilité doit aussi être envisagée sur le volet du personnel de production. Il est important que le personnel soit formé pour occuper plusieurs postes avec la même productivité. La standardisation des processus et le support du MES contribue largement à la flexibilité du personnel.

Le MES, en structurant les processus et en automatisant leur déroulement, va aider les opérateurs, qui pourront plus facilement s'adapter d'une production à une autre, sans la nécessité d'une période d'apprentissage prolongée. En période de pointe d'activité, la société pourra faire appel plus facilement à des ressources temporaires avec une formation de très courte durée. La rigueur apportée par l'outil MES permettra d'apporter cette flexibilité sans contrepartie au niveau de la sécurité et de la qualité des productions.

De manière automatique, le MES devient le **dépositaire de la connaissance** des paramètres de la production.

Réactivité

La réactivité est un moteur de croissance. Elle permet aux entreprises les plus réactives de se positionner sur de nouveaux marchés. Toutes choses égales par ailleurs, l'entreprise capable de livrer ses produits plus rapidement aura toujours la faveur des clients. Cette réactivité permet de faire face plus rapidement que ses concurrents à des aléas conjoncturels (manque d'une matière première, indisponibilité d'un type de composant, accroissement de la demande). Le MES, en permettant par exemple la modification d'une préparation en fonction des disponibilités en matières premières, est une aide précieuse pour la réactivité de la production.

Exemples tirés de l'Usine Nouvelle du 4-10 avril 2013, article Produire sur Mesure (p42)

Chêne Vert – Mobilier de Salle Bain

- Gère 1 millions de possibilités
- L'outil MES est couplé à la CAO qui pilote directement les machines numériques
- Gains mesurés : réduction des erreurs de paramétrisation des machines numériques conduisant à une réduction du taux de rebuts.

Essilor – Fabricant de verres de lunette

- Production quotidienne de 10 000 verres uniques
- Le MES gère la partie de traitement par lot jusqu'au regroupement des deux verres pour la livraison.
- Gains mesurés : augmentation de la qualité permettant de réduire les taux de livraison en retard.

PSA Citroen – Constructeur Automobile – Projet DS3

- Passage d'une production « Diversifiée » à une production « Personnalisée »
- Le MES assure la modification de la gestion des nomenclatures, des OF, de la chaîne de production, prise de commande, ...
- Gains mesurés : augmentation des volumes de production grâce à l'augmentation de la satisfaction de la clientèle.

Accès à l'information

L'adage inspiré de Michael E. Porter ***"Fournir la bonne information à la bonne personne, au bon moment, pour prendre la bonne décision..."*** cristallise la raison d'être d'un MES en termes d'accès à l'information.

Au cœur du système d'information industriel, un MES stocke l'ensemble des échanges dans l'usine, qu'ils soient saisis par les opérateurs ou bien ceux entre le MES et les autres composantes du système d'information industriel.

Le MES devient le garant de **l'unicité des données** et permet de décloisonner l'ensemble des acteurs de la production en leur donnant une visibilité sur la totalité des activités. Il devient possible de détecter une dérive en deux équipes au lieu d'attendre la fin de mois.

Les gains sont vite calculables :

- Les réunions pour coordonner l'ensemble des activités de production ne sont plus nécessaires ou tout du moins leur préparation est réduite et tout le monde travaille sur les mêmes données.
- Le contrôle qualité dispose des informations nécessaires pour établir leur diagnostic.
- La traçabilité opératoire et la traçabilité matière est établie automatiquement.
- Les experts du procédé disposent des données objectives pour analyser le comportement de l'outil industriel.

Plus qu'un puits de données, un MES est pro-actif et pousse les données vers les acteurs concernés de l'usine en les plaçant dans leur contexte de fabrication. Ce mécanisme permet d'obtenir des gains de productivité grâce à l'anticipation des prises de décision.

Un autre aspect où là encore les gains sont facilement identifiables est la disponibilité des informations et leur utilisation directe pour les tâches qui accompagnent la production :

- Les dossiers de fabrication sont établis automatiquement.
- Les rapports d'activités sont disponibles.
- Les opérateurs sont libérés des fiches suiveuses et disponibles pour d'autres tâches.

Les données collectées permettent aussi de mesurer les indicateurs de performance de la production, première étape du cercle vertueux de l'amélioration de la performance opérationnelle.

Opérations

Réduction du personnel

Le MES permet l'automatisation et l'intégration de tâches administratives multiples qui se trouvent fortement ou même complètement informatisées. Un gain de temps considérable est obtenu dans la construction, la synchronisation et l'échange instantané d'informations en particulier concernant les données techniques maîtres, dans la collecte des données brutes, dans la construction des rapports de production et des dossiers de lots électroniques, dans le calcul des indicateurs, dans les processus d'inventaire. Ceci a pour effet de réduire les tâches manuelles de saisie ou de mise à jour de nombreux fichiers Excel.

Le même effet est obtenu concernant le processus de résolution de problèmes dont la partie de diagnostic se trouve accélérée par les outils MES d'historisation, de traçabilité et d'analyse des causes de défaillance (Indicateurs, diagrammes de Pareto, recherche de cause première, ...).

Illustration :

L'exemple suivant est repris du document « MES for long-term revenue and market benefits » de Bill Swanton and Alison Smith, Gartner/AMR Research. Un industriel de la production batch cité dans le document a gagné deux heures de tâches administratives par batch dans la construction du compte-rendu de fabrication. Le gain résultant sur plus de 10 000 batches produits par an est donc de 20 000 h, ce qui correspond approximativement à 13 ETP (équivalent temps plein) !

Comme nous l'avons déjà noté dans le paragraphe concernant les gains associés à l'organisation, le MES intervient dans l'optimisation des flux et dans la réduction résultante du niveau des en-cours et des stocks de produits finis ou de composants et matières premières. Cet effet a un impact direct sur la diminution souvent spectaculaire des effectifs de logistique interne chargés de la manutention.

Réduction des heures d'ouverture

Comme le montre la Figure 6 de l'Annexe relative au TRS ou Taux de Rendement Synthétique, les actions TPM (Total Productive Maintenance) d'amélioration du TRS, rendues possibles par le calcul de cet indicateur et par l'identification et l'historisation des défaillances, vont permettre de rapprocher le temps d'ouverture du temps utile pour produire les bons produits attendus par la demande.

Ainsi, le MES va permettre de réduire le passage en factions ou équipes postées (par exemple passage de 3/8 en 2/8 ou de 2/8 en 1/8) avec le coût des heures postées, surtout sur les postes de nuit.

Les coûts fixes directs ou indirects (éclairage, chauffage, autres énergies) vont s'en trouver réduits.

Il existe même de nombreux exemples d'investissement sur de nouvelles unités de production qui ont été annulés ou repoussés suite à l'amélioration du TRS ou du TRG. Citons l'exemple d'une entreprise agroalimentaire qui payait des pénalités de retard à ses clients (Grandes Surfaces) car elle n'arrivait pas à produire les quantités suffisantes pour les dates d'échéance. Le comité de direction avait fait faire une étude d'implantation d'un second site de production. En fait, la mise en place et l'analyse du TRG ont fait apparaître un TRG d'environ 36% ! La simple remontée du TRG de 36% à 50% en moins d'un an a évité l'investissement dans une seconde unité de production.

Réduction des défauts

Parmi les défaillances du procédé de production :

1. Les défaillances provoquant la non-disponibilité opérationnelle sont essentiellement les pannes franches ou intermittentes (micro-arrêts). Sans un système MES, ces micro-arrêts sont assimilés à de la sous-cadence et ne sont pas identifiables. En les identifiant comme des arrêts, il est possible d'en corriger la cause et ainsi d'augmenter la cadence apparente.
2. Les sous-cadences sont le plus souvent liées :
 - ✓ A des dérèglages (ex : asservissement d'une commande d'axe passant de son régime critique optimal à un régime amorti ou oscillatoire atteignant plus lentement la fenêtre au point cible) ;
 - ✓ A une baisse du niveau de qualité de la matière première (ex : usinages avec des points durs).
 - ✓ A une famine de l'amont (manque produit) ou à un engorgement de l'aval

3. Les non-qualités ou non-conformités concernent les produits. Elles font l'objet de rapports de non-conformité souvent traités par les qualitiens lignes afin de décider si les produits correspondants vont être rebutés ou retouchés. En plus de la perte matière, de la perte de temps humain et machine, de la perte des énergies consommées, de la perte de valeur déjà ajoutée sur les produits, ces non-conformités se traduisent souvent par des arrêts lignes et des temps administratifs de traitement importants. Les non-qualités comportent deux aspects :
 - ✓ Les retours clients qui sont imputés sur des budgets SAV de l'usine ou centralisés sur l'entreprise. Ils sont bien sûr mesurés, mais très rarement au niveau du MES et plutôt au niveau ERP/Supply Chain.
 - ✓ Les non-qualités internes qui sont les non-conformités détectées au fil de la production par des tests Qualité internes progressifs ou par les opérateurs ou les qualitiens lignes. Ceux-là sont mesurés par le MES.

L'ensemble de ces défaillances peut faire l'objet d'une mesure et d'une analyse très précises sur les composantes détaillées d'un indicateur appelé le Taux de Rendement Synthétique ou TRS (Voir le chapitre sur les indicateurs en Annexe).

Ces composantes sont le Taux de Disponibilité Opérationnelle, le Taux de Performance et le Taux de Qualité qui peuvent eux-mêmes être encore éclatés sur une arborescence de classification plus fine et à plusieurs étages.

Même si on ne met pas en place de suivi d'indicateurs de performance (TRS, TRG, ...) ou de SPC, le MES permet, par une meilleure maîtrise des processus, par des moyens de contrôles en ligne ou d'auto-contrôles, par des workflows efficaces avec le contrôle qualité, de réduire les défauts et donc d'améliorer la qualité :

- ✓ Concernant les défaillances, citons les classements Pareto (appelés aussi ABC ou 20/80) permettant de prioriser les causes en déterminant les 20% de causes qui provoquent 80% des effets.
- ✓ Concernant les non-conformités des produits, citons la MSP (Maîtrise Statistique des Procédés), ou SPC (Statistical Process Control) en anglais. Cet outil effectue une analyse statistique du comportement dans le temps de paramètres critiques et établit des diagrammes appelés cartes de contrôle ou effectue des calculs de capacité (C_p , C_{pk} , P_p , P_{pk} , C_{pm} , P_{pm}) en temps réel. La capacité concerne par exemple la précision de cotes. Les dérivées statistiques créent des alertes et permettent de déclencher des actions correctives (réglages, réparations) avant que le procédé ne produise réellement des produits présentant des non-conformités. Cela permet d'atteindre le Zéro Défaut. Le SPC fait partie des outils de la méthodologie 6Sigma pouvant être disponibles au niveau du MES.

Le MES fournit les outils de mesure et d'alerte. Les gains espérés proviennent des actions de Management Industriel qui suivent la mesure et la détection mais qui seraient souvent difficiles à établir sans le niveau d'information fourni par le MES. Les gains visés sur 3 ans par les projets TPM (Total Productive Maintenance) utilisant en particulier le TRS sont en général les suivants :

-Augmentation du TRS et du TRG de la moitié de son écart résiduel à 100%.

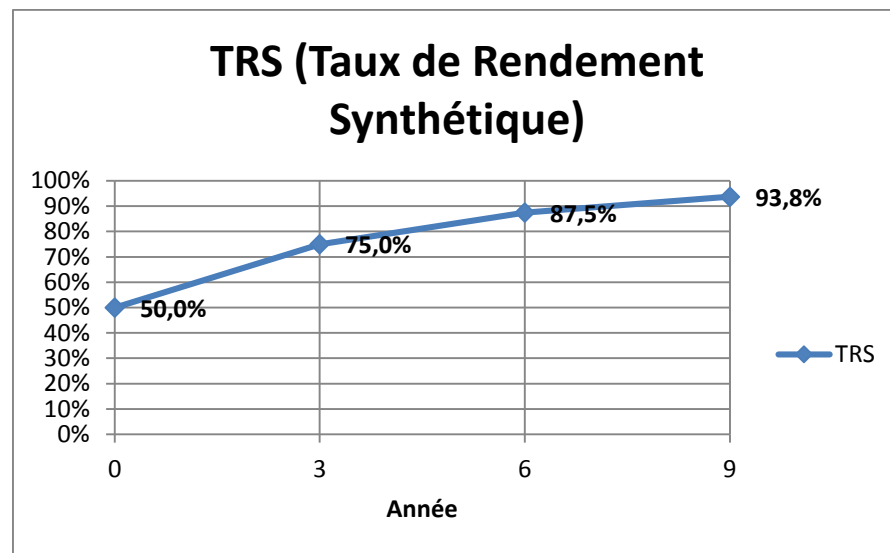


Figure 3

- Diminution du nombre de pannes par 20
- Diminution des défauts produits internes par 10
- Niveau de retours clients proche de zéro
- Diminution des coûts (variables et fixes) directs de 30%
- Coûts de maintenance divisés par 2
- Stocks et en-cours divisés par 2
- Respect de l'ordre de passage des OF conformément aux prévisions de production. En 2 ans, on peut passer de valeurs de taux de respect de 10-20% à 80-90%.

Source : Le Guide de la TPM (Total Productive Maintenance), Jean Bufferne, 2è éd., Eyrolles Editions d'Organisation, Paris 2011

Réduction de la consommation des matières premières

Le Rendement Matière est un indicateur qui est souvent suivi par l'Analyse de Performance du MES (Voir le chapitre sur les indicateurs en Annexe).

Il mesure la part d'un produit ou d'un composant qui est perdu entre l'amont et l'aval d'une opération de fabrication, mais aussi d'une opération de transport et de stockage. Le bilan du rendement matière est bien sûr aussi réalisé au niveau de la gamme et de la nomenclature complète (ratios sorties/entrées des opérations des gammes ou des recettes, coefficient de perte des articles et coefficient de rebut des composants dans les nomenclatures).

La gamme de fabrication ou la recette déterminent de façon théorique ou empirique ce rendement au niveau des opérations. Ce travail est fait par le Bureau des Méthodes et l'Industrialisation.

L'analyse de performance peut effectuer la mesure réelle pour chaque Ordre de Fabrication et la comparer à la référence de la gamme /recette ou aux meilleurs scores précédemment réalisés en production (que les anglo-saxons appellent les « Golden Batch »).

Les systèmes de contrôle de pesée sont primordiaux dans ce type d'application et sont souvent directement intégrés dans les fonctions du MES.

Ceci permet de mieux comprendre les raisons des pertes de matière en les localisant précisément sur les opérations impliquées et en les associant à des données du contexte de production, ce que sait faire l'activité Traçabilité du MES dans sa base de données partagée entre Production, Qualité, Maintenance, Inventaires et En-cours, Gestion des Outillages. Cette forme de traçabilité est souvent appelée traçabilité 5M ou 6M (Machines, Main d'œuvre, Matière, Méthodes, Milieu, Management) pour la distinguer des autres formes de traçabilité comme la Généalogie Produit ou l'Audit-Trail. Elle permet de construire des « comptes rendus de fabrication ou des dossiers de lot électroniques ».

Les pertes matières sont en général classées en deux catégories :

- les pertes techniques liées à la technologie des opérations de la gamme
- les rebuts liés à des non-conformités (problèmes Qualité) qui ne peuvent pas être corrigées en retouche.

Le MES permet de bien tracer les quantités réelles impliquées sur ces deux catégories qui nécessitent des plans d'action de natures très différentes.

L'amélioration du rendement matière est un point majeur de beaucoup d'industries. Citons pour exemple :

-L'industrie du luxe et des matériaux précieux (or, argent), en particulier la fabrication industrielle de montres ou de bijoux, qui effectue des pesées systématiques sur un grand nombre d'opérations produisant des copeaux, des poussières d'usinage ou des rebuts.

-La métallurgie et la sidérurgie utilisant des alliages chers (acier, titane, chrome, molybdène).

-L'industrie du verre qui peut avoir des rebuts de l'ordre d'un tiers de la production

-Les industries agroalimentaires dont les marges sont souvent faibles

-La chimie de volume qui cherche à augmenter le rendement des matières premières à cause des quantités considérables qui sont en jeu.

-La pharmacie des vaccins qui cherche de plus en plus à augmenter la capacité et la réactivité de production en jouant en particulier sur les rendements matières.

Enfin, citons aussi un point important permettant d'améliorer le rendement matière. Le suivi de la composante Taux de Performance du TRS (Voir le chapitre sur les indicateurs en Annexe) donne des indications sur les sous-cadences réelles par rapport à la cadence nominale. Une des causes de sous-cadence est fréquemment liée à un changement de qualité de la matière première qui se traduit par des pertes de temps en particulier sur les usinages mais aussi par des pertes matières et des rebuts importants. Le suivi croisé du rendement et du taux de performance permet de mieux cerner les causes des pertes.

Suivant les industries, il n'est pas rare d'avoir, grâce à l'outil de mesure fourni par le MES et aux plans d'amélioration de performance du Management Industriel, une augmentation du rendement matière de l'ordre de 10 à 30%.

Réduction de la consommation énergétique

La réduction des défauts lors du processus de fabrication a un impact direct sur la facture énergétique. En effet, la fabrication d'un produit défectueux provoque une consommation énergétique au même titre qu'une consommation de matières premières.

A partir du moment où l'industriel a la connaissance du coût énergétique par unité produite, il devient simple de calculer l'économie réalisée par une réduction des produits hors spécifications.

Si l'on prend l'exemple d'une ligne de conditionnement de poudre de lait et que l'on fait les hypothèses suivantes :

- La ligne conditionne 70.000 tonnes par an
- Le coût énergie (limité pour l'exercice à la consommation de gaz qui est principale dans cet exemple) est de 3.250.000€
- Le projet qualité permet de réduire les défauts de conditionnement d'un facteur 3%. A noter que la totalité des coûts énergétiques (préparation, fabrication,

conditionnement) doit être prise en compte dans le cas d'un défaut en fin de processus.

Le gain sur la facture énergétique lié au projet d'amélioration de la qualité peut être estimé à 97.500€.

Le MES est également un outil indispensable dans le contexte de la norme ISO50001 qui impose la mise en place d'un système de gestion de la performance énergétique. Le MES est la pièce qui permet d'alimenter le système de gestion avec les informations collectées sur le terrain.

Réduction du temps-machine

La réduction des produits non-conformes peut aller jusqu'au zéro défaut pendant le cycle de production au sens du 6Sigma (3,4 ppm) grâce en particulier à l'utilisation de la Maîtrise Statistique des Procédés (MSP / SPC) faisant partie du MES et permettant de mettre en place des actions correctrices avant que le procédé ne produise des produits non-conformes.

De plus le MES permet de mettre en œuvre des procédures d'autocontrôle systématiques manuelles ou automatisées et de vérifier qu'elles sont bien effectuées. Cela permet de ne pas continuer à ajouter de valeur sur un produit non-conforme.

Tout cela conduit à n'utiliser le temps machine disponible que pour produire des produits bons.

Enfin, le MES surveille les sous-cadences et fournit des éléments permettant de diagnostiquer leur origine (réglages, qualité matière première). Ainsi le MES contribue à faire fonctionner les équipements dans leur plage de fonctionnement nominal et de ne pas rallonger le temps opératoire à cause de cadences plus lentes.

Conformité à des normes contraignantes

Les contraintes réglementaires et normatives visent à protéger les personnes ou du moins à garantir un niveau de qualité voire l'authenticité d'un produit : que ce soit dans le produit final ou dans les moyens mis en œuvre pour le concevoir et le fabriquer.

Cela passe par la traçabilité, les contrôles qualité et ce qui en découle, l'organisation et la formation. Cela impacte directement l'organisation de l'outil de production.

Ces contraintes, lorsqu'elles sont subies, ne peuvent avoir qu'un impact négatif :

- Surcoût Humain et Matériel
- Ralentissement de la production
- Perte de flexibilité

Hors ces contraintes s'appliquent à tout le monde. D'un point de vue du consommateur ou du client, la conformité à ces réglementations devient un critère de sélection (lorsque le législateur lui-même n'a pas bloqué la vente d'un produit).

Pour des marchés tels que la Pharmacie, cette démarche est incontournable. Elle le devient également pour des secteurs tels que l'agroalimentaire. Ainsi, cette démarche et ces contraintes deviennent un élément de sélection et donc compétitivité.

Dans cette démarche, le rôle du MES est essentiel :

- Traçabilité (matières, audit, trail, ...)
- Suivi de la vie des équipements (taux d'utilisation, pannes récurrentes, ...)
- Cohérence de l'information
 - Contrôle Continu des données et des flux
- Capacité d'inspection
 - Facilité de réalisation des Audits
 - Pertinence
- Maîtrise et Reproductibilité des Processus
 - automatique et manuels
- Apport de Flexibilité
 - Assistance des utilisateurs
- Prévention des Non Qualités
 - Prise en Compte et Capitalisation des « Presque Accidents Produits »

Le respect de ces réglementations devient un outil de communication, de la même manière que la mise sur la place publique d'un écart peut entraîner un discrédit majeur sur une société.

Le MES permet de conserver les cadences de production dans l'hypothèse d'une arrivée de contraintes réglementaires plus fortes.

Autres sources de gains

Economie d'échelle

Une source de gain, ou plus exactement de retour sur investissement plus important, est la réduction du coût de l'investissement par les économies d'échelle. Ces économies d'échelle peuvent se trouver au niveau des investissements matériels (matériels informatiques, réseaux, matériels d'acquisition des données), mais aussi et surtout au niveau dans la méthodologie de développement et de mise en œuvre du système MES.

Déploiement multi-site – Core Model

Par le jeu du développement des entreprises ou de leur consolidation, il est courant que plusieurs sites d'une même société fabriquent des produits similaires. L'idée centrale des méthodologies dites Core

Model (ou modèle cœur) est de recenser l'ensemble des fonctionnalités requises pour l'ensemble des sites, de les *modéliser* de manière générique, de telle sorte que la mise en œuvre d'un site soit une *instance* de ce modèle. On parle bien de Core Model des processus et pas uniquement d'un Core Model IT.

La mise en œuvre d'une telle méthodologie comporte donc deux grandes étapes :

- L'analyse et la réalisation du Core Model
- L'instanciation de chacun des sites (appelée déploiement)

La réalisation du Core Model représente un investissement important, de l'ordre de deux à trois fois la charge de développement d'un projet site avec une méthodologie classique. Pour permettre une validation concrète du modèle, elle est souvent couplée à la réalisation du ou des premiers sites, dont le coût est donc nettement plus élevé que par les méthodes classiques. Mais le gain pour les sites suivants est très significatif. Les schémas suivants illustrent les deux méthodes.

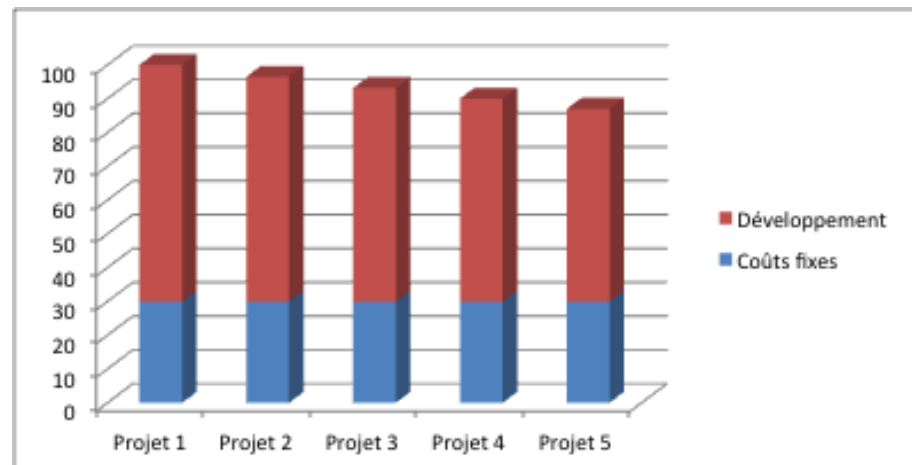


Schéma 1 : Méthode classique de développement – Les charges de développement se réduisent légèrement à chaque projet

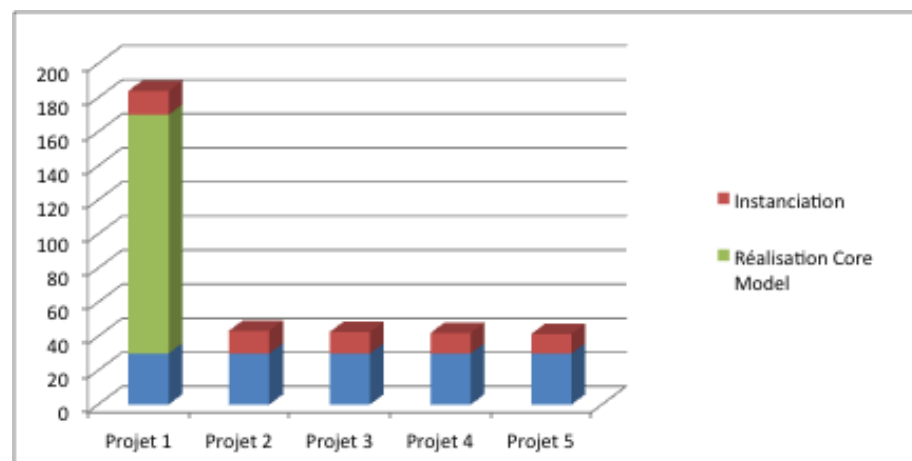


Schéma 2 : Méthode Core Model – La charge initiale de développement est élevée mais les projets suivants sont déployés beaucoup plus rapidement

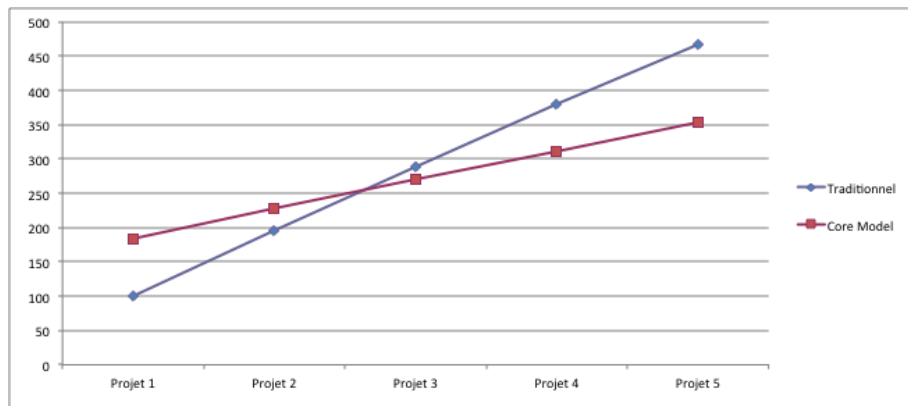


Schéma 3 : Bilan cumulé des deux méthodes – La méthode Core Model devient plus avantageuse à partir d'un certain nombre de sites (3 à 4 dans l'exemple)

On le voit, la mise en place d'un Core Model permet des gains significatifs dans la mise en place d'un projet MES multi-sites. Sa mise en œuvre pour de grands groupes industriels a permis le déploiement d'une centaine de sites en trois à quatre ans, performances qui n'auraient pu être atteintes avec des méthodes classiques projet par projet. La méthodologie Core Model n'est d'ailleurs pas applicable qu'aux groupes de cette taille. Comme l'illustre le schéma ci-dessus, un bénéfice significatif peut être obtenu pour des entités comportant quatre ou cinq sites.

Pour pouvoir tirer parti de cette méthode de mise en œuvre, deux précautions sont toutefois nécessaires :

a) Une réelle démarche de standardisation

La méthode Core Model n'exige pas que les sites concernés soient identiques, mais ceux-ci doivent présenter suffisamment de similitudes, au niveau des équipements et des procédés, pour que la démarche Core Model soit profitable. Aussi et surtout, les différents responsables de sites doivent soutenir la volonté de convergence des pratiques, et dans certains cas des choix techniques, de manière à ce que le travail de modélisation ne soit pas une gageure, ou un exercice purement théorique. Si le MES « descend » assez profondément au niveau des équipements, cela pourra avoir une incidence sur la politique d'achat de l'entreprise. Un gain de quelques centaines d'euros sur un équipement sera en effet vite reperdu si son fonctionnement exige la définition d'un nouveau modèle pour l'exploiter au sein du MES.

b) Une technologie de modélisation des installations et des procédés

De la même manière que l'approche objet, pour être efficacement mise en œuvre, a donné naissance à des langages objets comme le C++, puis C# et Java, une approche Core Model devra s'appuyer sur une technologie de modèles permettant d'encapsuler les définitions, règles métier et fonctionnalités du Core Model et en permettre l'instanciation sur les différents sites. Idéalement, cette technologie devra couvrir : la définition physique du site (équipements), la

définition des matières et produits, la définition du personnel et bien sûr la définition des procédés et processus.

Dans une vision à plus long terme, il est probable que les modèles eux-mêmes soient appelés à évoluer, et donc les capacités apportées par la technologie de modèles pour mettre à niveau les différents sites sont également importantes.

Infrastructure

Les gains associés à l'infrastructure peuvent notamment être obtenus par une réduction des coûts de maintenance par remplacement d'une infrastructure obsolète.

Il n'est pas rare de trouver dans les entreprises des systèmes d'information type GPAO qui tournent sur des systèmes VAX ou AS400. Vu l'ancienneté de ces systèmes et la difficulté de trouver du personnel compétent pour les maintenir, les coûts récurrents de maintenance augmentent régulièrement à un point tel que le remplacement par une nouvelle application tournant sur une infrastructure récente peut s'avérer très rentable.

A ce gain direct doit s'ajouter un gain indirect lié à la réduction du risque d'indisponibilité lié à l'obsolescence des systèmes en place.

Les paragraphes suivants décrivent des gains plus spécifiquement liés à l'évolution technologique.

Le réseau

Une première évolution structurante, est l'arrivée massive du réseau Ethernet sur la couche du contrôle commande couplé à la standardisation du protocole TCP-IP. Dans un monde où chaque constructeur bataillait pour son propre réseau de terrain (de la couche physique au protocole), la mise en communication de deux systèmes pouvait rapidement devenir un problème, quelle que soit la quantité ou complexité des informations à échanger :

- Carte de communication à ajouter aux automates et aux postes informatiques
- Modification du réseau en place, avec ses contraintes
 - Perturbations liées à la modification physique
 - ouverture de boucle
 - insertion dans un bus linéaire)
 - Perturbations liées à la configuration fonctionnelle
 - Redéfinir les flux
 - Valider les données
- Limitations des formats ou des volumes
 - Faire du traitement applicatif pour préparer / réintégrer des données
- Création / Utilisation de systèmes tiers pour faire office de passerelle
 - Création d'un point critique dans le réseau, sans valeur ajoutée fonctionnelle.

L'adoption et la mise en avant du réseau Ethernet/TCP-IP par tous les constructeurs est un pas en avant décisif pour la rationalisation des réseaux industriels. Les solutions permettent aujourd'hui de véhiculer sur un même réseau physique l'ensemble des besoins :

- Flux SI/ERP/MES
- SCADA/IHM
- PDA
- API / API
- Entrées/ Sorties
- Sécurité Fonctionnelle

Les gains sont donc rapides et multiples :

- Passage d'une multitude de réseaux de terrain physique à un réseau unifié.
- Possibilité d'extension Physique et Fonctionnelle sans remise en cause / arrêt de l'existant.
- Compatibilité immédiate avec les applications sans Fil (Wifi)
- Interface native pour un accès Intranet et Internet pour la maintenance.
 - Diagnostic
 - Application des Modifications à distance
- Accès à des outils de diagnostics et de suivi pour anticiper les défaillances
 - SNMP
 - Solutions ouvertes type EON
- Réduction des technologies et des outils
- Selon la criticité des installations, il est possible d'utiliser du matériel grand public.
- Il est surtout possible de bénéficier des effets d'échelle et d'une mise en concurrence plus large sur les produits.

L'utilisation généralisée du réseau Ethernet TCP/IP doit néanmoins prendre en compte les exigences de sécurité. Le partage d'un réseau unique dans différentes parties de l'entreprise exposées de manière inégale aux menaces extérieures constitue en effet un point de vulnérabilité du système de production. Les technologies actuelles permettent d'apporter des solutions à bon nombre de problèmes liées à la sécurité des réseaux (pare-feu, VPN, chiffrement, ...), à condition de les mettre en œuvre avec soin. De leur côté, les éditeurs de logiciels de MES travaillent à une labellisation des produits en termes de cyber sécurité de manière à garantir leur comportement vis à vis des menaces internes ou externes identifiées. La norme ISA-99 (ou IEC 62443) peut servir de base à une réflexion sur le sujet.

Le Système

Pour faire face à des besoins fonctionnels de plus en plus complexes, de plus en plus évolutifs, les solutions de pilotage suivent une même tendance : l'informatisation, et l'informatisation « standard ».

C'est le cas maintenant pour tous les outils de supervision/SCADA qui fonctionnent sous Windows.

Il faut entendre par là, que ce qui était alloué aux couches basses (automates programmables) est progressivement réparti en attribuant de plus en plus de tâches aux postes informatiques.

Les outils de pilotage type Batch en sont un bon exemple. Mais c'est également les cas pour toutes les fonctions du MES :

- Suivi de l'exécution - workflow
- Traçabilité
- TRS
- Ordonnancement, ...

Tous ces outils ont de nombreux points communs :

- Gestion d'une ou plusieurs bases de données
- Gestion d'interface entre le système d'information et les équipements
- Intégration de Modules Spécifiques

La cohérence des moyens informatiques permet également de rationaliser les déploiements en mutualisant certaines fonctions par exemple :

- Hébergement des Bases de Données sur des Machines/OS dédiées
 - Séparation des données Temps Réels et Historiques
 - Administration des Sauvegardes / Archivages
- Mutualisation des serveurs de sessions distantes (TSE)
- Mutualisation des Serveurs de Communication

La virtualisation des systèmes

De la même manière que l'Ethernet bouscule les habitudes sur le réseau, cette même évolution en amène une autre : la virtualisation.

L'informatisation des systèmes d'information s'est construite au cours des années par l'installation de nombreux serveurs gérant chacun une fonctionnalité précise. Ces serveurs se retrouvaient en général dispersés dans plusieurs locaux de l'entreprise, parfois même dans des bureaux non adaptés pour la localisation d'un système informatique tant d'un point de vue sécurité d'accès que disponibilité d'alimentation électrique. La technologie actuelle autorise le regroupement de tous

ces systèmes au sein d'une infrastructure physique unique qui permet de conserver la spécificité de chacun d'entre eux.

De plus, comme il n'est plus nécessaire d'avoir recours à des cartes électroniques spécifiques, tous les postes informatiques (clients et serveurs) peuvent être virtualisés.

Dès lors, les avantages sont nombreux :

- Gestion souple des configurations
- Mutualisation des moyens informatiques et Industriels
- Redondance/Disponibilité :
 - Prise en charge complète de tous les services
 - Standard et/ou spécifique
 - Base de données
 - Communication
 - Présentation
 - ...
 - Disposer d'un Plan de Reprise d'Activité (PRA) et/ou Plan de Continuité d'Activité (PCA)
- Supervision Système et applicative
- Maintenance logicielle ou matérielle extrêmement facilitée
- Solution très flexible et extensible sans remise en cause de l'existant grâce aux techniques de répartition de la charge dynamique
- Simplicité de Qualification des modifications et Sécurisation des Déploiements
- Gain de temps et d'espace
- Gain substantiel de l'énergie consommée comme le montre l'exemple qui suit.

Voici ci-dessous une projection des avantages financiers que peut représenter la virtualisation.

Une interruption de service : quel coût ?

La virtualisation =  la disponibilité d'un système

- Productivité Des utilisateurs
- Productivité Direction et Service Informatique
- Perte de Revenus
- Autres pertes (pénalités, matière, travaux, données, dommages, opportunités, confiance...)

Hypothèses :

- CA : 40 M€
- Nb Salariés : 120
- Nb Serveurs : 20

Estimation du coût moyen d'Interruptions de Service :	
Durée moyenne d'interruption	4 h
Perte de chiffre d'affaire par heure	15 000 €
Perte de productivité du personnel par heure	50 €
Nombre moyen de pannes par an	2
Coût Total	80 000 €

Gain induit par la virtualisation:

Infrastructure non virtualisée



Serveurs	20
Utilisation	15%
Coût Support Annuel (400 €/an/serveur)	8 000 €
Coûts Annuels Electricité et Refroidissement (800 €/an/serveur)	16 000 €
Nombre d'heures d'intervention du personnel Annuellement (30h/serveur)	600 h
Coût Total	54 000 €

Infrastructure virtualisée



Serveurs	4
Utilisation	80%
Coût Support Annuel (600 €/an/serveur)	2 000 €
Coûts Annuels Electricité et Refroidissement (1000 €/an/serveur)	4 000 €
Nombre d'heures d'intervention par serveurs Annuellement (25h/serveur)	100 h
Coût Total	11 000 €

Economies Réalisées : 43 000 €

Identification des coûts

Les coûts inhérents à la mise en place d'un MES sont détaillés ci-dessous. Ils se décomposent en coûts externes et internes.

Coûts externes

Infrastructure matérielle

Les coûts d'infrastructure portent sur l'achat ou la location des équipements nécessaires au bon fonctionnement du MES. Il peut s'agir d'achat de nouveau matériel, de remplacement de matériel obsolète ou de coûts de montée de version.

Dans ce poste on retrouve :

- Les serveurs : serveurs de bases de données, serveurs d'application, serveurs d'acquisition
- Les Postes clients, fixes ou mobiles (PDA industriels avec lecteurs Code-Barre, tablettes...)
- Les réseaux fixes ou mobiles (acquisition d'une borne Wifi par exemple)

Ces coûts sont :

- soit des coûts d'achat auquel il convient de rajouter les coûts de maintenance annuelle (voir § Coûts récurrents)
- soit des coûts de location mensuelle, incluant en général les coûts de maintenance.

Logiciel

Dans les coûts d'achats logiciels, on inclut :

- la (ou les) licences du logiciel MES mis en œuvre
- les logiciels associés : licences de bases de données par exemple, lorsqu'ils ne sont pas inclus dans le coût de la licence MES
- le système d'exploitation et les outils bureautiques associés (pack office par exemple)

Ces coûts peuvent être des coûts d'achat de nouvelles licences (dans le cas de l'acquisition de nouveaux postes clients par exemple) ou des coûts de mise à niveau des versions existantes (montées de version du système d'exploitation par exemple).

Prestations

La mise en place d'un MES s'accompagne généralement de prestations assurées soit par l'éditeur de la solution ou par un de ses partenaires intégrateur, soit par un cabinet de conseil.

Les prestations se décomposent en différentes phases :

- Etudes :
 - Cadrage : la phase d'étude peut démarrer très en amont par une phase de cadrage dans laquelle on couvre les **objectifs à atteindre** par la mise en œuvre du projet (exemple : réduction des livraisons en retard de 30%), l'analyse des besoins métier en liaison avec les objectifs, l'analyse des solutions MES du marché permettant de sélectionner la solution à mettre en place... La phase de cadrage déterminera également les différentes phases du projet, en privilégiant les fonctionnalités qui apportent les gains les plus rapides. De cette manière, les premières phases du projet contribueront au financement des phases suivantes.
 - Analyse d'écarts : une fois la solution MES choisie, l'analyse d'écart permet d'identifier les fonctionnalités MES qui permettent de couvrir le besoin métier en standard mais également de mettre en évidence les besoins nécessitant des développements spécifiques en complément du logiciel MES. Ces développements complémentaires sont souvent liés aux interfaces à mettre en œuvre avec des systèmes externes, aux besoins en rapports spécifiques à l'entreprise mais comprennent également des fonctionnalités complémentaires à celles disponibles dans le logiciel mis en œuvre (souvent liés aux spécificités métier).
 - Spécifications : les spécifications portent sur le paramétrage de la solution MES et sur la description des développements complémentaires spécifiques.
- Paramétrage de la solution : cette phase permet la configuration de la solution MES
- Développements : cette phase comporte les développements spécifiques (interfaces, reports, fonctions complémentaires...) et les tests associés
- Tests et réception plate-forme : la solution paramétrée et complétée des développements spécifiques se doit d'être testée et vérifiée par le prestataire avant une étape de réception en plate-forme par le client qui permet de s'assurer que la solution est conforme aux attentes.
- Mise en service sur site : cette phase inclut l'ensemble des activités permettant la mise en service de la solution : installations, tests dans l'environnement cible (connexion aux équipements, tests d'interfaces avec les systèmes cibles,...). Elle aboutit à la mise en production de la solution, qui peut s'accompagner de prestations d'assistance post-démarrage de manière à accompagner l'entreprise en vue d'une prise en

main plus rapide de la solution et/ou de résolutions des problèmes pouvant survenir au démarrage.

- Déploiement multi-sites : dans le cas de la construction d'une solution destinée à être déployées sur un ensemble de sites, l'objectif est de disposer une solution d'entreprise (core system), intégrant les spécificités (développements spécifiques). Le 1^{er} déploiement se fait sur un site pilote qui permet d'avoir du retour d'expérience et de capitaliser pour les déploiements ultérieurs. Pour les autres sites, on retrouve une phase d'analyse d'écart par rapport au core system afin d'identifier les particularités du site et les éventuels développements complémentaires. Les étapes de mise en service et de formation restent identiques.

Outre les prestations directement liées à la mise en place du MES, certaines prestations complémentaires peuvent être nécessaires sur les applications existantes. On peut citer par exemple :

- Développement d'interfaces pour permettre au MES de dialoguer avec des systèmes externes
- Montée de version d'applications (par exemple une montée de version de l'application de supervision)

Coûts humains internes

Très souvent, le budget d'un projet MES prend en compte uniquement les coûts de prestations externes alors que le personnel interne sera affecté à des tâches liées à la mise en œuvre du projet de manière significative.

Analyse des paramètres métier

Dans le cas où le projet MES ne remplace pas un système existant, il faut prendre en compte le temps passé par le personnel de l'industriel (souvent quelques personnes clés !) pour relever et qualifier les paramètres métier qui devront être spécifiés dans l'application MES. On citera par exemple le relevé des temps standards des opérations, le « nettoyage » du catalogue des produits et de la nomenclature.

Il sera souvent nécessaire de prévoir des ressources temporaires (étudiant, stagiaires, intérimaires, ...) pour aider le personnel en place.

Mise en œuvre

En regard des différentes prestations nécessaires, l'entreprise doit mobiliser du personnel sur les différentes phases :

- Etudes : expression du besoin métier, réunions de travail avec le prestataire, rédaction et/ou validation des documents (cadrage, analyse d'écarts, spécifications), identification des différents paramètres métier pour la configuration de la

solution, analyse des impacts sur les systèmes existants et suivi des travaux associés

- Tests : déroulement des tests métiers pour réceptionner la solution avant la mise en service
- Formation : préparation de la formation, formation du formateur et/ou des utilisateurs clé
- Mise en service : préparation de l'infrastructure nécessaire pour la mise en place sur site (réseau, serveurs, postes clients, ...).

Gestion du changement

La mise en place d'un projet MES induit toujours un changement important dans le fonctionnement global de l'entreprise. Une condition nécessaire à la réussite du projet MES est de mener en parallèle au projet MES un projet d'accompagnement au changement qui doit être initié avant même le démarrage du projet MES. En effet, c'est dans ce projet « accompagnement au changement » que seront gérées les adaptations nécessaires dans l'organisation et le niveau de compétence du personnel.

De nombreux retours d'expérience montrent qu'une condition de réussite d'un projet MES impose une attention particulière à la conduite du changement. **Au moins 20% du coût interne du projet doit être consacré à l'animation de la préparation au changement.** Cette phase doit en plus impliquer la gestion des ressources humaines de l'entreprise.

Accompagnement du projet

Un projet MES n'est pas qu'un projet IT avec une livraison effectuée par un prestataire extérieur (cela ne se compare pas avec l'installation d'un compresseur !). La mise en œuvre implique la participation active de tous les acteurs de l'entreprise et en particulier du personnel métier qui en sera l'utilisateur principal. Il est donc important de prévoir du temps disponible pour ce personnel tout au long du projet.

Le personnel impliqué par la mise en place du MES est à la fois du personnel métier et du personnel IT :

- Métier :
 - un sponsor métier doit être nommé en interne pour promouvoir le projet en interne, valider les choix majeurs, nommer les acteurs clés du projet (utilisateurs clés par exemple) et décider des changements d'organisation
 - les utilisateurs clés sont nommés dès le début du projet. Ils participent aux différentes étapes d'études puis à la réception, la mise en service et aux formations.
- IT :
 - L'équipe IT est impliquée dans les choix technologiques, elle identifie et gère les impacts sur les

systèmes existants, elle participe aux différentes étapes de mise en place de la solution.

- Ressources humaines :
 - Impliquées dans les activités de formation et de conduite du changement
 - Intervention dans le plan de communication du projet
- Chef de projet :
 - Un chef de projet interne doit être nommé pour piloter et coordonner l'ensemble des activités du projet en interne. Il gère également la relation avec le prestataire externe et les fournisseurs (matériels, logiciels, ...). Il sera choisi pour sa bonne connaissance des aspects métier.

Formation des utilisateurs

La formation se décompose en

- formation « utilisateurs », destinée aux opérateurs, chefs d'ateliers, responsables de production,... La formation est dispensée en 2 étapes : la formation d'utilisateurs clés, qui seront les « référents » au niveau de la production. Cette formation est assurée par l'éditeur ou le prestataire externe. Les utilisateurs clés sont souvent en charge de la formation de l'ensemble des opérateurs et assurent un premier niveau de support.
- formation « administrateur » destinée au personnel en charge de l'exploitation de la solution. Il s'agit en général de personnel IT
- formation « avancée » qui, selon les solutions mises en œuvre, permet à l'entreprise d'effectuer des modifications dans le paramétrage et la configuration de la solution. Cette formation est en général à destination du personnel IT.

La formation des utilisateurs doit être envisagée dès le début du projet. Dans un pays tel que la France, il peut être intéressant de faire en sorte que la formation des utilisateurs soit incluse dans le volume des formations que l'entreprise doit assurer dans le cadre de ses obligations légales.

Remarques :

- Réduire le coût de formation risque de devenir un facteur négatif à moyen terme car les opérateurs n'utiliseront pas le système au maximum de ses possibilités.
- La formation des utilisateurs ne se limite pas à la durée du projet. Il faut former les nouveaux opérateurs qui arrivent régulièrement.

Une formation au système MES devrait être insérée dans le cycle de formation de tout nouvel opérateur.

Autres coûts internes

Systèmes périphériques

La mise en place d'un MES peut nécessiter des modifications dans les systèmes périphériques directement connectés au MES. On peut citer par exemple, le niveau automatisme et supervision, l'ERP, le système de laboratoire (LIMS), le système de planification / ordonnancement.

Ces systèmes externes peuvent être impactés :

- Au niveau matériel : achat de nouveau matériel ou mise à niveau
- Au niveau logiciel : achat de nouveau logiciel ou montée de version d'un logiciel existant (par exemple une nouvelle version de l'application de supervision permettant de faciliter les échanges avec le MES).
- Au niveau applicatif : développement d'interfaces pour permettre aux systèmes externes connectés au MES de dialoguer avec celui-ci.

Ces coûts doivent comporter les coûts externes mais également les coûts internes. Comme pour les coûts de mise en place d'un MES, il convient de ne pas oublier les coûts de formation.

Retour sur Investissement

Méthodes d'évaluation

On dispose de deux grandes méthodes d'évaluation des projets d'investissement :

- Le **Payback** (ou **délai de retour sur investissement**) = Temps nécessaire pour que les Flux Nets de Trésorerie (apports de liquidités issus des gains et des coûts d'exploitation générés par le projet) couvrent le Capital Investi.
- La **méthode basée sur la notion d'actualisation** et mettant en œuvre :
 - ✓ La **VAN** ou **Valeur Actualisée Nette**
 - ✓ Le **TIR** ou **Taux Interne de Rendement**
 - ✓ L'**Indice de Profitabilité**

1) Payback :

Le Payback ne s'intéresse qu'à la durée au bout de laquelle on rentre dans ses fonds. Il concrétise le risque mais pas la dynamique de rentabilité, en particulier après le point de Payback (ou seuil de rentabilité).

C'est une méthode rapide et simple, mais qui permet simplement de donner une évaluation sommaire du risque par la durée de retour des fonds, mais ne permet pas de comparer la puissance de rentabilité de projets dont les durées de vie sont très différentes. De plus, il ne tient pas compte du coût d'engager de l'argent sur le projet plutôt que de le placer avec un taux d'intérêt.

Exemple :

Un investissement de 500 k€ dans un équipement industriel permet de réaliser une économie de 150 k€ par an en améliorant la productivité. La durée de vie de l'équipement est de 5ans.

Le Retour sur Investissement est de $500/150 = 3,33 = 3 \text{ ans et } 4 \text{ mois}$.

2) Méthode d'actualisation basée sur le calcul de la VAN :

Avec la méthode d'actualisation, les projets sont pris en compte sur leur cycle de vie complet :

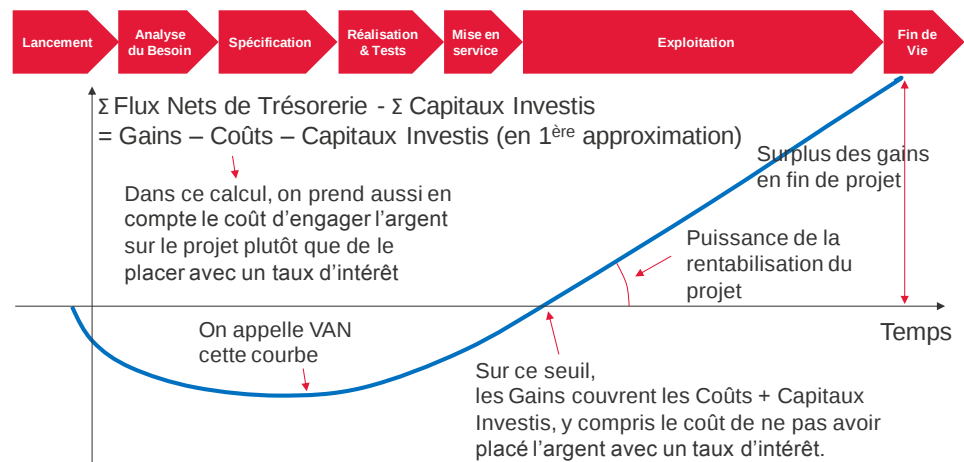


Figure 4

La **VAN** ou **Valeur Actualisée Nette** est définie de la façon suivante :

$VAN = \Sigma \text{ Flux Nets de Trésorerie actualisés} - \Sigma \text{ Capitaux Investis actualisés}$

Le **seuil de rentabilité** est atteint au moment où **$VAN = 0$** .

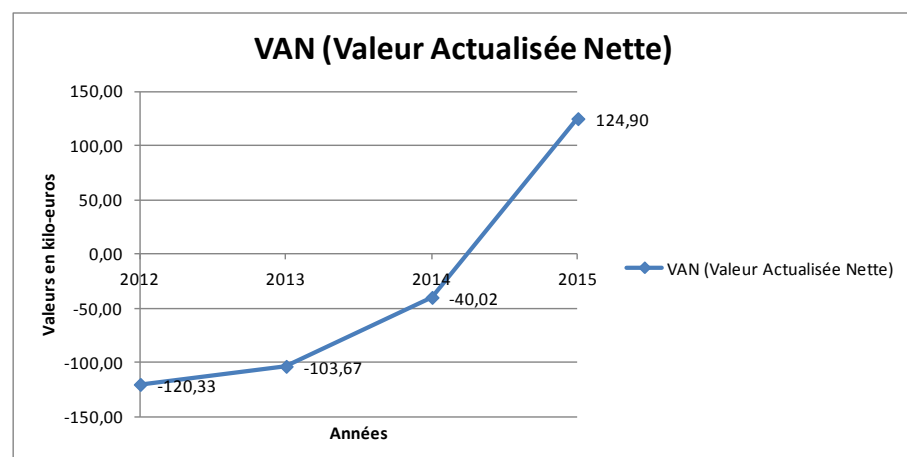


Figure 5

En première approximation grossière, on peut considérer que les Flux Nets de Trésorerie sont la différence entre les Gains d'exploitation et les Coûts d'exploitation du projet. En fait, le calcul réel des Flux Nets de Trésorerie habituellement fait par le Contrôle de Gestion pour

évaluer les projets d'investissement est un peu plus complexe. Nous renvoyons le lecteur à un ouvrage sur le Contrôle de Gestion pour aller plus loin sur ce sujet. Le calcul exact complet de chaque Flux Net de Trésorerie pour chaque période de base (année ici) est :

FNT = Capacité d'Auto Financement du Projet – variation du Besoin Financier d'Exploitation

Cela nécessite des développements plus poussés prenant en compte les notions de Dotation aux Amortissements, de Moins Values de Cession d'Actifs en fin de vie du projet, d'Impôt sur les sociétés, de Besoin Financier d'Exploitation (analogue au BFR besoin en Fond de Roulement) lié au décalage entre les dates des charges encaissables (resp. décaissables) et les dates réelles des sommes encaissées (resp. décaissées).

La **notion d'actualisation** des Flux Nets de Trésorerie et des Capitaux Investis peut quand même être rapidement précisée ici : La méthode de calcul de la VAN prend en compte la notion de valorisation de l'argent dans le temps lorsque celui-ci est disponible, non engagé ou libéré sur un projet. En effet, l'argent disponible peut faire l'objet d'une rémunération financière en étant placé à un taux d'intérêt qu'on appelle ici le **taux d'actualisation**. C'est la notion d'actualisation des Flux Nets de Trésorerie et de Capitaux Investis. Cela permet d'établir une comparaison pertinente entre des sommes qui sont engagées ou rendues disponibles à des moments différents dans le temps. On prend ici en compte l'échéancier des Capitaux Investis, des Gains et des Coûts d'exploitation du projet.

Prenons un exemple :

Si S_0 est une somme de départ de 10 000€,

i est le taux d'intérêt d'un placement, par exemple $i = 10\%$,

la valeur acquise à la fin de n années est : **$S_n = S_0 (1+i)^n$**

c'est-à-dire au bout de $n = 2$ ans, $S_2 = S_0 (1+i)^2 = 10\,000 \times (1+0,1)^2 = 12\,100$ €.

Ce calcul est un **calcul de capitalisation**.

Réciproquement :

Pour obtenir une somme égale à S_n au bout de n années de placement, il faut partir d'une valeur actuelle **$S_0 = S_n (1+i)^{-n}$**

Il faut placer à la date actuelle une somme $S_0 = 12\,100 \times (1+0,1)^{-2} = 10\,000$ € pour obtenir 12 100 € dans $n = 2$ ans.

Ce calcul est un **calcul d'actualisation**.

Cela permet de transposer et donc de comparer dans le référentiel de la date actuelle des sommes qui ne sont pas disponibles au même moment dans le temps.

Un exemple de calcul complet de la VAN est présenté à la page suivante à titre purement indicatif.

VAN > 0 signifie que l'entreprise :

- ✓ **recupère son investissement initial**
- ✓ **touche un taux d'intérêt égal au taux d'actualisation**
- ✓ **gagne un surplus dont la valeur est justement celui de la VAN.**

Années	2012	2013	2014	2015
COMPTE DE RESULTAT PREVISIONNEL DU PROJET				
Augmentation des produits d'exploitation (Gains)	600,00	660,00	840,00	940,00
Augmentation des charges d'exploitation (Coûts)	480,00	540,00	600,00	640,00
DAP (Dotation aux Amortissements et Provisions liées au Projet)	50,00	50,00	50,00	50,00
Résultat d'exploitation du Projet	70,00	70,00	190,00	250,00
Moins-values de cessions liées au Projet				-58,00
Résultat imposable du Projet	70,00	70,00	190,00	308,00
IS (Impôt sur les Sociétés)	23,33	23,33	63,33	102,67
Résultat Net du Projet	46,67	46,67	126,67	205,33

CAPITAL INVESTI	142,00	70,00	70,00	28,00
Cumul Capital investi	142,00	212,00	282,00	310,00

CAF DU PROJET (Capacité d'Autofinancement)				
Résultat Net	46,67	46,67	126,67	205,33
+ DAP (Dotation aux Amortissements et Provisions liées au Projet)	50,00	50,00	50,00	50,00
+VCEAC (Valeurs Comptables des Eléments d'Actifs Cédés liées au Projet)				-58,00
= CAF	96,67	96,67	176,67	197,33

BFE (Besoin en Fonds d'Exploitation)				
BFE	75,00	82,50	105,00	23,50
K tel que BFE = K.Gains	0,125	0,125	0,125	0,125
Variation de BFE	75,00	7,50	22,50	-81,50

FNT (Flux Net de Trésorerie) = Apport de liquidités				
= CAF - Variation BFE	21,67	89,17	154,17	278,83
Cumul FNT	21,67	110,83	265,00	543,83

Cumul FNT - Cumul Capitaux Investis	-120,33	-101,17	-17,00	233,83
--	----------------	----------------	---------------	---------------

PAYBACK :

Si FNT linéaire sans saisonnalité alors Jour de 2015 = J 25

PAYBACK

Taux actualisation	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%
N° année	0	1	2	3
Facteur actualisation	1,000	0,870	0,756	0,658
Cumul Capitaux investis actualisés	142,00	202,87	255,80	274,21
FNT actualisé	21,67	77,54	116,57	183,34
Cumul FNT actualisés	21,67	99,20	215,78	399,11

VAN (Valeur Actualisée Nette)	-120,33	-103,67	-40,02	124,90
--------------------------------------	----------------	----------------	---------------	---------------

Seuil de rentabilité pour VAN = 0

Si FNT linéaire sans saisonnalité alors Jour de 2015 = J 89

VAN = 0

Taux actualisation = TIR = Taux Interne de Rentabilité	52,00%	52,00%	52,00%	52,00%
N° année	0	1	2	3
Facteur actualisation	1,000	0,658	0,433	0,285
Cumul Capitaux investis actualisés	142,00	188,05	218,35	226,32
FNT actualisé	21,67	58,66	66,73	79,40
Cumul FNT actualisés	21,67	80,33	147,06	226,46

VAN (Valeur Actualisée Nette)	-120,33	-107,72	-71,29	0,13
--------------------------------------	----------------	----------------	---------------	-------------

VAN en fin de projet	124 902 €
TIR = Taux Interne de Rentabilité	52,00%
Indice de Profitabilité = VAN / Capitaux investis actualisés	45,55%

2 indicateurs viennent compléter l'évaluation de la Valeur Actualisée Nette précédente :

- le **TIR** ou **Taux Interne de Rentabilité** est le taux maximum d'intérêt de placement de l'argent disponible (ou taux d'actualisation) qui permettrait que l'investissement projet soit encore rentable :

VAN finale = 0, c'est-à-dire :

$$\sum \text{Flux Nets de Trésorerie actualisés} = \sum \text{Capitaux Investis actualisés}$$

C'est donc le **taux de rentabilité du Capital Investi dans le projet**.
- L'**IP** ou **Indice de Profitabilité** tient compte de la **durée** globale d'exploitation du projet qui va permettre de continuer à accroître la VAN au taux de rentabilité précédent.

L'IP donne le **bilan final de l'exploitation du projet** :

$$\text{IP} = \text{VAN} / \text{Capitaux Investis actualisés}$$

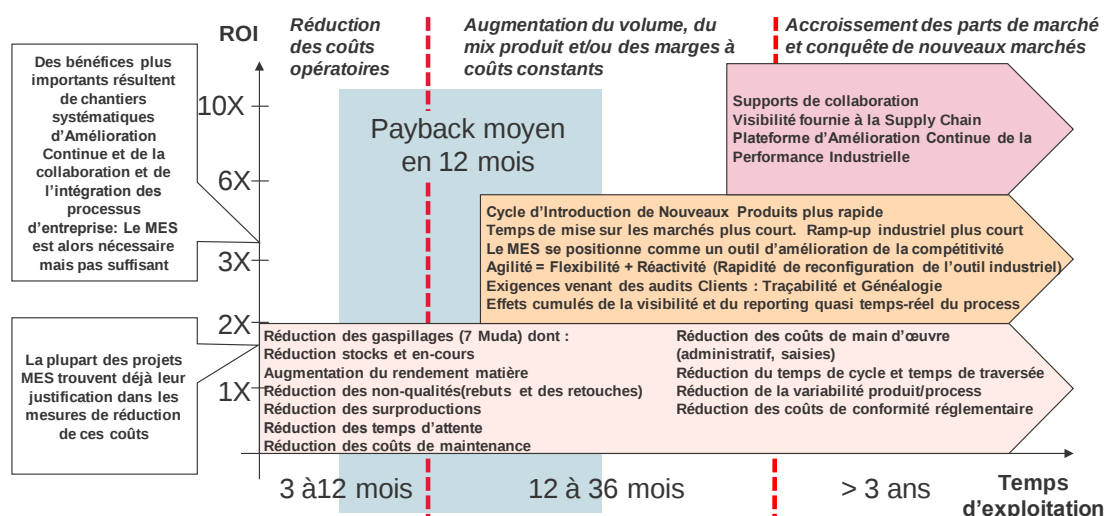
L'indice de profitabilité peut être pris comme indicateur de quantification du ROI.

Retour d'expérience

Diverses enquêtes à grande échelle ont été menées par le MESA ou des organismes tels que Gartner/AMR Research concernant le retour sur investissement des projets MES.

Un échéancier reconnu des retours sur investissement relatifs aux projets MES dit que **le Payback moyen d'un projet MES se situe entre 6 mois et 2 ans après sa mise en service et suivant la taille du projet, avec une moyenne de 12 mois**.

Le schéma suivant est souvent présenté :



Le Payback moyen d'un projet MES se situe entre 6 mois et 2 ans suivant la taille du projet, avec une moyenne de 12 mois

Figure 6

Il est issu du document source ci-dessous :

**MES Provides Long-Term Revenue and Market Benefits
Beyond Easy-to-Quantify Operational Cost Savings**

July 30, 2003 – Gartner/AMR Research Report – Bill Swanton, Alison Smith

Éléments de coût récurrents

Configuration métier

La mise en place d'une application MES/MOM ne peut s'envisager sans un volume de travail récurrent, **assuré par le personnel de production** – utilisateurs principaux de l'application et par le service méthodes. Ce type d'application est de ce fait fort différent d'un système d'automatismes ou de supervision.

On retrouvera ci-dessous quelques tâches rentrant dans cette catégorie :

- Adapter le système, en collaboration avec l'IT, pour tenir compte d'ajustement dans les outils de production.
- Maintenir la cohérence de la base de données des produits et des nomenclatures. Cette tâche est principalement effectuée sous la forme d'une synchronisation avec le système ERP de l'entreprise mais il n'est pas rare que la base de données comporte des informations spécifiques pour l'application MES.
- Ajuster les paramètres de recettes pour tenir compte de la situation existante ou de modifications de caractéristiques de certaines matières premières.

La tendance actuelle des entreprises allant vers plus de flexibilité et de variabilité dans les gammes de produits, il est important de ne pas sous-estimer le volume de travail récurrent. **Un volume d'une heure/homme par jour semble une bonne moyenne.**

Maintenance matérielle et licences

Au coût d'achat logiciel, il convient de rajouter les coûts de maintenance annuelle. En général, le coût de maintenance de la première année est inclus au coût d'achat logiciel. Outre la licence du logiciel MES, il faut inclure les coûts de maintenance des autres licences nécessaires au fonctionnement du MES : OS, , ...

De la même manière, les coûts de maintenance annuelle de l'infrastructure matérielle doivent être inclus.

Maintenance applicative

Les coûts de maintenance correspondent aux coûts internes et/ou externes permettant de disposer d'une application opérationnelle.

Le support est généralement décomposé en 2 niveaux :

- Support 1^{er} niveau : support aux utilisateurs (questions quant à l'utilisation de l'application, 1^{er} niveau d'identification d'anomalies, 1^{er} niveau de qualification d'une anomalie)
- Support 2^{ème} niveau : support applicatif en réponse à une anomalie remontée par le support 1^{er} niveau (analyse de l'anomalie, proposition de solutions de contournement, gestion des corrections). Ce support inclut le support assuré par l'éditeur de la solution mise en œuvre.

L'équipe assurant le support 2^{ème} niveau est en charge de la maintenance corrective (correction des anomalies applicatives) et de la maintenance évolutive (développement d'évolutions de l'application pour couvrir de nouveaux besoins métier).

Les coûts se décomposent en :

- coûts internes : équipe en charge du support 1^{er} et 2^{ème} niveau, y compris les heures passées par les utilisateurs clés ou les experts métier
- coûts externes : contrat de maintenance applicative auprès d'un intégrateur et/ou de l'éditeur de la solution.

Selon la criticité de l'application, le support peut être organisé en 24/7, avec les coûts inhérents aux astreintes et aux interventions de nuit et de week-end. Il peut s'agir de coûts internes comme de coûts externes.

De manière générale, les coûts de maintenance corrective sont des coûts fixes annuels (équipe interne en charge de la maintenance, contrat de support éditeur).

Le coût de la maintenance évolutive est généralement variable ; il dépend du volume d'évolutions à mettre en œuvre. Il doit tenir compte des coûts internes induits par la gestion des versions, en particulier dans le cas d'un déploiement multi-sites.

Le passage d'une version à une autre génère des coûts importants pour la validation de la nouvelle version (nouveaux pilotes, validation fonctionnelle, ...) et pour les tests de non-régression.

Annexes

Un mot sur les indicateurs de performance

Par l'intermédiaire de ses activités d'Analyse de la Performance parfaitement identifiées dans le modèle de la norme ISA S95, le MES est en mesure de fournir des indicateurs. Ceux-ci permettent de déterminer un état de départ de référence et de mesurer des gains et des pertes par rapport à cette référence, et donc de quantifier l'effet des actions entreprises d'amélioration de la performance.

Parmi ces indicateurs, certains sont très connus et presque standards, d'autres sont construits sur mesure en fonction des objectifs stratégiques et des enjeux de performances spécifiques fixés aux sites de production.

Donnons quelques exemples :

Le TRS ou Taux de Rendement Synthétique

On retrouve souvent sa dénomination anglophone OEE (Overall Equipment Effectiveness) dans la littérature.

L'analyse de performance mesurée par un système MES est souvent associée à cet indicateur mais le MES peut en calculer beaucoup d'autres en fonction des enjeux identifiés.

Concernant le TRS, une source de gain très importante au niveau opératoire est obtenue par la recherche de la réduction systématique des gaspillages. Ceux-ci comportent :

- les arrêts du procédé de fabrication
- les sous-cadences
- les non-qualités ou non-conformités des produits fabriqués.

Le MES permet de fournir :

- Un jeu d'indicateurs permettant de quantifier les pertes précédentes. Il s'agit principalement du TRS (Taux de Rendement Synthétique) et de ses composants :
 - La Disponibilité Opérationnelle
 - Le Taux de Performance
 - Le Taux de Qualité

$$\text{TRS} = \text{Disponibilité Opérationnelle} \times \text{Taux de Performance} \times \text{Taux de Qualité}.$$

Le TRS fait, avec deux autres indicateurs proches : TRG (Taux de Rendement Global et TRE (Taux de Rendement Economique), l'objet d'une norme AFNOR NF E60-182.

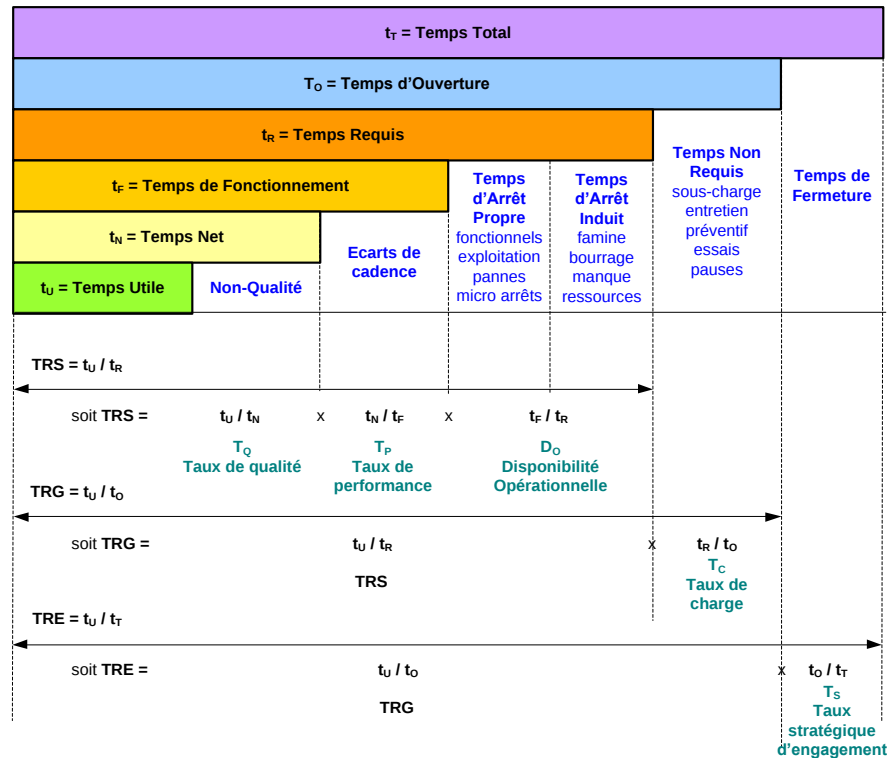


Figure 7

- Des outils permettant d'enregistrer les causes des pertes de façon automatique ou par saisie manuelle à l'aide d'un arbre des causes préenregistré à plus de 90%;
- Des outils permettant d'effectuer un classement des différents types de pertes à l'aide de diagrammes de Pareto. Ceci permet de rechercher à chaque fois les 20/80 (les 20% de causes provoquant 80% des effets) et de prioriser les actions correctrices (réparations, réglages).

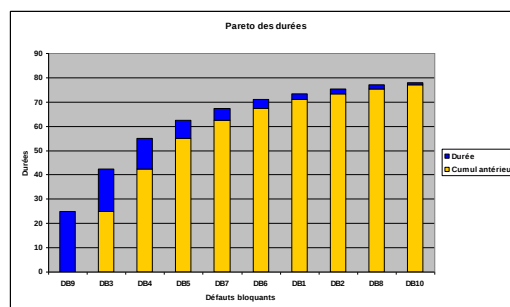


Figure 8

Ce travail de suppression des causes de pertes constitue le premier pilier du 1^{er} axe de la démarche TPM ou Total Productive Maintenance. Il se fait par l'intermédiaire de chantiers d'amélioration continue ou chantiers Kaizen dans la terminologie consacrée liée à ce domaine.

La démarche TPM met en plus le TRS sous contrôle statistique (MSP/SPC) de façon à bien identifier si son évolution est du ressort d'une cause spéciale (casse, dérèglement) rapide à traiter ou de causes communes : cumul de petits effets indépendants liés aux 6M (Matière, Main d'œuvre, Machines, Méthodes, Milieu, Management) nécessitant des actions correctrices à investissements notablement plus lourds.

Le World Class Manufacturing cherche à atteindre des niveaux de TRS supérieurs à 95%.

Mais il est encore très courant de trouver des secteurs de très grandes entreprises ou des PME/PMI où le TRS dépasse à peine 30% !

Avec un TRS relevé correctement, les experts en Management industriel ont en général peu de difficultés à évaluer les perspectives de gain attendues par les méthodes d'amélioration de la performance industrielle (5S, SMED, TPM, 6Sigma).

Avant d'installer un système de calcul automatique du TRS, de premières campagnes de relevés manuels ou de chronométrage permettent en général d'obtenir une première estimation du TRS suffisante pour estimer les gains attendus à prendre en compte dans le calcul du ROI. L'automatisation de la collecte des données brutes et du calcul du TRS par le MES permettra d'assurer l'obtention effective de ce gain sans perdre un temps considérable dans des relevés manuels réguliers et fastidieux.

Le Taux de Respect du Programme de Production

Cet indicateur est à rapprocher du Taux de Service qui est un indicateur fondamental de Supply Chain mesurant, sur un nombre total de commandes (respectivement de lignes de commandes) lancées en production pendant un intervalle de temps donné, le nombre de commandes (ou respectivement de lignes de commandes) produites sans anomalies et à l'heure.

Les ateliers de production n'ont pas toujours les informations permettant d'identifier les commandes ou les lignes de commandes et de faire des consolidations à ce niveau. C'est pourquoi, dans les ateliers, on préfère travailler sur le Taux de Respect du Programme de Production qui va mesurer, sur un nombre total d'ordres de fabrication lancés en production pendant un intervalle de temps donné, le nombre de ces ordres produits et mis à disposition en sortie d'usine sans anomalies et à l'heure.

Cet indicateur est fondamental. Il permet de donner la mesure d'une première composante du service au client. Il permet aussi de mesurer un niveau d'organisation industrielle.

Le Rendement Matière

Aussi appelé Yield en anglais.

En français, on trouve des expressions différentes de cette notion suivant les secteurs industriels :

- Mise au mille (rapport entre une tonne d'acier brut et le poids d'acier transformé à partir de cette tonne),
- Freinte (part d'un produit qui disparaît entre l'amont et l'aval d'une opération)
- Taux d'évaporation et même part des anges dans la distillation !

Le Rendement Matière mesure la part d'un produit ou d'un composant qui est perdu entre l'amont et l'aval d'une opération de fabrication, mais aussi possiblement de transport et de stockage. Le bilan du rendement matière est bien sûr aussi réalisé au niveau de la gamme et de la nomenclature complètes (ratios sorties/entrées des opérations des gammes ou des recettes, coefficient de perte des articles et coefficient de rebut des composants dans les nomenclatures).

La gamme de fabrication ou la recette déterminent de façon théorique ou empirique ce rendement au niveau des opérations. Ce travail est fait par le Bureau des Méthodes et l'Industrialisation.

L'analyse de performance dans le MES peut effectuer la mesure réelle pour chaque Ordre de Fabrication et la comparer à la référence de la gamme /recette ou aux meilleurs scores précédemment réalisés en production (que les anglo-saxons appellent les golden runs).

La création d'indicateurs adaptés

On voit très souvent sur les sites de production des indicateurs très connus, utilisés en fait par défaut.

Mais il est tout à fait conseillé de construire par l'intermédiaire du MES des indicateurs parfaitement adaptés aux enjeux de performance du moment et correspondant aux objectifs stratégiques issus du plan stratégique de l'entreprise. Ces indicateurs permettent alors en plus de vérifier la cohérence des améliorations avec les objectifs stratégiques de l'entreprise. En effet, il ne s'agit pas de réaliser des améliorations en soi, mais de réaliser les améliorations qui servent la stratégie de l'entreprise. Cette tâche est en particulier du ressort du Management Industriel. Dans les grandes lignes, comment procède-t-il ?

La démarche consiste à :

- Identifier les objectifs stratégiques de l'entreprise
- Identifier les processus industriels à améliorer
- Les croiser pour établir les enjeux de performances qu'on priorise et qu'on filtre ensuite.
- Effectuer à partir de ces enjeux une analyse causale (par exemple 5 Pourquoi) afin de remonter aux causes racines aussi appelées leviers d'action.

Les leviers d'action sont équipés d'indicateurs de pilotage et l'arborescence causale intermédiaire peut être équipée d'indicateurs de résultat.

Pour chaque processus placé sous contrôle :

- -On part des indicateurs de pilotage.
- -On passe ensuite par différents niveaux d'indicateurs de résultats intermédiaires, destinés à des niveaux de responsabilité intermédiaires de l'organisation.
- -On arrive ensuite à un indicateur global de résultat pour la contribution du processus à l'objectif stratégique, destiné aux directions impliquées dans le processus.
- -On aboutit enfin à un indicateur global de résultat pour l'objectif stratégique, destiné à la direction générale.

Le fonctionnement de ces indicateurs en cascade est bidirectionnel. En effet, la direction générale doit être capable de partir de l'indicateur général pour atteindre un indicateur local, qui permet d'expliquer une situation particulière.

Glossaire

API	Application Programming Interface
APS	Advanced Planning and Scheduling Solution logicielle utilisée pour la planification et l'ordonnancement.
CIM	Computer Integrated Manufacturing Modèle d'architecture des applications d'informatique industrielle développé dans les années 1980
ERP	Enterprise Resource Planning Système informatique utilisé pour la gestion financière des entreprises. Le fournisseur le plus connu est l'allemand SAP.
IHM	Interface Homme Machine
IP	Internet Protocol
IT	Information Technology
LIMS	Laboratory Information Management System
MES	Manufacturing Execution System : ensemble des systèmes informatiques qui assurent le suivi des activités de production. La modélisation du concept MES est réalisé par l'organisation MESA (www.MESA.org)
MOM	Manufacturing Operations Management : ensemble des applications en charge de la gestion des opérations dans le contexte des activités de

production. Ce concept est souvent associé au concept MES.

OS	Operating System – Système d'exploitation d'un ordinateur
Payback	= ROI
PDA	Personal Digital Assistant
ROI	Return On Invest – Retour sur investissement
SMED	Single Minute Exchange of Die, peut se traduire globalement en « Changement rapide d'outil ». La méthode SMED a pour objectif de réduire le temps d'un changement de série.
SNMP	Simple Network Management Protocol, en français « protocole simple de gestion de réseau », est un protocole de communication qui permet aux administrateurs réseau de gérer les équipements du réseau, de superviser et de diagnostiquer des problèmes réseaux et matériels à distance.
TIR	Taux interne de rendement
TPM	Total Productive Maintenance, est une évolution des méthodes de maintenance, notamment américaines, visant à améliorer le rendement des machines par une démarche proactive
TRS	Taux de Rendement Synthétique Indicateur de performance souvent utilisé pour évaluer les performances d'un outil de production.

TSE	Terminal Server Edition. Version de Windows Serveur dédié à la gestion de sessions utilisateur distantes.
OEE	Overall Equipment Effectiveness = TRS
VAN	Valeur Actualisée Nette

Comité de rédaction

A propos du Club-MES

Le Manufacturing Execution System est devenu aujourd'hui un maillon essentiel pour le cycle de production des entreprises. Couvrant les domaines de l'ordonnancement, de l'exécution des fabrications, de la traçabilité, de la gestion de la qualité et de l'analyse de performance, il y apporte une solution homogène, dont les fonctions et interfaces avec l'ERP ou les équipements de production sont aujourd'hui largement normalisées.

Le Club MES regroupe les acteurs significatifs de ce secteur : éditeurs, intégrateurs, organismes d'éducation ou de normalisation, avec pour but de promouvoir son développement au niveau national. Le Club MES a également donné naissance récemment à une communauté de pratique où les utilisateurs peuvent partager leur expérience.

Plus d'information sur www.club-MES.com.

Le Club MES travaille en partenariat avec MESA international (www.MESA.org).

La commission contenu

La commission contenu a pour objectif de développer des documents apportant de l'information générale non commerciale sur des thématiques liées à la mise en œuvre de projets MES/MOM. Elle est constituée de membres du Club-MES :

Michel DEVOS, M.E.S. Consult

Michel KAPUSTA, CGI

Odile DARAGON, Capgemini

Omer AKDENIZ, Ekium

Patrick ORY, Euriware

Philippe ALLOT, Ordinal

Les membres de la communauté de pratique ont contribué activement à la rédaction de ce document. Nous les remercions pour leur lecture attentive et pour leurs nombreux commentaires.

