

Gestion de la traçabilité des productions manufacturières

État de l'art, solutions et perspectives

Par **François-Xavier BEORCHIA**

Ingénieur ENSIE et titulaire du MBA de l'Université Paris-Dauphine. Directeur général iTAC Software France et membre de l'équipe ISID du centre de recherche Cedric du Conservatoire national des arts et métiers

1. Traçabilité de production : enjeux et secteurs d'application	TR120 - 2
1.1 Enjeux de la traçabilité de production, différences avec la traçabilité logistique	— 2
1.2 Secteurs d'application, maturité des marchés	— 5
1.3 Différence entre la traçabilité et les systèmes de marquage (code à barre, RFID...)	— 9
1.4 Traçabilité des constituants et traçabilité process	— 10
1.5 Traçabilité de production comme contrainte réglementaire	— 11
2. Panorama des solutions possibles	— 11
2.1 Traçabilité « papier »	— 11
2.2 Base de traçabilité spécifique (un autre royaume d'Excel)	— 12
2.3 Traçabilité via les automatismes et leurs superviseurs	— 12
2.4 Traçabilité dans l'ERP	— 13
2.5 Traçabilité avec un MES	— 14
3. Traçabilité : opportunité de progrès	— 17
3.1 Progresser grâce à la traçabilité via un déploiement large de la gestion de la conformité	— 17
3.2 Lutte contre la contrefaçon	— 17
4. Conclusion et tendances	— 17
4.1 Traçabilité : domaine de gestion à la croisée de la qualité, de la production, de la logistique et de l'informatique	— 17
4.2 Traçabilité et <i>Lean manufacturing</i> : frères ennemis du progrès industriel	— 18
4.3 Tendances actuelles et perspectives	— 18
Pour en savoir plus	Doc. TR 120

La gestion de la traçabilité des productions manufacturières est un axe de progrès important pour l'appareil productif des pays industrialisés. Il s'inscrit dans une démarche humble, constatant qu'aucun processus industriel ne sera jamais parfait et que l'erreur est toujours possible, et ce malgré les progrès fulgurants des systèmes de production d'origine japonaise. La gestion de la traçabilité regroupe des méthodologies et solutions techniques permettant d'industrialiser la traçabilité de production et d'en tirer parti de façon optimale. Cet article présente les enjeux et contextes d'application par type d'industrie de cette gestion. Ensuite, il détaille les grandes fonctionnalités incluses dans la traçabilité de production. Il décrit ensuite des situations réelles et solutions techniques possibles pour mettre en œuvre cette gestion. Enfin, il donne des perspectives et tendances en matière de traçabilité et ouvre le débat avec les promoteurs du Lean.

1. Traçabilité de production : enjeux et secteurs d'application

1.1 Enjeux de la traçabilité de production, différences avec la traçabilité logistique

1.1.1 Lorsque la crise qualité apparaît...

Pour bien cerner le propos de cet article, il faut prendre le problème du point de vue du marketing ou du service client d'un industriel manufacturier.

Un jour, un client, puis un autre, puis des dizaines, posent des réclamations au service ou aux distributeurs relevant un dysfonctionnement, qu'il soit majeur ou mineur, de l'appareil qu'ils ont acheté. S'engage alors une qualification de l'incident qui entraîne généralement une implication des équipes qualité. Au vu de l'ampleur de l'incident et de son caractère dangereux pour la

société, les choses peuvent aller très vite. Une cellule de crise va très rapidement chercher à identifier les causes du problème et le nombre de produits défectueux en question.

Dans un certain nombre de cas, l'incident en question pourra même avoir des conséquences sur la sécurité des clients. On pense par exemple aux organes de sécurité automobile (freins, airbags...), ou aux appareils de contrôle (ferroviaires, électriques, de sécurité...).

Une fois le travail de qualification de la crise réalisé s'engage le processus de décision qui peut conduire jusqu'à l'annonce d'un rappel ou d'un retrait si le produit (par chance) est encore dans la chaîne de distribution, et n'a donc pas été livré au client final. Dans ce cas, les modes opératoires peuvent être très variés, allant de la prise de contact avec les clients finaux, les distributeurs jusqu'aux médias.

Dans tous les cas, cette décision est douloureuse pour l'entreprise et va probablement lui coûter cher. Rien qu'au niveau du rappel de produits, des chiffres de l'ordre de quelques centaines à plusieurs milliers d'euros par produit rappelé sont fréquents et n'intègrent pas les coûts sur l'image. Ainsi, les sommes manipulées en cas de crise s'expriment le plus souvent en millions d'euros.

Tableau 1 – Quelques rappels en cours en juin 2008

Industriel	Produit	Problème
BMW	40 000 BMW 3.0d, six cylindres (série 5, série 7, X3 et X5), dont 3 860 en France, équipées du moteur diesel 3.0 218ch et fabriquées entre mars 2003 et mars 2004	Calaminage prématuré des composants internes au collecteur d'échappement pouvant obstruer le turbocompresseur, le catalyseur ou le filtre à particules
Chrysler	Chrysler PT Cruiser	Les vitres arrière sont mal fixées
PSA	Citröen C4 (4 000 en France) et C5 (8 000), équipées du moteur diesel 2.0 HDi 138ch et produites entre juillet 2005 et février 2006	Une anomalie du clapet de la pompe à vide peut entraîner un durcissement de la pédale de frein et affecter l'assistance de freinage
Land Rover	Freelander 2 : 1 250 modèles de 4 x 4 Freelander 2, millésimes 2007 et 2008	Mauvaise fermeture du panneau avant du toit ouvrant en verre
Toyota	Lexus IS 250 et GS 300 produites respectivement entre juin et décembre 2005, et entre septembre 2004 et novembre 2005	Une soudure insuffisante peut causer une fêlure sur une conduite de carburant et des fuites d'essence
Höher	Les lecteurs DVD portables modèle PDV 2038 de la marque Höher vendus dans les magasins Fnac depuis le 22 février 2008 et portant un numéro de série compris entre RA0711493701 et RA0711497381	Risque de combustion
Fiat	33 000 véhicules Fiat et Lancia dotés du moteur 1.3 MJT diesel, dont 4 000 en France. Sont concernées les Fiat 500, Panda, Punto, Grande Punto et Idea produites entre novembre 2007 et mars 2008. Sont aussi concernées les Lancia Ypsilon et Musa fabriquées entre janvier et février 2008	Fuite de liquide de refroidissement par le vase d'expansion

Source : UFC *Que Choisir*, juin 2008

Cette liste présente dans le tableau 1 ne représente qu'un petit échantillon des produits aux rappels publiés au mois de juin 2008. En fait, ces incidents arrivent en permanence. On constate que souvent, les problèmes ont une conséquence potentiellement dangereuse. On pourra remarquer également l'usage du conditionnel. Dans bien des cas, les industriels sont dans le flou et ne sont pas certains que le produit rappelé porte le problème en question. Enfin, on pourra s'étonner de l'ancienneté de certains produits rappelés. Demander le retour en juin 2008 de produits fabriqués ou vendus en 2003, 2004 ou 2005 est courant. Toute la complexité est de savoir ce qui a pu se passer dans l'usine il y a plusieurs années pour comprendre l'origine du problème et son ampleur.

Que faudrait-il pour limiter autant que faire se peut les impacts de la crise ? Principalement, il faut sécuriser les clients, c'est-à-dire [1], savoir avec précision quels produits reproduisent le défaut en question, et [2], où sont ces produits.

La traçabilité de production s'emploie à répondre avec le maximum de précision à la première question et aide à répondre à la seconde.

Au moment de la crise, il n'est pas très utile de savoir parfaitement où sont vos produits si vous n'êtes pas en mesure de savoir lesquels sont défectueux. Sans cette dernière information, l'organisation, et en premier lieu les équipes industrielles (production-qualité) vont se protéger en proposant une fenêtre large de produits. Il arrive à certains de cibler arbitrairement des périodes. Par exemple, cet industriel dans les équipements électroniques qui incrimine systématiquement deux mois de production avant et deux mois après l'apparition de l'incident pour « être certain de ne pas avoir de problèmes par la suite ». Au vu de sa production, c'est donc entre 5 000 et 10 000 produits qui sont inutilement retirés ou suspectés par le service client.

Il est possible de faire beaucoup mieux grâce à la traçabilité de production. La traçabilité de production doit être en mesure de donner de façon immédiate l'information permettant de connaître le nombre de produits impliqués dans la crise et leur identification unique (numéro de série) ou au moins un numéro de lot (*batch number*, *date code*...) permettant d'identifier un sous-segment de production. Elle doit être en mesure de le faire de façon exhaustive et fiable, c'est-à-dire permettre de trouver tous les numéros de série ou lot à rechercher, et seulement eux ! Par définition, un numéro de série est unique lorsqu'un numéro de lot regroupe un ensemble de produits. Les *date codes* sont des numéros de lot généralement basés sur la date (ou l'heure) de production, cet horodatage est un découpage simple souvent utilisé dans l'industrie.

1.1.2 Traçabilité de production : machine à remonter le temps

Qu'elles soient ultra-automatisées ou essentiellement manuelles, les opérations industrielles et, en premier chef, les usines, sont des organisations éminemment humaines. Leur objectif est de produire conforme et au moindre coût.

La traçabilité de production regroupe l'ensemble des opérations et systèmes qui vont permettre de savoir ce qui s'est passé au moment de la production d'un produit, et notamment quelle était la situation dans l'atelier.

Elle passe forcément par une identification (unitaire ou par lot) du produit fabriqué. Cette identification doit intervenir le plus tôt possible dans le processus de fabrication pour permettre de lui associer de façon certaine les informations de processus ou de constituants la concernant.

Nous détaillerons plus tard dans cet article les différences notables entre l'identification et le marquage des produits et la gestion de la traçabilité de production.

Encadré 1 – Questions à se poser pour mettre en place la traçabilité des constituants

1/ Mon produit final est-il identifié ou identifiable ?

Idéalement, il faudrait connaître le numéro de série unique ou au moins le numéro de lot du produit fabriqué pour lui associer de façon précise les informations le constituant. Sans cette identification, la traçabilité ne fera que stocker les horodatages de mise à disposition des composants sans les associer à des produits, rendant par la suite le travail de recherche et de tri complexe et incertain.

2/ Les informations présentes sur les constituants sont-elles utilisables ?

Parfois, les constituants disposent d'un numéro de série ou de lot (ou un *date code*) qui sera un élément utile pour le dialogue ultérieur avec le fournisseur. Parfois, ces informations ne sont disponibles que sur les emballages des constituants (notamment les petits). Quoi qu'il en soit, un travail de cartographie des informations disponibles sur les pièces à tracer est un préalable à toute élaboration de solution.

3/ Les données à tracer sont-elles facilement captables ?

Souvent, dans les projets traçabilité, il est utile de faire progresser ses fournisseurs pour qu'ils positionnent sur leurs produits des étiquettes code-barres interprétables directement par les systèmes qui les reçoivent. Les industriels les plus avancés spécifient des formats d'étiquette DataMatrix comprenant plusieurs centaines de caractères permettant d'y renseigner des informations sur la référence du constituant dans le référentiel fournisseur et client, des informations logistiques (commande-bon de livraison), et des informations de traçabilité pure (numéro de série ou de lot, *date code*).

4/ Les données à capter peuvent-elles être utiles immédiatement ?

Le coût de l'opération qui consistera à capter les données de traçabilité, même si elles sont « scanables », peut être considéré comme prohibitif dans un temps gamme souvent très optimisé. Parfois, il sera possible d'exploiter immédiatement la donnée pour gérer du même coup la conformité.

Il arrive parfois que les industriels identifient par un numéro de série unique les produits finis ayant complété l'ensemble des étapes de fabrication et passé avec succès les tests. Dans ce cas, l'étiquetage final du produit tient lieu de validation visuelle : le produit en question est prêt pour être emballé et livré. Dans ce cas, il faudra imaginer un mécanisme d'identification en amont du produit, une sorte de numéro de série ou de lot temporaire qui servira de clef pour associer les informations de traçabilité de production avant d'obtenir le numéro d'identification final.

1.1.3 Enjeux essentiellement financiers de la traçabilité de production

Les industriels manufacturiers n'ont pas d'argent à gâcher, surtout par les temps de forte pression qu'ils connaissent aujourd'hui. Pour la plupart d'entre eux se pose la question de la délocalisation et de l'approvisionnement de composants ou sous-ensembles venant de pays à bas coûts. Alors même que ces mouvements augmentent les risques sur la qualité, le besoin d'améliorer la traçabilité de production devient plus pesant.

Allons-nous pouvoir continuer à produire en France ou même en Europe ? Dans ce contexte, chaque investissement dans l'appareil de production est très étudié.

Maintenant, lorsque l'on se pose la question des coûts d'un défaut ou d'un rappel, on imagine rarement son étendue.

Encadré 2 – Cas réel de crise qualité dans l'industrie automobile

En 2003 est intervenue une crise qualité chez un grand constructeur allemand. Après étude, un contacteur de type *switch* s'est révélé défectueux et le constructeur a mis en cause son fournisseur. Pour certains d'entre eux, la MTBF (*mean time before failures*, temps moyen avant la défaillance) du produit s'écroulait vis-à-vis des spécifications initiales. L'enquête interne a montré qu'un lot de constituants avait pollué pendant une période de trois mois la production des *switchs*. Pendant cette période, 4 % environ de la production a été corrompue et 50 000 produits ont été livrés.

■ Les coûts de garantie préalablement négociés entre ces deux industriels sont de 250 euros. Ceux-ci sont constitués du coût de la pièce en question, mais aussi des coûts logistiques et du service de réparation associés. Le calcul est simple : l'industriel sous-traitant aurait dû payer 250 € x 50 000 pièces = 12,5 M€. Or, grâce à la traçabilité, il a été capable de fournir très précisément les numéros de série et d'emballage des lots incriminés, ramenant ainsi la fenêtre du rappel à 2 000 composants. Cette crise lui a finalement coûté moins d'un million d'euros, comme le montre la figure 1.

Ce cas réel illustre bien le rôle premier de la traçabilité de production. Il n'est pas comme le vulgarisent certains une assurance pour les industriels. En aucun cas la traçabilité ne vous remboursera quoi que ce soit, elle joue plutôt le rôle d'un « airbag ». Pour utiliser une analogie automobile, on pourrait dire : « Si vos opérations industrielles sortent de la route et provoquent un accident, la traçabilité vous permettra de ne pas en mourir ! ». Le cas de l'automobile est représentatif d'un secteur qui prévoit ce cas avec des coûts de garantie et un processus de refacturation préétablie au départ d'un contrat. Le risque est donc d'une certaine manière partagée entre les acteurs. Dans de nombreux autres secteurs, les OEM (*original equipment manufacturer*, terme utilisé pour désigner des industriels assembleurs de sous-ensembles qu'ils ont conçus ou achetés à des sous-traitants, par exemple pour l'industrie de la fabrication d'ordinateurs PC ou la construction automobile en générale, les OEM diffusent leur produits aux consommateurs) et équipementiers de rang 1 (c'est-à-dire les équipementiers travaillant directement pour l'OEM) supportent seuls les coûts de garantie et portent ainsi totalement le risque d'un défaut de production chez leur sous-traitant. Pour eux, la traçabilité est un progrès majeur.

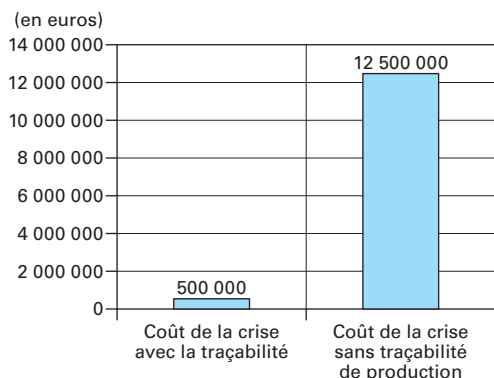


Figure 1 – Comparaison d'une crise qualité avec/sans système de traçabilité

Bien sûr, il y a la crise elle-même, la mobilisation des équipes (service client, qualité, logistique, communication, production...). Il y aura les coûts de garantie liés au remplacement ou remboursement de chaque produit aux clients mécontents.

Ensuite, il y a le coup porté à l'image de marque, la méfiance que les clients peuvent développer à l'encontre de la société et de ses produits. Notamment lorsque le premier rappel s'accompagne de répliques successives mettant en lumière de façon évidente l'incapacité des appareils industriels des fabricants à savoir avec précision ce qu'ils ont monté et à quel moment dans leurs produits.

Il arrive que des industriels travaillent encore sur des rappels vieux de plus de cinq ans !

Parfois même, ces incidents qualité font l'objet de tentatives de déstabilisation entre compétiteurs sur marché, voire de récupération politique. On se souvient à l'été 2007 de la polémique qu'ont occasionnée les annonces successives de rappels des produits Barbie de Mattel et de l'attitude des autorités chinoises s'expliquant sur la qualité des produits chinois.

Si l'on se place d'un point de vue purement financier, l'investissement dans la traçabilité de production pour un industriel manufacturier doit d'abord permettre de réduire de façon très sensible les coûts de garantie qu'il supporte et tous les coûts annexes liés à la gestion des opérations de support technique et la gestion d'incidents et de crises qualité.

Pour les industriels qui poursuivent une démarche de *sourcing* dans les pays à bas coûts et de recentrage de leurs opérations industrielles sur l'assemblage final (typique de l'automobile ou de l'électronique), la traçabilité de production permet de réduire les risques supplémentaires que ces externalisations ou nouveaux fournisseurs font porter sur la qualité des fabrications. Quelle serait la pertinence de réaliser quelques millions d'euros d'économie grâce à la mise en place d'une démarche achat dans les pays émergents si, en retour, cet excédent de marge était en partie (ou totalité) consommé dans les frais de gestion d'un rappel de produits ?

1.1.4 La traçabilité de production vis-à-vis de la traçabilité logistique

Ainsi, on voit une première différence majeure entre la traçabilité de production et la traçabilité logistique (tel que définie dans l'article TR300 des Techniques de l'Ingénieur). Par sa construction et la démarche opérationnelle qu'elle impose, la traçabilité logistique apporte beaucoup aux managers en charge de la *supply chain* en leur permettant d'optimiser les flux. La traçabilité de production ne peut pas, comme sa cousine, par sa simple existence, faire progresser les opérations de production.

La traçabilité logistique permet de piloter les flux physiques, qu'ils soient intra-entreprise ou inter-entreprise. Les informations qu'elle collecte vont permettre de localiser les produits, objets du flux logistique en question. Ainsi, il n'est pas rare de voir des solutions de traçabilité couplées à des systèmes décisionnels permettant ainsi par une agrégation de données de mieux décider l'allocation des ressources de l'entreprise.

Nous verrons de façon détaillée dans la suite de cet article de quelle manière les données de traçabilité de production peuvent apporter directement aux opérations.

Dans un certain nombre de cas, la traçabilité logistique est également intéressée par des informations événementielles et géographiques très précises ; essentiellement localisation et historique du flux d'un produit ou d'un emballage en particulier, c'est notamment le cas dans l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique où les produits ou matières peuvent être rapidement périssables ou sont soumis à un conditionnement particulier (la chaîne du froid par exemple).

Dans l'industrie manufacturière, la traçabilité logistique très granulaire (figure 2) est une problématique complexe et rarement maîtrisée. Elle est pourtant très utile pour localiser les produits et offrir la meilleure réponse possible en cas de crise.

Parfois, des industriels expliquent que la traçabilité de production ne sert à rien si la traçabilité logistique est inexistante. C'est en partie vrai, sans traçabilité logistique les objectifs de la traçabilité de production sont forcément réduits car il vous sera difficile de récupérer préventivement ou a posteriori les produits objets au rappel.

De la même manière, à quoi va servir une information très granulaire de traçabilité logistique (où est chaque produit vendu) si vous ne savez pas ce que vous avez assemblé dans ce produit ?

La problématique se complexifie encore plus lorsque les produits font l'objet d'une chaîne de distribution longue. Dans ce cas, l'information se perd souvent au premier niveau de distribution, alors que des revendeurs puis des intégrateurs peuvent ensuite s'intercaler entre votre usine et le client final.

Certaines industries manufacturières ne sont pas trop impactées par ce phénomène. On pense notamment au fournisseur de rang élevé disposant d'un petit nombre de clients ou aux industriels fabriquant en très petites séries ou à l'affaire (essentiellement ensembliers de systèmes complexes comme par exemple des avions de ligne, des centrales électriques ou des réseaux d'approvisionnement...).

Dans le cas d'une fabrication à l'affaire, la problématique tient principalement dans la multitude des références et configurations à gérer. Les clients sont eux bien connus, et les produits parfois co-développés ou faisant l'objet d'une recette unitaire détaillée en fin de fabrication. La logistique sera très complexe en interne, entre les sites de fabrication assemblage et au niveau support et pièces détachées. La traçabilité de production (ou plutôt de fabrication) est, dans ce cas, prépondérante. En général, ces produits ont des durées de vie très longues (plusieurs dizaines d'années, on pense à des avions ou des infrastructures de transport d'énergie). Les références des sous-constituants assemblés sont naturellement essentielles, mais la multitude de tests, essais, réparations, reprises sont également des informations de process que la traçabilité pourra collecter. Ces informations peuvent servir de check-lists détaillées ou sim-

plement être conservées pour faciliter les opérations de maintenance futures.

Quoi qu'il en soit, la traçabilité de production est un sujet entre les mains de la direction de la qualité et la direction industrielle. La qualité spécifiant ce qu'il est pertinent de tracer et l'industriel produisant l'essentiel des données voulues. Nous détaillerons plus tard dans cet article les rôles de chacun dans la mise en place et la gestion de la traçabilité de production.

1.2 Secteurs d'application, maturité des marchés

Parler de traçabilité de production pour l'industrie manufacturière n'est pas chose si aisée si l'on se borne à chercher les principes communs de tous. En effet, l'industrie manufacturière regorge de types de production très différents. Entre la production très grande série de petits contacteurs électroniques et celle des avions de ligne, il n'y a pas grand-chose de commun.

La traçabilité de production est par définition très proche du processus de production puisqu'elle est censée se superposer pour en capter les données que les qualitateurs et les industriels jugent pertinentes. Examinons différents secteurs manufacturiers d'application de la traçabilité de production pour en présenter les spécificités fonctionnelles et la maturité perçue du marché (en Europe) vis-à-vis de la traçabilité de production.

1.2.1 Aéronautique et Défense

Le secteur Aéronautique et Défense est de loin le secteur le plus avancé en matière de traçabilité de production. Les équipements qu'ils fabriquent sont souvent d'une grande complexité technique et critique pour la sécurité humaine. De plus, les équipements fournis par ce secteur ont quasiment tous en commun d'avoir une durée de vie longue (plusieurs dizaine d'années parfois) rendant le besoin de disposer de données techniques issues de la production plus aigu. Enfin, les productions sont souvent de toutes petites séries et les fabrications disposent d'une variance très importante. D'un client à l'autre, d'une commande à l'autre, les configurations peuvent varier lorsque les ateliers ne travaillent pas directement à l'affaire.

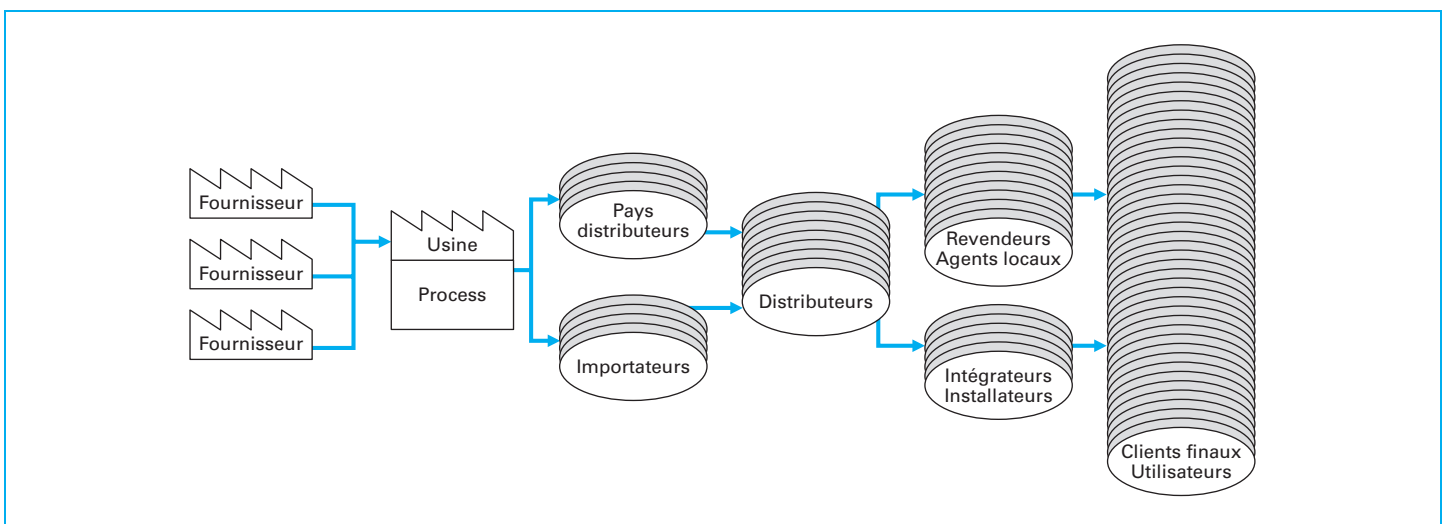


Figure 2 – Schématisation des flux logistiques d'un industriel manufacturier

Ce secteur utilise de façon régulière la traçabilité depuis de nombreuses années, ce qui est un avantage et un inconvénient.

L'avantage est naturellement dans la capacité des acteurs de ce secteur à disposer d'une information fiable sur les constituants qui ont été assemblés dans tel ou tel sous-ensemble. Le secteur est très exigeant vis-à-vis de l'ensemble de la filière quant aux données à tracer et, la plupart du temps, à la normalisation des étiquettes et formats d'informations. La traçabilité de process est par contre en général peu gérée.

Concrètement, du point de vue de la traçabilité, il est assez fréquent de voir les donneurs d'ordres prédéfinir les étiquettes de leurs fournisseurs et leur imposer l'usage de numéros de série, mode de fonctionnement qui n'est pas si généralisé que cela dans les autres secteurs.

Utiliser régulièrement la traçabilité depuis plusieurs dizaines d'années est également un désavantage car chez bon nombre d'entre eux, la traçabilité de production est vue comme une contrainte non négociable. Elle s'appuie souvent sur des technologies désuètes, voire obsolètes. La gestion manuelle des données, c'est-à-dire la copie de données de traçabilité, que ce soit sur cahier ou dans des bases de données, est courante. Dans la plupart des cas, les outils de gestion de cette traçabilité ont été développés spécifiquement pour l'industriel, voire pour l'unité de production qui l'utilise.

Ainsi, le secteur est loin d'utiliser les meilleures solutions du marché dans le domaine de gestion.

Finalement, le secteur Aéronautique et Défense, vis-à-vis de la gestion de la traçabilité des productions, est comparable au secteur bancaire vis-à-vis des systèmes d'informations. Les banques utilisent des systèmes d'informations parmi les plus développées de l'économie et ce, depuis plusieurs dizaines d'années ; la conséquence étant qu'elles utilisent toujours de nombreuses technologies totalement dépassées.

Maintenant, dans le secteur Aéronautique et Défense, il convient de séparer le monde des équipementiers de celui des systémiers-constructeurs.

Les systémiers-constructeurs travaillent quasiment toujours à l'affaire, leur problématique consistant à gérer la complexité. Si l'assemblage est une partie importante de leur valeur ajoutée, l'essentiel se situera plutôt dans la recherche et le développement, et dans la gestion du processus de test des équipements, modules, systèmes et produits finis. En cela, la traçabilité de production participe à garantir la bonne complétude des tests et recettes et servira tout au long de la vie du produit. La maintenance des produits ou leur maintien en condition opérationnelle exploitera régulièrement les données issues de la traçabilité de production et les actualisera dans des systèmes dits de PLM (*product lifecycle management*).

Les équipementiers du secteur ont souvent été capables d'organiser leur système de production (et de gestion) pour produire (de façon rentable) de petites séries de composants. Qu'il s'agisse de produire des cartes et des sous-ensemble électroniques, des systèmes mécatroniques ou des éléments mécaniques simples ou complexes, les productions varient fortement d'une commande à l'autre et les nomenclatures sont en perpétuelle évolution. Il ne s'agit pas pour eux de gérer des rappels massifs de produits dont les clients utilisateurs finaux sont inconnus, mais plutôt de garantir une sécurité et une qualité maximum à ces clients.

Enfin, une caractéristique de ce secteur est de savoir préserver des marges très correctes vis-à-vis d'autres secteurs manufacturiers. Ainsi, la traçabilité des productions est perçue comme un coût qualité (de plus), et les équipes en charge de la fabrication ne sont pas « scandalisées » par le surcoût qu'occasionne sa gestion via des outils obsolètes ou manuels.

1.2.2 Automobile

1.2.2.1 Période mouvementée pour le secteur automobile

Dire que le secteur automobile est en mutation est devenu un lieu commun : explosion du prix des carburants, progrès prodigieux de la technologie du moteur diesel, fusions et scissions multiples de grands acteurs, arrivée des productions *low cost*, raccourcissement des cycles de conception et de vie des véhicules, émergence de nouveaux marchés, concurrence brutale, pression écologique et conséquence sur la recherche et développement de nouveaux produits... Mais de toutes les révolutions qu'il a connues ces dernières années, on peut mettre en avant l'émergence et la généralisation (parfois à outrance) des technologies électroniques et informatiques dans les véhicules.

Les véhicules automobiles actuels regorgent de systèmes électroniques et calculateurs divers pour gérer le moteur, le freinage, le patinage, les équipements intérieurs, le démarrage, le recul et le positionnement, les assistances diverses à la conduite et la sécurité.

Il faut bien l'avouer : cette course à « l'électronisation » des véhicules n'est pas prête de s'arrêter ; la connexion à des réseaux (et notamment internet) va ouvrir, à n'en pas douter, des perspectives encore inexplorées aujourd'hui.

Le revers de ce mouvement du secteur réside dans le fait que ces technologies électroniques et informatiques embarquées n'ont pas la maturité des technologies « traditionnelles » du secteur automobile. Si on examine les annonces des rappels, ils proviennent à plus de 80 % de défauts dans les systèmes électroniques.

Les systèmes de production de composants, cartes et sous-ensembles électroniques sont eux-mêmes très différents des systèmes de production automobile classiques. Les ingénieurs de conception comme de production sortent d'écoles différentes, et le dialogue n'est parfois pas si aisé entre eux, chacun considérant que l'autre n'y connaît rien.

La variance des productions s'est également considérablement accrue. Les configurations multiples des véhicules sont aujourd'hui la règle et les consommateurs adorent cela. Malgré cela, les volumes de production sont en général importants, rendant les conséquences du moindre incident potentiellement catastrophiques pour le constructeur ou l'équipementier responsable.

1.2.2.2 Constructeurs automobiles européens

Les constructeurs automobiles européens ne sont en général pas très avancés en matière de traçabilité. Ils dirigent des travaux de normalisation sur le domaine, imposent des cahiers des charges contraignants à leurs fournisseurs, audient leurs systèmes de traçabilité, nomment un « directeur de la traçabilité » au niveau central. Mais lorsqu'on les connaît en détail, leurs systèmes sont très légers. Les informations collectées pour constituer des bases de traçabilité sont issues de systèmes qui n'ont pas comme objectif la traçabilité.

Les systèmes de gestion de l'exécution de la production sont naturellement des pourvoyeurs importants de données, mais ils gèrent cela à la marge, leurs objectifs étant de produire conforme et toujours moins cher. Ces systèmes intègrent quasiment systématiquement la gestion de la conformité. Ainsi, des contrôles des références des articles montés sont positionnés sur les éléments jugés sensibles pour empêcher les erreurs de montage et garantir le strict respect de la nomenclature. Ces processus ne participent pas toujours à la traçabilité proprement dite, mais sont souvent utiles pour rendre « indolores » au niveau du temps gamme les points de captage d'informations sur la ligne.






Destinataire : 0900830	N° du BL et de dérogation :		
N° etq fourn. : RFT56748 	Adresse expéditeur <A saisir dans générateur>		
	Poids net : 0.45	Poids brut : 0.45	Nbre de boîtes : 1
Réf. produit : 090/CTMB 			
Qte : 1 	Désignation : Carter		
	Réf. fournisseur : 090/CTMB 		
Fournisseur : 0900830	Date : 15/04/2007	Indice modification	
N° etq appro/manut : 20070415103000 	N° de lot : 13 		

Figure 3 – L’étiquette GALIA : outil puissant, mais trop lourd

Parfois, ces données vivent leur vie dans des systèmes séparés, rendant extrêmement difficile leur exploitation lorsque qu’une crise apparaît. Souvent, il n’est pas fait de lien entre ces sources de données même si un effort est fait pour les stocker dans une base commune.

En général, les constructeurs ne sont pas au niveau des exigences en matière de traçabilité qu’ils appliquent à leurs fournisseurs.

1.2.2.3 Normalisation de la traçabilité par Odette

GALIA en France, VDA en Allemagne et Odette au niveau international (voir figure 4) proposent, en tant qu’associations d’industriels, des travaux permettant de guider les acteurs dans leurs efforts et investissements en matière de traçabilité, mais leurs recommandations se bornent aux échanges (la fameuse étiquette GALIA des emballages) et au marquage des pièces. Nous verrons par la suite de cet exposé la différence entre le fait de marquer les pièces et gérer la traçabilité des productions.

1.2.2.4 Équipementiers automobile en Europe

À l’intérieur de l’industrie automobile, les équipementiers pneumatique sont assez avancés en matière de traçabilité de production en ce sens qu’ils la pratiquent depuis de nombreuses années. Ainsi, ils ont adopté la norme AIAG B11 (venant de l’American National Standard Institute / ANSI, version 2008 téléchargeable sur www.ansi.org) pour l’identification des pneumatiques via la technologie RFID. Les systèmes de production des équipementiers pneumatique sont éminemment liés au processus. Naturellement, les lots de matières premières et composants peuvent être tracés, mais c’est principalement dans les machines de production et leurs réglages que se trouvent les informations de traçabilité les plus précieuses. Rares sont les acteurs qui ont concrètement entrepris de gérer de façon standardisée leur traçabilité de production, la règle étant une solution par usine, voire par ligne de fabrication.

Les autres équipementiers automobile en Europe adoptent des positions assez variées.

Certains sont réfractaires à la traçabilité qu’ils voient comme une source de coût sans réel plus-value. Ce sont souvent ceux qui subissent une pression sur les coûts les plus importants et qui produisent en très grande série. On retrouve parfois ces points de vue dans le Sud de l’Europe : Espagne, France, Italie.

D’autres sont enfermés dans un dogme du *Lean manufacturing* quasi extrémiste et sont réfractaires à tout système d’informations qui « viendrait s’empiler » pour gérer les usines et déresponsabiliser.

L’étiquette GALIA (source référence GALIA : ET11/V1R5, téléchargeable sur www.galia.com) est un outil bien connu des industriels de l’automobile et même de l’ensemble des industries manufacturières. GALIA cherche à standardiser autant que possible les échanges d’informations de la filière automobile, qu’ils soient électroniques ou papier. L’étiquette GALIA, présentée ici dans la figure 3, regroupe dans un tableau les différentes informations nécessaires. On y retrouve la référence du fournisseur, la référence du produit (référence qui peut être dans le référentiel du fournisseur ou dans celui du client) puis on y trouvera des informations de traçabilité comme le numéro d’étiquette appro, le numéro de lot. Un des soucis de la mise en place de la traçabilité vient du fait qu’il soit nécessaire de scanner de multiples zones de ces étiquettes pour avoir les données recherchées. Ne pouvant garantir l’unicité des numéros de lot (ou *date code*), il conviendra de scanner la référence produit. Mais du fait des approvisionnements multi-sources, l’information fournisseur sera souvent requise. C’est donc la tripléte (numéro de lot, référence article, référence fournisseur) qu’il faudra collecter. Se pose alors la question de qui doit payer ces temps de process supplémentaires, sans parler des erreurs possibles consistant à ne scanner qu’une partie des données ou ne pas respecter l’ordre de collecte. La logistique n’est en général intéressée que par le code article (et la quantité) car c’est celui qu’elle utilise en réception pour entrer les marchandises en magasin et les approvisionner sur les lignes. Un code DataMatrix complémentaire qui permettrait en un seul scan, comme cela se fait chez Siemens ou Robert Bosch, serait un grand progrès pour cette étiquette. Il permettrait en un seul scan de collecter l’ensemble des données de l’étiquette ; charge ensuite au système qui les reçoit de ne conserver que celles qui l’intéressent.

Les systèmes de tests et bancs d’essais sont également remplis d’informations de traçabilité qui sont purgées régulièrement.

Enfin, les systèmes de gestion de la logistique, que ce soit au niveau de l’approvisionnement des unités de production, des mouvements internes aux entrepôts et usines, ou de la logistique d’expédition, fournissent également des informations captées par les bases de traçabilité.

Maille traçabilité	Traçabilité unitaire	Traçabilité à l’emballage	Traçabilité par lot
Données			
Données obligatoires			
Compte fournisseur	Code fournisseur attribué par le client		
Identifiant traçabilité attribué par le fournisseur			
Unique	Numéro de série pour tracer un article	N° de l’emballage	N° de document (exemple : BL)
Pas unique	Numéro traçabilité attribué pour suivre un lot d’article	N° du lot de production	
Code article	Référence client		

Figure 4 – Standard Odette de traçabilité des pièces

ser les opérateurs. Nous reviendrons en conclusion de cet article sur le mariage « intelligent » du *Lean manufacturing* et de la traçabilité de production.

Des équipementiers mettent en place la traçabilité de production à la demande en fonction des projets et attentes de leurs clients. Ce point de vue est répandu, certains allant même jusqu'à proposer ce service et son prix à leur catalogue (pour les plus grands équipementiers uniquement, dans ce cas, il s'agit de quelques centaines d'euros supplémentaires par produit). Dans ce cas, ils se sont organisés avec des solutions assez standardisées et sont quasiment dans une phase d'industrialisation de la gestion de la traçabilité.

Enfin, les acteurs les plus avancés dans le domaine ont fusionné la gestion de la traçabilité et de la conformité dans des systèmes intégrés utilisés à la fois par les équipes production et qualité. Ils ont imposé des standards à leurs partenaires logistiques et fournisseurs pour rendre quasiment « indolore » le coût du processus de traçabilité. Ils intègrent dans leurs choix d'équipements automatisant des montages ou des tests augmentant les capacités de ces machines à s'intégrer avec des bases externes de données.

Il faut reconnaître que les industriels du Nord de l'Europe et notamment les Allemands sont en avance sur ce domaine de gestion comparé à la France.

Encadré 3 – La gestion des coûts de garantie dans l'automobile

Dans leurs recherches tous azimuts pour maîtriser leurs coûts et résister aux systèmes de production des pays à bas coûts, les industriels donneurs d'ordres et équipementiers des premiers rangs ont organisé via leur démarche achat des systèmes de gestion des coûts de garantie. Il est aujourd'hui généralisé de prévoir dans des contrats de projet des montants forfaitaires par pièce défectueuse qui seront facturés par le client à son fournisseur. Ces montants intègrent à la fois le coût de la pièce en elle-même mais aussi le coût de sa recherche, de son remplacement chez le client final et peuvent aller jusqu'à intégrer un coût d'image. Naturellement, l'interception d'une pièce défectueuse au kilomètre 0, c'est-à-dire avant la livraison au client final, sera moins coûteuse pour le fournisseur que si la pièce est partie dans la nature, tout en restant douloureuse néanmoins. De ce point de vue, la traçabilité de production cherchera à minimiser directement ces coûts, que ce soit au kilomètre 0, en simplifiant la recherche, le tri et la sécurisation du client, ou en cas de crise majeure.

1.2.3 Électronique

L'industrie électronique connaît depuis une quinzaine d'années une évolution fulgurante. Les équipements qu'elle conçoit ne sont plus réservés aux utilisateurs traditionnels de high-tech comme la défense, la santé, le spatial, l'aéronautique, mais tout les industriels manufacturiers (ou presque) imaginent des produits dont les innovations reposent sur l'arrivée de composants électroniques. Nous avons déjà parlé du secteur automobile, mais l'informatique est devenu un produit de consommation de masse, les produits blancs de gros électroménager regorgent de capteurs et programmeurs divers ; les téléviseurs et matériels audio sont pour beaucoup numériques aujourd'hui...

Ceci étant dit, il faut aussi admettre que la production d'équipements électroniques n'a pas la maturité industrielle des autres systèmes de production manufacturière plus traditionnels tels que ceux de la mécanique ou de la plasturgie par exemple.

Un double phénomène rend complexe ce type de production. Tout d'abord, les données de production, et notamment, les nomenclatures, sont en perpétuelle évolution. Il n'est pas rare de rencontrer des unités de fabrication qui reçoivent chaque jour des

modifications de leurs produits. Ceci est d'autant plus aigu lorsque ces produits intègrent à plusieurs niveaux de leur référentiel des composants logiciels. Ensuite, dans la majorité des cas, ces productions sont très automatisées, ce qui explique pourquoi bon nombre d'industriels de l'électronique continuent de produire en Europe. Les usines d'électronique débordent de machines spécifiques ou standards accélérant autant que possible la production de produits.

1.2.3.1 Processus standard de production électronique

On peut distinguer trois grands types de processus de production d'électronique industriel :

- **la pose de composants sur des cartes nues** ; c'est en général à ce stade que commencent les ateliers : des bobines de composants passifs ou plus complexes sont approvisionnés dans des machines de pose dit CMS (composants montés en surface) ; le « *set up* » (réglages – chargement des programmes – approvisionnement en composants) de ces machines est une opération délicate et complexe consistant à préparer pour un nouvel ordre de fabrication l'ensemble du flux de machines, les composants correspondant à la nomenclature du produit fabriqué et à paramétrer pour l'ensemble de ces machines les programmes de pose adéquats ; usuellement, les petits composants sont montés dans les phases en amont du processus de pose, les gros composants et connecteurs n'étant positionnés que dans un deuxième temps ; parfois, les cartes sont montées en parallèle pour former des « sandwichs » prêts à être intégrés ; ces processus s'agrémentent de contrôles visuels parfois automatisés via les équipements AOI (*automated optical inspection*) pour identifier les erreurs de positionnement ou composants manquants ;
- une fois les cartes prêtes ou approvisionnées arrive **l'étape d'assemblage** proprement dite ; parfois manuels, parfois automatisés, ces processus consistent à positionner les cartes dans leurs châssis et à customiser le produit conformément à l'ordre de fabrication ; c'est en général à ce moment que les éventuels câblages sont positionnés ;
- arrivent pour finir les **phases de test** ; la production électronique a considérablement développé des systèmes de test capables de stresser les produits et d'en simuler l'utilisation.

Ces étapes produisent de grandes quantités de données de mesure qui sont souvent un pourvoyeur important de données pour la traçabilité, même si toutes ne sont pas pertinentes à tracer.

1.2.3.2 Traçabilité des productions électroniques mélangée à la conformité

Les industriels de la fabrication électronique sont utilisateurs de systèmes de conformité pour plusieurs raisons. Tout d'abord, rien ne ressemble plus à une bobine de condensateurs de capacité de 5 μ F qu'une bobine de 10 μ F. Si une erreur humaine (comme souvent) se glisse dans la préparation de la ligne (*set up*), deux cas sont possibles :

- 1/ l'industriel s'en aperçoit et d'ici là, l'ensemble de sa production est bonne à jeter ;
- 2/ le problème passe au travers de l'ensemble des étapes de tests et celui-ci se révélera une fois le produit sur le marché via une moins bonne MTBF (*mean time before failures*, temps moyen avant défaillance) par exemple.

Le processus de fabrication est souvent très automatisé et les volumes peuvent être importants. Les opérations sécurisables par Poka Yoke visuel ne sont pas si nombreuses et ne permettront pas de s'affranchir du risque d'erreur. Aussi, la mise en place de la conformité et de la traçabilité devient quasiment indispensable.

Suis-je en train de préparer mes machines avec des composants conformes aux spécifications de ma R&D et à sa nomenclature ? Suis-je en train d'effectuer une opération (par exemple d'assem-

Encadré 4 – Poka Yoke

Le terme Poka Yoke vient du japonais « poka » signifiant erreur involontaire et « yokeru », éviter. Les Poka Yoke sont des détrompeurs de processus ; ils empêchent l'erreur de survenir. Ils ne sont absolument pas des contrôles complémentaires, mais des processus conçus pour éviter de se tromper. Par exemple, utiliser des vis inox avec dessin cruciforme spécifique évitant qu'elles soient utilisées ailleurs que sur le poste de travail disposant de la visseuse correspondante. Pour obtenir un maximum de fluidité, les ingénieurs méthodes industrielles (en relation avec leurs collègues de la R&D) chercheront des Poka Yoke visuels permettant d'être surveillés sans effort ou temps perdu, directement par des opérateurs de ligne. Dans d'autres cas, les Poka Yoke peuvent être assistés informatiquement par le biais de processus de conformité.

blage) sur une carte qui est passée conforme à l'ensemble des étapes préalables de la gamme de fabrication ?

Dans ce cas, une machine à son seul niveau et aussi évoluée soit-elle aura du mal à répondre à ces questions. On pourra lui charger les plans de montage et lui faire gérer la conformité de son propre *set up* et elle pourra éventuellement vérifier que la pièce était conforme à l'étape précédente, mais guère plus.

La traçabilité et la conformité vont gérer de façon globale pour l'ensemble de la ligne et des opérations, qu'elles soient automatisées ou non.

1.2.4 Biens de consommation

Le secteur des biens de consommation est par définition en première ligne vis-à-vis des consommateurs. Il fabrique souvent des biens à la valeur technologique toujours plus grande. Les véhicules automobiles ne sont qu'un cas parmi d'autres de l'explosion de l'usage de l'électronique et de technologies nouvelles dans la conception et la fabrication de ces produits.

Par définition, les masses sont ciblées, entraînant quasi systématiquement des volumes de production importants et une compétition féroce des acteurs. Les marges résultantes ne pourront composer les investissements à la fois industriels, de recherche et développement et marketing que si des volumes importants de produits sont écoulés. À l'inverse, une fois ces coûts fixes dépassés, la marge sur les unités supplémentaires vendues est excellente et le jackpot étonnant (citons par exemple le cas de la Nintendo DS[®] ou du Blackberry[®]).

Pour être compétitifs, les acteurs de ces marchés recourent presque toujours à des fournisseurs de pays à bas coûts. En s'approvisionnant sur les marchés mondiaux et en concentrant leur volume sur quelques acteurs, ils jouent au maximum de leur capacité de négociation pour préserver leur marge et surinvestir en marketing pour sécuriser le dépassement du volume rentabilisant tout le programme d'investissement.

De fait, les industriels prennent des risques (ce qui est dans l'ordre des choses, pas de profits sans cela) et notamment celui de devoir supporter face à leurs clients les conséquences d'un défaut qualité qui irrémédiablement sera massif. De plus, ils engagent leur responsabilité et ne sont parfois que les assembleurs finaux (OEM) des produits que leur recherche et développement a mis au point et repoussent sur des fournisseurs de pays en développement les opérations de production de sous-ensembles parfois complets.

Les fabricants de bien de (grande) consommation ont directement à gagner de la traçabilité de production car leurs volumes justifient facilement les investissements de sa mise en place. Quel peut être l'intérêt de dépenser en coûts de garantie, d'image et de

non-qualité divers la marge supplémentaires que les opérations industrielles externalisées dans des pays à bas coûts a permis de réaliser ?

La réalité est que rares sont les industriels de ce secteur à avoir sérieusement organisé des solutions de traçabilité au point d'en industrialiser leur déploiement, comme pour tout domaine de gestion correctement supporté par des bases de données.

1.2.5 Équipements professionnels et infrastructures

Les secteurs des équipements pour les professionnels et des infrastructures sont vastes et complexes à caractériser. Les industriels fabriquant ces produits sont confrontés quasi systématiquement à une hyper-configurabilité (dans bien des cas, ces équipements sont conçus ou adaptés aux besoins spécifiés par le client) des productions (quand elles ne sont pas simplement des fabrications à l'affaire) rendant la problématique de traçabilité délicate en matière de données de base. En effet, une intégration très proche du système pourvoyeur de données de type nomenclature (sous l'ERP, parfois des applications de conception ou spécifiques par métier) est indispensable pour réussir le projet.

Il s'agit également d'un secteur globalement en croissance, notamment pour les catégories de produits proches de l'énergie et la sécurité. La croissance d'une production est une bonne nouvelle en soit mais elle fait mécaniquement porter un risque sur les conséquences d'un défaut en cas de vide de gestion en ce qui concerne la traçabilité.

Enfin, dans bien des cas, les équipements professionnels peuvent se révéler dangereux s'ils sont défaillants. Dans ce cas, une dimension de risque humain intervient avec dans les cas ultimes des réglementations exigeant une gestion de la traçabilité selon des principes contraignants. C'est le cas notamment des équipements médicaux. Le risque de dommage à la personne est souvent, pour ces industriels, un des facteurs validant l'investissement dans la gestion de la traçabilité.

1.3 Différence entre la traçabilité et les systèmes de marquage (code à barres, RFID...)

Qui évoque le sujet de la traçabilité industrielle entraîne souvent un réflexe de focalisation du débat sur les moyens de marquage. Il

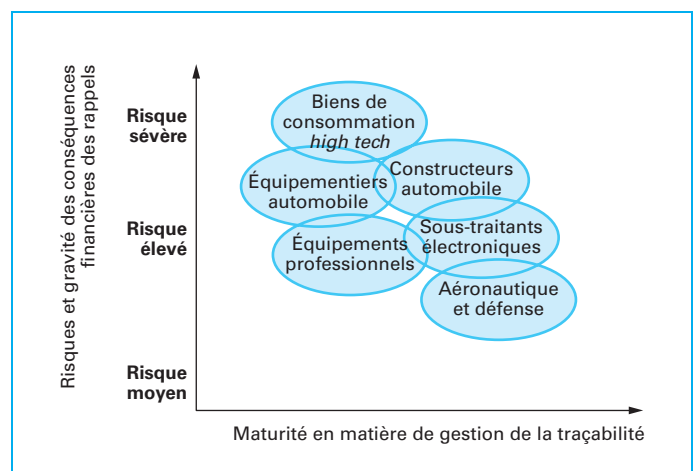


Figure 5 – Matrice risques financiers – maturité en matière de gestion de la traçabilité

n’y a qu’à regarder les salons professionnels pour s’en convaincre, une grande quantité d’innovations proviennent de développement de solutions de marquage toujours plus performantes et puissantes. Les codes à barres sont maintenant 2D avec des DataMatrix capables de stocker plusieurs centaines d’octets. Les puces RFID sont depuis quelques années déjà une technologie mature et leur déploiement dans les entreprises n’est plus une curiosité attirante pour les journalistes (même si dans les usines et les produits, du chemin reste à faire). Les systèmes de marquage par laser et relecture sur toute surface (ou presque) avec des définitions toujours plus étonnantes se multiplient. Les systèmes de reconnaissance par ADN synthétique sont annoncés et leurs applications dans la traçabilité et la lutte contre la contrefaçon semblent très prometteuses.

Maintenant, marquer ses produits si c’est nécessaire n’est absolument pas suffisant pour justifier d’une gestion efficace de la traçabilité. Il arrive que les directions générales disent : « Bien sûr que nous sommes bon en traçabilité, tous nos produits sont marqués et leurs constituants ont pour la plupart des numéros de séries ! ». Et alors ? Lorsque l’on réalise l’étude dans le détail de la production, on s’aperçoit parfois que les numéros de série sont apposés sur les produits en fin de ligne, une fois qu’ils ont été testés correctement, et que les constituants avec lesquels ils sont assemblés ne font l’objet d’aucune traçabilité. Bénéfice nul donc en cas de crise !

Les systèmes de marquage et la multiplication des numéros de série ne doivent pas être l’arbre qui cache la forêt en matière de traçabilité. Les données process pertinentes, les données constituants collectées, historisées et restituées de façon rapide dans des reportings puissants constituent une véritable gestion de la traçabilité, capable de faire progresser l’entreprise et réduire significativement ses coûts de garantie et risques de rappels majeurs.

1.4 Traçabilité des constituants et traçabilité process

1.4.1 Tracer les constituants

Historiser les informations sur les constituants des produits fabriqués est la première des choses et la plus naturelle à intégrer dans le périmètre de la traçabilité de production. Ainsi, on s’aperçoit rapidement que la donnée de base clef de cette opération est la nomenclature. C’est dans cette nomenclature que les qualitatifs vont identifier les sous-ensembles, constituants, pièces ou matières premières qui méritent d’être tracées. Naturellement, il faut raison garder (comme en toutes choses) : tout tracer pour collecter des données qui ne seront jamais réexploitées plus tard n’est qu’un gâchis d’argent et de temps. Dans certain cas, les réglementations ou les clients imposent de tracer telles ou telles informations. L’objectif est alors de collecter une donnée pertinente, permettant d’être relevé facilement dans le futur et de faciliter le dialogue avec les fournisseurs.

Si le constituant à tracer bénéficie d’un numéro de série unique, c’est naturellement un avantage. Si ce numéro de série est lisible par scan ou identifiable de façon automatisée, c’est encore mieux, car les équipes méthodes chercheront toujours à réduire au maximum les temps gammes ainsi que des opérations manuelles de recopie à la main ou de simple scan à partir de lecteurs de code à barres. Quoiqu’il en soit, dans ce cas, chaque sous-constituant devra être scanné et associé avec l’identifiant du produit final.

Se pose alors la question de l’identification du constituant. Dans la plupart des cas, celui-ci sera au mieux identifié par un numéro de lot ou un *date code*. Dans ce cas, il est nécessaire de vérifier que la granularité du lot tracé soit pertinente, et, le cas échéant, lancer une action avec le fournisseur pour la réduire. Seriez-vous avancés de découvrir que votre produit est défectueux du fait d’un défaut sur une vis du lot 123, alors que ce lot contient 2 000 000 de vis ? Se pose ensuite la problématique de l’éventuel reconditionnement de ces matières à l’arrivée dans l’usine ou lors de la prépara-

tion du réapprovisionnement des lignes. Ces process sont habituellement des points de cassure de la traçabilité si l’on n’y prend pas garde. Dans ce cas, l’opération consistera à « déclarer » dans la traçabilité la consommation à partir d’une date-heure donnée du nouveau lot de composants et ainsi de l’associer avec tous les produits fabriqués pendant cette période jusqu’au changement de lot.

1.4.2 Tracer le processus de production

La traçabilité de process est difficile à cerner. On y regroupera l’ensemble des informations contextuelles au processus de fabrication et qui donc, par définition, ne sont pas sérialisées. Assimiler les données process aux résultats des tests et bancs d’essais est réducteur. Naturellement, ces derniers sont d’énormes générateurs de données et un réflexe courant consiste à tout mettre en base de traçabilité. Dans certains cas, il est utile de savoir que le produit a fait l’objet d’une boucle de réparation, qu’il est resté en attente dans une zone tampon de la production un peu plus longtemps que de coutume, qu’il était le *n*ème produit d’une tournée de X, etc.

Un besoin récurrent de données de process vient des outillages, machines ou personnes étant intervenus sur le processus en question. Dans certaines industries, assez proches de la transformation de matières premières (par exemple mécanique, équipementier pneumatique...) le besoin est plutôt de savoir quelle machine a été utilisée à quelle heure, et quels réglages ou outils avons-nous appliqués à telle machine à quel moment. Il arrive que les opérateurs soient eux-mêmes tracés.

Encadré 5 – Traçabilité des actions humaines : une traçabilité « process » particulière

Un grand industriel français a connu courant 2006 un incident sur l’un de ses équipements de sécurité. Ceux-ci avaient été livrés au Moyen-Orient et en Asie. Les appareils chauffaient plus que la normale et allait jusqu’à s’endommager. Après analyse, déjà assez coûteuse, des appareils défectueux, l’équipe qualité s’est aperçue que certaines rondelles de visserie interne avaient été montées à l’envers. Après recherche en interne, il est apparu que pendant une période de quatre mois, un opérateur intérimaire avait travaillé dans l’atelier et n’avait pas été correctement sensibilisé au processus de montage de ces rondelles qui devaient impérativement être montées dans le bon sens. Pendant toute la période de son contrat d’intérim, plus de 5 000 produits de ce type ont été livrés, mais l’opérateur en question n’a travaillé que sur un maximum de 1 000 produits. La correction de ces équipements trop gros pour être transportés a occasionné de multiples déplacements très coûteux. La traçabilité process aurait pu permettre de savoir quel opérateur a travaillé sur quel produit et ainsi, confondre les 1 000 équipements suspects. Au lieu de cela, l’industriel a dû effectuer un contrôle de l’ensemble du parc même si quatre fois sur cinq, aucune intervention n’était nécessaire !

La traçabilité des opérations humaines peut être très utile, notamment quand ces opérations portent sur des éléments de sécurité. Maintenant, des dérives sont possibles, tracer les opérations humaines consiste à connaître avec précision la productivité unitaire de chaque personne et d’un certain point de vue est comparable à un « flicage » de ses employés. Il arrive que les industriels négocient avec les syndicats représentant les salariés pour permettre les opérations de traçabilité des opérateurs, mais que ces données ne soient accessibles qu’avec l’autorisation expresse des représentants du personnel en cas de crise qualité par exemple, et à aucune autre finalité.

Le maître mot à répéter sans cesse dans la mise en place de la traçabilité process de production est « pourquoi ? ». La donnée que je vais garder me servira-t-elle un jour ? En ai-je déjà eu besoin ?

Dans certains cas, la traçabilité process sera utile car elle alimentera les systèmes de gestion de la conformité pour ajouter des Poka Yoke électroniquement assistés, notamment aux phases en aval des processus d'assemblage, voire d'emballage-expédition. Nous reviendrons plus tard dans cet article sur l'intérêt de joindre la gestion de la traçabilité de production et celle de la conformité.

1.5 Traçabilité de production comme contrainte réglementaire

Dans l'industrie manufacturière, il n'existe pas, comme dans l'industrie agro-alimentaire ou le secteur médical, de contraintes strictement réglementaires en matière de traçabilité. Ce sont généralement les groupements d'industriels (Odette, GALIA pour l'automobile par exemple) ou certains industriels de leur propre chef (par exemple Siemens ou Bosch) qui normalisent leur gestion de la traçabilité.

En général, ces normalisations portent surtout sur le format, les informations et la capacité de relecture des étiquettes des lots de composants ou numéros de série des pièces. La norme ISO 8402 réactualisée par la norme ISO 9000:2005 définit la traçabilité par « l'aptitude à retrouver l'historique, l'utilisation ou la localisation d'un article ou d'une activité ou d'articles ou d'activités semblables, au moyen d'une identification enregistrée ». Mais elle ne contraint en rien.

Toutefois, il existe un secteur particulier : celui des appareillages médicaux. Les industriels produisant des équipements médicaux et les distributeurs aux États-Unis sont soumis aux contraintes de la *Food and Drug Administration* (FDA).

Cette administration très puissante impose notamment aux industriels dans sa norme 21 CFR 820, et notamment les articles 60 et 65 « Identification and Traceability », que « les industriels fabricants sont tenus d'avoir des procédures écrites permettant l'identification des produits à toutes les étapes de la réception, la production, la distribution et l'installation pour éviter les risques de mélange et d'échange. L'industriel a la flexibilité d'identifier les produits comme il le souhaite et le documente dans sa procédure ».

En Europe, la directive 93/42 relative au marquage CE, complétée par les directives 2000/70/CE et 2003/32/CE, contraint les fabricants de matériel médicaux. Mais elles ne s'appliquent pas véritablement aux industries manufacturières portant principalement sur les matières premières et tissus animaux et humains employé dans les procédés de fabrication.

De plus, les industriels sont tenus de mettre en place des verrous de type conformité permettant de s'assurer que seulement des sous-ensembles valides et correctement testés ont été assemblés.

Pour certains équipements particuliers, ceux, par exemple, implantés dans le corps humain, ceux contribuant à la vie d'un patient ou potentiellement dangereux pour leur utilisateur, la réglementation exige « une identification unitaire des produits de leur lot de fabrication et, quand cela est possible, des numéros de contrôle des sous-composants ».

La réglementation va même jusqu'à exiger de la part des industriels une justification de leur part pour les composants ou sous-ensembles de produits à tracer qui ne seraient pas identifiés par un numéro de contrôle.

Cette partie de la réglementation 21 CFR 820 traite notamment de traçabilité. Elle se différencie de l'article 21 CFR 821 qui décrit les contraintes de *tracking*, c'est-à-dire de suivi des produits tout au long de leur vie. Le *tracking* se borne dans ce cas à une traçabilité de localisation des produits. Cette expression est plus utilisée par les logisticiens que par les industriels.

Ce secteur est celui dont les normes sont les plus contraignantes pour ses fabricants d'appareils.

2. Panorama des solutions possibles

2.1 Traçabilité « papier »

Ne nous voilons pas la face, gérer la traçabilité manuellement sur papier est aujourd'hui le process, pour ne pas dire le réflexe, le plus communément répandu dans les usines, notamment françaises. Nous trouvons des agents de la logistique interne, passant dans les allées des lignes déposer les constituants nécessaires pour la poursuite de la production, inscrire souvent à la main des numéros d'identification sur des cahiers ou classeurs. Nous rencontrons également des opérateurs sur les lignes d'assemblage, au poste de test ou de réparation, qui saisissent à la main des numéros. Il arrive même parfois que seul le numéro d'article soit saisi.

Une fois le « cahier de traçabilité » déployé sur la ligne se produit un phénomène très humain. Les premiers temps, les formulaires sont correctement remplis, l'opérateur aura pris soin de reporter les numéros de série ou de lot (lorsqu'il s'agit de suivre des bacs entiers de constituants), puis d'indiquer le code article de la pièce tracée (naturellement sans ce code article, que faire d'un numéro de série ?). Que faire lorsque la même pièce peut être approvisionnée par l'intermédiaire de fournisseurs multiples ? Il faudra alors savoir de quel fournisseur il s'agit. Et enfin, la date et l'heure exacte de la saisie pour permettre une exploitation ultérieure (et parfois lointaine) de ces données chèrement collectées. En bref, un jour, un opérateur ne remplit pas une ligne, puis devant le manque de réaction de l'encadrement qui a tant de problèmes à gérer qu'il ne peut contrôler le respect de la procédure de traçabilité papier, le management, lui, fait semblant de croire que les cahiers sont là prêt à l'emploi en cas de problème.

Concrètement, on trouve dans certaines unités des cahiers dont les derniers renseignements inscrits datent de plusieurs mois, toujours bien à leur place sur le poste de travail. Certains formulaires en partie remplis avec des numéros de série correspondent à des articles inconnus. Des lignes de composants sont renseignés par leur code article, c'est-à-dire une donnée totalement inutilisable en cas de crise pour collaborer avec le fournisseur.

Encadré 6 – Coût d'une mise en place de traçabilité papier

Dans une mission a été réalisée récemment sur une ligne d'un équipementier automobile la mise en place d'une traçabilité papier. Il s'agit d'une production mécatronique pour un volume journalier de 3 000 à 4 000 pièces. 35 sous-ensembles et composants étaient à tracer et 14 d'entre eux faisaient l'objet d'un reconditionnement au magasin. La mise en place de cahiers sur la ligne, et le processus d'identification des emballages de reconditionnement avant l'approvisionnement de la ligne entraînaient la génération de 15 000 formulaires A4 pour quasiment 900 heures perdues pour une ligne, l'usine en comptant une quinzaine !

De plus, il fallait organiser un espace d'archivage de ces documents pour plusieurs années, et le temps qu'il allait falloir pour éplucher ces classeurs le jour où un besoin crucial d'informations surviendrait allait se faire sentir.

Un process comme celui-ci est la plupart du temps aberrant. Gâchis de temps, il alourdit le temps gamme de façon insupportable pour la plupart des productions. Il est générateur d'erreurs : quoi de plus complexe qu'un numéro de série ou un code article à recopier ? Il est surtout quasiment inefficace, la véracité des informations que les cahiers de traçabilité pourront fournir étant rarement garantie à plus de 60 %, rendant impossible la sécurisation à 100 % de clients pollués par une défaillance dans la production. Le temps à passer par les équipes qualité en cas de crise est prohibitif. Alors que l'urgence est absolue, les équipes se voient contraintes de naviguer dans des documents manuellement pour recouper et pointer les heures de passage des pièces.

Si le marquage est l'illusion de la traçabilité, s'il n'y a pas de gestion derrière, la traçabilité papier est simplement contre-productive et inefficace.

2.2 Base de traçabilité spécifique (un autre royaume d'Excel)

On pense parfois qu'Excel est l'outil des contrôleurs de gestion et financiers, mais on sous-estime à quel point il est utilisé dans les unités de production. Naturellement pilote d'une usine, sa production, sa qualité, sa logistique sont une gestion comme une autre, et les ingénieurs qui y travaillent sont souvent d'excellents connaisseurs du tableur de Microsoft ou de son grand frère Access.

On voit en réception marchandises des opérateurs scanner des numéros de série ou les recopier à la main dans des fichiers Excel, ligne par ligne. On voit aussi des équipes « *continuous improvement* » faire des tournées de poste chaque demi-journée pour relever des formulaires papier et les recopier dans des tableaux Excel.

Excel et Access offrent un progrès très conséquent vis-à-vis de la collecte papier : la recherche rapide d'informations. Naturellement, le gâchis de temps dans la récupération de l'information est toujours considérable mais les qualitatifs ou équipes en charge du support client peuvent retrouver très vite des informations, hélas, de façon assez parcellaire.

En effet, si ce mode de collecte et gestion de la traçabilité semble être meilleur, la structure de données d'un système permettant d'offrir les services adéquats en la matière est beaucoup trop complexe pour être gérée dans Excel, et même Access. Il n'est quasiment pas possible de lier les sources de données de traçabilité entre elles, chaque point de collecte disposant d'informations, parfois pertinentes, sur son poste et pas plus. Les données de traçabilité process ne sont pas intégrables et restent souvent sous la forme de log dans les testeurs et bancs d'essais, lorsqu'elles n'ont pas été purgées à la dernière maintenance au moyen.

Même lorsque les industriels vont jusqu'à construire des masques de saisie sous Access, l'information ainsi collectée n'est pas sécurisée et pour le même temps de collecte, ils pourraient faire beaucoup mieux. D'autant plus qu'au delà des informations fournisseurs (numéros de série, *date codes*...) et informations internes (codes article, mesures, données environnementales et process), une donnée clé d'une gestion professionnelle de la traçabilité est l'horodatage. La piste d'audit précisément ordonnée par date et heure de production est une information indispensable pour une bonne dichotomie des populations de produits à risque en cas de crise. Dans Excel, cette collecte des horodatages est rarement prévue, surchargeant encore le coût de la collecte.

Cette situation de la grosse base Access ou de ces répertoires partagés sur le réseau avec une multitude de fichiers Excel est souvent le point de départ d'un projet de traçabilité plus structuré. En effet, les systèmes de gestion de bases de données relationnelles offrent tous des services de backup, archivage et administration performants capables de gérer de gros volumes de données. La traçabilité, par définition, est le réceptacle de nombreuses sources de données qui débordent vite les limites d'Excel ou d'Access.

L'usage d'un tableur, comme Excel, peut être la solution si le besoin en traçabilité est extrêmement limité (une ou deux données maximum par produit).

Enfin que dire du risque d'erreur ? Il est tout simplement maximale.

2.3 Traçabilité via les automatismes et leurs superviseurs

L'usage des systèmes d'automatismes (automates, superviseurs...) est beaucoup plus intéressant comme approche pour mettre en œuvre une gestion de la traçabilité de production. En effet, ces équipements sont par essence au cœur de l'appareil productif en tant que moyens industriels largement déployés.

Le plus souvent, ils soutiennent les process d'assemblage ou de test pour les rendre plus productifs. Il arrive qu'ils soient utilisés pour gérer la conformité (c'est-à-dire le bon respect de la nomenclature), pour, par exemple, sécuriser les process manuels de picking dans des boîtes de composants à assembler.

Les automates sont au plus proche de l'assemblage et, naturellement, des compétences d'automaticiens se retrouvent sur de nombreux sites de production. Ainsi, il est fréquent de rencontrer des bases de traçabilité gérées ou alimentées par des automates. De plus, dans de nombreuses machines spéciales, c'est-à-dire spécifiques à un métier (comme les machines de pose de composants électroniques) ou des robots spécifiquement conçus pour un process donné, les moyens de communication sont restreints ou propriétaires.

2.3.1 Logs des automates

Une version peu puissante mais assez répandue consiste à récupérer des logs d'automates. Ces fichiers à plat générés par les robots, bancs de tests ou automatismes divers, regroupent assez facilement des informations de type horodatage, changement de produits, voire, dans certain cas, des numéros de série, le plus souvent du produit cible.

Dans certains cas, les industriels laissent ces fichiers tels quels dans les machines, ce qui est potentiellement assez dangereux car des opérations de maintenance de ces équipements conduisent parfois à vider les logs et perdre ainsi toutes traces des données qui n'avaient pas servi jusque là, mais qui peuvent faire cruellement défaut le jour J. Dans d'autres cas, ces fichiers sont exportés sur des répertoires distants, ou mieux, chargés dans des bases de données le plus souvent spécifiques (type Microsoft Access® ou MS SQL Server®). Dans ce dernier cas, une certaine pérennité de ces informations est au moins garantie pour quelques temps et des reportings spécifiquement développés par l'informatique permettent d'accéder aux données qui ont été collectées.

Le principal problème de cette façon de gérer les données de traçabilité réside dans le caractère forcément parcellaire de la démarche. Les données collectées (numéros de série, opérations sur les machines, horodatages...) ne sont absolument pas croisées avec celle des autres automatismes et encore moins avec celles de la logistique ou des expéditions. Ainsi, l'exploitation de ces données n'est pas du tout optimisée et les équipes qualité lorsqu'elles sont dans l'urgence d'une crise perdent souvent du temps à récupérer l'information. De plus, les données collectées sont souvent assez pauvres et n'ont que rarement fait l'objet d'une réelle spécification en matière de besoin de traçabilité. Ainsi, les données collectées sont souvent partielles et ne comprennent en général que peu d'informations sur les lots de constituants ou numéros de série des sous-composants.

2.3.2 Traçabilité via les outils de supervision

Les superviseurs sont des logiciels de pilotage des processus industriels automatisés. Leurs objectifs sont de relier entre eux les processus opérés de façon isolée par les automates et d'en assurer

la cohérence et le pilotage du point de vue global, le plus souvent au niveau de la ligne.

Une recherche de meilleure qualité est récurrente dans le déploiement de solutions de supervision qui seront capables de collecter les données et calculer des indicateurs statistiques, tels que les SPC de qualité (*statistical process control* ou maîtrise statistique des procédés qui servent à anticiper, prévenir ou limiter les dérives d'une processus de production). Une meilleure productivité est également possible par un monitoring centralisé des installations et leur fonctionnement, et notamment par le calcul d'indicateurs de productivité. De plus, les superviseurs sont la porte naturelle de communication entre le monde des moyens industriels et celui de la gestion des opérations généralement soutenues par les ERP. Les fonctionnalités de communication qu'ils offrent quasi systématiquement permettent de transmettre des données aux ERP ou leur système de reporting.

Par définition, les superviseurs sont extrêmement puissants pour communiquer avec les automates et les fournisseurs de ces technologies insistent souvent sur la collection toujours plus importante d'interfaces disponibles pour intégrer des automates divers et variés.

Le superviseur va permettre de proposer une interface homme-machine facilement compréhensible pour piloter le processus industriel et permettra ainsi à des non-automatiseurs d'intervenir et de suivre les opérations de production.

Parfois, les automatiseurs ajoutent des fonctionnalités de contrôle de la nomenclature (conformité) par le biais de bases de données complémentaires. Dans ce cas, la base de données reçoit la liste des articles à contrôler (issue le plus souvent de l'ERP qui a servi à les approvisionner), les automatiseurs construisent des structures de données simples et déversent les données article pour ensuite en phase de production faire des requêtes sur la base et contrôler que la production respecte bien les références des pièces à assembler.

En ce qui concerne la traçabilité, c'est un peu le même mécanisme qui peut être mis en œuvre. Le superviseur collecte de l'automate des informations de traçabilité (comme par exemple le numéro de série du produit en cours d'assemblage à la station de travail, ou le numéro de lot d'un constituant nouvellement approvisionné sur la ligne).

Gérer la traçabilité par le biais de superviseurs constitue un grand pas en avant vis-à-vis des solutions précédentes. Le superviseur se situe au dessus des automates en ce sens qu'il communique avec nombre d'entre eux. Ainsi, les données de traçabilité qu'il peut collecter vont pouvoir se croiser et se relier dans la base de données qui les recevra. Couplé aux fonctionnalités de conformité, l'ensemble pourra se révéler très puissant pour améliorer la qualité des productions et faire chuter le taux de défauts.

Cependant, les superviseurs ne sont pas véritablement conçus pour gérer la traçabilité, en ce sens que ces constructions sont systématiquement spécifiques. Les solutions basées sur des superviseurs sont, certes, suffisantes dans le cas de la ligne qu'elles soutiennent, mais en aucun cas applicables à d'autres processus. L'élégance de l'usage d'une brique de supervision, si elle simplifie l'intégration avec les automates de toutes natures, ne gomme pas le caractère spécifique de ce développement et ses travers.

La solution de gestion de la traçabilité sera assez lourde à maintenir car, systématiquement, toute évolution requerra des développements informatiques. La structure de données initialement conçue pourra être bousculée par l'arrivée de nouveaux produits ou nouveaux moyens sur la ligne. Les solutions de restitution de données de traçabilité sont en général inexistantes et font l'objet elles aussi de développement spécifiques.

L'usage d'une supervision couplée à une base de données pour collecter et gérer des données de traçabilité est probablement une bonne solution en matière de qualité prix si l'on en place au niveau d'une ligne et d'une seule, mais elle se révélera probablement peu avantageuse économiquement si l'on se place sur une échelle temporelle plus longue (trois à cinq ans) en y incorporant les coûts de main-

tenance, ou si on essaie d'appréhender le besoin de gestion de la traçabilité au niveau d'une usine, d'une *business unit* ou d'une société globale. Dans ce cas, il y a fort à parier que la somme des développements basés sur des superviseurs sera beaucoup plus élevée qu'une solution standardisée sur la base de logiciels conçus pour cela.

2.4 Traçabilité dans l'ERP

L'outil de gestion par excellence est bien l'ERP, ou progiciel de gestion intégré (PGI) en français. Ces systèmes, souvent issus de la gestion financière et comptable à l'origine, ont très largement débordé leur périmètre d'origine pour proposer aujourd'hui des modules de gestion des processus opérationnels tels que la logistique, la production ou la distribution.

Naturellement, il est plus difficile pour un éditeur de logiciel ERP de rentabiliser le développement d'une solution de gestion d'un processus de type « back-office » du type contrôle de gestion, comptabilité, gestion administrative qu'une solution de gestion métier qui par définition sera plus spécifique à un environnement. Évidemment, les finesses de gestion ne manquent pas dans la gestion financière des entreprises, mais globalement, les systèmes informatiques, leurs structures de données et processus savent être adaptés à des environnements variés. Mettons de côté le cas spécifique des institutions financières et assurances pour lesquels les ERP proposent des solutions spécifiques.

Pour ce qui est de la production et la logistique, les ERP sont en général à des niveaux de maturité différents. En logistique, ils ont pour la plupart absorbé des éditeurs de logiciels spécialisés dans l'exécution logistique. Leurs modules logistiques couvrent ainsi la gestion des stocks, des mouvements, des entrepôts et parfois des emplacements, des approvisionnements, etc. Côté production, les choses sont plus délicates, non pas que les processus y soient plus « tordus » qu'ailleurs, mais la capacité des éditeurs de rentabiliser des développements de solutions de gestion spécifique à tous les types de production n'est pas chose aisée. Ainsi, les productions de médicaments, de livres, de matières premières ou de produits high-tech sont par exemple si peu semblables qu'il est illusoire d'imaginer une solution unique et paramétrable capable de s'adapter à tous les besoins.

Les grands ERP l'ont bien compris et proposent aujourd'hui des plateformes ouvertes (par exemple SAP Netweaver © SAP AG) permettant aux entreprises et consultants de fabriquer les applications métiers que l'éditeur n'a pas encore ou pas l'intention de développer.

Dans le domaine de la production, les ERP se bornent le plus souvent à proposer des solutions de planification, calculs des besoins, et parfois ordonnancements simples (et rarement suffisants). Ils reçoivent les données des bureaux d'études (listes d'articles, nomenclatures produits...) et gèrent sur ces références les achats et approvisionnements, la comptabilité des stocks et vente, et la rentabilité des opérations. Les plus pointus d'entre eux disposent parfois de gammes de fabrication le plus souvent simplifiées pour gérer les grandes étapes de la fabrication et comptabiliser les stocks de produit semi-finis.

Ainsi, pour nombre d'ERP, l'usine est une boîte noire. L'ERP lance des ordres de fabrication découlant de commandes déjà passées ou de calculs de besoins futurs et expédie aux clients des productions.

Donc, issues des ERP, les données de traçabilité ne vont généralement pas assez loin. Au mieux, le processus de réception d'une marchandise dans une usine entraînera une saisie dans l'ERP. Cette transaction validera la conformité de la marchandise reçue avec la commande, et accessoirement autorisera le paiement du fournisseur. Dans peu de cas, les informations de traçabilité, pertinentes pour un dialogue futur avec le fournisseur le jour d'une crise qualité, ne sont pas collectées. Pourquoi le seraient-elles, puisque c'est l'intérêt de la logistique d'être toujours plus performant, et les opérations complémentaires de saisie ou « scan » de numéro de lot ou *date code* fournisseur ne leur apportent rien directement.

Ainsi, certains industriels se trouvent dans des situations où la seule information dont ils disposent dans l'ERP est la marchandise ABC approvisionnée par la commande fournisseur 123, arrivée sur le site le jour J et contenant la référence article XYZ. Bref, ils ne savent absolument pas quand cette marchandise a été approvisionnée sur la ligne, dans quels produits elle a été montée. Elle ne collecte aucune informations bord de ligne et encore moins de données process.

En plus des difficultés fonctionnelles liées aux processus de fabrication variées que les ERP ne peuvent correctement intégrer, ils ont deux grandes difficultés techniques délicates pour aller plus profondément dans la gestion de la traçabilité :

- leur structure de données n'est pas prévue pour historiser des nomenclatures entières et l'ensemble des données de traçabilité constituants et process qu'il serait pertinent de collecter ; au mieux ils se bornent à inscrire les numéros de série des produits finaux ce qui est bien la moindre des choses ;
- leur plateforme technique est souvent mal adaptée à une intégration avec des moyens industriels ; l'informatique industrielle est souvent proche du temps réel, notamment lorsque les volumes de production sont importants, les transactions qu'ils exécutent doivent être absorbées à grande vitesse par les systèmes de gestion qui sont parfois directement connectés aux machines ; il n'est pas concevable de surcharger un ERP en le connectant aux équipements industriels sans risquer de perturber la production et l'ensemble des domaines de gestion qu'il supporte en cas de plantage.

En matière de gestion de la traçabilité des productions, la solution ERP n'est pas satisfaisante. Totalemment déséquilibré sur les processus logistiques, l'ERP n'est pas le meilleur outil pour collecter et gérer les données de traçabilité composants et se révélera totalement incapable de gérer de façon standard les données process. Toute la puissance de l'ERP en matière de traçabilité se focalise sur le pilotage et le tracking des produits une fois fabriqués. Ce pan majeur de la traçabilité (où sont mes produits, quel a été leur cheminement logistique jusqu'à mes clients ?) est clairement le domaine de l'ERP.

2.5 Traçabilité avec un MES

Les MES (ou *manufacturing execution systems*) sont des outils en vogue en ce moment. Ils se positionnent en support de processus métier qui, jusque là, étaient peu ou pas gérés dans les outils de gestion comme les progiciels de gestion intégrée (ERP : trop orienté gestion financière-commercial-logistique) ou les outils de gestion logistique (par définition concentrés sur les flux et leur optimisation).

Les MES sont des outils de gestion de l'exécution de la production. Lorsque la plupart des ERP se bornent à proposer des outils de planification de la production, d'ordonnancement, ou de gestion d'ordre de fabrication ou de commandes, les MES vont se positionner à l'intérieur de cette boîte noire qu'est l'usine ou l'atelier.

Dans ces outils, les moyens de production et postes de travail sont gérés et pilotés à des fins d'optimisation de la productivité et/ou de la qualité.

Plusieurs logiques s'affrontent sur le marché des MES.

On trouve des outils venant de la gestion qualitative des ateliers, très orientée reporting et production-gestion d'indicateurs qualité et redoublant les uns les autres de fonctionnalités statistiques souvent surdimensionnées.

Une autre catégorie de MES provient des fournisseurs d'automatismes ou d'outils de supervision. Par définition, ces fournisseurs sont très compétents en matière de communication avec les moyens automatisés (automates, machines spéciales...). Leurs solutions capturent des données pour produire reporting et alertes pour les industriels et qualitatifs.

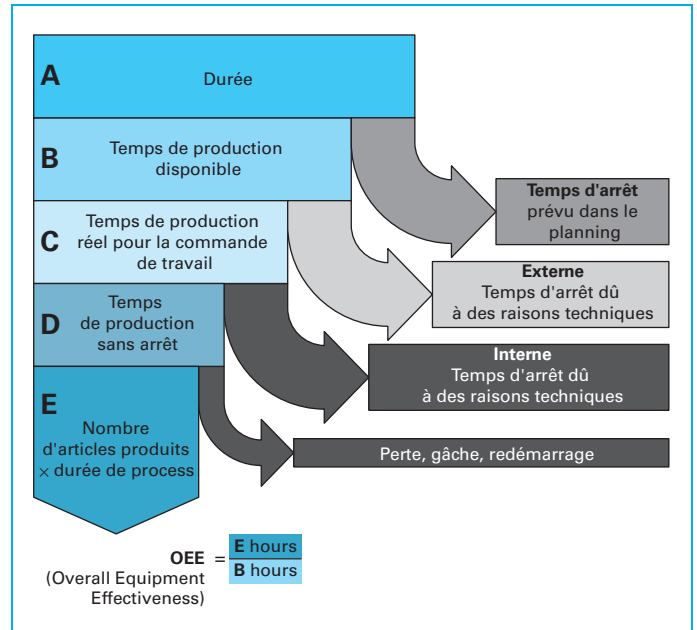


Figure 6 – Calcul du taux de rendement synthétique (TRS)

Le TRS (taux de rendement synthétique ou OEE [*overall equipment effectiveness*]) est l'indicateur de productivité le plus couramment utilisé par les industriels (figure 6). Les MES proposent assez systématiquement son calcul. Sur une période de temps A, il convient tout d'abord de retirer les périodes de non-activité prévue dans le planning de l'atelier. La période B de temps de production doit ensuite être amputée des causes techniques externes de non-production (comme des opérations de maintenance planifiées, incidents techniques extérieurs). On retire ensuite les incidents techniques internes à l'usine pour obtenir la période D des heures de production effectivement disponibles. Enfin, on retranche les pertes diverses comme les rebuts, et temps de réparation ou reprise pour obtenir la période E des heures de production de produits conformes. Divisé par la période B, le ratio TRS (ou OEE en anglais) indique la productivité effective d'une période.

Une sous-catégorie de MES se borne à la capture et à la restitution de données de production par reporting. On parle dans ce cas de systèmes EMI (*enterprise manufacturing intelligence*).

Enfin, une autre catégorie de MES provient des fournisseurs de systèmes ERP qui cherchent à descendre quand cela est possible (et rentable pour eux) plus profondément dans les processus de fabrication des usines de leurs clients.

Toutes ces notions ne sont pas toujours claires, les fournisseurs ne positionnant pas dans leur offre logicielle les mêmes fonctionnalités. La plupart du temps, les équipes opérationnelles des clients utilisateurs ne sont pas à l'aise avec ces acronymes dont les informaticiens raffolent.

2.5.1 Positionnement du MES dans l'architecture technique des industriels

Les systèmes MES sont à la croisée des systèmes de gestion traditionnels et des moyens de production.

Du point de vue technique, cela pose des problèmes. En effet, les systèmes d'informatique industrielle ont en général des contraintes de performances et de disponibilité très élevées. Ils doivent traiter de grosses quantités d'informations très rapidement. Dans certains cas, ils collectent simplement des données, parfois ils communiquent avec les moyens pour charger un plan de test ou des séquences d'opérations correspondant à la gamme du produit en cours de fabrication. Les plus riches d'entre eux vont jusqu'à vérifier les références des composants avec la nomenclature ou contrôleront que l'étape précédente a été réalisée avec un statut « OK ». Bref, les règles de gestion qu'ils manipulent sont souvent très simples et rares sont celles qui nécessitent de grosses bases de données relationnelles pour fonctionner.

Les systèmes de gestion (surtout lorsqu'ils sont intégrés) doivent faire face à des processus de gestion très adaptables et potentiellement nombreux. Ils s'appuient systématiquement sur des environnements de bases de données perfectionnés. Les technologies qui les soutiennent ne sont pas celle de l'informatique industrielle.

Pire encore, les compétences humaines sont souvent bien séparées, les équipes informatiques ne couvrant que très rarement les systèmes usine de tests ou d'automatismes.

Le MES se positionne entre ces deux mondes. D'une côté, il capte et communique avec les lignes de fabrication (parfois à très grande vitesse), de l'autre côté il échange et se synchronise avec les ERP.

Du point de vue architecture, on peut donc distinguer les couches suivantes.

Tout d'abord, le niveau le plus proche des moyens (*shop floor process control*) qui pilote les séquences d'opérations des automatismes. Au dessus se placent les outils de connectivité (SCADA notamment), sorte de *middleware* pour informatique industrielle. Ces outils captent les données pertinentes et les mettent à la disposition d'outils de gestion ou de reporting. Arrive ensuite le bloc des outils de gestion des opérations de production (MES) ; ceux-ci vont permettre une gestion des moyens, de l'exécution (tels moyens produisent tels produits selon telles gammes et nomenclatures). Ces outils génèrent également des reportings productivité, qualité (taux de défaut, taux de rendement synthétique [TRS]). On y trouve parfois des outils de planification de la production (gestion de portefeuille d'ordre de fabrication et ordonnancement). Enfin, au dernier étage, se positionnent les outils de gestion des processus de l'entreprise : les ERP.

Pour entrer un peu plus dans les détails sur la nature des données échangées avec les MES, il faut distinguer les données transactionnelles des données de base.

Les données de base sont en général issues des systèmes ERP (ou plus rarement des outils de conception CAD/CAO et données techniques PDM).

Les nomenclatures des produits à fabriquer sont généralement relativement à jour dans les ERP du simple fait que ce sont eux qui gèrent l'approvisionnement en constituant des usines. Dans 90 % des cas rencontrés, les nomenclatures proviennent d'extractions ou d'interfaces automatisées ERP/MES, les 10 % restant correspondant à une gestion manuelle (dans Excel) des nomenclatures (pour les productions à l'affaire par exemple). Dans la pratique, les nomenclatures souffrent parfois d'un retard de mise à jour et d'une précision pas toujours suffisante pour la production. Par exemple, la nomenclature indiquera 5 composants X, quand l'industriel et le qualificateur chercheront à connaître les statistiques du composant X numéro n et sa position exact sur le produit fini (carte électronique par exemple). La gestion des versions et indices de nomenclature est souvent une difficulté pour ces intégrations.

Les gammes de fabrication sont une autre donnée de base qu'il convient de synchroniser dans les MES. Elles permettent notamment de piloter les interblocages des processus (c'est-à-dire la vérification du processus de fabrication) et les horodatages et comptages des pièces à telle ou telle station pour des fins de traçabilité ou de calcul de productivité. L'interblocage du processus, ou

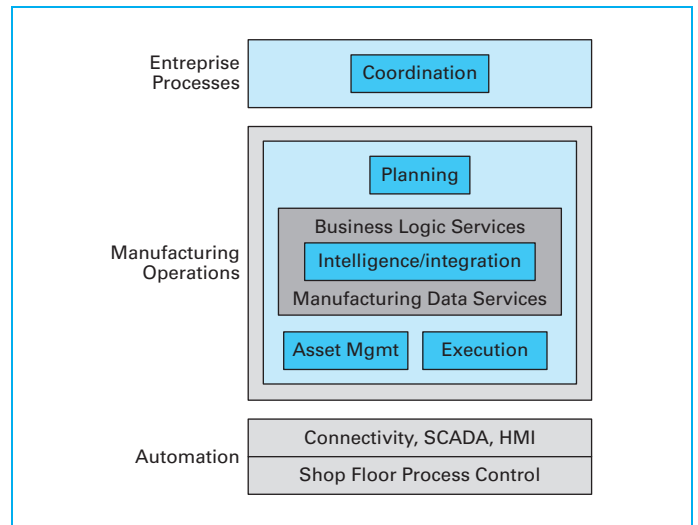


Figure 7 – Architecture classique des logiciels d'atelier (source SAP AG)

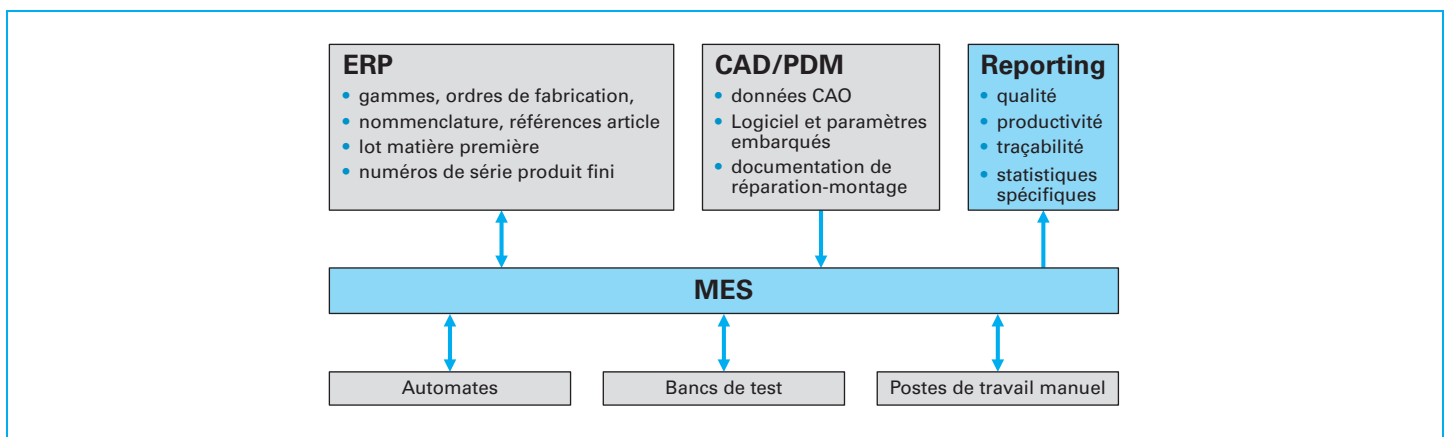


Figure 8 – Principaux échanges entre un MES et les autres systèmes de gestion d'atelier (source : iTAC Software)

interlocking, est un système préventif de contrôle du processus de fabrication permettant d'anticiper qu'une opération de fabrication n'est pas réalisée conformément à la gamme de fabrication définie pour le produit. C'est un sorte de Poka Yoke électroniquement assisté ; on parle aussi parfois de « conformité process ».

2.5.2 Traçabilité et MES

Globalement, on rencontre deux types de positionnement des fournisseurs de MES vis-à-vis de la traçabilité. Il y a ceux qui considèrent que la traçabilité est l'élément central d'un système MES. La traçabilité, en tant que collection et organisation des données dans une base unique, joue un rôle fédérateur sur lequel l'ensemble des fonctions de pilotage, reporting et contrôle de processus de fabrication s'appuient. D'autres considèrent la traçabilité comme un module optionnel, et ne la voient que comme une forme de structuration hiérarchisée des données de production (d'ailleurs essentiellement des données constituants).

Lorsque la problématique traçabilité (optimisation des coûts de garantie, et sécurisation de la société face à des risques réels de rappels) est prédominante, il faut se concentrer sur les fonctionnalités utiles pour cet objectif et veiller à ne pas se faire polluer par tous les autres outils que proposent les MES.

Pour être pleinement efficace, un outil de gestion de la traçabilité géré via un MES doit pouvoir couvrir les grandes fonctionnalités présentées dans la figure 9.

Tout d'abord, l'outil MES doit (évidemment) être en mesure de gérer la traçabilité des constituants qui sont assemblés dans le produit fini, et ces constituants doivent être marqués par lot, *date code* ou identifiant unique (numéro de série unitaire). Mais si le MES ne fait que collecter la donnée sans en permettre une vérification, il gâche le potentiel de la traçabilité. En effet, nous l'avons vu au début de cet article, le coût de collecte n'est pas neutre, la traçabilité offrira un gain maximum si elle est en mesure de faire un retour au moyen industriel (poste manuel ou automatisme) sur la conformité du process. Ayant synchronisé les nomenclatures des produits avec les données de base de l'ERP, le MES proposant le contrôle de la conformité pourra repérer de façon préventive une erreur dans le montage ou le non-respect de la dernière version des données articles. Ainsi, la traçabilité se comportera en Poka Yoke capable, de façon préventive, d'éviter les erreurs plutôt que de contrôler a posteriori. La conformité est le moyen de valoriser immédiatement les données de traçabilité collectées.

Ensuite, l'outil doit permettre de prendre en charge des données de process. Nous en avons déjà parlé, ces données peuvent être variées. La conséquence technique étant une capacité « tout terrain » de la structure de données du MES pour pouvoir s'adapter. Ces données processus sont les éléments de base à la production des reporting qualité. De la même manière que pour la conformité, la collecte de données de process doit pouvoir s'accompagner d'une possibilité de paramétrage de contrôle. L'interblocage permettra à votre solution de traçabilité d'ajouter des règles qui vont encadrer le processus pour permettre d'élimi-

ner les produits défectueux, ou d'imposer des contrôles complémentaires sur les produits suspects. L'idée n'est pas d'ajouter des contrôles de toutes valeurs, qui deviendraient vite ingérables, mais d'éviter les erreurs dans le processus de fabrication. Suis-je bien en train d'expédier des produits ayant complètement et strictement suivi le processus défini ? Ai-je le droit de réaliser telle ou telle opération d'assemblage ou de test compte tenu des données de process antérieur ?

Encadré 7 – Ce qui peut faire échouer votre projet traçabilité – MES

L'intégration des données de base

Un projet traçabilité – MES imposera toujours d'avoir des données de base extrêmement bien gérées. Ce retour des utilisateurs de MES pour gérer la traçabilité est quasi unanime. Il faut avouer que dans de nombreux cas, la compétence des équipes internes est mise à profit pour corriger des données imprécises, voire erronées. Et même si ces compétences sont naturellement heureuses dans une usine, elles sont risquées car on aura tendance à oublier qu'elles existent et contribuent à ce que la production fonctionne avec un bon niveau de qualité. Un projet MES imposera bien souvent une remise à plat du processus de production et une révision des nomenclatures. Parfois, ce n'est pas grand-chose mais, dans certains cas, le bouleversement pourra gêner et risque d'occasionner des blocages et conflits.

La coordination qualité – méthodes – informatique

La mise en place de la traçabilité n'est pas un projet informatique de plus. La collecte de l'information de traçabilité et le choix sont des questions typiquement méthode-qualité. Les arbitrages entre les surcoûts dans les temps gamme face aux gains possibles sont des décisions qui appartiennent aux équipes gérant les opérations. En ce sens, un système de traçabilité MES doit être vu comme un moyen industriel et, à ce titre, sa mise en œuvre doit être confiée aux équipes méthodes. Les compétences des qualitateurs et informaticiens sont largement mises à contribution mais les méthodistes sont les mieux à même de jongler avec les intérêts de chacun pour arriver à une solution équilibrée.

La maintenance de votre système de gestion de la traçabilité

Un risque majeur de la mise en place de la traçabilité MES est la maintenance du système quelle que soit la solution choisie, que ce soit une solution manuelle sur papier, des développements spécifiques ou l'usage d'un progiciel packagé. La question de la vie de cette solution est primordiale. Les usines sont des organisations éminemment humaines, même si elles regorgent de machines parfois, elles évoluent en permanence. Comment se comportera votre solution de traçabilité lorsque vous changerez votre configuration de ligne, retirerez ou ajouterez des moyens, etc. La conséquence sera-elle de faire appel à des informaticiens pour chaque demande ? L'usage d'une solution progicelle paramétrable est souvent la solution à privilégier pour faire face à cette problématique.

Intégration avec le reste du monde

Nous en avons longuement parlé, la traçabilité est au cœur des systèmes de gestion et de la production proprement dite. Sa capacité à dialoguer avec les machines les plus anciennes, à interagir avec des postes de travail manuels, à se synchroniser avec des ERP sont des qualités essentielles qu'il conviendra de qualifier en détail au moment du choix. D'autant plus que cette composante (intégration de la traçabilité) constituera une part très substantielle de votre projet traçabilité.

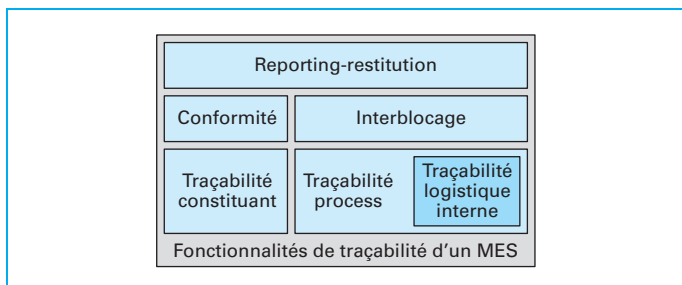


Figure 9 – Principales fonctionnalités d'un MES gérant la traçabilité

Dans le domaine de la traçabilité process, celle ayant trait à la logistique est tout à fait particulière. En effet, en matière de logistique usine, la problématique se découpe en deux parties :

1/ ne pas rompre le suivi de l'information de traçabilité à la réception – mise en magasin des constituants ;
2/ permettre une traçabilité et un contrôle du processus d'emballage et d'expédition ; il est courant de constater que le système ERP ou de logistique prend en charge les flux à partir du moment où les produits sont emballés et prêts à être expédiés ; ils tracent le plus souvent l'emballage plus que le produit, les flux les conduisant d'ailleurs parfois à séparer les produits et/ou à la reconditionner rendant les données de traçabilité logistique inexploitable en cas de crise qualité.

Enfin, une solution MES de traçabilité doit impérativement offrir des outils puissants, non seulement de reporting mais de navigation dans les données de traçabilité. Les alertes qualité sont fréquentes, et la traçabilité doit pouvoir devenir pour les équipes support client et qualité client un outil de tous les jours. Une solution qui collecterait mais restituerait les données de façon trop partielle ou compliquée ne permettra pas de révéler toute la puissance d'une bonne gestion de la traçabilité.

3. Traçabilité : opportunité de progrès

3.1 Progresser grâce à la traçabilité via un déploiement large de la gestion de la conformité

Comme souvent dans le domaine de la gestion, les bonnes pratiques ne sont véritablement efficaces que lorsqu'elles sont largement déployées. Faire appuyer les règles de gestion de la traçabilité de la conformité sur un MES est rentable et efficace dès lors que la perspective donnée à cet investissement dépasse le cadre d'une ligne de fabrication donnée, voire d'un site de production.

Les opérations industrielles des fabricants sont en mesure de définir les règles de bonnes conduites à appliquer en matière de traçabilité pour protéger l'entreprise de grosses catastrophes de type rappel massif. La qualité qualifiera dans les nomenclatures et les process de fabrication les éléments qu'il sera pertinent de tracer ou au moins diffusera des démarches et formulaires permettant aux sites de le faire. Les informaticiens partageront dans des bibliothèques les composants réutilisables des projets : interface avec ERP ou CAD, interface client spécifique, connecteur avec tel ou tel équipement automatisé ou superviseur. Des équipes projets organiseront des « *templates* » de traçabilité qu'ils appliqueront et adapteront aux besoins spécifiques des sites. Les coûts d'exploitation seront partagés entre les fournisseurs de technologie (qui les mutualisent avec l'ensemble de leur base client) et les différents sites et *business units* qui bénéficient de ces systèmes. Enfin, la gestion de la traçabilité permettra une diffusion large des fonctionnalités de conformité (que ce soit du process ou des constituants) permettant d'agir directement sur les indicateurs opérationnels de qualité et productivité.

De nombreux industriels ont fait le choix de la mise en place et du déploiement de solutions industrialisées de traçabilité. Citons notamment Siemens, Robert Bosch, Johnson Controls, Lear, Hella... Ces projets industriels, plus qu'informatiques, permettent aux mises en œuvre locales de bénéficier des fonctionnalités largement plus étendues que n'importe quel développement spécifique ou solution manuelle. Enfin, le coût ramené à la ligne de fabrication ou à l'usine lorsqu'il est mutualisé au niveau entreprise devient en général beaucoup plus supportable, voire compétitif vis-à-vis des solutions locales.

3.2 Lutte contre la contrefaçon

De nombreux procédés existent ou sont en cours de développement pour aider les fabricants à lutter contre la contrefaçon. La traçabilité des productions peut se révéler être un allié précieux dans sa capacité à remonter le temps et fournir des contextes de production précis à une période donnée. Dans certains cas, les fournisseurs pourront utiliser les données de traçabilité pour montrer que les produits incriminés sont bel et bien des contrefaçons et qu'ils ne sauraient en aucun cas, ni jouir d'une quelconque garantie, ni impliquer la société dans le moindre problème de responsabilité.

La traçabilité dans ce cas offrira a posteriori des informations servant d'éléments de preuve mais ne permet pas à proprement parler de lutter préventivement contre la contrefaçon. Pour cela, les solutions de marquage industriel (laser, RFID, marquage ADN...) proposent des réponses qui permettent immédiatement et sans doute possible d'identifier le caractère contrefait ou non d'un produit donné.

4. Conclusion et tendances

4.1 Traçabilité : domaine de gestion à la croisée de la qualité, de la production, de la logistique et de l'informatique

La gestion de la traçabilité des productions manufacturières est un domaine de gestion en profonde refondation. Jusque là parent pauvre ou fonctionnalité négligée, elle est découverte aujourd'hui pour le potentiel de progrès qu'elle renferme. Naturellement, et comme c'est souvent le cas en gestion, la traçabilité industrielle n'est pas la chasse gardée d'une seule et même fonction, et c'est probablement pour cela qu'elle ne s'est pas développée autant jusqu'à aujourd'hui.

La fonction qualité est probablement celle qui a le plus à gagner d'une bonne gestion de la traçabilité. Ses intérêts se situent notamment sur les indicateurs de défauts et taux de retour. Parfois, la satisfaction client est également une de ses prérogatives et les coûts globaux de non-qualité (coûts de garantie, opérations de services après vente...) sont des objectifs stratégiques de ces managers. Mais comme nous l'avons détaillé dans cet article, la gestion de la traçabilité, aussi bien dans sa dimension marquage que collecte, organisation et restitution des données, est très opérationnelle. Dans certains cas, la traçabilité se trouve sacrifiée par les intérêts différents des fonctions opérations tel que les méthodes, la logistique, la production ou les supports comme l'information, les systèmes d'information et processus opérationnels de ces fonctions n'intégrant qu'à la marge les besoins en traçabilité.

La production a pour objectif la réalisation de produits conformes au moindre coût. La conformité stricte aux données de conception est une problématique souvent prise en compte, au moins partiellement, mais la traçabilité n'est que « tolérée » par la production. Notamment parce qu'elle constitue pour eux un surcoût et qu'elle ne leur apporte par directement.

Les logisticiens concourent également grandement à une bonne gestion de la traçabilité industrielle. Ils disposent d'une culture de la traçabilité et sont souvent moteurs, voir demandeurs, de progrès en la matière. Naturellement, si le monde était parfait, que le FIFO (*first in first out*, méthode qui consiste à consommer les produits et constituants dans l'ordre d'arrivée, à contrario du LIFO [*last in first out*] où le dernier arrivé est le premier réutilisé) d'approvisionnement des sites de production était sans faille, que chaque marchandise était consommée dans l'heure et dans le bon ordre, la traçabilité au pied de la ligne serait superflue (au moins pour les constituants). Malheureusement, les managers seniors

savent bien que cela ne se passe pas ainsi. En cela, la gestion traçabilité est une démarche de bon sens et de modestie.

Enfin, les équipes en charge des systèmes d'information disposent de nombreuses compétences nécessaires à la mise en place des MES et systèmes de traçabilité. Leur concours méthodologique et technique est indispensable à ces projets, mais il faut le reconnaître, l'usine est encore pour eux un domaine mal connu. Les ERP, les systèmes logistiques sont maintenant bien maîtrisés mais les outils de gestion de la production en tant que telle et de la traçabilité en particulier sont un terrain neuf qu'on doit s'approprier pour éviter de voir multiplier les développements spécifiques et jetables aux coûts cachés, et, une fois additionnés, prohibitifs.

4.2 Traçabilité et *Lean manufacturing* : frères ennemis du progrès industriel

La démarche de *Lean Manufacturing* (source : *Le Système Lean* aux éditions Village Mondial de James Womack et Daniel Jones) vient du Japon et notamment de l'école Toyota et son fameux Toyota Production System. Le *Lean* est une méthode itérative d'amélioration continue de la productivité et de la qualité visant à éliminer tous les gaspillages.

Ces gaspillages sont recherchés et éliminés selon sept grandes catégories :

- 1/ les productions excessives ;
- 2/ les attentes ;
- 3/ la logistique inutile ;
- 4/ les tâches inutiles ;
- 5/ les stocks ;
- 6/ les mouvements inutiles ;
- 7/ les productions défectueuses.

La gestion *Lean* cherchera sur l'ensemble de ces dimensions à reconcevoir les processus visant à être les plus justes et économiques possible pour remplir les objectifs essentiels de la fonction.

La base d'une démarche *Lean* passe toujours par une réflexion sur la valeur de l'entreprise, le site ou l'organisation de production. Partant du client, elle cherchera à définir le cheminement et la construction de cette valeur ajoutée dans l'entreprise (ou le site de production) pour permettre de classer le caractère stratégique (c'est-à-dire créateur de valeur) ou non d'une tâche. Les schémas de production auront pour conséquence d'être tirés par la demande client et non plus poussés par le site de production en fonction d'estimation de besoins. On parle de production « *pull* » et « *push* ». Les systèmes productifs « *just in time* » puis « *just in sequence* » sont des organisations fortement inspirées de la démarche *Lean*. C'est ainsi que les démarches *Lean* dépassent souvent le cadre de l'entreprise pour parfois inciter les fournisseurs à s'organiser de la même manière fluidifiant autant que possible les échanges et la coordination de la production.

Le *Lean* préconisera toujours la solution la plus simple et la plus visuelle pour empêcher les erreurs. Le but étant de limiter les contrôles a posteriori et de déployer des Poka Yoke naturels pour protéger la conformité des produits et sécuriser la production de valeur.

En cas de problème, le *Lean manufacturing* préconise des réponses drastiques, arrêtant la production jusqu'à ce que la cause et la solution soient trouvées. De plus, l'amélioration continue est un réflexe à diffuser à tout les niveaux de l'organisation, et chaque membre de l'équipe est incité à y contribuer.

Le *Lean manufacturing* met au centre de sa démarche la recherche de l'excellence. On peut comprendre alors que la démarche de traçabilité industrielle soit d'une certaine manière en opposition.

En effet, le *Lean manufacturing* élimine autant que possible les gaspillages et recherche le processus et la qualité parfaites. Ces objectifs sont ouvertement le zéro défaut, et il faut reconnaître que

parfois, elle s'en approche. La traçabilité, a contrario, est une forme d'aveu d'échec : « Pourquoi devrais-je investir dans la traçabilité de mes productions ? Je ferais mieux d'investir dans le zéro défaut ! ». En fait, ces deux démarches sont parfaitement complémentaires. Le *Lean* est indéniablement une démarche exceptionnelle offrant à l'organisation des progrès étonnants et mesurables. Il est parfaitement possible de concevoir selon la démarche *Lean* un système de gestion (ou plus précisément de collecte) de la traçabilité. L'apport des nouvelles technologies telles que le RFID permettra de rendre quasiment transparents pour la production les coûts de collecte de l'information.

Le *Lean* vise à s'approcher du processus et de la production parfaite, la traçabilité de production vise à se protéger des accidents. Si l'on prenait une analogie, le *Lean* visera à avoir la meilleure tenue de route possible pour votre voiture quand la traçabilité de production sera votre airbag. Naturellement, avec une tenue de route exceptionnelle, vous aurez moins d'accidents, mais est-ce pour autant que vous retirerez les airbags ?

Qu'est ce que le meilleur processus peut faire contre un défaut provenant des fournisseurs ? Par exemple, un composant dont les caractéristiques se détérioreraient plus vite que prévu dans le temps. Qu'est ce que le site peut faire lorsque le problème vient de la conception du produit ? Par exemple, une limite de test trop optimiste et qu'il faudrait revoir à la baisse.

Même les adeptes du *Lean manufacturing*, surtout lorsqu'ils ont une grande expérience du terrain, reconnaissent que le zéro défaut n'est pas tenable sur de longues périodes. La traçabilité est simplement le dernier rempart contre la catastrophe économique d'un rappel.

4.3 Tendances actuelles et perspectives

La mondialisation des échanges et la mise en place de *sourcing* internationaux renforce encore un peu plus la pression sur les usines ouest européennes qui doivent maintenir un niveau d'excellence en matière de qualité et réduire au maximum les coûts pour pouvoir survivre. Même l'Europe de l'Est est aujourd'hui durement attaquée par les opérateurs asiatiques et ressent une pression croissante.

Dans ce contexte, les usines d'Europe de l'Ouest et d'Amérique du Nord n'ont d'autres alternative que de positionner leur savoir-faire sur la fabrication des produits techniques, à forte variance, difficiles à maîtriser pour des sites moins expérimentés. En cela, la gestion de la traçabilité de production est un atout décisif pour garantir aux groupes une maîtrise du risque d'introduction de nouvelles technologies ou de nouveaux procédés sans gâcher des investissements stratégiques par des rappels massifs. Notamment lorsque les produits à introduire sur les marchés sont annoncés et qu'une pression des actions, ou analystes, se fait sentir pour que la marge supplémentaire qu'ils promettent se réalise enfin.

Le déploiement de systèmes de gestion de la traçabilité des productions se généralise, les grands groupes intègrent maintenant ces outils dans les cahiers des charges de leurs produits ou leurs sites de fabrication. Venue d'Allemagne, la coordination organisée de la gestion de la traçabilité connaît un essor important dans les pays voisins, d'Europe du Sud (France en tête) ou de l'Est.

Et comme partout où une demande émerge, une offre se met en place et de nombreux acteurs se positionnent. C'est ainsi que le Pôle Traçabilité, association sous la tutelle du ministère de l'Industrie et de la région Rhône-Alpes a été créée, que « les Assises de la traçabilité » et Expositum ont lancé « le salon Traçabilité », que de multiples recherches et développements font progresser les techniques de marquage et de gestion des données de traçabilité, que les grands éditeurs de logiciels de gestion ou industriels achètent des « *pur players* » positionnés exclusivement sur ces domaines

de gestion (par exemple Technomatix, racheté par UGS puis Siemens AND, ou la société Citect racheté par Schneider Electric).

Il existe maintenant de nombreuses expériences réussies de mises en place d'outils de gestion de la traçabilité et de programmes de déploiement de solutions standardisées. Les industriels qui franchissent le pas ne sont plus des pionniers.

Selon mon interprétation, la traçabilité de production est amenée à se généraliser et à s'industrialiser dans les pays fortement industrialisés. Les outils bricolés de stockage de données de traçabilité ne devraient pas longtemps suffire à l'enjeu financier que représente la traçabilité.

Les produits à très forte valeur ajoutée (automobile, aviation, défense, médical...) continueront à être produits dans ces pays. La traçabilité, et son pendant, la conformité, garantissent des coûts maîtrisés pour la sophistication, l'accélération de l'évolution des technologies et l'introduction de produits nouveaux.

Il est probable que pendant encore quelques années, ces solutions de gestion soient gérées par les industriels et qualitatifs, comme c'est le cas aujourd'hui, puis dans une deuxième étape, les solutions se banaliseront pour tomber entre les mains des services informatique qui chercheront à les mutualiser autant que possible.

