

LA LETTRE DE XMP-CONSULT

RÉSEAU D'EXCELLENCE DU CONSEIL

ÉDITORIAL

Ce quatrième numéro de la Lettre de XMP Consult est consacré à l'excellence opérationnelle, fondement de la performance économique des entreprises.

La recherche par les entreprises de l'efficacité et de l'excellence opérationnelle est un phénomène permanent depuis la première révolution industrielle. Chaque grande rupture technologique (machine à vapeur, électricité et pétrole, numérique...) a profondément transformé les conditions d'obtention de l'efficacité et de l'excellence. La rapide et massive digitalisation de l'économie marque le début d'une nouvelle étape pour l'excellence opérationnelle. Les thèmes de «l'industrie du futur» et de «l'industrie 4.0» l'ont replacée au centre des préoccupations des dirigeants. Les enjeux et les exigences de la transformation sont particulièrement importants en France, dont les entreprises sont nombreuses à avoir sous-estimé la phase «industrie 3.0», comme l'illustre leur sous-équipement en robots (six fois moins que dans les entreprises allemandes).

Demain l'excellence opérationnelle supposera des dispositifs de conception et de production, des processus logistiques, des dispositifs de relation clients à la fois flexibles, rapides, capables de personnalisation, intégrant les partenaires et prestataires de l'entreprise étendue, économes en énergie et en matières premières... L'excellence opérationnelle 4.0 s'appuiera sur la puissance des réseaux, l'interconnectivité, les big data, l'intelligence artificielle, l'automatisation...

Les auteurs des différents articles soulignent l'ampleur des transformations à réaliser,

L'excellence opérationnelle

mais également la nécessité de s'appuyer sur un existant performant. L'approche PLM (Product Lifecycle Management), par exemple, qui s'est imposée comme un instrument incontournable de l'excellence opérationnelle, devrait voir ses apports et bénéfices renforcés par le développement de l'intelligence artificielle et de l'internet des objets (IoT). Mais cela exige un PLM efficace dans l'entreprise. Le Lean Manufacturing maîtrisé constitue également une base précieuse, voire indispensable, pour engager dans de bonnes conditions la phase de l'industrie 4.0.

Mais comme dans toutes les transformations majeures, le potentiel de la technologie, des systèmes et des outils ne sera pleinement exploité que si les collaborateurs des entreprises se les approprient. La conduite du changement sera d'autant plus déterminante que ces nouvelles technologies favorisent des modes d'organisation et de fonctionnement en rupture avec les modes existants dans la plupart des entreprises : des entreprises plus plates, moins hiérarchiques, favorisant l'autonomie et la prise d'initiatives. L'article sur les alliances dans l'industrie automobile rappelle l'importance des « soft skills » pour l'amélioration des performances.

L'un des articles attire à juste titre l'attention sur l'insuffisante remise en question de la pertinence des mesures de l'évaluation de l'excellence opérationnelle. Cela fragilise donc les décisions qui en découlent.

Les différents articles de ce quatrième numéro font donc ressortir la diversité des

SOMMAIRE

P. 02-04

L'excellence opérationnelle, l'optimisation des processus par le numérique et la fin du conseil traditionnel

Hartmut FRANKOWSKI

P. 05-06

L'outil PLM, colonne vertébrale de l'industrie 4.0 ?

Yannick FEILLENS et Erwan HARROCH

P. 07-08

La gestion de configuration, clé de la continuité numérique dans l'industrie automobile ?

Eric COURSIN

P. 09-10

L'industrie 4.0 tourne-t-elle la page du Lean Manufacturing ?

Frédéric LEVEUGLE

P. 11-12

Les alliances stratégiques dans l'automobile, l'exemple de Renault

Jacques DAIGNE

P. 13-14

La mesure : panacée ou parapluie

Gérard GARY

problématiques liées à l'excellence opérationnelle et la capacité des consultants de XMP Consult à accompagner efficacement les dirigeants dans leurs initiatives de transformation.

Nous vous souhaitons une bonne lecture.

Benoît Grouard

Responsable éditorial de la Lettre 

L'EXCELLENCE OPÉRATIONNELLE, L'OPTIMISATION DES PROCESSUS PAR LE NUMÉRIQUE ET LA FIN DU CONSEIL TRADITIONNEL.



Derrière ce titre, qui se veut un peu provocateur, se cache un profond changement qui est en train de prendre forme au niveau mondial. Cette réalité peut, in fine, rendre nécessaire également un changement complet dans la façon avec laquelle le conseil en entreprise est exercé :

01 Depuis que les entreprises existent, la recherche de **l'excellence opérationnelle est le moteur même de la croissance et de progrès de l'entreprise**, une fois que la première demande existante est satisfaite et la concurrence présente. Seule une entreprise qui recherche l'optimisation peut en effet prospérer sur son marché et ainsi garantir sa longévité. L'excellence opérationnelle s'appuie par définition sur une évaluation permanente des technologies et méthodologies les plus avancées à l'instar de la transformation digitale.

02 **L'optimisation des processus par le numérique représente à elle seule le cœur de la transformation digitale.** L'optimisation des éléments transversaux les plus fins de la chaîne de valeur, à savoir les processus opérationnels, est devenue nécessaire pour optimiser l'entreprise dans son ensemble. En effet, l'ampleur et la fréquence des changements de l'écosystème de l'entreprise (clients, concurrents, partenaires, fournisseurs, innovation/technologie et législation) rend indispensable une adaptation transversale qui remplacera l'ancienne optimisation verticale par les silos, complètement dépassée.

C'est le numérique qui rend possible cette optimisation agile des processus sans précédent, car :

- il permet une mesure des informations en continu et omniprésente – littéralement tout est mesuré tout le temps,
- l'homme est assisté par ces informations agrégées, visualisées et compréhensibles,
- les hommes communiquent avec les machines et les objets en réseau,
- les processus métier et de Data peuvent être modélisés avec des outils comme le Business Process Management et le Value Stream Management et surtout optimisés EN AMONT par des nouvelles approches d'analyses prédictives d'impact des futurs processus.

Les décisions du management peuvent alors être prises d'une manière décentralisée, plus rapide, et plus adaptée aux besoins réels des acteurs, donc in fine beaucoup plus efficace et efficiente pour atteindre une rentabilité maximale. Ceci rendra possible une production des produits et services complètement adaptée à la demande et ainsi une augmentation quasi exponentielle de la croissance, limitée exclusivement par les ressources.

03 La transformation digitale est décrite depuis de multiples années comme un « game changer », notamment par les grandes sociétés de **conseils traditionnelles**. Leurs études et analyses stratégiques ont proliféré, la mise en place de nouvelles fonctions comme le Chief Digital Officer et de nouvelles formes d'organisation comme l'entreprise opale de Frédéric Laloux ont été imaginées - mais **les résultats tangibles pour les entreprises sont encore extrêmement faibles**, particulièrement par rapport aux moyens déployés.

A l'exemple de l'« Analyse Digital Insights » (Avril 2019) du Baromètre SmartLane, on constate que la maturité digitale des entreprises reste en retrait : Bien que les entreprises déclarent avoir engagé une démarche de transformation digitale (jusqu'à 87%), la mise en pratique réelle montre un retard sidérant et une maturité digitale qui ne dépasse pas un score de 4/10.

04 Les **raisons responsables de l'actuelle incapacité des sociétés à réaliser pleinement le potentiel de la transformation digitale** sont multiples, et varient selon l'étude, le secteur et l'interprétation. Des retards significatifs sont toutefois régulièrement constatés concernant :

- la culture d'entreprise,
- les compétences digitales,
- le système d'Information existant (legacy system),
- l'implication des membres du management,
- les fameux silos d'entreprises.

Certains analystes tentent de tempérer et expliquent le retard par la prise en compte de la transformation digitale comme une simple innovation classique. Il s'agirait simplement d'un cycle d'innovation normal où les « early adopters » vont être suivis sous peu par la « early majority » (Rogers 1962). En résumé, il suffirait d'attendre la transformation dans les entreprises comme la pluie après une longue période de sécheresse.

04 Les **signes** qui portent toutefois à croire que la résistance des entreprises à la transformation digitale a des **origines plus profondes** se multiplient, comme par exemple :

- Les quelques annonces de la transformation des entreprises qui affichent une transformation digitale en marche, conduisent à dénoncer un « digital washing », car, après analyse, il s'agit soit des POC (proof of concept), soit de changement de label du budget IT existant ou même de projets IT classiques comme des site web et e-commerce, qui n'ont pas vocation à changer le fonctionnement des entreprises.
- Le manque des POC qui sont transformés avec succès en véritables solution IT, sans parler de solution durable (ex. un grand groupe industriel énergétique avec 300 POC/ 10 projets) pour lequel des coûts très importants et l'impact sur le PNL sont identifiables, sans pour autant qu'un ROI actuel ou futur puisse être communiqué.
- Bien que le développement de la blockchain a été défini comme un des piliers de la transformation digitale et considérée comme une des principales priorités de leur entreprise (Ex. Deloitte Survey 2016), 90 % des projets de blockchain seront obsolètes dans un délai de 18 mois (Gartner 06/2019).
- La forte volatilité des nouvelles cryptomonnaies purement digitales comme le Bitcoin (près de 800 Mrd € de perdu en 2018) et la disparition des autres cryptomonnaies quelques mois seulement après leur création, montre que le vrai intérêt de certaines innovations semble purement spéculatif (98,5% de toutes les transactions selon l'Etude Chainanalysis 06/2019).

05 Il est alors possible que les causes du retard mises en avant jusqu'à aujourd'hui **n'intègrent pas suffisamment une raison fondamentale** qui fait pourtant fonctionner au jour le jour toutes les entreprises :

Le besoin vital d'équilibre entre efforts stratégiques et opérationnelles.

En effet, les dirigeants se doivent d'**être d'abord dans l'immédiat**, dans une recherche des solutions pragmatiques dans les plus brefs délais pour les problèmes actuels de l'entreprise comme la productivité et la vente. Cette focalisation sur le présent **empêche souvent les dirigeants de planifier suffisamment l'avenir**, ce qui crée à terme encore plus de problèmes opérationnels à résoudre.

De l'autre côté, si les dirigeants ne se penchent que sur la **stratégie**, les problèmes opérationnels ont la tendance à s'accumuler et à mettre l'entreprise à court terme en danger. **L'équilibre entre stratégie et opérations a été par définition décalé dans le temps** ("process follows operations follows strategy") avec une prise de décision « top down », ce qui a permis au conseil d'accompagner leurs clients surtout avec des équipes de spécialistes.

06 En fonction de la recherche vitale d'un équilibre entre stratégie et opérations, il existait, **jusqu'à aujourd'hui, une certaine répartition bénéfique des rôles, entre conseil et management** en interne dans une logique de recherche d'excellence opérationnelle. Cette répartition a structuré les deux acteurs en même temps dans une logique de rentabilité :

Le **management** qui n'avait pas le temps de résoudre les problématiques opérationnelles ou stratégiques, s'est appuyé sur les capacités des consultants, soit de stratégies pour l'avenir, soit de spécialistes pour transformer ses performances opérationnelles. Différents dans le temps, les deux besoins ont été traités complètement indépendamment. Dans une logique d'optimisation des bénéfices, les entreprises ont limité l'appui des consultants à des interventions ponctuelles qui donnent de nouvelles impulsions et des idées venant de l'extérieur.

De son côté, le **conseil** s'est structuré également pour mettre à disposition les profils recherchés par les entreprises. Pour optimiser ses bénéfices de son côté de conseil en stratégie a souvent eu recours à l'emploi de juniors, peu expérimentés, et facturés aux prix des seniors. Le conseil opérationnel s'est organisé pour rassembler un maximum de profil de spécialistes.

07 Aujourd'hui, de plus en plus d'entreprises et de cabinets de conseil constatent que l'effet positif de **cet ancien équilibre entre entreprise et conseil ne fonctionne plus**, car les résultats de cette symbiose révolue ne sont tout simplement plus au rendez-vous. Bien que caché derrière un mur de « digital washing », force est de constater que beaucoup d'entreprises restent démunies face aux défis de l'optimisation des processus par le digital : l'ampleur du changement touche les deux catégories d'acteurs au même degré. Or, **l'éloignement des entreprises et du conseil peut avoir exclusivement des effets négatifs** pour les deux parties, car chacun a besoin de l'autre pour survivre et croître.

08 **Comment est-ce que les entreprises et le conseil peuvent ensemble réussir à éviter des échecs supplémentaires qui les éloigneraient encore d'avantage ?**

09 Si les analystes ont du mal à s'accorder sur les raisons de l'échec relatif de la transformation digitale jusqu'à aujourd'hui, il semble toutefois exister un accord sur un point central des actions à réaliser : seule **l'entreprise qui s'adapte continuellement et d'une manière itérative, l'entreprise agile**, peut prospérer et faire face à un environnement devenu instable et imprévisible. Ainsi, chaque micro-besoin client peut être détecté, analysé et transformé en processus. Certaines entreprises commencent en conséquence déjà à mettre en place des Product Owners, Scrum Masters et Coach Agile en dehors du département

informatique – tout en gardant l'ancienne structure verticale des silos, même si elle est dissimulée derrière des nouvelles nomenclatures comme chapter, clusters et cellules. Compte tenu de l'historique et de la structure actuelle des entreprises souvent à l'opposé, le succès de cette démarche va notamment dépendre des impulsions fortes depuis l'extérieur.

10 On peut identifier **3 clés du succès majeures de la gestion agile** pour garantir les décisions rapides et justes qui vont être constitutives et structurantes pour le nouvel équilibre entre entreprise et conseil :

KEY La première clé est la **prise en compte simultanée de tous les points de vue pour analyser les questions et prendre une décision**. C'est en effet la rapidité de la prise en compte des éléments interconnectés qui garantit sa justesse face aux changements rapide de l'écosystème. Aujourd'hui la suite temporaire et hiérarchique par exemple de la stratégie, des opérations et des processus a révolu et « Nothing follows nothing » par default mais « Everything is first » selon l'environnement.

KEY La deuxième clé porte sur les **axes et approches** à prendre en compte qui sont souvent perçus au premier regard comme **contradictoire** mais en réalité complémentaires. C'est dans la **synthèse** de la contradiction que naît la solution la plus efficace et efficiente. Les approches à intégrer sont notamment : Bottom up versus top down

- Stratégie versus opérations.
- Généraliste versus spécialiste.
- User centrique/ satisfaction utilisateur versus ROI.
- Connaissance des possibilités/couts techniques versus pragmatisme.

KEY Troisième clé, la gestion agile exige des **équipes très restreintes en taille**, notamment pour un échange d'information optimisé. La règle du « moins c'est plus » s'applique d'une manière quasi exponentielle sur la qualité de la décision donc du processus complet.

12 En conséquence, l'excellence opérationnel des entreprises exige alors aujourd'hui des équipes :

- **de senior expérimentés,**
 - **capables de décider,**
 - « **multidimensionnelles** » à l'instar de la communication multicanal,
 - **qui travaillent en petites groupes**
- pour bâtir avec les entreprises les processus, les opérations et la stratégie agile simultanément.

Les profils dans des grands structures de conseils devraient en terme se révéler pas adaptés car pour fonctionner ces cabinets ont justement besoin des profils à l'opposé du profil classique « streamlined », plutôt junior et souvent monodimensionnel. Aujourd'hui, le conseil ne peut plus séparer décision stratégique et opérationnel dans le temps mais doit se structurer différemment pour proposer aux entreprises des profils qui sont capables d'analyser ces éléments interconnectés au même moment. Comme l'agilité, qui transforme et optimise les entreprises par les micro-entités transversales des entreprises, les processus, le conseil par les petites entités indépendantes et agiles se révélera en conséquence largement supérieur en termes de résultats tangibles, sous la condition que les entreprises saisissent l'opportunité pour révolutionner leurs performances avec la transformation agile.

Hartmut Frankowski


L'OUTIL PLM, COLONNE VERTÉBRALE DE L'INDUSTRIE 4.0 ?

Introduction

Le Product Lifecycle Management (PLM) est l'ensemble des méthodes et outils permettant la gestion du cycle de vie des produits. Bien que cette notion regroupe des significations et des besoins assez différents suivant les industries, elle s'est peu à peu imposée comme un concept clef dans tous les secteurs. Cette évolution a entraîné l'émergence d'une classe de systèmes d'information également dénommés PLM qui constituent un support à la gestion des produits industriels tout au long de leur cycle de vie. Hier cantonné aux seuls bureaux d'étude des entreprises industrielles, l'outil PLM réalise aujourd'hui le pivot entre l'ingénierie et le reste de l'entreprise étendue et est à ce titre en passe de devenir un instrument incontournable de l'excellence opérationnelle. Cet article se propose de retracer l'émergence et l'expansion des logiciels PLM au-delà de leur territoire historique, avant de tenter d'esquisser quelques perspectives sur les usages à venir. Nous reviendrons en particulier sur l'exacerbation des besoins de continuité numérique liés à l'avènement des objets connectés et à l'intelligence artificielle.

Le PLM, outil historique d'excellence des ingénieries

Dernière étape en date d'une évolution allant de la planche à dessin vers une gestion numérique intégrée et transversale du produit, le PLM est, par construction, un support à la performance des ingénieries. Les outils de Conception Assistée par Ordinateur (CAO), de Maquettage numérique et de simulation ont contribué à l'excellence des ingénieries en fiabilisant les développements, en permettant la conception de structures et de produits inédits, et en réduisant les temps de cycle de développement. C'est dans ce foisonnement d'informations nouvelles que les premières fonctionnalités du PLM se sont développées. La brique Product Data Management (PDM) se propose de structurer et de faciliter l'accès aux données pertinentes tandis que les modules de gestion des configurations ou de gestion des évolutions donnent une profondeur temporelle au cycle de vie. En complément, les fonctionnalités de Project et Portfolio Management des PLM permettent de mettre sous contrôle la complexité croissante à laquelle font face les ingénieries.

Au-delà des ingénieries, le PLM est d'ores et déjà un outil multi-métier d'excellence opérationnelle

Il est inutile de rappeler que, depuis longtemps, les ingénieries ne travaillent plus de manière isolée à la conception des produits et des process. De plus, les forces du marché poussant à une transversalisation de la conception et à une continuité numérique toujours plus grande dans l'entreprise sont puissantes : des cycles de vie courts, des Time To Market (TTM) réduits et la complexité croissante des produits concourent tous à la remise en question des silos organisationnels et à l'avènement de l'entreprise étendue. En soutien à cette évolution, l'outil PLM a donc largement dépassé le terrain historique des bureaux d'étude et s'impose comme le support de choix pour l'excellence de la boucle "Design, Procure, Build, Operate". Outil de conception partagé dans le cadre des projets, le PLM est un élément clef de l'échange d'information entre ingénieries et achats, en particulier en ce qui concerne le partage des nomenclatures et des définitions de pièces nécessaires à la conduite des appels d'offre. A l'interface entre les services ingénierie, achats, qualité et fabrication, le PLM est aussi le support idéal pour les phases d'industrialisation en permettant par exemple la gestion des gammes et des processus de qualification des échantillons initiaux. Mais les possibilités du PLM s'étendent jusqu'au SAV où la continuité numérique qu'il apporte conduit à des gains de temps significatifs dans la rédaction et la mise à jour des notices d'utilisation ainsi que dans le maintien au meilleur niveau des informations mises à disposition des réseaux de dépannage. Au-delà même du périmètre stricto sensu de l'entreprise, certaines filières mettent le PLM au centre de leur démarche de transformation. L'objectif est d'en faire une véritable plateforme opérationnelle de partage et de mise à jour en temps réel tout le long de la supply chain des plans et des données pertinentes. Cette ambition, ultime frontière de la continuité numérique, se heurte cependant aux enjeux d'interopérabilité entre les logiciels de CAO et de PLM des différentes entreprises de la supply chain et reste un chantier en devenir.

Le PLM, colonne vertébrale de l'industrie 4.0 ?

Si la possibilité de réaliser des passerelles entre le PLM et les autres outils de l'entreprise (ERP, systèmes de la fonction fabrication, etc.) a permis d'apporter une réponse informationnelle appropriée à la complexité croissante induite par la technologie, cette évolution est loin d'être achevée. En effet, avec les nouvelles offres techniques de l'Intelligence Artificielle (IA) et de l'Internet des Objets (IoT), pour n'en citer que deux, l'industrie est à un point de bascule technologique. Nous pouvons également anticiper que la mise à jour à distance des logiciels embarqués (Firmware Over The Air ou FOTA) est appelée à devenir un impératif dans bon nombre d'industries. Les progrès que permettent ces technologies de l'industrie 4.0 ne vont pas sans leurs enjeux humains, financiers et organisationnels. Leur impact sur l'architecture des systèmes d'information et les enjeux de continuité numérique qui y sont associés sont tout aussi importants et doivent être considérés avec la plus grande attention. Nous présentons dans cet article trois usages qui nous semblent devoir concourir à renforcer encore le rôle du PLM au sein des organisations.

Le cas de l'IoT

Les objets connectés, utilisés par exemple pour la gestion de flottes, la maintenance prédictive et le suivi des usages vont générer une grande quantité de données. Ces informations vont permettre d'irriguer toute la chaîne de valeur, de l'ingénierie jusqu'au SAV, afin d'optimiser les cycles produits et les processus. C'est à ce titre qu'une solution PLM deviendra incontournable, grâce à son rôle d'interconnexion entre les différentes briques informationnelles qui sous-tendent la chaîne allant de la conception du produit jusqu'à son SAV.

Le PLM au service des logiciels embarqués

La gestion et la mise à jour à distance des systèmes d'exploitation embarqués (Firmware over the air ou FOTA) nécessite une maîtrise des configurations hardware / software pour assurer la compatibilité des logiciels et des matériels. Le PLM qui assure déjà la gestion des configurations matérielles se pose bien entendu en candidat idéal pour prendre en charge la dimension logicielle. Mais, pour la mise à jour de logiciels à distance, la connaissance de la configuration matérielle initiale n'est pas suffisante et la maîtrise globale du cycle de vie jusqu'au démantèlement, tel qu'on le voit déjà émerger dans le bâtiment ou la construction navale, est absolument cruciale. Cette nécessité nous semble conduire à un renforcement inéluctable du lien entre le PLM et les systèmes de gestion après-vente afin d'assurer la maîtrise des modifications hardware réalisées après la vente du produit.

PLM et intelligence artificielle

Notre dernière illustration, concerne l'augmentation de la performance du PLM grâce à l'Intelligence Artificielle. Celle-ci permettra de proposer des interfaces hommes-machines aux performances optimisées, notamment grâce à la prédiction et à la suggestion des tâches à accomplir par les opérateurs tout au long du cycle de vie du produit. De nouvelles fonctionnalités au service de la performance industrielle sont également à anticiper. Ainsi, certains éditeurs de PLM proposent aux industriels d'engager des actions de réduction de coûts sur la base d'analyse des bases articles par des algorithmes de machine learning, et ce de manière transverse à toutes les business units.

Conclusion

Né dans les bureaux d'étude, le PLM a démontré sa capacité à investir tous les domaines en répondant notamment au besoin de continuité numérique entre les ingénieries et les autres fonctions de l'entreprise. Nous pensons que le PLM a vocation à devenir au cycle industriel "Design - Procure - Build - Operate" ce que l'ERP est à l'axe lead-to-cash/supply, et ainsi à s'imposer comme la seconde colonne vertébrale SI des entreprises industrielles. Tout comme pour un ERP, la dimension structurante d'un projet PLM peut représenter un véritable levier d'excellence opérationnelle. Bien piloté, le projet doit conduire l'entreprise à repenser ses processus, à remettre en cause ses modes de fonctionnement et à poser une roadmap pour son architecture informatique. Mais la similarité avec les ERP ne s'arrête pas là et si les projets PLM sont tout aussi stratégiques que les projets ERP, leur mise en oeuvre possède le même degré de complexité et est sujette aux mêmes écueils. En conclusion, la réalisation des gains et des promesses d'excellence du PLM sont avant tout le résultat d'une vision stratégique claire et de l'excellence de la conduite du projet d'implémentation sous toutes ses composantes qu'elles soient informatiques, organisationnelles ou humaines.

Yannick Feillens



Erwan Harroch



LA GESTION DE CONFIGURATION, CLÉ DE LA CONTINUITÉ NUMÉRIQUE DANS L'INDUSTRIE AUTOMOBILE ?



Les produits industriels complexes comme l'automobile sont en pleine transformation, le basculement du monde de la mécanique vers celui du logiciel se fait à marche rapide.

Le digital est entré dans le monde du produit depuis une dizaine d'années, les outils de recueil des données du produit (PDM) et de gestion du cycle de vie produit (PLM) sont devenus le quotidien des mécaniciens. La CAO et maquette numérique en ont été les premiers apports tangibles, le reste a suivi afin de déployer la continuité numérique du cycle de vie du produit, véritable graal de l'accès à l'industrie 4.0.

Une seconde révolution est en train de se produire avec la fin annoncée des moteurs thermiques, le développement de l'électrique, des assistances à la conduite, des services connectés et du véhicule autonome. Ces évolutions se traduisent par la montée en puissance des logiciels embarqués. Ces derniers se sont répandus dans les véhicules que nous utilisons. Nous en avons beaucoup entendu parler lors des scandales du « Diesel Gate » avec les logiciels trafiqués pour « l'optimisation » des rejets de CO2 lors des essais. Les aides à la conduites longitudinales et latérales ainsi que toutes les réglementations européennes (Euro NCAP, AEB-VRU, LKA) viennent encore renforcer ce besoin.

Cette dynamique a des impacts très concrets sur le contenu des véhicules et les paramètres nécessaires à la configuration de ces logiciels. A titre d'exemple, ces cinq dernières années, le nombre de paramètres au fonctionnement et réglage a été multiplié par cinq et a dépassé le chiffre incroyable de dix mille.

Mais comment gérer cette complexité ?

Le périmètre des technologies utilisées dans un véhicule est de plus en plus vaste, ce qui nécessite des savoirs faire à toutes les étapes de la conception du véhicule et dans son cycle de vie car les véhicules évoluent après leur sortie d'usine. De nouveaux risques apparaissent liés à la connectivité des produits et avec eux, les réponses associées, on pense notamment à la cyber sécurité.

D'autre part, une des caractéristiques de cette industrie est la gestion de la diversité des produits commercialisés, c'est ce qui en fait sa spécificité si on pense aux autres secteurs industriels avec des produits complexes comme les avions. C'est le nombre de variantes possibles d'un produit qui rend la gestion du cycle de vie si complexe. Dès lors, la difficulté de l'architecte est de suivre et gérer les évolutions de tous ces composants, de plus en plus virtuels, tout en maintenant la viabilité économique du produit développé et le fonctionnement cohérent de cet ensemble.

De fait, l'ingénierie a une tâche immense, celle de coordonner les organisations qui composent le produit fini, on pense aux « mécaniciens » qui assemblent les pièces organiques via la maquette numérique, aux « systémiers » qui décomposent le véhicule en systèmes fonctionnels répondant à des exigences du client, à l'ingénierie logicielle qui développe les logiciels embarqués dans des calculateurs eux-mêmes gérés dans une architecture électrique et électronique avec ses propres ruptures technologiques.

La mise en cohérence de ces éléments, systèmes et logiciels est une véritable gageure pour suivre les vagues des évolutions technologiques, de plus en plus courtes. Cela passe par la mise en place d'architectures qui doivent permettre à tous ces éléments de coexister avec chacun leur propre cycle de vie.

La gestion de configuration, clé de la continuité numérique ?

La gestion de configuration dans l'industrie est la mise en œuvre de concepts issus du monde du logiciel et adaptés à l'industrie par toute une série de textes, dont la norme ISO 10007 pour leurs définitions, la norme 26262 pour la sécurité des logiciels embarqués, les normes de l'industrie automobile (A spice).

La gestion de configuration décline ces normes au produit automobile. Il faut retenir cinq concepts, l'identification qui recouvre la structuration du produit et des éléments qui le composent, l'enregistrement des états de configuration est un figeage d'une structure produit à un jalon ou étape donné, la gestion du changement est la capacité d'identifier et de traiter les demandes d'évolution sur les éléments de la structure Produit (physiques et virtuels) et le suivi de la conformité qui permet de tracer la mise en œuvre des exigences produits et systèmes.

La mise en œuvre de ces concepts dans les organisations passe par une révolution intellectuelle, car c'est bien un nouveau paradigme qu'il faut déployer, ce qui vient remettre en cause les démarches classiques de fonctionnement dans l'entreprise.

Historiquement, chaque discipline définissait ses méthodes et outils dans son organisation. A titre d'exemple, la logique a été de bâtir à partir des bases issues de la mécanique, d'étendre les outils du PLM aux systèmes et logiciels. La principale difficulté est survenue quand il s'est agi de faire coïncider les besoins des systèmes et logiciels dans des structures définies pour les contraintes de la mécanique... les ingénieries système et logicielle ont alors dû trouver leurs propres moyens de répondre aux enjeux, au risque de constituer des silos rendant plus complexe l'accostage au monde physique.

Ce nouveau paradigme passe par la fédération des données structurantes du produit dans une couche d'architecture ad hoc. Cela ouvre de facto un nouveau monde d'opportunités pour définir le contenu, les outils, les process, les acteurs qui vont maintenir cet ensemble : un métier de la gestion de configuration est en train de naître dans les organisations. Les enjeux sont colossaux car le découplage et la continuité numérique rendus possibles entre les métiers laissent apparaître des gains significatifs au sein de l'ingénierie Produit des grands constructeurs automobiles. »

Eric Coursin


L'INDUSTRIE 4.0 TOURNE-T-ELLE LA PAGE DU LEAN MANUFACTURING ?



Difficile d'échapper au « 4.0 » pour un industriel

Les « Bureaux des Méthodes » avaient déjà été abandonnés, au profit des services d'Amélioration Continue, ou de « **Lean Manufacturing** ». Ces derniers seraient-ils prêts à être emportés par la vague « **Industrie 4.0** » ? Chaque édition de l'Usine Nouvelle, chaque salon ou colloque industriel, est une occasion de découvrir les nouveautés apportées par l'« **Industrie du Futur**⁽¹⁾ ». Ce label est explicitement utilisé par les gouvernements de pays industriels, afin de relancer et moderniser un secteur parfois en perte de vitesse. Des fournisseurs d'équipements, de composants, de solutions informatiques (et des cabinets de conseil) se sont engouffrés dans la brèche marketing. Tous proposent des solutions estampillées « 4.0 », sans quoi celles-ci sont vues comme ringardes.

Le concept d'industrie du futur est **flou**. Chacun y associe ce qu'il souhaite. Il n'y a ni **standards**, ni propriétaires du label 4.0. Il n'y a pas davantage de « philosophie 4.0 », et cela cause le désarroi des industriels, petits et grands. Le marché des solutions n'est **ni mûr ni stabilisé**, le buzz marketing bat son plein, les experts soufflent le chaud et le froid, et la crainte de louper le coche est grande.

Quel est l'impact de l'industrie 4.0 ?

Le fil rouge de l'industrie du futur reste l'apport du **numérique** au sein d'opérations industrielles, souvent très « **déconnectées** ». Deux approches peuvent être tentées à ce sujet. La première approche est **tournée vers le marché** : les produits peuvent bénéficier de nouvelles technologies, devenir connectés, « **augmentés** », et apporter un bénéfice d'usage à l'utilisateur. Cet apport passe souvent par une **offre de service** plus importante, voire prépondérante, générant des **revenus récurrents** (maintenance, abonnements, ...), au risque d'ubériser son activité. C'est le côté le plus **disruptif** de l'industrie 4.0.

La seconde approche cible plus directement les **opérations**, les processus de l'entreprise, son organisation. Les coûts, la qualité, les délais, la sécurité, l'ergonomie peuvent être **améliorés**, parfois drastiquement, grâce à l'internet des objets, l'intelligence artificielle, la réalité augmentée, les AGV⁽²⁾ ou les cobots. Les **cas d'usage** sont nombreux, dans la maîtrise de l'énergie, le partage efficace et instantané de l'information, la réduction des troubles musculo-squelettiques (TMS), ... Tout cela remplace-t-il pour autant une démarche de Lean Manufacturing ? Bien évidemment, non.

Le Lean et le 4.0 sont interconnectés

Lean Manufacturing et Industrie du Futur se nourrissent l'un de l'autre. Il est par exemple illusoire de lancer un projet de digitalisation si les **données techniques** et les **standards** (les fondations de la « Maison Toyota ») ne sont pas maîtrisés. Que donnerait un Taux de Rendement Synthétique (TRS) connecté en temps réel, basé sur des cadences approximatives ? Quel suivi permettrait un MES⁽³⁾ si les gammes et opérations ne sont pas à jour ? Quel crédit apporter à un dossier de lot issu d'un LIMS⁽⁴⁾ dont les tolérances sont erronées ? Le Lean est donc à la base de toute digitalisation des opérations, et c'est souvent ma première recommandation lors de diagnostics 4.0 de PME. Difficile de faire de l'industrie 4.0 sans maîtriser le 2.0 et le 3.0...

Les outils du 4.0 sont également au service de l'amélioration continue : un TRS connecté donne une vision instantanée et fiable de la performance machine, et remplace avantageusement un suivi papier ressaisi le lendemain sur Excel. Un autre fléau de la vie en atelier est le fonctionnement en silo et l'information non partagée. La mise à disposition de données process en temps réel (avancement des ordres de fabrication, alertes sur les pannes, passages de consignés, ...) renforce le pilier Jidoka du Lean, facilite la réso-

(1) Les Allemands sont à l'origine du terme Industrie 4.0, largement utilisé de part le monde. Les autorités françaises parlent plutôt d'Industrie du Futur (cf. l'organisme de référence « Alliance Industrie du Futur »).

(2) Automated Guided Vehicles, véhicules autoguidés que l'on retrouve souvent dans les opérations logistiques.

(3) Manufacturing Execution System, couche logicielle permettant un suivi fin et connecté des opérations industrielles, souvent situé entre un ERP et une supervision ou des automates.

(4) Laboratory Information Management System, permettant la gestion des processus d'un laboratoire de contrôle.

lution de problème, et met en lumière les sources de gaspillage. Les entreprises que j'accompagne mettent volontiers en place des preuves de concept (« POC »). Cela permet des solutions rapides. Le danger principal est de ne pas avoir de vision d'ensemble associée. Sans elle, le fameux « passage à l'échelle » devient une gageure. Des TRS connectés, ou des suivis process indépendants sont utiles, mais ils le sont plus encore s'ils sont coordonnés entre eux et avec le reste du système d'information. Cela permet la contextualisation des données : telle valeur est obtenue pour tel article, tel OF, tel client, avec tel opérateur, à telle étape du process. La donnée est réellement enrichie, permettant notamment l'utilisation du machine learning. Cela permet également la continuité numérique, entre les outils de gestion (ERP, Business Intelligence) et les capteurs terrain, évitant les multiples paramétrages, les reprises de données, ... et l'abandon des solutions.

La 4^{ème} révolution industrielle appelle des changements organisationnels profonds

Au-delà des aspects techniques et systémiques, la mise en place d'outils numériques dans l'atelier s'accompagne souvent d'attentes et de changements humains profonds. Il faut bien entendu accompagner le changement proprement dit, et la gestion des compétences associée. Mais les collaborateurs de l'entreprises sont

d'autre part des utilisateurs réguliers, voire aguerris, de systèmes numériques dans leur vie quotidienne. Certains comprennent mal qu'une entreprise moderne puisse continuer à gérer l'activité d'un atelier par échanges de papiers... Cette mise à disposition de données de performance, instantanée et largement partagée, de l'opérateur sur ligne au directeur industriel, rebat les cartes des rôles et des responsabilités. Toutes les fonctions doivent gagner en compétence et en hauteur de vue. La première révolution industrielle était celle du travail collaboratif, la deuxième a vu triompher le Taylorisme, la troisième le Toyotisme. L'industrie 4.0 ouvre plus largement les portes à l'autonomie et la responsabilisation de tous les collaborateurs. Cela favorise sans doute des modes d'organisation proches de ceux étudiés par I. Getz ou F. Laloux. Dans tous les cas, plus qu'une révolution technologique, ces projets sont véritablement porteurs d'un bouleversement organisationnel dans les années à venir.

Frédéric Leveugle


⁴ Laboratory Information Management System, permettant la gestion des processus d'un laboratoire de contrôle.

LES ALLIANCES STRATÉGIQUES DANS L'AUTOMOBILE, L'EXEMPLE DE RENAULT



La construction d'une alliance stratégique internationale permet d'étendre les potentiels d'une entreprise en réunissant les compétences, les capacités et les ressources de deux entités. Les bénéfices peuvent être multiples tels que l'augmentation du CA, le développement à l'internationale, l'accès à de nouveaux marchés, la maîtrise de nouvelles technologies, la réduction des coûts...

Si une alliance offre des opportunités de croissance elle présente aussi des risques car le partenaire est souvent un concurrent ; risque de se faire voler son savoir-faire et/ou risque pour sa pérennité si son partenaire opportuniste utilise l'autre à son propre profit.

J'ai pu constater au cours de mon parcours professionnel, que la confrontation avec une entreprise étrangère change également les pratiques de l'entreprise, l'oblige à sortir de sa zone de confort pour s'adapter aux pratiques de l'autre et cela enrichit les compétences de ses collaborateurs dans les domaines techniques et relationnels.

> L'alliance Renault-Volvo

Dans le secteur de l'automobile la réduction des coûts par un effet de volume s'obtient en partageant les composants et organes techniques sur une plateforme commune et donc les frais d'étude, les investissements. Une plateforme est constituée de l'ensemble des composants mécaniques et électroniques qui permettent au véhicule de rouler.

Ainsi dans la phase préparatoire qui devait conduire à la fusion des deux entreprises les équipes Renault et Volvo travaillaient sur un projet de plateforme automobile commune. La répartition des tâches confiait à Renault l'étude de la partie avant de la plateforme, et à Volvo les parties centrale et arrière nouvelles. Pour Volvo la sécurité était l'âme de ses véhicules et il avait développé une expertise en sécurité véhicule supérieure à celle de Renault. Les solutions techniques proposées par Renault sur la partie ne pouvaient pas pour Volvo satisfaire ses exigences. Il y a alors eu une perte de confiance et une remise en cause de la légitimité de Renault. La pression pour réussir l'alliance l'emportant, le scénario proposé par Renault fut remis à plat et les deux entreprises collaborèrent à la définition d'une nouvelle solution en s'appuyant sur l'expertise de Volvo.

Les différences culturelles entre la France et la Suède ont joué un rôle dans ces oppositions. Pour les Français l'autorité vient principalement de la position hiérarchique, alors que pour les Suédois l'autorité s'appuie plutôt sur la compétence et l'expérience ; les Français cherchent souvent à imposer une décision alors que les Suédois sont dans la négociation et la recherche du compromis ; les Français travaillent souvent dans le stress alors que les Suédois font tout pour l'éviter.

Malgré les complémentarités objectives entre des deux entreprises, la fusion n'a pas lieu. Elle fut refusée par Volvo notamment en raison de l'attitude de l'État Français sur la date de privatisation de Renault et de son souhait de garder une place spécifique au sein du capital du nouvel ensemble. Volvo perçut alors l'accord proposé comme une absorption imposée par Renault, une perte de sa propre identité alors que pour les Suédois Volvo était une fierté nationale. Finalement Renault vendit sa branche camion à Volvo et la branche auto de Volvo fut vendue à Ford puis au constructeur Chinois Geely.

> L'alliance Renault-Nissan

Cette expérience servant à Renault pour la construction du rapprochement avec Nissan, ce n'est plus une fusion mais une alliance qui fut proposée. Elle fut définie dès le départ comme une alliance équilibrée préservant les marques et les identités techniques et culturelles de chaque entreprise. Nissan apportait la maîtrise de la qualité de ses produits, la performance de sa gestion industrielle et sa dimension internationale, Renault apportait sa stratégie produit et sa gestion de gammes, l'innovation technologique et la maîtrise des coûts.

Après avoir réalisé les actions nécessaires au redressement de Nissan et avoir posé les règles de gouvernance de l'alliance, la première synergie mise en place a été la création d'une direction des achats commune. Puis un travail d'approfondissement des synergies fut mené graduellement. Après 15 ans d'existence, l'alliance se dote en 2014 de quatre directions opérationnelles toutes dirigées par un cadre au nom de l'alliance : l'ingénierie (les plateformes, les composants, la recherche), la fabrication et la logistique, les achats et enfin les ressources humaines.

Sur le plan culturel le Japon est plus éloigné de la France que la Suède. En entreprise l'organisation du travail est verticale un peu de type "militaire" avec un poids de la hiérarchie important. Le groupe prime sur l'individu, chacun effectue les tâches qui lui sont assignées et il n'y a pas de place pour le hasard ou l'improvisation. Cela se traduit par un très grande efficacité et rapidité dans l'exécution du travail, mais laisse peu de place à la créativité et l'innovation. La prise de décision à la japonaise est concertée et suit un processus d'aller-retour entre la hiérarchie et les collaborateurs. Le processus de décision à la française fait l'objet de peu d'allers-retours et est plus basé sur la responsabilité individuelle.

Dans le cadre d'une telle alliance, chaque entreprise déploie son propre plan stratégique en cohérence avec le plan commun de l'alliance dans le respect du partenaire. Le partenaire est aussi un challengeur, un concurrent, cette situation va stimuler les collaborateurs pour rechercher les meilleures solutions. Il faut alors trouver le juste équilibre entre d'une part les objectifs de performance de l'alliance en partageant les savoir-faire, les ressources, les études et les investissements et d'autre part la nécessité pour chacun de développer toutes ses compétences et son potentiel de croissance. Afin d'éviter la rivalité et les oppositions qui risquent de détruire l'alliance, des règles de gouvernance définissent le cadre de la confrontation entre les deux entreprises et permettent à chaque partenaire de garder son autonomie et de développer les solutions spécifiques nécessaires à sa propre compétitivité sur ses marchés. Enfin la construction d'une confiance réciproque entre les partenaires est essentielle à la réussite et au développement de l'alliance, elle peut être rapidement altérée par des positions inadaptées de l'un ou l'autre.

J'ai pu expérimenter qu'une alliance, où les marques et les identités techniques et culturelles de chaque entreprise sont conservées et dans laquelle l'Excellence Opérationnelle est déployée, peut permettre le renforcement de chacune. Pour cela elle doit reposer sur des objectifs stratégiques partagés, sur des règles de

gouvernance préservant chaque entreprise et sur la confiance entre les partenaires. La valorisation de la double culture par la confrontation de points de vues, de savoirs et d'objectifs différents va entraîner la remise en question par chacun de ses propres fonctionnements et de ses repères. L'intelligence collective permet au groupe d'aller encore plus loin en mettant les compétences, connaissances et aptitudes de chacun au service du groupe et ainsi elle favorise la créativité, l'innovation et l'agilité.

Se confronter à l'interculturalité oblige à adopter des positions courageuses pour résoudre les malentendus et donc de développer l'écoute et la compréhension des autres.

Cela renforce les compétences relationnelles, « soft skills » qui deviennent de plus en plus importantes pour s'adapter aux multiples transformations rapides auxquelles nous sommes confrontés : la robotisation, l'automatisation et les intelligences artificielles.

En conclusion si la réussite d'une alliance stratégique internationale nécessite le déploiement de l'Excellence Opérationnelle dans tous les secteurs de l'organisation, c'est bien dans le domaine de l'humain que le déploiement sera le plus difficile à réaliser. Pourtant le facteur humain est déterminant pour la réussite d'une alliance. Respecter le partenaire, comprendre ses valeurs et ses objectifs (ce qui le motive vraiment), et développer la proximité physique et relationnelle entre les équipes à tous les niveaux de la hiérarchie, sont indispensables pour créer et entretenir en continu la confiance réciproque sans laquelle la pérennité de l'alliance ne peut être garantie.

Jacques Daigne


LA MESURE : PANACÉE OU PARAPLUIE

A la fin de la randonnée, certains sortent leur smartphone pour annoncer fièrement qu'ils ont parcouru 18,2 km. D'autres trouvent 19,3 à la surprise de ceux qui font d'habitude aveuglément confiance à la mesure de leur merveilleux compagnon. Même ceux qui savaient et avaient étalonné leur pas avaient oublié qu'il variait avec la pente du chemin. Deux ou trois avaient heureusement utilisé leur GPS mais trouvaient encore des valeurs différentes... Tous ces écarts s'expliquent très bien si on prend la peine de réfléchir à la méthode de mesure.

La foi dans la technique et le pouvoir des nombres se retrouvent malheureusement trop souvent dans des contextes industriels (et je préfère ne pas aborder ici leur usage en politique).

Au cours de longues réunions d'experts auxquelles j'ai été convié en tant qu'auditeur et où étaient confrontés, pour faire court, les points de vue de l'ASN (Autorité de Sécurité Nucléaire) et d'AREVA⁽¹⁾ de très nombreuses mesures ont été prises en considération, mais leurs valeurs exactes très dispersées n'ont aucunement été remises en cause. La dispersion s'explique largement par un aspect «matériau» mais la façon dont les mesures ont été faites n'a été exposée à aucun moment. Et pourtant, l'objet de la mesure, la ténacité (pour ceux qui connaissent) est un concept de mécanique très abstrait. On n'y accède, grâce à des hypothèses simplificatrices, qu'au travers de modèles mathématiques établis dans un contexte idéal. Mais les ingénieurs amenés à fréquemment utiliser les valeurs de ces mesures, comme par exemple dans des calculs numériques, ou pour comparer des matériaux entre eux, finissent par en acquérir une perception intuitive qui confère à cette grandeur une existence réelle et, au bout du compte, qui inspire confiance dans les mesures.

Mon domaine d'expertise est celui des mesures mécaniques les plus basiques de forces et de déplacements, plus particulièrement dans le domaine dynamique⁽²⁾.

Dans le domaine statique (de la vie quotidienne) on peut facilement mesurer une longueur par simple comparaison avec une grandeur connue (et un déplacement qui se ramène à la différence de deux longueurs). On ne discute pas la taille d'un objet. La mesure d'une force est plus délicate car elle repose toujours sur la mise en œuvre d'une théorie permettant d'ailleurs souvent de se ramener au cas précédent (allongement d'un ressort).

La mesure est plus complexe en dynamique où les théories simples ne suffisent plus. La notion de temps y intervient apportant avec elle celles de vitesse, d'accélération et d'inertie - pour les plus basiques.

Les concepteurs concernés par la dynamique (de la sécurité passive au crash à la perforation de blindages) utilisent prioritairement aujourd'hui des programmes de calcul dans lesquels on prend en compte les effets d'inertie et qui se nourrissent aussi de la «réponse» des matériaux constitutifs à un chargement. Cette «réponse» est modélisée par ce qu'on appelle les «relations de comportement» qui relient des grandeurs mathématiques non accessibles à l'intuition, ni à la mesure directe.

Ces relations sont établies à partir d'essais sur des échantillons (ceux qui ont fait l'objet de mes recherches) pour permettre in fine de calculer la réponse de structures. Comme l'échantillon est lui-même une structure, cette opération n'a rien d'évident. Mais les exigences industrielles ont poussé, dans les années 50, à la mise au point d'une méthode praticable au prix d'hypothèses restrictives, à une époque où l'acquisition numérique n'existait pas. Cette méthode se ramène à l'utilisation de formules reliant «la» loi de comportement recherchée à certaines mesures directes.

Faute de connaître et de comprendre ces hypothèses, certains utilisateurs appliquent ces formules sans recul. Les valeurs qu'ils en déduisent sont le plus souvent destinées à des industriels qui n'ont pas la compétence pour estimer la qualité des résultats... qui peuvent être très largement erronés dans certains cas. Mon activité consiste à jouer un rôle de médiateur entre les industriels et les laboratoires chargés des mesures.

(1) Il s'agissait d'évaluer la pertinence de la mise en service d'un couvercle de cuve du réacteur EPR de Flamanville ne respectant pas toutes les normes de fabrication.

(2) détails techniques sur le site de ma société : <https://sites.google.com/view/transalgo>

La principale difficulté que j'y rencontre tient principalement à des aspects psychologiques. Ni les laboratoires à qui sont sous-traités les essais, ni les industriels clients (qui ont parfois leurs propres moyens d'essais) n'envisagent d'admettre que leurs compétences pourraient être insuffisantes⁽³⁾. C'est en particulier parce qu'il s'agit d'expérimentation car, par opposition, côté industriel, les ingénieurs impliqués dans le processus accepteraient volontiers de reconnaître une certaine méconnaissance des théories⁽⁴⁾. Côté laboratoires d'essais, quand ils sont universitaires, ce serait plutôt par fierté (et aussi par manque de temps et de moyens) qu'ils refuseraient d'évaluer certaines faiblesses. Il est donc très difficile de proposer une médiation dont les deux parties pourraient bénéficier, sans apparaître prétentieux.

Mais heureusement, assez peu de catastrophes pourraient découler de mauvaises mesures dans mon domaine. Dans les applications militaires elles passeraient inaperçues et bien d'autres choix approximatifs peuvent menacer la sûreté des voitures, des avions ou des centrales nucléaires. Pour avoir fréquenté de nombreux collègues, en France et dans le monde, et expertisé beaucoup d'articles scientifiques, j'ai acquis la conviction que mon expérience n'est pas unique.

J'ai gardé de bonnes relations avec des anciens étudiants confrontés au contexte industriel qui me confient parfois qu'ils déplorent que des décisions techniques soient souvent prises au nom de raisons managériales par des décisionnaires s'appuyant sur des mesures dont ils ne mettent pas en doute la pertinence.

Une approche insuffisamment critique des aspects techniques et de la mesure en particulier peut donc être parfois la première source de mauvais choix stratégiques. Une des missions auprès des décisionnaires que nous sommes amenés à côtoyer pourrait alors être d'attirer leur attention sur cette question.

Gérard Gary


⁽³⁾ J'ai pu constater, par exemple, que la plupart des accéléromètres gagneraient en précision si ceux qui mettent en oeuvre une méthode d'étalonnage ancienne acceptaient de sortir de leur zone de confort pour profiter des bénéfices du traitement numérique moderne.

⁽⁴⁾ Un groupe industriel important m'a demandé, il y a quelques années, d'analyser les faiblesses de la simulation d'un essai qui donnait des résultats très différents, jusqu'à 300%, des valeurs mesurées. Les ingénieurs de ce groupe ont été très surpris quand je leur ai démontré que la simulation était bonne mais la mesure totalement erronée.



En savoir plus sur l'adhésion ?
Proposer une mission de conseil aux membres d'XMP-Consult ?
Participer à nos événements ?

[CONSULTEZ NOTRE SITE](#) 

info@xmp-consult.org



xmp
consult

Association loi 1901 ayant son siège au
5 Rue Descartes 75005 PARIS