

Jean-Luc Merchadou

Jacques Caire

Luc Jousselin

MAINTIEN EN CONDITION OPÉRATIONNELLE

Améliorer la disponibilité
et la performance
de vos équipements stratégiques

**L'USINE
NOUVELLE**

DUNOD

Tout le catalogue sur
www.dunod.com



Photo de couverture : © Sergej Khackimullin – Fotolia.com

Le pictogramme qui figure ci-contre mérite une explication. Son objet est d'alerter le lecteur sur la menace que représente pour l'avenir de l'écrit, particulièrement dans le domaine de l'édition technique et universitaire, le développement massif du photocopillage.

Le Code de la propriété intellectuelle du 1^{er} juillet 1992 interdit en effet expressément la photocopie à usage collectif sans autorisation des ayants droit. Or, cette pratique s'est généralisée dans les établissements

d'enseignement supérieur, provoquant une baisse brutale des achats de livres et de revues, au point que la possibilité même pour

les auteurs de créer des œuvres nouvelles et de les faire éditer correctement est aujourd'hui menacée.

Nous rappelons donc que toute reproduction, partielle ou totale, de la présente publication est interdite sans autorisation de l'auteur, de son éditeur ou du

Centre français d'exploitation du droit de copie (CFC, 20, rue des Grands-Augustins, 75006 Paris).



© Dunod, Paris, 2012

ISBN 978-2-10-057798-9

Le Code de la propriété intellectuelle n'autorisant, aux termes de l'article L. 122-5, 2° et 3° a), d'une part, que les « copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective » et, d'autre part, que les analyses et les courtes citations dans un but d'exemple et d'illustration, « toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite » (art. L. 122-4).

Cette représentation ou reproduction, par quelque procédé que ce soit, constituerait donc une contrefaçon sanctionnée par les articles L. 335-2 et suivants du Code de la propriété intellectuelle.

Préface

This book provides a thoughtful collaborative explanation of a new vision for achieving cost effective, sustainable, and repeatable total stakeholder satisfaction. The vision of “Maintien en Condition Operationnelle (MCO)” is supported by “best practices” designed to be utilized throughout the organization over the entire life cycle of the equipment’s hardware, embedded software, and support services.

In organizing and writing their book, the authors naturally called on their individual studies and enterprise experiences. They also took into account the earlier contributions of recognized experts such as B. S. Blanchard, professional societies, governments, and enterprises in advancing and applying concurrent engineering/integrated product and process development and support. By synthesizing the relevant resources, the authors viewed with clarity the need of a global vision for good practices to assist and guide enterprises to improve the operational availability and performance “cost effectiveness.”

Modern enterprise managers/leaders know well that to remain competitive in the global economy their enterprises “must provide their products and services with greater resource efficiency” (Proceedings of the 15th ISPE International Conference on Concurrent Engineering). These managers/leaders understand to realize a return on investment (R.O.I) sufficient to remain competitive and to provide total stakeholder satisfaction requires rethinking and reinventing their present methods, procedures, and policies.

They also understand their new visualization of the enterprise must be based on a foundation of proven concepts and practices that will enhance enterprise’s core competencies and provide a multiplier effect on their R.O.I and other measurable metrics such as reliability, availability, and maintainability.

I am happy to find in this book, unique and practical answers to how to improve an enterprise’s total performance. These solutions are incorporated in the MCO vision and expressed with clarity by intelligent explanations and diagrams that facilitate comprehension and application

The book is exceptional in two very important ways that distinguishes it from other books in the same genre. First, the book’s intelligently expressed contents

and logical organization provide templates for enterprises to implement the necessary education of all responsible and accountable managers and their supporting teams to a new vision – the MCO vision. Secondly, the best practices and supporting materials in the six chapters provide a basis for auditing enterprise performance to identify areas that would benefit from the implementation of the MCO vision and best practices.

I am certain that managers/leaders with a strategic global view of their competitive environment will conclude that implementing the MCO vision and its good practices at all levels of the enterprise will assure them a greater competitive advantage.

James H. Brill's 40 year professional career is noteworthy for his study, advancement, and application of the systems approach to the product development and life cycle support of complex systems for world-wide clients.

Prior to his international consulting career, Mr. Brill worked in executive level positions in systems and program management in the U.S. military and with Hughes Aircraft Company.

He is a founding member of the International Council On Systems Engineering (INCOSE) and served as a Director and later President. In addition, Mr. Brill has authored and published several papers and articles on systems engineering.

He is a graduate of Syracuse University, New Mexico State University, University of Southern California's Executive Management Program and the National War College.

Table des matières

Préface	III
Avant-propos	VII
Introduction	1
Chapitre 1 : Un postulat, optimiser la disponibilité opérationnelle, pour produire plus et mieux	4
1.1 La problématique	4
1.2 La démarche	6
1.3 Les modèles et les fondamentaux	9
1.4 Comment appliquer notre démarche d'optimisation	21
Chapitre 2 : Bien acquérir, pour garantir un maintien en condition opérationnelle performant	37
2.1 La problématique	37
2.2 Les méthodes et les définitions standards	38
2.3 Les bonnes pratiques d'acquisition	41
2.4 Les moyens nécessaires pour mieux acquérir et optimiser l'équipement et son système de soutien	91
2.5 Les R.O.I. apportés	94
2.6 Les points clefs pour mieux acquérir	96
Chapitre 3 : Bien utiliser, pour optimiser la disponibilité opérationnelle et l'efficience du MCO	98
3.1 La problématique	98
3.2 Les méthodes et les définitions standards	100
3.3 Les bonnes pratiques d'utilisation	103
3.4 Les moyens à mettre en place	120

3.5 Les R.O.I. apportés	121
3.6 Les points clefs pour mieux utiliser	122
Chapitre 4 : Bien maintenir, pour optimiser la disponibilité opérationnelle et la durée de vie	123
4.1 La problématique	124
4.2 Les méthodes et les définitions standards	125
4.3 Les bonnes pratiques de maintenance	130
4.4 Les moyens à mettre en place	181
4.5 Les R.O.I. apportés	183
4.6 Les points clefs pour mieux maintenir	187
Chapitre 5 : Bien approvisionner, pour optimiser la performance (coût/efficacité) du soutien	189
5.1 La problématique	189
5.2 Les méthodes et les définitions standards	190
5.3 Les bonnes pratiques d'approvisionnement	196
5.4 Les moyens à mettre en place	219
5.5 Les R.O.I. apportés	220
5.6 Les points clefs pour mieux approvisionner	221
Chapitre 6 : Bien piloter et maîtriser les risques d'exploitation et de soutien, pour optimiser la performance du MCO	223
6.1 La problématique	224
6.2 Les méthodes et les standards	225
6.3 Les bonnes pratiques de pilotage et de maîtrise des risques	236
6.4 Les moyens à mettre en place	273
6.5 Les R.O.I. apportés	274
6.6 Les points clefs pour mieux piloter	276
Conclusion : anticiper pour gagner des R.O.I conséquents	278
Références bibliographiques	283
Index	285

Avant-propos

Pourquoi, pour qui ?

Cet ouvrage a pour objectif d'aider l'ensemble des responsables de l'entreprise (à tous les niveaux de la hiérarchie), d'une part, à mieux se comprendre en interne comme en externe et, d'autre part, à faire les bons choix, pour optimiser la performance « coût/efficacité » des équipements complexes, qui assurent la production de leur entreprise.

Il est conçu à l'usage :

- ▶ des responsables de structures ou de projets, pour leur apporter une vision globale des bonnes pratiques et des pièges à éviter, dans un domaine qui ne leur est pas forcément familier ;
- ▶ des divers spécialistes métiers, pour leur apporter un éclairage (interne et externe) sur la globalité du domaine et ainsi mieux coopérer avec les spécialistes des autres métiers ;
- ▶ des nouveaux acteurs dans une équipe projet, pour leur donner rapidement, d'une part, un accès à la culture du maintien en condition opérationnelle des équipements stratégiques et, d'autre part, la clé d'un langage commun nécessaire à leur réussite ;
- ▶ des acteurs impliqués dans les processus d'acquisition, d'approvisionnement ou de sous-traitance, qui sont maintenant confrontés au nouvel enjeu, acheter au meilleur « coût global de possession » et non plus au meilleur « coût d'acquisition » ;

Toutes les entreprises assurent aujourd'hui leur production en s'appuyant sur une main-d'œuvre qui exploite des équipements complexes, équipements dont la performance impacte de plus en plus l'efficacité de l'entreprise elle-même.

Cet ouvrage va leur montrer comment intégrer les méthodes et choisir les outils nécessaires à l'optimisation de la disponibilité opérationnelle de ces équipements en y incluant la recherche permanente de leur meilleure performance « coût/efficacité ».

Quoi ?

Les bonnes pratiques, que nous voulons promouvoir dans cet ouvrage, sont des pratiques éprouvées, qui ont été mises en œuvre depuis de nombreuses années sur différents domaines d'activités et démontrées par des retours d'expériences significatifs.

Elles s'appuient sur des fondamentaux métiers reconnus au plan international, que nous aidons à judicieusement dimensionner, pour en adapter l'application aux enjeux respectifs de chacun, tout en respectant leur originalité. C'est une approche globale aux plans des coûts, du cycle de vie des équipements, des acteurs, des métiers et de leurs outils.

Comment ?

Face à un tel enjeu, cet ouvrage se doit de traiter complètement le sujet, d'être juste et cohérent, attractif et simple d'accès, tout en restant empreint de la qualité et de la technicité nécessaires.

Différentes dispositions ont donc été adoptées pour le réaliser.

1. Notre démarche d'optimisation du maintien en condition opérationnelle des équipements stratégiques de l'entreprise est présentée ici en traitant tous les thèmes susceptibles d'y contribuer. Le périmètre de ces thèmes peut ainsi paraître trop vaste. Il est pourtant nécessaire.
2. Nous avons présenté cet ouvrage en deux niveaux :
 - ▷ dans le chapitre 1, nous montrons comment optimiser la disponibilité opérationnelle, et pourquoi elle joue un rôle clé dans la performance coût/efficacité des équipements stratégiques de l'entreprise.
 - ▷ dans chacun des chapitres 2 à 6, nous montrons le « Pourquoi, Quoi, Comment ? » de la démarche d'amélioration continue, qui permet d'optimiser les différentes activités du maintien en condition opérationnelle de ces équipements. Tous ces chapitres sont présentés de manière identique avec : la problématique, les méthodes et les standards, les bonnes pratiques et les R.O.I. apportés.
3. Comme il se doit d'être complet, tout en restant attractif, cet ouvrage traite de l'ensemble des fonctions transverses aux différents métiers concernés. Il s'appuie ensuite sur la bibliographie citée en référence, pour tout ce qui concerne la description détaillée des techniques et méthodes employées.

4. Le contenu de ce livre a été rendu le plus opérationnel possible, par l'architecture de ses chapitres et par un traitement systématique du « Pourquoi, Quoi, Comment ? » de chacun d'eux. Il est largement illustré, pour en augmenter l'attractivité et en faciliter la compréhension.
5. Les trois auteurs, qui maîtrisent cette démarche dans sa globalité, ont consolidé leurs rédactions respectives par une intégration et une validation collégiales de toutes les sections de textes incluses dans cet ouvrage.
6. De manière générale, cet ouvrage est le complément naturel des ouvrages DUNOD, vers lesquels chacun pourra se reporter pour obtenir plus de détails sur un sujet particulier qu'il souhaite approfondir.

Guide de lecture

Le mode de lecture le plus efficace de cet ouvrage est donc de procéder en deux temps. Dans une première approche, en appréhender globalement la démarche et son mode d'emploi (voir chapitre 1). Ensuite, d'aller en fonction du contexte et de sa préoccupation personnelle du moment, à chacun des différents chapitres (2 à 6) spécialisés. Et là :

- ▶ si l'on est dans un contexte d'acquisition d'un nouvel équipement stratégique, avec le souci de mettre en place le meilleur système (équipement et système de soutien associés), on ira chercher les bonnes pratiques présentées dans le chapitre 2 ;
- ▶ si l'on est dans un contexte d'utilisation, avec le souci de bien coordonner les opérations d'exploitation et de soutien, on appliquera les bonnes pratiques présentées dans le chapitre 3 ;
- ▶ si l'on est dans un contexte de maintenance, avec le souci d'en optimiser la performance coût/efficacité, dans une démarche d'amélioration continue, on se basera sur les bonnes pratiques présentées dans le chapitre 4 ;
- ▶ si l'on est dans un contexte d'achats de consommables, de pièces de rechange ou de sous-traitance, avec le besoin de les optimiser et d'étendre les capacités de l'entreprise en créant un réseau de partenaires efficace et compétitif, on se référera aux bonnes pratiques présentées dans le chapitre 5 ;
- ▶ si l'on est dans un contexte de pilotage et de maîtrise des risques du Maintien en Condition Opérationnelle (MCO), avec le besoin d'en optimiser l'efficacité, on ira chercher celles présentées dans le chapitre 6.

Introduction

Le Maintien en Condition Opérationnelle « MCO », on en parle de plus en plus. Mais de quoi s'agit-il exactement ?

A priori, on pourrait penser qu'il ne s'agit que des activités d'entretien et de réparation d'un équipement, lorsqu'il est en service. Dans la réalité, c'est beaucoup plus que cette courte vision qu'on pourrait en avoir. Il s'agit en fait de toutes les activités qu'il faut déployer, pendant la totalité du cycle de vie de ces équipements, pour garantir à tout moment que le service qu'on en attend sera obtenu. Et ceci, dans les meilleures conditions de performance « coût/efficacité ».

Dans un premier temps, nous allons montrer que ce service ne peut être apporté que par un équipement disponible pour produire, au bon niveau, au bon moment et au meilleur coût. Ensuite, nous présenterons les meilleures pratiques à employer pour y parvenir. Celles-ci montrent que ces activités de MCO sont à déployer, depuis l'expression du besoin d'un nouvel équipement, en passant par sa conception, son acquisition, puis son utilisation et son soutien, jusqu'à son retrait du service 20 à 30 années plus tard.

Attention : le MCO est une vision « acquéreur/utilisateur » du soutien, sur la totalité du cycle de vie des équipements stratégiques de l'entreprise. Le MRO (*Maintenance, repair and operations*), quant à lui, est une vision « industriel/fournisseur » de sa prise en compte du soutien, sur la totalité du cycle de vie des équipements livrés à ses clients.

Bien que l'objectif du MRO soit semblable à celui du MCO, les activités industrielles qu'il met en œuvre ne font pas l'objet de cet ouvrage, lequel traite essentiellement des bonnes pratiques MCO, à l'usage de l'acquéreur/utilisateur d'un équipement stratégique, pour optimiser l'efficacité de son soutien.

La **DISPONIBILITÉ OPÉRATIONNELLE** des équipements stratégiques, est plus que jamais un **OBJECTIF PRIORITAIRE** pour l'entreprise

Après des décennies de mécanisation, puis d'automatisation et maintenant de « production/gestion/maintenance/... assistée par ordinateur », les entreprises assurent aujourd'hui leur production en s'appuyant sur des équipements stratégiques de complexité toujours croissante, équipements dont la part est devenue prépondérante, au regard de la part de main-d'œuvre, dans la performance coût/efficacité de ces entreprises.

Pour autant, les médias nous abreuvent d'exemples où l'entreprise est défaillante, face à ses engagements de service ou de production : des trains tombent en panne avec leurs passagers à bord, des centrales de production d'énergie ne sont pas disponibles pour produire au moment où l'on en a besoin, des bateaux sont en attente devant un port où les équipements de manutention ne sont pas disponibles pour les décharger... et chacun d'entre nous peut être témoin ou victime de semblables événements dans son quotidien.

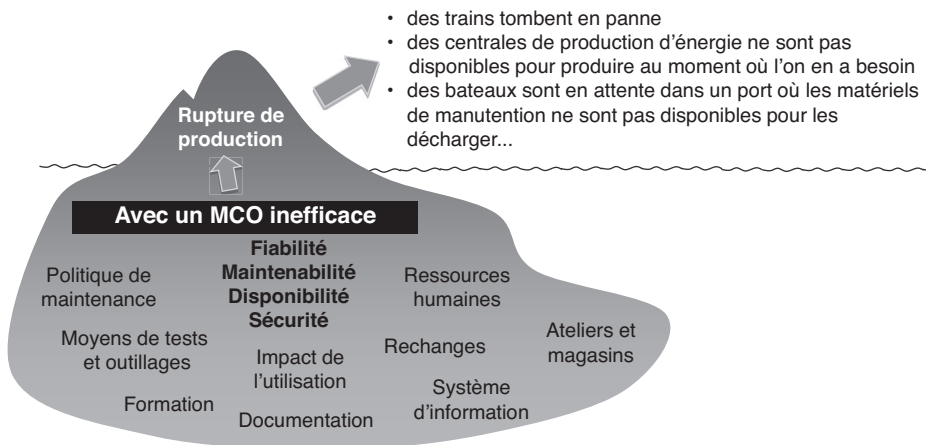


Figure 0.1 – Les impacts d'un MCO inefficace.

Pis encore, ces constats de rupture de service ou de production ne montrent que la face émergée de l'iceberg. La face cachée est bien plus grave, celle où l'entreprise fait face tant bien que mal à ses engagements de service ou de production avec une débauche de moyens et des surcoûts permanents ; ceci, faute d'un

maintien en condition opérationnelle (MCO) de qualité, permettant d'anticiper et d'agir au bon moment :

- ▶ des parcs d'équipements coûteux sont surdimensionnés, avec de très faibles taux d'emploi, pour pallier à grands frais aux risques d'un manque de disponibilité opérationnelle ;
- ▶ des stocks pléthoriques et coûteux encombrant les magasins, avec en prime des pertes sèches en stocks morts, jamais utilisés ;
- ▶ des entreprises sont en situation de « client captif » (main-d'œuvre, pièces de rechange...) de leurs fournisseurs, pour le soutien de leurs équipements ;
- ▶ d'autres subissent la maintenance de leurs équipements, en s'appuyant sur des processus de soutien informels et mal maîtrisés ;
- ▶ des populations de héros doivent quotidiennement réaliser des miracles pour assurer la disponibilité opérationnelle de leurs équipements stratégiques...

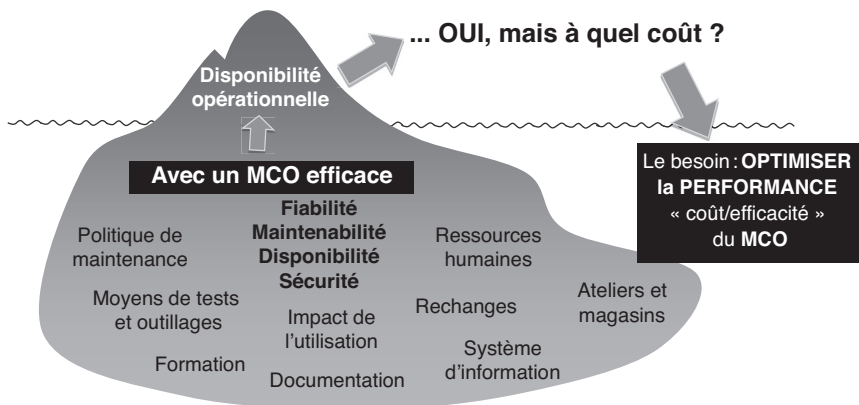
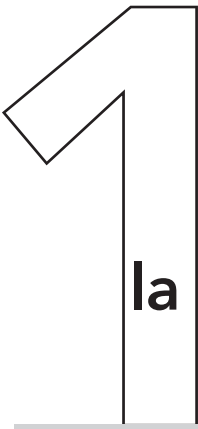


Figure 0.2 – L'objectif recherché, un MCO « performant ».

Tout ceci a un impact désastreux sur les performances globales de l'entreprise, performances qu'elles peuvent améliorer, en optimisant efficacement la disponibilité opérationnelle de leurs équipements stratégiques.

Des moyens et des bonnes pratiques existent, pour obtenir efficacement qu'un équipement soit disponible au bon niveau, au bon moment et au meilleur coût. Nous vous les proposons dans cet ouvrage.



Un postulat, optimiser la disponibilité opérationnelle, pour produire plus et mieux

Ce chapitre a pour but de montrer l'obligation que les entreprises ont aujourd'hui de produire plus et mieux, en passant pour cela, par une optimisation rigoureuse de la disponibilité opérationnelle de leurs équipements stratégiques.

Il constitue le premier niveau de cet ouvrage et s'attache à en présenter la démarche à suivre, les fondamentaux et les concepts clés. On retiendra ici trois de ces concepts :

- assurer la disponibilité, au sens « disponibilité opérationnelle », celle qui prend en compte, non seulement la disponibilité intrinsèque à l'équipement, mais aussi les délais administratifs et logistiques qui la pénalisent ;
- rendre l'obtention de cette disponibilité opérationnelle performante (équipement disponible, au bon niveau, au bon moment et au meilleur coût) ;
- considérer l'équipement accompagné de son système de soutien comme un « produit » indissociable, dont les deux composantes se consolident mutuellement, pendant tout leur cycle de vie.

1.1 La problématique

Toutes les entreprises, ayant à garantir un service ou à « dynamiser » leur production, sont dans l'obligation d'optimiser la disponibilité opérationnelle de leurs équipements stratégiques, pour produire plus et mieux, pour réduire le risque de rupture inopinée du service, pour mieux faire face à une concurrence agressive et réduire les coûts d'exploitation.

1.1 La problématique

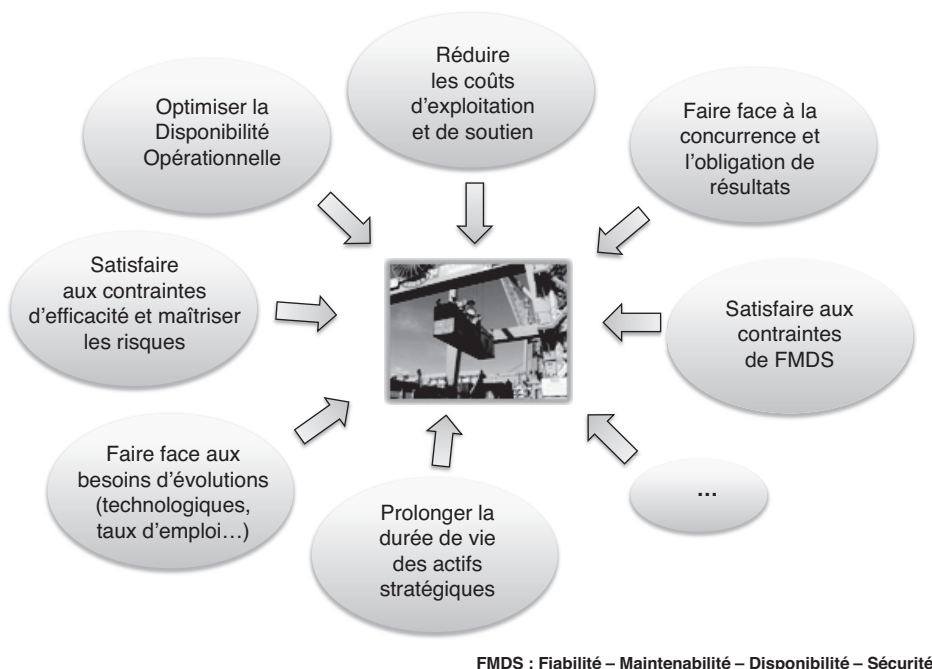


Figure 1.1 – Les objectifs d'un MCO performant.

Pour autant, cet objectif ne doit pas être atteint à n'importe quel prix. Cela implique aujourd'hui une recherche permanente d'optimisation de la performance coût/efficacité du maintien en condition opérationnelle (MCO), afin que ces équipements stratégiques soient disponibles au bon moment, au bon niveau et au meilleur coût.

Le seul moyen d'atteindre simultanément ces trois objectifs est d'optimiser leur système de soutien et leur mise en œuvre, en appliquant une politique de maintien en condition opérationnelle, conduisant à un coût global de possession minimum pour une efficacité maximum.

Pour cela, nous présentons dans cet ouvrage une démarche « englobante », qui prend en compte l'ensemble des activités et des processus, sur la totalité du cycle de vie des équipements stratégiques de l'entreprise :

- dès l'acquisition (expression du besoin, conception, fabrication, déploiement et mise en service) de l'équipement lui-même et de son système de soutien. Système de soutien qui est lui-même constitué du plan de maintenance, des moyens de maintenance, des infrastructures, des rechanges initiaux, des EMST (emballages, manutention, stockage, transport), de la documentation

1. Un postulat, optimiser la disponibilité opérationnelle, pour produire plus et mieux

technique, des formations ; sans oublier les personnels de soutien, le Système d'Information Logistique (SIL) et le référentiel des données correspondantes.

- ▶ pendant l'exploitation et le soutien de cet équipement en phases de production, avec : la maintenance (préventive, corrective...), les approvisionnements et le stockage (des rechanges, des EMST et des consommables), les achats et la sous-traitance, la maîtrise des processus de soutien (gestion de la maintenance, de la configuration et des évolutions, des rechanges et des approvisionnements, de la documentation et du retour d'expérience, ainsi que des coûts d'exploitation et de soutien).
- ▶ jusqu'à son retrait du service, en fin de cycle de vie, avec l'historisation du retour d'expérience, le démantèlement, éventuellement la revalorisation et, bien sûr, les dispositions nécessaires au respect de l'environnement.

Cette démarche s'appuie sur des méthodes et des standards universellement partagés par les acteurs du développement des grands projets et par ceux chargés d'assurer le maximum de capacité de production aux actifs stratégiques de leur entreprise, dans les domaines civils et militaires et dans tous les secteurs d'activités.

Bien dimensionnée aux enjeux et aux moyens de chaque entreprise, elle s'appuie sur une recherche d'amélioration continue pour garantir les meilleurs résultats, dans une vision globale du cycle de vie des équipements stratégiques concernés.

1.2 La démarche

L'expérience montre que les équipements stratégiques sont de plus en plus complexes et leur cycle de vie de plus en plus long et évolutif. En même temps, les moyens que l'on peut consacrer à leur acquisition et à leur soutien doivent être réduits au plus juste, souvent en raison d'un contexte concurrentiel omniprésent, alors que les exigences de disponibilité opérationnelle qu'on leur impose sont de plus en plus fortes (productivité en exploitation).

Ces enjeux impliquent une recherche permanente des meilleures performances « coût/efficacité », du début à la fin de leur cycle de vie, pour chacun de ces équipements, performances qui sont directement conditionnées par celles de leur système de soutien.

Notre démarche est donc une démarche d'amélioration continue, qui doit être appliquée en s'efforçant en permanence de :

- ▶ bien ACQUÉRIR, et optimiser en permanence, le meilleur ensemble complexe, constitué de l'équipement (ou des évolutions de cet équipement) et de

1.2 La démarche

son système de soutien, afin d'en garantir un maintien en condition opérationnelle (MCO) performant.

- ▶ bien **UTILISER** les équipements stratégiques, pour en améliorer la disponibilité opérationnelle (DO) et optimiser leur coût global de possession (CGP).
- ▶ bien **MAINTENIR** ces équipements stratégiques, pour en **OPTIMISER** la disponibilité opérationnelle (DO) et la durée de vie.
- ▶ bien **APPROVISIONNER** les rechanges, les consommables et tous les moyens de soutien, pour optimiser la performance « coût/efficacité » du soutien.
- ▶ bien **PILOTER** et **MAÎTRISER** les **RISQUES** d'exploitation et de soutien, pour optimiser la performance « coût/efficacité » du MCO de l'ensemble des équipements stratégiques de l'entreprise.

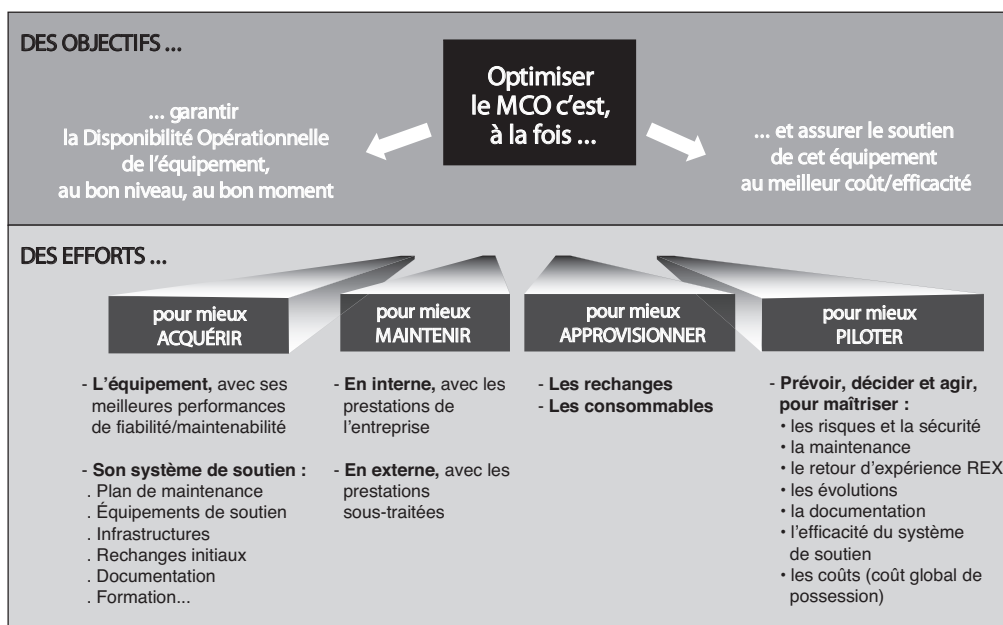


Figure 1.2 – L'optimisation du maintien en condition opérationnelle.

Dans les chapitres suivants, nous vous proposons les « bonnes pratiques », décrivant ces efforts successivement consacrés :

- ▶ d'abord, aux phases d'acquisition d'un nouvel équipement qui doit former, avec son système de soutien, un ensemble complexe indissociable, mettant à la disposition des utilisateurs le meilleur compromis, entre cet équipement fournissant le service attendu à la production et son système de soutien qui rassemble l'ensemble des moyens permettant à cet équipement, de maintenir le niveau de service pour lequel il a été conçu ;

1. Un postulat, optimiser la disponibilité opérationnelle, pour produire plus et mieux

- ensuite, à la poursuite de ces efforts pendant les phases d'utilisation et de soutien de ces ensembles complexes. Phases d'utilisation et de soutien qui impactent 70 % (et souvent davantage) du coût global de possession jusqu'à la fin de leur cycle de vie.

Cette démarche d'optimisation du maintien en condition opérationnelle n'atteindra ses objectifs qu'en intégrant la participation de tous les acteurs et de leurs métiers (clients et fournisseurs de l'acquisition, de l'exploitation et du soutien), en fédérant à tous moments les efforts de chacun et en mutualisant leurs acquis et leurs moyens, dans une démarche dite d'ingénierie concurrente.

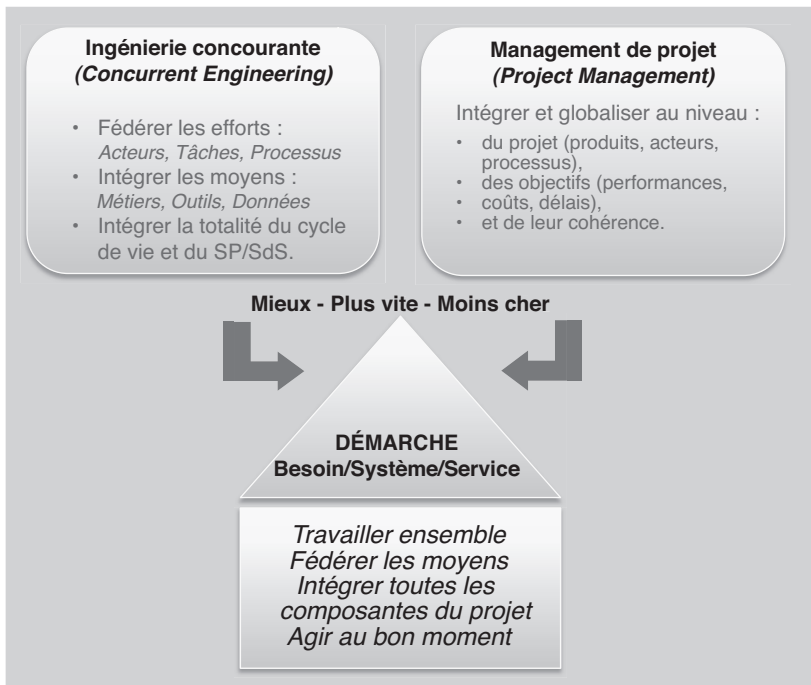


Figure 1.3 – Les outils de la démarche.

Pour certains, cette démarche risque d'impliquer un changement de culture et une autre vision des partenariats, de leurs objectifs et de leurs enjeux, dans une logique où tous les acteurs, l'entreprise, ses fournisseurs d'équipements et de pièces de rechange, ses sous-traitants, ses clients internes et externes... doivent faire gagner et gagner leur part du R.O.I.

1.3 Les modèles et les fondamentaux

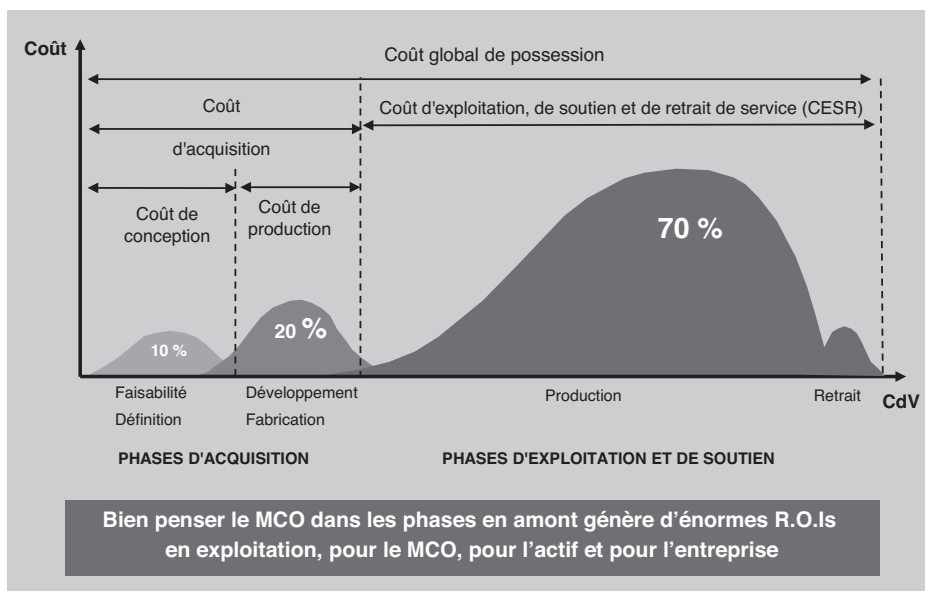


Figure 1.4 – Gagner beaucoup pendant les phases d'exploitation.

1.3 Les modèles et les fondamentaux

1.3.1 Des standards pour une démarche plus globale et intégrante

Les modèles, sur lesquels a été bâtie notre démarche d'optimisation du maintien en condition opérationnelle, sont tirés des fondamentaux usuels dans les métiers concernés et des standards internationaux en la matière.

Dans les années 1970-1980, tant pour des raisons de sécurité, avec l'arrivée des nouvelles méthodes d'élaboration du plan de maintenance préventive (*Maintenance Steering Group MSG*), que pour des raisons budgétaires, car le coût de soutien d'un matériel équivalait à deux fois son coût d'acquisition sur dix ans, le Département de la Défense (DOD) américain introduit les exigences de soutien dans les phases de conception des grands programmes, au même titre que les exigences de performance.

C'est alors l'apparition d'un grand nombre de normes, en particulier militaires (MIL-STD), qui permettent de structurer la démarche de soutien logistique intégré (SLI), celle des études AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) et leur intégration à la mise en place d'un système

1. Un postulat, optimiser la disponibilité opérationnelle, pour produire plus et mieux

de soutien répondant aux exigences de disponibilité opérationnelle et de coût global de possession.

Parmi elles, nous pouvons retenir certaines normes, qui ne sont plus de première jeunesse mais qui restent « vivantes » de par leur apport méthodologique et leur côté universel :

- ▶ La MIL-STD-1629 (*Procedure for performing a FMECA*) : à la sortie de la Seconde Guerre mondiale, cette norme permettait d'évaluer les défaillances d'un système en les classant en fonction de leur impact sur le personnel et sur le fonctionnement de l'équipement. Son application a depuis évolué, pour prendre en compte les défaillances qui affectent l'appréciation du client vis-à-vis du produit ou la sécurité environnementale. Sans grand bouleversement méthodologique, nous avons maintenant la norme CEI IEC 60812 et le fascicule publié par l'AFNOR sous la référence NF X 60 510.
- ▶ La MIL-STD-1388-1A (*Logistic Support Analysis LSA*) : dès les années 1980, cette norme est une référence. Elle le reste encore maintenant pour beaucoup d'acteurs étatiques et industriels. Elle fournit une démarche d'analyse du soutien d'un système, normalisée en cinq groupes de tâches itératives de 100 à 500 : stratégie et pilotage, définition du besoin et hypothèses, identification et évaluation des solutions possibles, détermination des moyens de soutien, évaluation de l'aptitude au soutien. Comme beaucoup de standards de ce type, il s'agit de préconisations ou « boîte à outils », qu'il convient d'adapter en fonction de l'étude à mener. Cette norme permet de couvrir tout le cycle de vie d'un système et aide au dimensionnement des études d'Analyse du Soutien Logistique (ASL). Une nouvelle édition (en 2011) de la norme AFNOR NF EN 60300-3-12 fournit un bon aperçu de l'ensemble du processus SLI/ASL.
- ▶ La MIL-STD-2173 (*Reliability Centered Maintenance Requirements*) : dans les années 1970, la maintenance préventive prend une place prépondérante, notamment dans l'aéronautique. Un groupe d'avionneurs (*Maintenance Steering Group*) définit les procédures MSG3, qui donneront par la suite naissance au standard sur la Maintenance Centrée sur la Fiabilité ou RCM (*Reliability Centered Maintenance*) dans l'approche plus globale d'analyse du soutien logistique. Elle fournit un procédé clair d'analyse et de justification des tâches de maintenance préventive retenues pour pallier aux défaillances identifiées par les fiabilistes.
- ▶ La norme MIL-STD-1388-2B (*DOD Requirements for a logistic support analysis record*) : l'analyse du soutien logistique ne se conçoit pas sans un outil, pour capitaliser et maintenir l'ensemble des données d'analyse. Et ceci sur

1.3 Les modèles et les fondamentaux

tout le cycle de vie. Cette norme a permis, dans ces deux versions 2A et 2B, d'aider les industriels, en particulier dans les programmes d'armement, à définir un modèle de données commun et partageable entre les différents partenaires et leurs clients. Cette norme, dont l'application est imposée dans de nombreux contrats internationaux, a forcé les grands groupes (THALES, EADS...) à investir, non seulement dans la mise en place d'équipes spécialisées, mais également dans des outils comme la Base d'Analyse du Soutien Logistique (BASL ou LSAR). Elle fournit un dictionnaire complet des données logistiques concernant : les études de FMDS, de RCM, les tâches de maintenance et les éléments de soutien associés (personnel, pièces de rechanges, outillages, documentation...). C'est un « référentiel » dont l'application doit être dimensionnée au « juste » besoin pour éviter que son utilisation soit lourde et coûteuse. Cette norme, supportée par des outils informatiques, toujours en place chez les industriels, survit encore bien qu'elle soit officiellement remplacée par d'autres plus récentes (MIL-PRF 49506...).

L'arrivée de ces normes a permis, non seulement une meilleure reconnaissance des métiers du soutien dans les entreprises, mais également une prise de conscience de l'ensemble du système (équipement et système de soutien) pensé dans son contexte opérationnel (capacité à fournir un service, ressources techniques et humaines...).

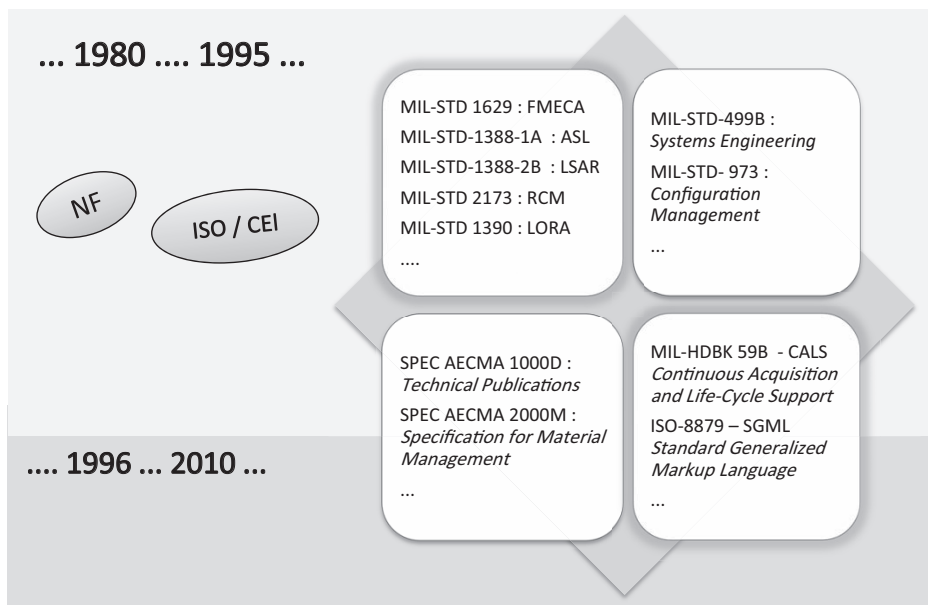


Figure 1.5 – Les normes structurantes.

1. Un postulat, optimiser la disponibilité opérationnelle, pour produire plus et mieux

En 1992, l'approche du système, plus globale, est encadrée par la norme MIL-STD-499B sur l'**ingénierie des systèmes (IS)** et relayée par la suite par d'autres normes qui coexistent depuis :

- ▶ IEEE 1220 « *Standard for Application and Management of the Systems Engineering Process* », issue du standard militaire MIL STD 499B. Cette norme décrit les processus techniques d'ingénierie système, allant de l'analyse des exigences jusqu'à la définition physique du système.
- ▶ EIA 632 « *Processes for Engineering a System* ». Cette norme complète la précédente avec les processus de mise en service et les processus contractuels d'acquisition et de fourniture.
- ▶ ISO/CEI FDIS 15288 « *System Engineering – System Life Cycle Processes* ». Cette norme étend les processus techniques à tout le cycle de vie du système (exploitation, maintien en condition opérationnelle, retrait de service).

Toutes ces normes proposent des principes d'organisation des entreprises et des bonnes pratiques *via* des processus étendus au fournisseur et au client, en couvrant l'ensemble du cycle de vie des matériels.

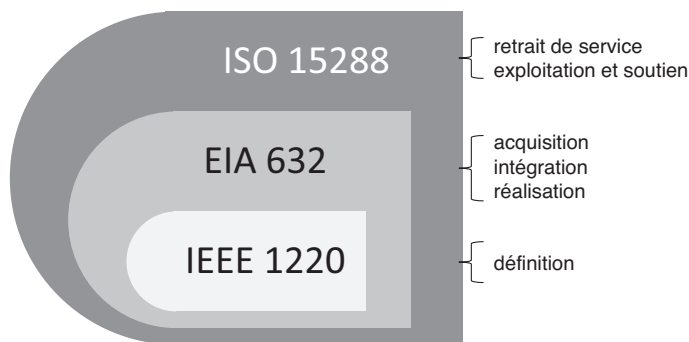


Figure 1.6 – La couverture des normes de l'ingénierie des systèmes.

De la maîtrise de ces processus d'ingénierie dans l'entreprise découle la maîtrise de la qualité des produits et des services. La « maturité de l'entreprise » dans ces pratiques peut être évaluée conformément à des standards internationaux comme le SE-CMM *Systems Engineering Capability Model* (EIA 731.1) ou plus récemment le CMMI (*Capability Maturity Model Intégration*). Ces standards permettent non seulement d'évaluer le niveau de maturité de l'entreprise sur la base de 5 niveaux (initial, reproductible, défini, maîtrisé, optimisé), mais également de mettre en place des bonnes pratiques pour s'améliorer.

1.3 Les modèles et les fondamentaux

Le **Lean Six Sigma** s'inscrit clairement dans cette démarche d'ingénierie des systèmes ou de « développement durable », en donnant à l'utilisateur les moyens de s'améliorer en « local », tout en pensant « global ». En fait, rien de révolutionnaire dans cette chasse aux gaspillages, qui prône une rationalisation des processus pour accroître la productivité, ainsi qu'une gestion plus efficace des moyens (stocks, ressources humaines, etc.).

Au cœur de cette démarche d'ingénierie des systèmes, intégrant les processus d'acquisition et de maintien en condition opérationnelle, nous avons le système lui-même, dont le modèle devra être enrichi par tous ses contributeurs sur la totalité de son cycle de vie.

Même si les outils informatiques, qui supportent la démarche, semblent évoluer dans le bon sens (du SGDT, Système de gestion des données techniques, au PLM, Système de gestion du cycle de vie des produits) et apporter les fonctionnalités nécessaires à une bonne gestion et à un bon partage de l'information, les différents métiers ont souvent des difficultés à s'accorder sur une modélisation unique et partagée du système à décrire et à soutenir.

L'analyse du soutien logistique ajoute un point de vue intéressant sur la façon de représenter un système avec la notion d'arborescence logistique, orientée sur une décomposition du système en éléments échangeables et architecturée selon les niveaux techniques d'intervention (NTI) identifiés dans la politique de maintenance.

Cette vue se confronte souvent aux décompositions imposées par les bureaux d'études, celle de la conception (configuration « *as designed* ») et celle de la production (configuration « *as built* »).

L'ingénierie des systèmes, puis les efforts réalisés lors des travaux OTAN (*Nato Cals Data Model*) et internationaux autour de **STEP** (*Standard for the Exchange of Product model data*) en 2000, ont permis de fournir un mécanisme de description complète et univoque d'un produit, couvrant l'intégralité de son cycle de vie.

Les difficultés de modélisation sont ainsi surmontées, en subdivisant le système en modules et en éléments intégrateurs, sur la base d'une décomposition en sous-systèmes, jusqu'au niveau des constituants. Le choix d'un outil de PLM repose ainsi sur la capacité de l'outil à gérer les différentes « vues » d'un équipement (études, production, maintenance...) sur la totalité de son cycle de vie.

1. Un postulat, optimiser la disponibilité opérationnelle, pour produire plus et mieux

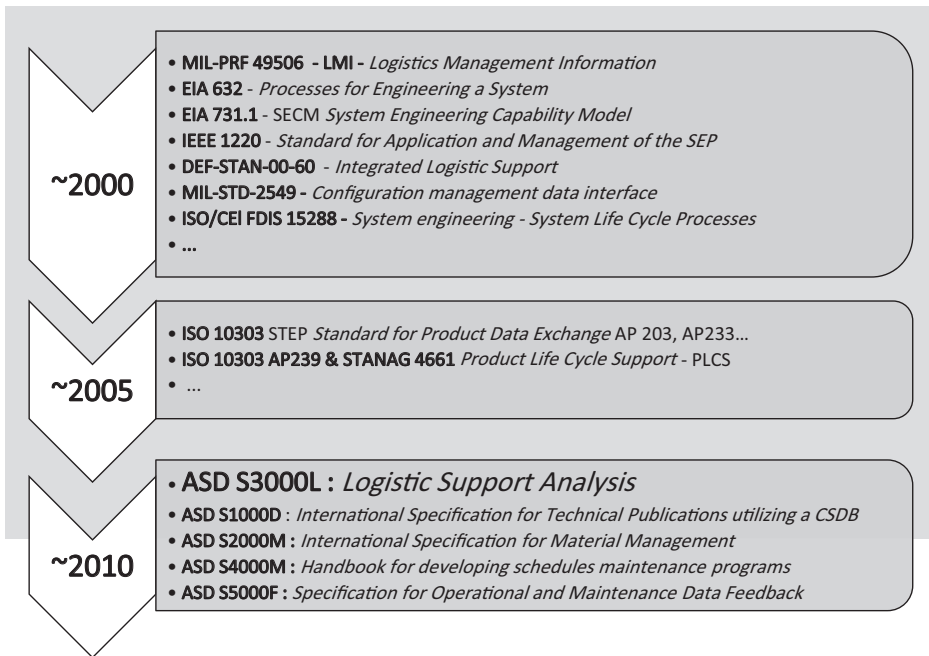


Figure 1.7 – Une évolution des normes pour une meilleure collaboration et agilité.

En plus des problématiques de maîtrise du système sur l'ensemble de son cycle de vie que nous approfondirons par la suite, les grands programmes se sont confrontés dans le même temps aux contraintes d'échanges des données techniques, logistiques et financières, entre les partenaires, que ce soit dans la grande distribution, l'automobile, le domaine spatial, la défense, le transport, l'énergie, etc.

L'interopérabilité entre les systèmes d'information est ainsi devenue un enjeu majeur. Certains grands acteurs ont pris des initiatives, telles que celles du Département de la Défense américain ou de l'OTAN. À savoir :

- Dans les années 1990, l'initiative CALS (*Computer-aided Acquisition and Logistic Support*, devenue par la suite *Continuous Acquisition Life-cycle Support*) avait pour objectif de standardiser tous les supports d'information de données entre les fournisseurs et les clients (SGML, CGM, CCITT groupe 4...). Elle conduira les acteurs du MCO à commercer électroniquement entre eux selon les standards de la SPEC 2000M (identification par code à barres des pièces de rechanges et support électronique des transactions) et d'EDIFACT (Échanges de Données Informatisées pour l'Administration, le Commerce et le Transport).

1.3 Les modèles et les fondamentaux

- ▶ Dans les années 2000, les travaux de l'OTAN cherchent ensuite à normaliser les données des standards internationaux existants dans un modèle unique (*NATO CALS Data Model – NCDM*). Le protocole **AP239 ou PLCS** de la norme internationale STEP (ISO 10303) s'appuie sur ces travaux, pour définir un modèle de données générique et flexible, en particulier pour le maintien en condition opérationnelle des systèmes.

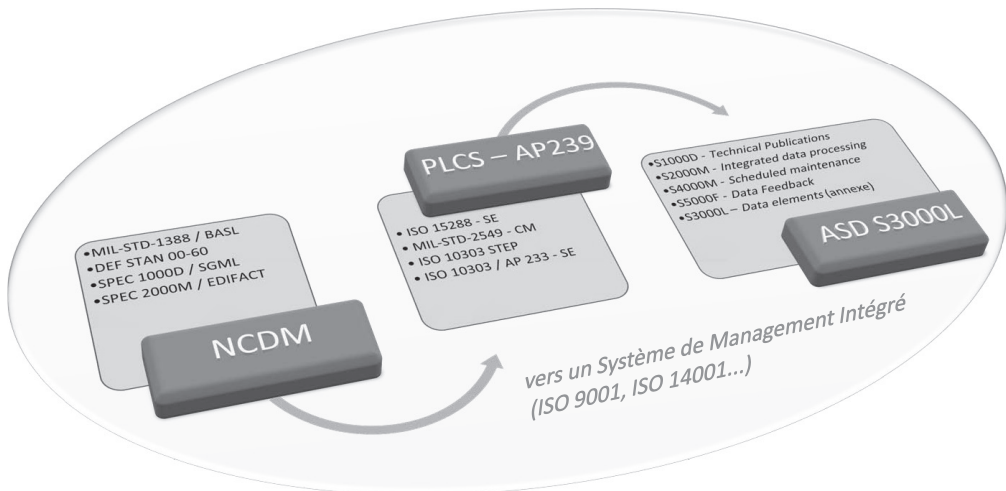


Figure 1.8 – Les travaux ISO STEP à l'origine de la S3000L.

En 2009, les efforts de rationalisation et de simplification des méthodes, des processus et des données, accompagnant la réalisation et le maintien en condition d'un système, ont donné lieu à de nouvelles normes publiées par l'association « *AeroSpace and Defence Industries Association of Europe* » :

- ▶ la S3000L (*International Procedure Specification for Logistics Support Analysis*) clarifie et complète les processus et les exigences liés à l'analyse du soutien, mais aussi aux études connexes (AMDEC, RCM, LORA, gestion de configuration...). C'est un document chapeau aux autres normes qui suivent.
- ▶ la S1000D (*International Specification for Technical Publications utilizing a common source database*) concerne l'approvisionnement et la production de « modules documentaires », dans un format neutre et modulaire (conformément aux standards ISO, CALS et W3C) exploitable sur n'importe quelle plateforme logicielle.
- ▶ la S2000M (*International Specification for Material Management – Integrated data processing for military equipment*) définit des règles de fonctionnement à suivre, à différents stades du processus de gestion des matériels.

1. Un postulat, optimiser la disponibilité opérationnelle, pour produire plus et mieux

Elle comporte plusieurs jeux de messages standards, que doivent utiliser les partenaires pour échanger des informations sans ambiguïté :

- ▶ la S4000M (*International procedural handbook for developing scheduled maintenance programs*) décrit la méthode et la logique de décision qui permettent de réaliser un plan de maintenance préventive, en se concentrant sur la sécurité, la fiabilité, la réalisation de la mission et les exigences d'environnement. Elle couvre à la fois les exigences du domaine civil (MSG3 ATA) et du domaine militaire (MIL-STD-2173 – *Reliability Centered Maintenance Requirements*).
- ▶ la S5000F (*Specification for Operational and Maintenance Data Feedback*), la plus récente, propose une harmonisation des données de retour d'expérience sur le maintien en condition opérationnelle des matériels en service.

Si ces normes précédemment citées peuvent aider à l'harmonisation des processus et des données d'une entreprise, la norme PLCS (ISO 10303 AP 239) propose un cadre pour l'intégration, l'échange et la gestion des données nécessaires à la maintenance et à l'évolution d'un système complexe sur la totalité de son cycle de vie.

Elle définit un modèle de données générique et flexible (*Assured set of Product and Support Information – APSI*), qui peut être adapté à des besoins d'échanges spécifiques entre industriels et partenaires.

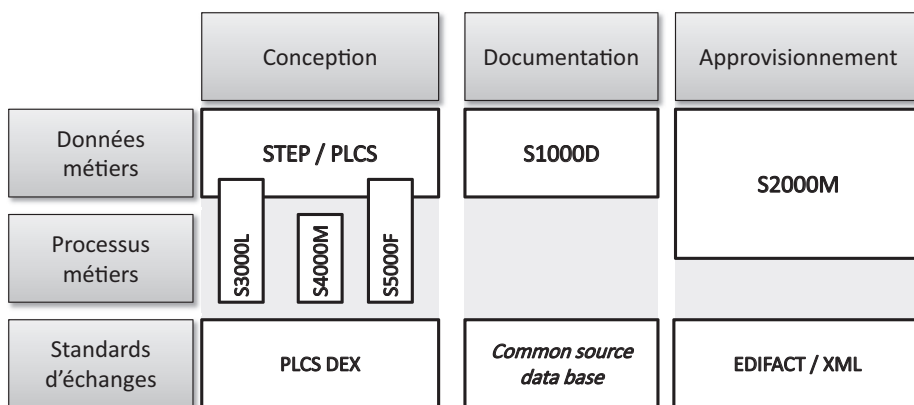


Figure 1.9 – La couverture des normes ASD et ISO.

L'application de ces normes peut largement aider les entreprises à la mise en place d'une démarche de **système de management intégré (SMI)**, qui prend en compte à la fois les aspects qualité, environnement et sécurité (sécurité des biens et des personnes et de la continuité du fonctionnement et du service).