

LE SOUTIEN LOGISTIQUE DISCIPLINE D'INGENIERIE INTEGREE ELEMENT-CLE DU COUT DE POSSESSION

Louis Bardou^{*}

Résumé. - La commercialisation d'un produit durable ou d'un système doit s'accompagner de diverses prestations permettant à l'acquéreur de l'exploiter, de l'entretenir et de le dépanner. Ces prestations constituent le soutien logistique. Si l'on veut que la chaîne logistique soit disponible dès la mise en place des premiers éléments, il faut l'étudier très tôt. A l'instar des concepts d'ingénierie simultanée, qui intègrent déjà la conception du produit et la conception de l'outil de production, une idée forte est d'intégrer de plus l'étude du soutien logistique à l'étude du système principal. Le soutien logistique intégré (SLI) est alors une approche itérative des activités de management et des activités techniques, nécessaires pour que les considérations de soutien soient prises en compte dans les spécifications et la conception. Ce concept, né avec les grands systèmes technologiques, et souvent d'application militaire, a été un élément essentiel de sûreté. Aujourd'hui, la technologie civile est en voie de dépasser la technologie de défense, ce qui entraîne une évolution des standards qui régissent le soutien logistique. Ceux-ci, devenus moins contraignants, vont permettre de mettre la méthodologie de soutien logistique à portée des PME-PMI, le soutien logistique, discipline de l'ingénierie système intégrée, devenant un argument concurrentiel décisif.

Mots-clés : logistique de soutien, gestion de projet, ingénierie simultanée, sûreté de fonctionnement, maintien en conditions opérationnelles, maintenance, coût global, cycle de vie, entreprise intégrée.

^{*} Ingénieur DPE (Génie Informatique) ; Consultant, Génie Informatique & Logistique –
lbardou@compuserve.com

1. Introduction

Par l'apport de l'évolution technologique, de l'ingénierie simultanée et de la professionnalisation de la logistique, les coûts d'acquisition ont été très sensiblement réduits. Les exigences de qualité totale et de satisfaction des besoins clients sont maintenant prises en compte lors des phases de développement et de production des produits et des systèmes. Paradoxalement ces mêmes préoccupations sont beaucoup moins prises en compte dans la phase la plus longue du cycle de vie et pendant laquelle l'essentiel du coût de possession est déterminé, celle d'exploitation et de maintenance. Par la mise en place d'une structure organisationnelle adaptée, d'une méthodologie et d'outils adéquats, au moyen du soutien logistique, des gains de productivité notables peuvent être attendus.

Le soutien logistique et son objectif d'optimisation du couple disponibilité maximale / coût de possession minimum ont pour origine un certain nombre de normes et de directives à l'initiative de l'US DOD (*Department Of Defense*). La méthodologie de soutien logistique [Blanchard, 1992] a, en effet, été introduite à l'origine des grands projets militaires, systèmes d'armes, systèmes de commandement, systèmes de communication... Puis elle a, tout naturellement, été appliquée aux systèmes de conduite des grandes installations industrielles, comme les raffineries ou les centrales nucléaires, aux systèmes de transport, comme le contrôle du trafic aérien, tous systèmes où la moindre défaillance peut avoir des conséquences catastrophiques. Le soutien logistique y est un élément essentiel de sûreté.

Dorénavant, compte tenu des coûts de développement toujours plus élevés, les industriels font de plus en plus de l'intégration de systèmes [Meinadier, 1997], en élaborant des solutions construites à partir de produits d'origines diverses. Ce métier de « systémier » évolue vers l'étude, la conception et la mise en œuvre de solutions globales comprenant des services, des matériels et des logiciels hétérogènes, standards et spécifiques, de fournisseurs différents. On assiste maintenant à l'intégration de systèmes entre eux, et l'intégration de systèmes spécifiques, hier réservée aux grands clients, pénètre la petite entreprise (PME-PM3).

Par ailleurs, l'application de l'ingénierie simultanée a permis de réduire les coûts et les délais de conception et de développement. La mise en place d'une logistique professionnelle (*Supply Chain Management*) a réduit ceux de production et de distribution. Ces progrès, liés à l'évolution technologique, ont eu pour conséquence de réduire de manière significative les coûts d'acquisition. Il en résulte que, si des progrès en matière de performances peuvent encore être attendus, la réduction du coût global de possession (TCO - *Total Cost of Ownership* et TEI - *Total Economie Impact*) ne peut plus être envisagée qu'en s'attaquant à l'optimisation de la gestion de la phase la plus longue du cycle de vie, celle d'exploitation-maintenance. A cela, il faut ajouter que les utilisateurs demandent de plus en plus que les fonctionnalités de leur système soient bien sûr maintenues, mais aussi qu'elles puissent évoluer dans le temps, et ce, au moindre coût. Dans ce contexte, la simple maintenance [Monchy, 1996] des éléments séparés ne peut être satisfaisante, ni sur le plan technique, ni sur le plan économique ; la mise en place du soutien logistique constitue la solution [Bardou, 1995].

Le soutien logistique peut, de plus, être un argument marketing. En effet, le fait qu'un grand nombre de compagnies aériennes reconvertisent leurs flottes en optant pour des appareils d'AirBus Industrie n'est certainement pas étranger au fait que ce constructeur propose des procédures et des moyens cohérents, pour toutes ses lignes de produits, aussi bien en matière d'exploitation que de maintenance. Dans le domaine ferroviaire et notamment du TGV, l'apport que représente l'expérience de la SNCF en termes également d'exploitation et de maintenance est, là aussi, un atout non négligeable.

2. La logistique de soutien

Si les industriels se sont toujours préoccupés de voir les produits et les systèmes livrés fonctionner de manière satisfaisante, pendant longtemps les activités n'ont concerné que les moyens et les prestations susceptibles d'assurer le maintien en conditions opérationnelles pendant l'exploitation : il s'agissait de logistique d'après-vente. Une autre partie de la logistique de soutien [Guillosson, 1996] est constituée par les activités, au plan industriel (fiabilité, maintenabilité, testabilité, analyse des modes de défaillance, arborescence système...), visant à ce que le système ait l'aptitude au maintien en conditions opérationnelles (MCO) pour la disponibilité visée (Ao). Enfin, il y a la partie de la logistique de soutien qui concerne les activités ayant pour objet de permettre au système, dans ses conditions normales d'utilisation et durant toute sa vie, d'atteindre effectivement les objectifs de disponibilité pour un coût minimum (documentation, formation, assistances diverses pour le matériel et le logiciel, gestion des configurations, réparations, articles de rechange, outillages...). Cette aptitude au soutien, que l'on peut traduire par le néologisme de « supportabilité », a pour objectif d'optimiser la relation entre disponibilité opérationnelle maximale et coût global de possession minimum.

Parmi les concepts qui fondent la méthodologie de soutien logistique, on peut retenir : le cycle de vie, le coût global de possession, la sûreté de fonctionnement, le maintien en conditions opérationnelles, et dans le domaine de la gestion des données techniques, l'initiative CALS*.

2.2 *Le cycle de vie*

Car il s'agit bien d'un souci de gestion de l'ensemble du cycle de vie. En effet, parallèlement aux différentes étapes d'étude, de conception, de développement, d'industrialisation et de production pour le système, seront pris en compte les éléments du soutien logistique : définition des objectifs de soutien logistique, rédaction d'un plan de soutien évolutif, plan de documentation, plan de formation ; on s'assurera que tous les éléments de soutien logistique sont en place avant d'autoriser la commercialisation du système. Pendant une phase de livraison contrôlée de quelques sites « pilotes » dont on observera le comportement, on assurera parallèlement le rodage de la logistique mise en place, avant de passer à la livraison générale, pour tout le temps de la commercialisation et pendant lequel on pourra procéder

* AFEI (*Association For Enterprise Integration, formerly the U.S. CALS Industry Steering Group* - wiow.afei.org)

en France : GIC-France (Groupement des Industries pour CALS en France), et EDIFRANCE (Association française pour la promotion et l'organisation de l'EDI)

éventuellement à l'adaptation de cette logistique. Avant d'interrompre la commercialisation, on fera passer le produit en phase de fin de vie, avec la rédaction d'un plan de fin de vie, car si l'on décide de ne plus commercialiser le système, il faudra encore le supporter pendant de nombreuses années (15 à 20 ans). Il faudra donc prévoir les rechanges en conséquence, s'assurer de la pérennité de la connaissance du système de manière à pouvoir garantir l'assistance technique, etc. Il faudra également déterminer les procédures qui devront accompagner le retrait du système et son démantèlement. Si dans ce domaine, l'exemple récent de l'arrêt de Super Phenix est significatif, dans un tout autre domaine, du fait des préoccupations écologiques, les constructeurs automobiles sont confrontés, à une autre échelle, au même problème.

2.2 *Le coût global de possession*

Puisque sous la pression des utilisateurs, qui ont pris conscience du fait que la réalisation de performances et le coût d'acquisition ne devaient plus être les seuls critères d'analyse, est apparue la conception pour un coût global de possession objectif. De nombreux coûts non annoncés étaient prépondérants tout au long de l'exploitation du système. Les défaillances et leurs conséquences coûtaient cher. Pour l'utilisateur, la maintenance peut représenter, à elle seule plus de 50% du coût global de son système (acquisition, exploitation, maintenance). La figure 1 présente la structure du coût global de possession d'un simulateur de vol exploité 7000 heures par an pendant 15 ans. Il est significatif d'y constater que le coût d'acquisition n'intervient que pour moitié. Autre élément, la figure 2 montre l'évolution du coût de possession en fonction du cycle de vie. Une première courbe représente le cumul des coûts engagés au cours du cycle. Une seconde courbe représente les coûts potentiels prévisibles en fonction de l'avancement du programme. D'en ressort qu'à la fin de la phase de développement, si seulement 20% du coût global sont engagés, 90% en sont déjà prédéterminés. C'est encore plus flagrant à la fin de la phase d'études, puisque si seulement 3% des coûts sont engagés, 70% en sont d'ores et déjà déterminés du fait des solutions retenues. C'est donc bien, dès l'origine du projet, qu'il faut se préoccuper de la technique de coût global, ce qui conduira à « intégrer » le soutien logistique à la conduite du programme.

COUT GLOBAL

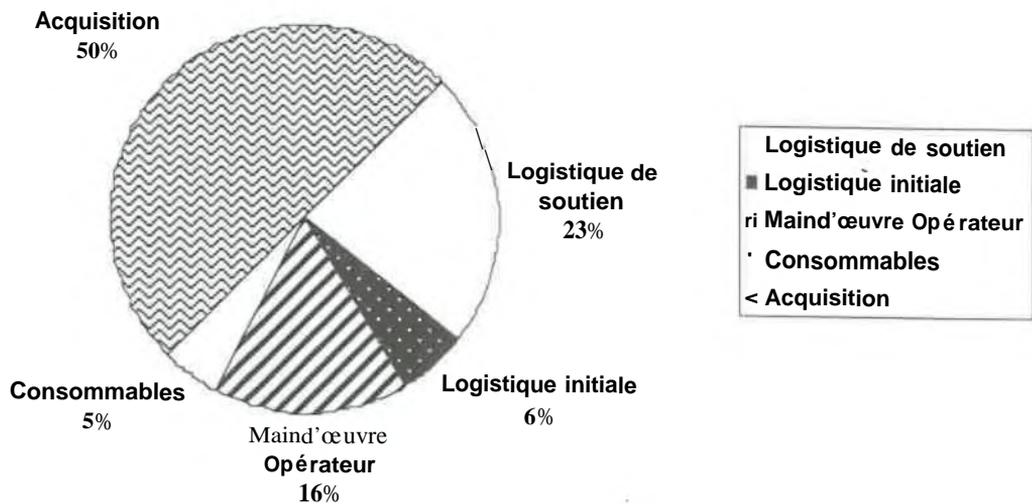


Figure 1 : Structure du Coût Global de Possession (Simulateur de vol — 7000h./an — 15 ans)

2.3 La sûreté de fonctionnement (SDF)

En termes d'activités d'ingénierie, elle associe sous le sigle FMDS, la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité. La disponibilité (Ao) sera explicitée en fonction du temps de bon fonctionnement (MTBF, facteur de la fiabilité) et du temps d'indisponibilité (MTTR, facteur de la maintenabilité). La fiabilité d'un équipement (caractérisée par son taux de défaillance, λ) représente son aptitude à accomplir sans défaillance une fonction requise, dans des conditions d'utilisation et d'environnement données, pendant une durée donnée. La maintenabilité d'un équipement représente son aptitude à être maintenu (maintenance préventive), ou rétabli (maintenance corrective), dans un état dans lequel il puisse accomplir sa mission, dans des conditions d'utilisation et d'environnement données ; la maintenance étant effectuée également dans des conditions données, conformément aux procédures prescrites, et en utilisant les moyens prévus. Le soutien logistique se préoccupera donc de la satisfaction de ces conditions d'utilisation et de la détermination des conditions de maintenance. La maintenabilité sera améliorée:

- lors de la conception ;
- en conduisant une analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC, dont les résultats permettront également une amélioration du diagnostic et de la testabilité) ;
- par la diminution des temps de remise en état en améliorant l'accessibilité des éléments, la facilité des opérations d'échange, et leur interchangeabilité.

- Il faut ajouter un autre élément, la supportabilité, définissant l'aptitude au soutien, qui pourra être améliorée, par les moyens en personnel (qualification, formation, bonne définition des tâches...), par les moyens en matériel (appareils de mesure ou de test, outillages, articles de rechange...), et par les procédures d'intervention (définition et description dans la documentation...).

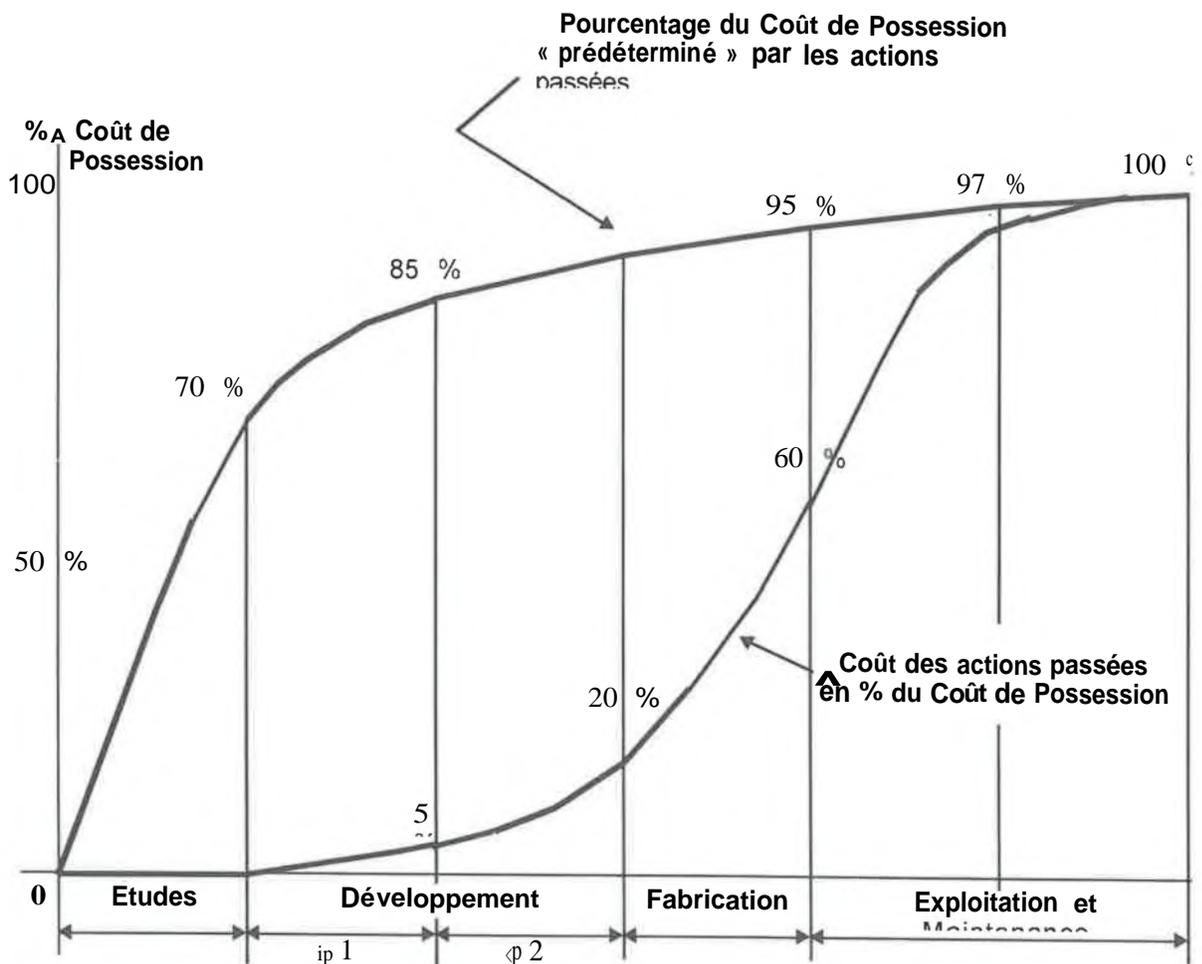


Figure 2 : Evolution du Coût de Possession en fonction du cycle de vie

2.4 Le maintien en conditions opérationnelles (MCO)

Le MCO prendra sa place avec une politique de maintenance qui aura pour but de définir la stratégie et les objectifs de la maintenance par niveaux, en cohérence avec le concept opérationnel, l'organisation propre du client ou les hypothèses marketing, et l'architecture du système. Le choix de ces niveaux sera le résultat d'une analyse (LORA, *Level Of Repair Analysis*) permettant de déterminer le meilleur niveau de maintenance où peut être réparé un élément. Celle-ci se base sur des études à la fois à caractère économique (visant à déterminer la rentabilité des réparations en fonction de critères techniques, industriels et logistiques), et à caractère non économique (prenant en compte les contraintes, la faisabilité, les facteurs humains, les effectifs). Les interventions de maintenance seront donc réparties entre plusieurs niveaux techniques d'intervention (NTI), chacun de ces niveaux correspondant à un degré de compétence du personnel chargé de la maintenance, à un type particulier de documentation technique, à une formation spécifique et à des rechanges et des outillages appropriés. Pour chaque tâche, il faut déterminer le niveau de maintenance le plus adéquat, sa fréquence d'exécution, sa durée, le

nombre de personnes nécessaires pour l'exécuter, leur qualification, leur spécialisation. Il faudra également définir les rechanges et les fournitures, les équipements et les outillages, la formation et le matériel de formation nécessaires, ainsi que les besoins d'emballage, de manutention, de stockage et de transport.

2.5 *L'initiative CALS*

L'application et la mise en cohérence des concepts exposés ci-dessus entraîne, dans le cadre de la méthodologie de soutien logistique, la manipulation et l'échange d'un grand nombre de données, ce qui a conduit à l'initiative CALS (*Continuous Acquisition and Logistic Support*) qui s'appuie principalement sur :

- une large utilisation des normes en matière de bases de données et de télécommunications pour le partage, l'échange et la gestion de l'information, ainsi que pour la modélisation des produits et des processus ;
- le recours à l'ingénierie concourante ou simultanée (CE, *Concurrent Engineering*), pour mieux fédérer les acteurs, décloisonner les métiers et perfectionner les démarches d'investissement ;
- le recours au Soutien Logistique Intégré (ILS, *Integrated Logistic Support*), à la documentation électronique pour optimiser les produits et leur soutien logistique ;
- et la gestion de la Qualité Totale (TQM, *Total Quality Management*) pour améliorer le comportement global du monde industriel.

Le but de CALS est triple : maîtriser les volumes toujours croissants d'informations (modélisation des données, échange de données informatisées, documentation technique, manuels techniques électroniques interactifs), faciliter le management des projets (management par la qualité, ingénierie concourante, processus d'entreprise et management de programme, définition et fabrication rapide de pièces manufacturées), maîtriser, dans la durée, les aspects développement, production et logistique. La bureautique, l'informatique, les réseaux, Internet, ont investi le monde industriel. Dans ce contexte, les PME-PMI sont elles aussi confrontées à la maîtrise des coûts et des délais, au juste-à-temps, et doivent, elles aussi, échanger des données informatisées et intégrées au moyen de l'EDI, où la donnée est formatée, structurée et normalisée. Les PME-PMI ont donc tout intérêt, pour les mêmes motifs, à appliquer la stratégie CALS et la méthodologie de soutien logistique intégré en s'affranchissant, bien sûr, de leurs lourdeurs, mais en bénéficiant de toute leur philosophie.

3. Le soutien logistique intégré

Selon la directive DOD 5000-39 (*Acquisition and Management of Integrated Logistic Support for Systems and Equipment*), le Soutien Logistique Intégré (SLI) est une approche globale et itérative des activités de management et des activités techniques, nécessaires pour que les considérations de soutien soient prises en compte dans les spécifications et la conception.

3.1 *Les objectifs du soutien logistique intégré*

La mise en œuvre du soutien logistique intégré vise plusieurs objectifs :

- la maîtrise du couple coût global de possession minimum / disponibilité opérationnelle maximum, et ce, de la conception du système à sa mise au rebut ;
- la prise en compte des exigences de soutien dès la conception du système* (cahier des charges, spécifications...);
- l'étude globale de l'ensemble, comprenant le système principal et son système de soutien. Etude simultanée autorisant les interactions dès la phase d'étude de faisabilité ;
- la cohérence des éléments de soutien, entre eux et avec le système ;
- l'adéquation aux besoins des utilisateurs, par une politique d'échanges d'informations et de données avec les utilisateurs ;
- la vérification de l'aptitude au soutien, après la mise en service, par une évaluation permanente ;
- la notion d'intégration du soutien logistique concernant quatre axes principaux :
 - intégration aux besoins du client,
 - intégration à la conduite générale du programme,
 - intégration à la conception du systèmes,
 - intégration des éléments de soutien entre eux.

3.2 *Les tâches du soutien logistique intégré*

La figure 3 représente l'organisation des tâches [Trocello, 1996] nécessaires à la mise en œuvre du soutien logistique en matière :

- de management, avec la volonté d'imbriquer étroitement le déroulement du programme de soutien et celui du programme principal ;
- d'analyse et d'étude, qui porteront sur le soutien logistique intégré proprement dit, ainsi que sur l'analyse de soutien logistique (ASL) et sur le système de soutien ;
- et de réalisation, de l'analyse logistique et de la base de données associée, ainsi que des éléments de soutien nécessaires.

* Bardou, L., « Prise en compte des exigences de soutien logistique dans les spécifications de besoins des systèmes et des logiciels ». in *Journée d'études du Cercle cahier des charges et spécifications du besoin*, 4 février 1998 (Société des Electriciens et des Electroniciens)

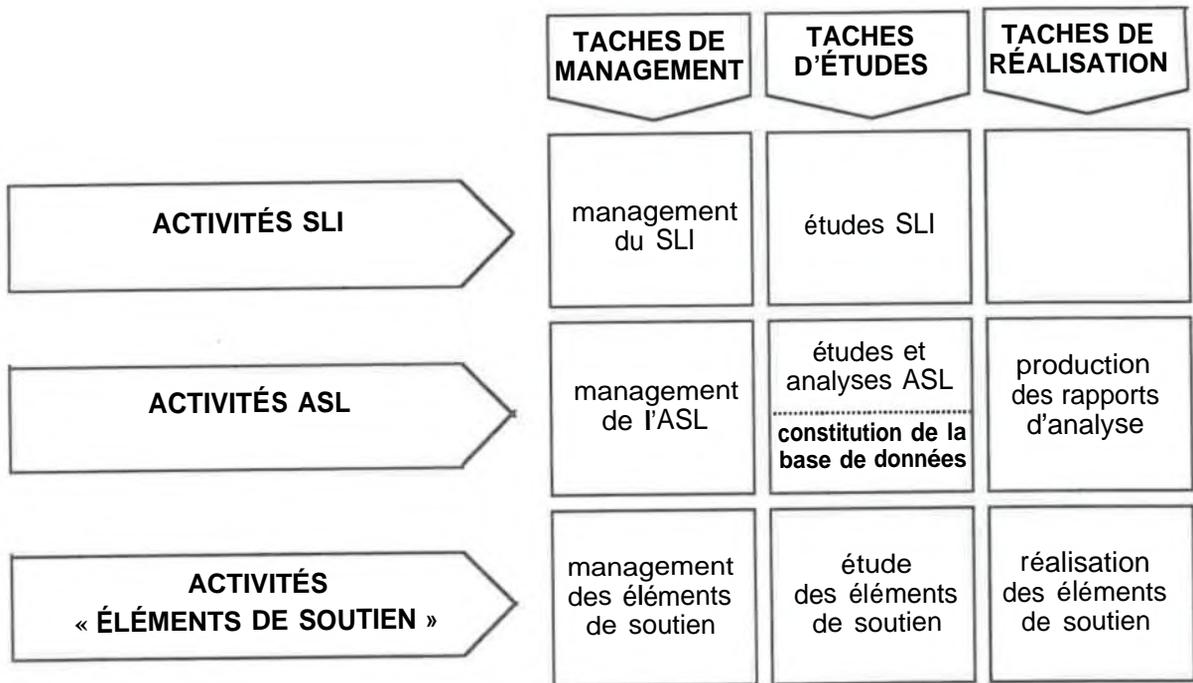


Figure 3 : Tâches du Soutien Logistique Intégré

3.3 Les éléments du soutien logistique intégré

La figure 4 représente les dix éléments [Prévoist, 1994] nécessaires à la mise en œuvre du soutien logistique intégré, qui sont les suivants :

- préparation et structuration de la maintenance, constituant l'élément intégrateur des autres facteurs de soutien, et traduisant par l'élaboration d'une politique de maintenance (plan, niveaux, choix de réparation), avec justification technique et économique (prise de décision basée sur la maintenance basée sur la fiabilité et/ou l'AMDEC).
- approvisionnement et ravitaillement, concernant la mise à disposition des rechanges (réparables ou non), les consommables, les éléments de l'environnement de soutien, en tenant compte des activités de gestion de stock (personnel, procédures, maintenance des articles stockés).
- équipement de test et de soutien, comprenant tous les outillages, moyens de test et de diagnostic, équipements de calibrage, bancs d'essais et de maintenance, etc. (que ces équipements soient communs ou spécifiques).
- conditionnement, stockage, manutention et aptitude au transport, moyens nécessaires tant à la mise en place initiale que pendant la vie du produit (caisses navettes, moyens spéciaux de manutention).

- **personnel**, nécessaire à l'installation, au contrôle du bon fonctionnement initial, à la mise en service et à l'exploitation, à la maintenance ainsi qu'aux autres activités concernant l'environnement de soutien.
- **formation**, initiale et suivi de formation permettant de tenir compte des contraintes de remplacement de personnels pendant toute la durée de vie du produit (matériel, documentation, aides pédagogiques...).
- **installations de soutien** (y compris les infrastructures), nécessaires à la mise en œuvre et à la maintenance (ateliers, stations d'essai ou de mesures...) ainsi que les moyens annexes (énergie, climatisation...).
- **données techniques**, comprenant plans et dessins relatifs, tant à la fourniture principale qu'à l'environnement de soutien, permettant de définir les différentes procédures (mise en place, contrôle, mise en œuvre, exploitation, maintenance, modification, réparation, démantèlement...).
- **ressources informatiques**, concernant les moyens informatiques, matériels et logiciels, nécessaire à la mise en œuvre de la maintenance et dont l'importance va croissant.
- **interface de conception**, notion représentant les caractéristiques intrinsèques du produit influant directement sur sa disponibilité et conditionnant les moyens nécessaires pour la maintenir (fiabilité, maintenabilité, testabilité, accessibilité, ergonomie, conception sûre, redondances...).

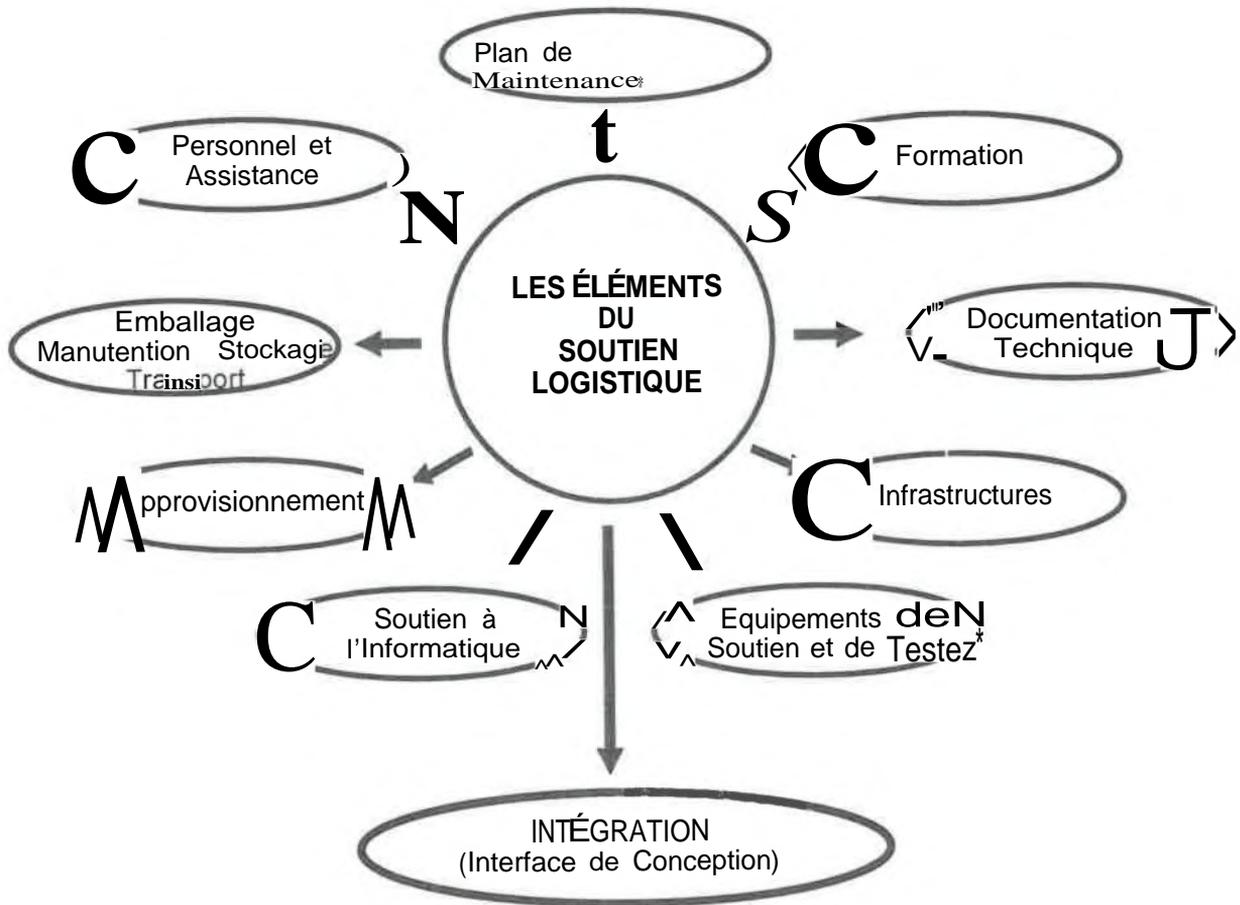


Figure 4 : Les dix éléments du Soutien Logistique Intégré

3.4 Les prestations logistiques

Tout au long du cycle de vie du système, depuis l'origine, la conception jusqu'à son démantèlement, il faudra assurer la spécification, la maîtrise d'œuvre, la coordination d'un certain nombre de prestations logistiques.

- Analyse de soutien logistique (ASL), ensemble des activités scientifiques et techniques, organisées en processus itératifs d'identification, de définition, de quantification, de choix des compromis, d'essais et d'évaluations visant à assurer la satisfaction des besoins d'aptitude au soutien. Il s'agit de maîtriser la complexité des aspects techniques et économiques des processus de développement, sans jamais oublier l'aspect humain, en menant des actions préalables de sensibilisation, de motivation et de formation. La préparation au soutien logistique doit s'intégrer dans une politique globale de la qualité, permettant d'améliorer la productivité, la compétitivité et la satisfaction des aspirations. Cette analyse, régie par la norme MIL-STD-1388-1 [MIL 01], comprend quinze tâches réparties en cinq groupes : planning et contrôle du programme, définition du système et du système de soutien, préparation et évaluation des solutions possibles, détermination des moyens de soutien nécessaires, et finalement, supportabilité. Les résultats de cette analyse

correspondant à la norme MIL-STD-1388-2 [MIL 02] sont enregistrés dans différents blocs, tels que : exigences de fonctionnement et de maintenance..., récapitulatif des tâches d'exploitation et de maintenance..., identification des moyens de soutien, etc. Ces différents éléments sont repris par la norme AFNOR X 50-420 [Afnor, 01].

- Documentation technique, prestation qui a pour but de consigner les connaissances nécessaires aux personnels d'exploitation et de maintenance, leur permettant d'effectuer l'installation, la mise en œuvre, l'exploitation, la maintenance et éventuellement la réparation du système et de ses sous-ensembles.
- Formation technique, destinée à amener les personnels d'exploitation et de maintenance à un niveau de compétence leur permettant d'utiliser, dans les meilleures conditions possible, le système lui-même et les moyens de soutien. Cette prestation couvre le développement et l'exécution des prestations de formation (cours théoriques et travaux pratiques), ainsi que la définition, la production et éventuellement la mise à jour des moyens associés (simulateurs, supports pédagogiques, moyens didactiques...).
- Assistance technique, qui regroupe les différentes prestations qui seront mises en œuvre à partir de l'acceptation du système par l'utilisateur, et pendant toute sa durée de vie. Ces prestations commenceront par la garantie, puis se poursuivront avec la maintenance et le support technique. Elles seront complétées par la remontée des problèmes, la mise à niveau et la réparation.
- Gestion des configurations du matériel et du logiciel qui ne seront pas figées pendant toute la durée de vie du système. On peut en effet prévoir des extensions, par l'installation de nouveaux matériels ou de nouveaux logiciels. Il peut également se produire des améliorations de performances entraînant le retrait de parties devenues obsolètes et leur remplacement par des éléments plus performants. Des corrections de défauts ou d'erreurs peuvent également entraîner des modifications.
- Moyens de servitude ; cette prestation, complémentaire de la disponibilité, couvre l'identification, la spécification, les évaluations d'alternatives, le développement et la gestion de l'ensemble des équipements de soutien, nécessaires au système, dans le cadre de l'organisation du client et compte tenu des objectifs de disponibilité fixés (équipements de soutien, standard ou spécifiques, moyens de test et de diagnostic, outillages et fournitures diverses).
- Fournitures, couvrant la spécification pour les consommables et l'identification, la caractérisation, la quantification pour les rechanges, tout comme la mise en place de la fourniture chez le client, et ultérieurement son rechargement. Les articles de rechange devront être emballés, transportés, et stockés dans des conditions n'aggravant pas leur vieillissement (choc, vibration, température, hygrométrie...). Pour ces articles, il faudra calculer les quantités correspondant à des dotations de lots de rechanges initiaux.
- Soutien du logiciel, puisque les fonctionnalités des systèmes sont de plus en plus introduites au moyen du logiciel. On parle même, dans certains cas, de systèmes à logiciel prépondérant. Le logiciel est donc dorénavant perçu comme élément contributaire, et de manière déterminante, du coût global de possession d'un système. L'expérience a montré que le seul coût du soutien du logiciel, plus souvent désigné sous le terme de maintenance

logicielle (corrective, adaptative ou perfective), peut dépasser 80% du coût global de ce logiciel. Là encore, la supportabilité du logiciel doit influencer la conception [Bardou 96]. La définition des exigences de supportabilité pour un nouveau système doit inclure la supportabilité et les analyses de concept de soutien pour les logiciels. Les éléments-clé d'un concept de soutien du logiciel concerneront la fréquence des tâches de soutien, la charge de ces tâches, le niveau et les lieux de soutien, les ressources de soutien, celles du contractant, la participation éventuelle du client, le soutien du vendeur, et l'utilisation des ressources partagées.

- Suivi de la performance logistique, puisque l'objectif est de fournir sur l'ensemble du cycle de vie le bon niveau de soutien, au bon endroit, au bon moment. Il sera donc procédé à une évaluation permanente et si nécessaire à une adaptation des différents éléments et des différentes prestations du soutien logistique. Cela sera rendu possible par la mise en place de métriques spécifiques telles que : consommations de pièces de rechange, délais de réponse aux demandes d'intervention (MTBF, MTTR...), adéquation de la formation, de la documentation, des outils, des procédures...

4. Le management du soutien logistique

L'ingénieur de soutien logistique aura un certain nombre de responsabilités propres, notamment par la rédaction du plan de soutien logistique, la mise en place de l'organisation permettant la surveillance de la bonne marche du système, ainsi que de celle assurant le fonctionnement des alertes et des escalades en cas de problème grave. Il participera, avec les autres directions, à la définition, à la réalisation et à la mise en place des différentes prestations logistiques. Enfin, l'ingénieur de soutien logistique encadrera son équipe et celle-ci réalisera ou participera à la fixation des objectifs d'un certain nombre d'études de fiabilité, de maintenabilité et de testabilité. Cette équipe assurera la création et la gestion de la base de données logistiques. Elle participera également aux commissions de modifications. Pendant toute la période d'exploitation du système, l'ingénieur de soutien logistique mesurera la réalisation des objectifs fixés en matière de fiabilité, disponibilité, mais également efficacité des prestations logistiques, des actions de maintenance et de support technique. Il prendra en compte les mesures effectuées en vue de dégager des enseignements permettant d'améliorer les prestations proposées, voire la conception de prochains systèmes ou produits.

L'ingénieur de soutien logistique doit faire prendre en compte les préoccupations du soutien logistique par ses différents interlocuteurs qui auront, on le comprend bien, des objectifs souvent opposés. Pour la mise en place efficace du soutien logistique intégré, l'adoption de la méthodologie DIPP (Développement Intégré du Produit et des Processus) sera très bénéfique. Il s'agit là d'une extension de l'ingénierie concurrente utilisant une approche systématique pour le développement intégré et simultané du produit et des processus associés de fabrication et de

‘ Bardou, L., 1.- « Le soutien logistique intégré des systèmes : Axes d'intégration du SLI des logiciels » in « Séminaire: Optimisez l'aptitude à la maintenance de vos logiciels dès leur conception, 23-24 janvier 1996 » (Institute for International Research) ; 2.- « Fiabilité, Maintenabilité, Supportabilité et

soutien pour satisfaire les besoins du client. C'est un processus de management qui intègre les activités depuis la conception du produit jusqu'à son soutien sur site, en utilisant une équipe pluridisciplinaire (équipe Produit Intégré: marketing, études, développement, production, support, réseaux commerciaux et de maintenance, finances...), pour optimiser simultanément le produit et ses processus de fabrication et de soutien afin d'atteindre les objectifs de coût et de performance. Ce processus de management a pour but de :

- se centrer sur le client ;
- le développement simultané des produits et des processus ;
- la planification avancée et continue du cycle de vie ;
- la flexibilité maximum pour l'optimisation et l'utilisation des approches particulières des contractants ;
- encourager la conception sûre et l'utilisation de processus éprouvés.
- le minutage contrôlé des événements ;
- former une équipe pluridisciplinaire ;
- le renforcement de l'équipe ; autorité, responsabilité, ressources, subsidiarité, comptable des résultats.
- utiliser des outils de management sans faille.
- identification anticipée et gestion de risque.

5. Les évolutions en cours

Parallèlement à l'objectif nécessaire de vulgarisation de la méthodologie de soutien logistique, une évolution est actuellement en cours, visant à ne pas réserver celle-ci aux seuls grands systèmes, industriels, militaires ou connexes. Les menaces planétaires ont évolué, le potentiel militaro-industriel et les budgets militaires sont en régression. On peut noter une évolution des marchés traditionnels (militaire, aéronautique, spatial...) vers des marchés de masse (biens d'équipement et de grande consommation...) et le commerce électronique. La technologie civile est en voie de dépasser la technologie de défense.

Aux Etats-Unis, le DOD (Department Of Defense), comme nous l'avons dit, initiateur de la méthodologie de soutien logistique intégré, en a conclu qu'il devait réformer son processus d'acquisition. Il est utile de préciser que, pour le DOD, la notion d'« *Acquisition* » a une acception beaucoup plus large que celle du simple fait d'acquérir. Elle englobe la conceptualisation, l'initiation, la conception, le développement, le test, la passation des contrats, la production, le déploiement, le soutien logistique et le retrait, des systèmes, fournitures et services satisfaisant aux besoins du DOD. Il s'agit donc plus de la notion de « Projet » ou de « Programme ». La réforme consiste à permettre l'achat de produits et de

Analyse de Soutien Logistique du logiciel » in « *Softzware LOGISTICS'97, 19-20 juin 1997* » (Club Génie Logiciel - Société des Electriciens et des Electroniciens)

technologies civiles à des fournisseurs fiables qui adoptent et maîtrisent les techniques les plus modernes à la fois en matière industrielle et en matière de gestion. Elle doit permettre également d'aider des entreprises spécialisées dans le domaine de la défense à se reconvertir à des productions duales. Elle doit, enfin, abaisser les coûts, en éliminant les exigences gouvernementales spécifiques : réduire l'attention portée aux spécifications et standards militaires et accroître, au contraire, l'intérêt pour les exigences, les standards et les pratiques civils. Cela se prolonge par une réforme en matière de spécifications et standards militaires et notamment :

- le standard MIL-STD-1388-1 a été annulé et remplacé par le MIL-HDBK-502, [MIL 03], beaucoup moins contraignant et destiné à guider les contractants dans l'approche de la supportabilité. Il est à noter que le MIL-STD-1388-1 a largement essaimé dans la normalisation internationale et que la philosophie initiale du SLI sera néanmoins conservée tout en abandonnant sa lourdeur.
- le standard MIL-STD-1388-2 a été transformé en une spécification de performance, MIL-PRF-49506, [MIL 04], ne devant pas être perçue comme une spécification de base de données mais ayant comme objectif de définir les données en termes d'approvisionnement, de catalogage, de gestion d'articles, etc.

En France, entre autres initiatives, l'AFNOR a publié un recueil présentant les principales méthodes mises en œuvre dans le cadre du management des systèmes [Afnor, 01] ainsi qu'un modèle systémique pour un management intégré du produit et des processus depuis l'expression du besoin jusqu'au retrait du service. Ce référentiel comprend en particulier la norme X 50-420 consacrée au soutien logistique intégré.

D'autres standards sont également en voie d'élaboration par des organismes internationaux (ISO, IEEE, IEC, SAE...), avec un intérêt nouveau, qui mérite d'être relevé, pour les aspects liés au logiciel”.

Ces initiatives contribueront sans aucun doute à faire percevoir la logistique de soutien comme une discipline à part entière de l'ingénierie système.

6. Conclusion

On est bien convaincu de la nécessité de mettre en place les moyens du maintien en condition des produits et des systèmes. Pour ceux-ci, on a dégagé deux exigences:

- le besoin d'une grande disponibilité a fait apparaître la notion de soutien logistique, du fait de la complexité des concepts concernés et de l'éventail des métiers auxquels il fait appel pour réaliser les différentes prestations.

* En particulier le Projet ISO/IEC P 15288 « *System Life Cycle Processes* »

” Dans ce domaine, le Comité Logiciel de la Division GII-RMSL de la SAE (*Society of Automotive Engineers*) a en cours la rédaction d'un certain nombre de standards en matière de fiabilité, de maintenabilité, de supportabilité, et de logistique du logiciel.

- l'importance des coûts engendrés par l'utilisation et le maintien en condition a fait apparaître la notion de coût global de possession et a conduit à intégrer le soutien logistique à l'ensemble de la conduite de programme.

On peut alors considérer que tout système comprend, d'une part, le système opérationnel proprement dit, et d'autre part, le système de soutien associé, nécessaire et suffisant. L'un et l'autre doivent être mis à la disposition de l'utilisateur ; c'est pour l'ensemble des deux que la conception, la réalisation, et la mise en place doivent être optimisées, sous le triple aspect de la qualité, des coûts et des délais. Cette optimisation doit répondre aux besoins et aux objectifs opérationnels, tels que la disponibilité et le coût de possession, tout en respectant certaines contraintes.

On l'imagine aisément, le soutien logistique est un métier qui a ses spécialistes, mais il doit aussi être l'affaire de tout ingénieur qui conçoit, développe, acquiert, met en œuvre, exploite ou maintient des produits durables ou des systèmes, quel que soit son contexte de travail : constructeur, intégrateur, société de services, ou même utilisateur.

De son côté, le client, acheteur final, est finalement bénéficiaire des avantages du soutien logistique intégré. Il doit sentir tout l'intérêt de la démarche. Il devrait être, non pas le récepteur passif, mais aussi et surtout le demandeur de ces concepts.

Il est donc nécessaire que les ingénieurs et que les cadres soient sensibilisés aux préoccupations et aux concepts du soutien logistique et convaincus de l'intérêt de celui-ci.

Une meilleure prise en compte du soutien logistique dans la négociation des contrats, constituant un atout complémentaire, permettra à notre industrie de faire face à la compétition internationale dans la globalisation de l'économie. Pour leur part, les PME, elles aussi concernées par l'évolution de la technologie et des marchés, devraient, compte tenu des évolutions signalées, ne pas rester indifférentes à l'intérêt de la mise en place du soutien logistique.

7. Lexique des abréviations utilisées

7.1 Abréviations anglo-saxonnes

Ao	<i>Operational Availability</i> - Disponibilité opérationnelle
CALS	<i>Continuous Acquisition and Logistic Support</i> , à l'origine : <i>Computer-Aided Logistic Support</i> - Soutien logistique assisté par ordinateur
CE	<i>Concurrent Engineering</i> - Ingénierie simultanée
DOD	<i>Department of Defense</i> - Département américain de la Défense
EDI	<i>Electronic Data Interchange</i> - Echange de Données Informatisées
FMECA	<i>Failure Modes, Effects, and Criticality Analysis</i> -Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC)
ILS	<i>Integrated Logistic Support</i> - Soutien logistique Intégré

LORA	<i>Level Of Repair Analysis</i> - Analyse des niveaux de réparation
MTBF	<i>Mean Time Between Failures</i> - Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement
MTTR	<i>Mean Time To Repair</i> - Moyenne des Temps Totaux de Réparation
TCO	<i>Total Cost of Ownership</i> - Coût global de possession
TEI	<i>Total Economic Impact</i> - Coût d'impact économique (défaillances, pertes...)
TQM	<i>Total Quality Management</i> - Gestion de la qualité totale

7.2 Abréviations françaises

AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité
ASL	Analyse de Soutien Logistique
DIPP	Développement Intégré du Produit et des Processus
FMDS	Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité
MCO	Maintien en Conditions Opérationnelles
NTI	Niveau Technique d'intervention
SLI	Soutien Logistique Intégré

8. Bibliographie

- Afnor, 01 « Recueil de normes françaises - Management des systèmes », AFNOR,
- | | |
|----------|-----------------------------------|
| X 50-400 | Référentiel cadre |
| X 50-410 | Spécification de management/RG 40 |
| X 50-415 | Ingénierie intégrée |
| X 50-420 | Soutien logistique intégré |
| X 50-430 | Gestion de la configuration |
| X 50-435 | Gestion documentaire |
- Bardou, L., (1995) *Maintenance et soutien logistique des systèmes informatiques*, Editions MASSON
- Bardou, L., (1996) *Civilisation du SLI, Supportabilité et Logistique du Logiciel*, ILCE'96 - International Conference on Information systems, Logistics integration, Concurrent engineering, Electronic commerce - Proceedings, pp. 217-225.
- Blanchard, B. S., (1992) *Logistics Engineering and Management*, Prentice-Hall International Editions
- Guillosson, P., (1996) *La logistique de soutien et son environnement*, Editions NATHAN
- Meinadier, J.-P., (1997) *L'intégration de systèmes*, Que sais-je ? - Presses Universitaires de France
- MIL 01 MIL-STD-1388-1 « Logistics Support Analysis », US Department of Defense, Washington, D.C.

- MIL 02 MIL-STD-1388-2 « DOD Requirements for a Logistics Support Analysis Record »,
US Department of Defense, Washington, D.C.
- MIL 03 MIL-HDBK-502 « DOD Handbook - Acquisition Logistics »,
US Department of Defense, Washington, D.C.
- MIL 04 MIL-PRF-49506 « Performance Specification - Logistics Management Information »,
US Department of Defense, Washington, D.C.
- Monchy, F., (1996) *La fonction maintenance*,
Editions MASSON
- Prévost, M. et Waroquier, Ch., (1994) *L'analyse de soutien logistique et son enregistrement*,
TEC & DOC Lavoisier
- Trocello, J., (1996) « La démarche de soutien logistique : le SLI »,
Revue des laboratoires d'essais, n°49, pp. 7-8.