

# "Disponibilité" des équipements : fiabilité, maintenabilité, sécurité

Autor(en): **Ziller, Jacques**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Revue économique franco-suisse**

Band (Jahr): **54 (1974)**

Heft 2

PDF erstellt am: **28.06.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-886355>

## **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

## **Haftungsausschluss**

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

## « Disponibilité » des équipements : fiabilité, maintenabilité, sécurité

Lors de la poursuite de certaines études, on ne peut qu'être frappé par les difficultés nées de déficiences de la communication ; explicables en général lorsqu'elles concernent des domaines éthiques ou politiques, ces déficiences sont moins faciles à admettre lorsqu'elles touchent des problèmes économiques et surtout techniques. L'absence de souci sémantique, la négligence dans la recherche systématique d'un langage commun sont, sans aucun doute, les motifs les plus fréquents des incompréhensions rencontrées dans le monde industriel.

Il y a, certes, déjà longtemps que vendeur et acheteur d'un équipement industriel savent la nécessité de définir, souvent ensemble, le **produit**, objet de la transaction. Ce produit est nécessairement un compromis entre les souhaits contradictoires (et généralement légitimes) des deux protagonistes. Cela se traduit, le plus souvent, par un **cahier des charges**, parfois appuyé par des **spécifications** ou des **normes**. Il est paradoxal de constater les difficultés parfois considérables engendrées, dans de telles transactions par l'abus du mot **qualité**. Ce vocable, dont le caractère à la fois relatif et subjectif n'est plus à démontrer, devrait sans doute être banni du vocabulaire des affaires.

Le marketing moderne a introduit l'idée directrice de **satisfaction de l'utilisateur**. Certes beaucoup plus dynamique pour l'entreprise créatrice, cette notion pêche tout autant par une excessive subjectivité et ne saurait donc nous satisfaire.

L'équipement industriel, objet de la transaction, doit essentiellement être défini par sa **mission**.

### La mission d'un équipement

Pendant de très nombreuses années, les conceptions des équipements industriels n'ont retenu de cette mission que l'aspect **performances requises**. C'était d'ailleurs bien naturel, après tout, puisque c'était en vue de réaliser ces performances que l'appareil avait été conçu. En outre ces concepteurs étaient des ingénieurs, avec tout ce que cela comportait alors de désintérêt pour les problèmes économiques et humains. Enfin, il était déjà bien difficile de « vaincre la nature » et, lorsque l'on y était parvenu, non sans mal, on ne se posait guère de questions sur ce qui se passerait dix ans plus tard ou sur « l'accident fatal » que la machine pourrait provoquer.

Bien entendu cette vision des choses est un peu simpliste et certaines organisations comme, en France, les Compagnies de Chemin de fer, se sont intéressées depuis longtemps à ce que l'on appelait autrefois la **sûreté de fonctionnement**. Mais ce n'est que bien plus tard que prirent forme les concepts modernes de **disponibilité**, de **fiabilité** ou de **maintenabilité**.

Et pourtant s'il est essentiel qu'un équipement, qu'un produit, qu'un système réalise les performances requises, il est primordial qu'il soit **disponible**, c'est-à-dire **non-indisponible**, l'indisponibilité résultant de son incapacité à fonctionner pour des causes diverses : défaillances, accidents, arrêts pour maintenance préventive, etc.

Le terme de **fiabilité** s'est heureusement substitué à celui de sûreté de fonctionnement. C'est, selon la définition du Centre de Fiabilité du C.N.E.T., la « caractéristique d'un dispositif, exprimée par la probabilité qu'il accomplisse une fonction requise, dans des conditions données, pendant un temps donné ». Il traduit le degré de **confiance technique** que l'on peut accorder à un équipement.

La notion de **maintenabilité** est, elle, encore plus récente et peut être définie comme la « caractéristique d'un matériel, qui s'exprime par la probabilité que ce matériel, lorsqu'il nécessite une intervention de maintenance, soit remis dans un état de fonctionnement donné, dans des limites de temps spécifiées, lorsque le travail est effectué selon des procédures prescrites et dans des conditions données » (1).

On remarquera, tout d'abord, que ces deux caractéristiques s'expriment sous la forme de probabilités. C'est dire l'importance que cette science a prise dans ces domaines, et aussi le niveau de compétence requis pour s'y consacrer.

Une seconde remarque se rapporte aux raisons du développement relativement récent de ces techniques. Elles sont de plusieurs ordres.

La première raison, et sans doute la plus importante, au moins au plan de la philosophie industrielle, est d'ordre économique. Alors que dans le passé (d'ailleurs récent) il était essentiellement tenu compte du prix d'achat ou du coût d'installation, la notion de **coût global** est progressivement apparue. Si on étudie les dépenses totales faites pour un équipement pendant toute sa durée d'emploi, « on constate que son coût de première installation est largement majoré par des dépenses d'exploitation importantes.



Ces dépenses d'exploitation comportent généralement une très large part consacrée aux coûts des défaillances et aux coûts de la maintenance préventive » (2).

Cette notion de coût global conduit à une philosophie très différente en ce qui concerne à la fois la conception du produit et la politique de maintenance. La mission vue en termes de coût global est considérée comme un objectif à atteindre. On est donc amené à envisager quelques stratégies susceptibles de conduire à l'objectif, on les évalue, en les qualifiant autant que faire se peut, puis on choisit celle qui, compte tenu des éventuelles contraintes non quantifiables, conduit au coût global optimal.

On notera d'ailleurs l'influence néfaste que peuvent avoir sur ces décisions économiques qui se devraient d'être rationnelles, les regrettables habitudes budgétaires de bien des Etats et de bien des entreprises : il est évident que la notion de budget annuel, d'une part, et la séparation systématique des budgets d'investissements et de maintenance, d'autre part, ne peuvent que favoriser à un accroissement du temps de non-disponibilité des matériels. Heureusement, l'introduction progressive des méthodes de rationalisation des choix budgétaires (R.C.B.) commence à porter quelques fruits dans un sens favorable.

La seconde raison a un caractère essentiellement humain et sociologique. Elle correspond à l'aspect fondamental, voire même vital, de la réussite de certaines missions, ce qui impose pratiquement une fiabilité égale à 1. La défaillance d'un satellite artificiel peut, par exemple, entraîner des pertes de vies humaines, ce qui est, à juste titre, considéré comme inacceptable par l'opinion publique (et il est bien évident que les conditions exceptionnelles de « publicité » accentuent encore ce caractère). Moins spectaculaires, peut-être, les défaillances de certains grands systèmes (distribution d'énergie, traitement de l'information, etc.) sont susceptibles de provoquer dans le fonctionnement de la société moderne de considérables perturbations (même si ces « défaillances » ne sont pas dues à une fiabilité insuffisante, il suffit de se référer à l'état de désorganisation créé par certaines grèves d'E.D.F. ou par la récente grève des banques). La Seconde Guerre Mondiale, d'une part, et la mise en œuvre de ces grands systèmes ont entraîné le développement considérable de ces techniques qui devenaient indispensables (si indispensables d'ailleurs qu'elle se sont développées sans souci du coût et dans des délais très réduits).

Enfin la troisième raison est d'ordre technologique : « les délais de passage au stade industriel sont de plus en plus courts, ce qui ne permet plus d'acquérir, par une longue pratique, les connaissances des limites de ces techniques, comme ce fut le cas pour la machine à vapeur » (2).

## Politique de fiabilité

Pendant très longtemps, en résistance des matériaux, par exemple, la sûreté de fonctionnement a été obtenue par le biais de marges de sécurité considérables, prises lors du calcul des organes des équipements mécaniques et des constructions. De telles méthodes permettraient, évidemment de limiter les risques, mais elles entraîneraient d'énormes gaspillages de matières et des coûts élevés (\*).

De tels procédés ne peuvent pas, à l'évidence, prétendre aux titres de politiques. On remarquera d'ailleurs que dans le cas d'autres disciplines la méthode des marges de sécurité n'est guère applicable : c'est le cas de l'électronique professionnelle ; c'est aussi celui de l'aviation où

les marges excessives entraînaient des dépassements inacceptables de volume et de poids. Il était donc nécessaire de mettre au point des méthodes nouvelles : basées sur l'étude des lois de survie, elles mettent en œuvre un arsenal d'essais et de contrôles, d'observations systématiques et d'analyses dans le détail desquels nous n'entrons pas ici.

L'objectif d'une politique de fiabilité est d'harmoniser le niveau de fiabilité de l'équipement concerné avec la mission qui lui est assignée. Pour mettre en œuvre une telle politique il est, avant tout, nécessaire que tous ceux qui, dans l'entreprise, participent à la conception du produit soient convaincus de la validité de la règle suivante : « on ne surajoute pas la fiabilité à un produit, mais on la construit en même temps qu'on le construit lui-même » (2).

En conséquence, il existe nécessairement un parallèle fort étroit entre le programme technico-industriel du produit et son programme de fiabilité ; chacune des étapes de l'un aura son pendant dans l'autre : spécifications, études techniques et technologiques, développement, recherche et sélection des fournisseurs et sous-traitants, livraison en clientèle, service après-vente et maintenance.

Il va sans dire que la mise en œuvre de cette politique entraîne un coût qui peut paraître s'ajouter, purement et simplement aux charges précédentes : d'une part le coût des études de fiabilité, d'autre part les conséquences des décisions prises en vue de mieux harmoniser la fiabilité de l'équipement avec la mission qui lui est assignée (elles peuvent parfois constituer des économies !)

Mais il faut, bien entendu, faire intervenir, dans le calcul du coût global, les économies relatives au coût de la maintenance réalisées grâce à l'amélioration de la fiabilité, ainsi que les économies des conséquences indirectes de la réduction du taux des défaillances dans le détail desquelles nous n'entrons pas ici.

Le succès de ces techniques est aujourd'hui bien connu ; c'est grâce à elles que sont aujourd'hui quotidiens des tours de force qui semblaient impossibles hier. Ils sont trop connus de tous pour que nous ayons à les citer ici. Par contre il est intéressant de signaler que le développement de ces techniques a provoqué chez un certain nombre de dirigeants une prise de conscience riche de conséquences économiques ; cette prise de conscience a favorisé une véritable mutation de la politique commerciale de certaines firmes, comme conséquence de la mutation de la politique de fiabilité : elle a permis, par exemple, à certains constructeurs de véhicules automobiles (et, en particulier, de camions) de proposer à leurs

(\*) On notera, par exemple, que les hypothèses de calcul, longtemps adoptées pour le béton armé, rendaient impossible la construction de certains ouvrages, réalisés depuis sur la base d'hypothèses nouvelles comportant une réduction des coefficients de sécurité.

En outre compte tenu des disparités existant entre les techniques et les matériaux, il était pratiquement impossible « d'harmoniser les espérances de vie de toutes les pièces d'un ensemble. Il est pourtant anti-économique (et même anti-technique) de construire des appareils dont certaines pièces sont susceptibles de vivre cent fois plus longtemps que certaines autres » (pièces d'usure non comprises). Il est très souhaitable de réduire certains écarts, « d'autant plus que cette réduction s'accompagne souvent d'économies notables sur les prix de revient » (3).

« Si une fiabilité insuffisante mène généralement à des conséquences très regrettables, de même une fiabilité excessive peut n'être pas acceptable parce qu'en opposition avec d'autres exigences du produit, comme le poids, la facilité d'exécution, le coût » (4).



# LA LUTÈCE

Compagnies d'Assurances contre les risques de toute nature

Siège Social

## UNION SUISSE

Compagnie générale d'assurances à Genève

Direction pour la France

EN LEUR IMMEUBLE :

**LYON (6<sup>e</sup>) - 15, rue du Musée-Guimet**

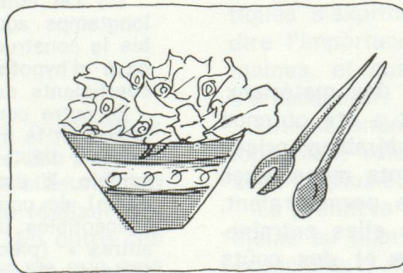
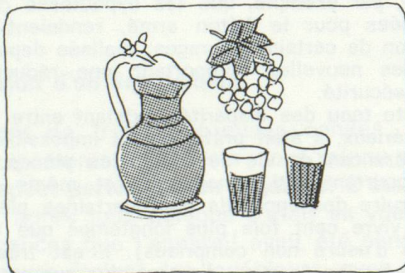
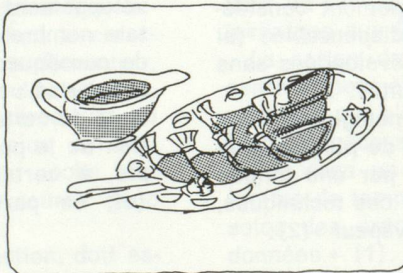
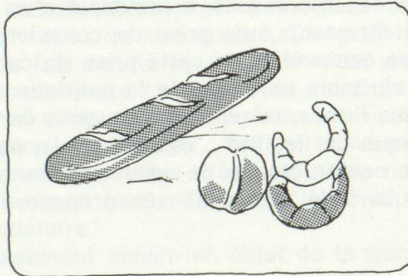
Compagnies spécialisées dans l'assurance Multirisques  
" BLOC ", sans règle proportionnelle, des :  
**APPARTEMENTS, BUREAUX, VILLAS, COMMERCES**

AGENCES GÉNÉRALES DANS TOUTE LA FRANCE

BUREAU DE LYON : 2, rue de la République (28-10-99)

SUCCESSALE DE PARIS : 43, rue de la Chaussée-d'Antin  
(744-87-59)

## AU SERVICE DE L'ALIMENTATION MONDIALE DEPUIS DES GÉNÉRATIONS —



Fait dont nous sommes fiers, qui garantit à nos clients un maximum d'expériences pratiques — Nous concevons et construisons : des moulins ● des semouleries ● des biscuiteries ● des biscotteries ● des usines pour la fabrication d'aliments composés ● des huileries ● des brasseries-maltes ● des usines de pâtes alimentaires ● des chocolateries ● des usines de produits chimiques ● des usines de compostage d'ordures ménagères ● des machines pour les colorants et les encres d'imprimerie ● des machines à couler les alliages légers ● des machines à injecter les matières thermoplastiques — Notre matériel étanche, nos filtres, nos dépoussiéreurs nous classent parmi les sociétés œuvrant pour la protection de l'environnement.

**BUHLER-MIAG**

Tour Aurore Cedex n° 5 92080 Paris-Défense Tél. 788-33-11 Télex 62833



clients des garanties nouvelles, exprimées, par exemple, en distances parcourues. Des tournants du même ordre ont été observés aux U.S.A. dans le domaine du matériel de traitement de l'information et dans celui des téléviseurs (ce qui a rendu possible leur location sur une large échelle).

### Politique de maintenabilité.

Dans un état donné de fiabilité d'un équipement, le coût de la maintenance est la somme des coûts de la maintenance corrective et de la maintenance préventive.

La **maintenance corrective** correspond aux opérations nécessaires pour remettre en état l'équipement à la suite d'une défaillance. Les opérations à réaliser sont la détection et le diagnostic de la défaillance et de ses causes, la remise en état et le contrôle.

On remarque évidemment la corrélation étroite existant entre la fiabilité et le coût de la maintenance corrective et, en conséquence, comment on peut, lors de la conception, réduire les actions de maintenance corrective en améliorant la fiabilité, c'est-à-dire en réduisant la probabilité de défaillance.

On peut également, lors de la conception de l'équipement, se préoccuper de réduire les temps nécessaires à la mise en œuvre des opérations de maintenance corrective : amélioration de l'accessibilité, du démontage et du remontage, de l'interchangeabilité des composants, réalisation de dispositifs de recherche de défauts, de mesure, de vérification et de contrôle, mise au point de conceptions modulaires des fonctions, etc.

La **maintenance préventive** a, elle, pour objet d'éviter certaines défaillances en procédant, souvent systématiquement, à des opérations d'entretien (graissage, nettoyage, etc.), de contrôle ou de remplacement préventif de composants atteints par l'usure.

Il n'y a, bien entendu, pas de frontières rigides entre ces deux sortes de maintenance : certaines opérations de maintenance préventive peuvent (et doivent même) être effectuées lors des interventions de maintenance corrective, et, vice versa, on peut fort bien détecter, à l'occasion d'une action de prévention, des composants défaillants ou sur le point de le devenir. La règle en la matière est de profiter des opportunités pour réduire les durées d'interventions et, par exemple, d'effectuer certaines de ces opérations lors des arrêts des équipements, quelles qu'en soient les causes.

Il est souhaitable de chercher, lors de la conception de l'équipement, à réduire les temps nécessaires aux opérations de maintenance préventive, elles aussi. Mais dans ce domaine les actions sans doute les plus efficaces sont celles qui concernent la politique de maintenance : cela consiste à adapter, le mieux possible, aux opérations à réaliser, les procédures et les moyens (personnels, matériels de mesures, outillages, pièces de rechange, véhicules, etc.) .

Il y a longtemps déjà que des actions de maintenance sont effectuées, et sur des équipements très divers. Mais il faut souligner le caractère souvent empirique et tâtonnant de ces opérations. C'est l'un des objectifs des techniques de maintenabilité que d'introduire dans la maintenance une rigueur plus scientifique (concer-

nant en particulier le respect des temps et des procédures) basée sur l'analyse statistique et l'étude des lois de survie.

On peut constater, à l'évidence, combien fiabilité et maintenabilité sont liées, un très grand nombre d'opérations menées dans le cadre de l'une d'entre elles provoquant des améliorations pour l'autre.

### Et la sécurité ?

Il n'est guère besoin d'une longue démonstration pour comprendre combien la **sécurité** est « intégrée » dans la fiabilité et dans la maintenance : toute mesure qui tend à réduire la probabilité de défaillance, ne peut qu'améliorer la sécurité sous toutes ses formes. L'ingénieur de sécurité responsable d'un équipement trouve donc des alliés extrêmement précieux auprès des responsables de la fiabilité et de la maintenabilité chez le constructeur de l'équipement ; il en trouve aussi dans sa propre entreprise : l'ingénieur de maintenance (et, éventuellement, l'ingénieur de fiabilité, lorsqu'il existe, ce qui est le cas de certaines grandes organisations qui ont jugé nécessaire de disposer de spécialistes de cette discipline en vue de collaborer avec leurs fournisseurs, de connaître leurs techniques et de parler leur langage).

Mais il est un autre cadre dans lequel intervient la sécurité en tant que facteur de disponibilité : il s'agit du respect de la réglementation relative à la sécurité. On ne rappellera jamais assez que « la réglementation, mal nécessaire, ne peut pas être de nature à simplifier la tâche de ceux qui ont pour mission de protéger les hommes et les biens : elle est nécessairement complexe et mouvante comme l'économie et la technologie elles-mêmes (5). C'est précisément la raison d'être des spécialistes de la sécurité auxquels il faut faire appel : il serait, en effet, paradoxal que, faute d'avoir respecté (par ignorance ou du fait d'une mauvaise interprétation) la réglementation, on soit dans l'obligation d'arrêter le fonctionnement d'un équipement par ailleurs parfaitement fiable. Tous les efforts consentis dans la recherche de la fiabilité et dans la maintenance seraient alors rendus inutiles, l'équipement devenant indisponible, en raison d'une sécurité considérée comme insuffisante au titre de la réglementation.

On remarquera, d'ailleurs, que le non respect de la réglementation peut aussi bien concerner la conception de l'équipement que son installation ou son exploitation. Le spécialiste de la sécurité peut donc être utilement consulté par le constructeur de l'équipement comme par son usager. En ce qui concerne le constructeur, cela démontre, une fois de plus, que « la sécurité, comme la fiabilité, doit être « intégrée » dans le projet dès la première heure... Faute de quoi on risque d'être condamné à de coûteuses modifications ultérieures, sans pour autant atteindre les résultats les meilleurs que l'on aurait pu espérer en s'y prenant plus tôt. » (5)

(1) C. GUYOT. — Initiation à la maintenabilité. Dunod, 1969.

(2) P. CHAPOUILLE. — La fiabilité. Que sais-je ?, P.U.F., 1972.

(3) J. ZILLER. — Service après-vente et marketing. Dunod, 1969.

(4) TRAVAIL ET MÉTHODES. — L'assurance de fiabilité d'un produit mécanique en série, 1969 (août-septembre).

(5) ENTREPRISE. — L'industrie en toute sécurité, 1974 (mai).