



TOGETHER
for a sustainable future

OCCASION

This publication has been made available to the public on the occasion of the 50th anniversary of the United Nations Industrial Development Organisation.



TOGETHER
for a sustainable future

DISCLAIMER

This document has been produced without formal United Nations editing. The designations employed and the presentation of the material in this document do not imply the expression of any opinion whatsoever on the part of the Secretariat of the United Nations Industrial Development Organization (UNIDO) concerning the legal status of any country, territory, city or area or of its authorities, or concerning the delimitation of its frontiers or boundaries, or its economic system or degree of development. Designations such as “developed”, “industrialized” and “developing” are intended for statistical convenience and do not necessarily express a judgment about the stage reached by a particular country or area in the development process. Mention of firm names or commercial products does not constitute an endorsement by UNIDO.

FAIR USE POLICY

Any part of this publication may be quoted and referenced for educational and research purposes without additional permission from UNIDO. However, those who make use of quoting and referencing this publication are requested to follow the Fair Use Policy of giving due credit to UNIDO.

CONTACT

Please contact publications@unido.org for further information concerning UNIDO publications.

For more information about UNIDO, please visit us at www.unido.org

16142-F

Distr.
LIMITEE

ORGANISATION DES NATIONS UNIES POUR
LE DEVELOPPEMENT INDUSTRIEL

IPCT.13
22 janvier 1987

ORIGINAL: FRANCAIS

Deuxieme Consultation sur la formation
de la main-d'oeuvre industrielle

Paris, France, 14-19 Septembre 1987

FORMATION A LA MAINTENANCE INDUSTRIELLE
DANS LES PAYS EN VOIE DE DEVELOPPEMENT *

Etabli par

J. Perrin **

442

* Ce document n'a pas fait l'objet d'une mise au point rédactionnelle.

** Chargé de recherche au C.N.R.S., IREP-D. Université des Sciences
sociales de GRENOBLE.

S O M M A I R E

	pages
1) LA NON-MAITRISE DE LA MAINTENANCE PAR LES P.V.D. : UN PROBLEME URGENT A RESOUDRE	2
1.1. De nombreuses pannes... mais la non-maitrise de la maintenance n'explique qu'une part des arrêts de production	2
1.2. Les coûts de la non-maitrise de la maintenance	3
2) LA MAINTENANCE AUX MULTIPLES ASPECTS	5
2.1. Les procédures de déclenchement des actions de maintenance	5
2.2. Les objectifs visés	5
2.3. Les niveaux d'intervention	6
2.4. Les fonctions qui structurent la maintenance	8
2.5. Conclusion : la maintenance est principalement une activité informationnelle	9
3) SPECIFICITE DES PROBLEMES DE MAINTENANCE INDUSTRIELLE DANS LES P.V.D.	11
3.1. Les dysfonctionnements des réseaux d'approvisionnement des pièces de rechange	11
3.2. La faiblesse des capacités des services d'entretien locaux	12
3.3. Le manque de tradition industrielle de la main-d'oeuvre	13
3.4. Des usines achetées "clé-en-main"	13
3.5. Des biens d'équipement provenant de pays différents	14
3.6. Conclusion : Dans un environnement non industriel les besoins de collectes et de traitement d'information sont plus importants	14
4) LES BESOINS DE FORMATION A LA MAINTENANCE DANS LES P.V.D.	16
4.1. Des actions à entreprendre en direction de trois catégories d'opérateurs différents	16

4.2. Deux priorités d'action : l'organisation et la normalisation	17
4.3. Des besoins différents selon les pays	18
5) PROPOSITIONS D' ACTIONS POUR L' ONUDI EN MATIERE DE FORMATION A LA MAINTENANCE	20
5.1. Rédaction de la partie "maintenance" du cahier des charges standards concernant l'achat de biens d'équipement	20
5.2. Des missions d'aide à la codification des pièces de rechange	21
5.3. L'informatique comme aide à la gestion de la maintenance	21
5.4. De nouvelles méthodes de formation à la maintenance à promouvoir	22

Depuis le début de la décennie 80 la préoccupation de nombreux pays en développement est de faire marcher les unités de production qu'ils ont achetées. Par rapport à cet objectif, la maîtrise de l'entretien-réparation et surtout de la maintenance est devenue une voie de passage obligée (1).

Inaugurant à Alger, en juin 1983, un séminaire national sur la maintenance, le Ministère algérien de l'industrie lourde reconnaissait qu' "Au cours de la décennie écoulée, l'une des préoccupations prioritaires du pays a été de se doter d'une infrastructure industrielle de base. La réalisation rapide d'investissements importants, qui visait à une croissance économique du pays et son émergence du sous-développement, n'a pas toujours été suivie d'une prise en charge de la maintenance à la mesure de l'effort d'industrialisation. Ceci a conduit à une situation qui, au fur et à mesure du développement du processus d'exploitation, s'est traduite progressivement par un taux d'immobilisation élevé des biens d'équipement qui ont entraîné fatalement des niveaux insuffisants de production, une mauvaise qualité des produits, aboutissant à des pertes de production et à une détérioration rapide des installations générant une réduction de leur durée de vie utile".

En 1979, lors de l'inauguration du Congrès de l'INPEC sur la maintenance à Hyderabad (Inde) le président de la République indienne a tenu à rappeler dans son discours d'ouverture qu'il entendait bien par sa présence signifier le rôle primordial qu'avait à ses yeux la maintenance et que "l'usine qui coûte moins cher à acheter en devises était celle que l'on possédait déjà... quand on arrivait à la faire tourner convenablement".

Dans son rapport de 1984 le Comité d'Aide au Développement (CAD) de l'O.C.D.E. a attiré l'attention sur les problèmes de maintenance des projets industriels dans les pays en développement. Après avoir rappelé que les pratiques des pays donateurs étaient également responsables de la conception inadéquate des projets, le CAD soulignait que "d'un point de vue économique une aide qui empêche que des biens d'équipements productifs ne soient laissés à l'abandon, non parce qu'ils sont obsolètes ou qu'ils ont cessé d'être viables, mais faute de maintenance et de pièces de rechange, a le même effet que l'aide affectée à l'investissement initial".

(1) Cette contribution reprend un travail effectué pour le Ministère des Relations Extérieures - Coopération et Développement - Bureau des stratégies sectorielles Industries.

**1) LA NON-MAITRISE DE LA MAINTENANCE PAR LES P.V.D. : UN PROBLEME URGENT
A RESOUDRE**

**1.1. De nombreuses pannes... mais la non-maitrise de la maintenance n'ex-
plique qu'une partie des arrêts de production :**

Les arrêts de production des usines dans les P.V.D. sont fré-
quents. Mais on dispose rarement d'informations précises concernant l'import-
tance et les causes de ces arrêts :

- En Inde, selon une enquête réalisée par le National Productivity Coun-
cil à la fin des années 70

- . la durée de marche effective est de 65% pour les usines d'engrais, 75%
pour les centrales thermiques de production d'énergie électrique
- . les travaux réparation-maintenance sont à l'origine de 20 à 25% des per-
tes de production pour les usines d'engrais et de 25% pour les centrales
thermiques
- . les autres facteurs responsables des pertes de production concernent
des défaillances dans les approvisionnements d'énergie et de matières
premières.

- Dans une enquête (1) réalisée sur l'industrie en Afrique portant sur
343 projets industriels, un organisme d'étude français, l'Institut de
l'Entreprise, a recensé 274 projets en dysfonctionnement (80%) dont 79
totalement arrêtés (23%). Dans l'identification des causes de dysfonc-
tionnement les auteurs de l'enquête ont retenu trois grandes catégories
de cause qui correspondent aux grandes phases de réalisation des pro-
jets :

- . Causes circonstanciennes liées à la programmation des projets : absen-
ce de justification économique sérieuse des projets lancés, mauvaise
évaluation du marché, manque d'intégration industrielle;
- . Causes circonstanciennes liées à la réalisation des installations :
erreurs dans le choix des procédés techniques, absence de financement
pour la part locale (génie civil, montage), prestations de formation
et d'assistance technique insuffisantes.
- . Causes circonstanciennes liées à l'exploitation des unités : absence
de culture et de tradition industrielle, maintenance.

(1) Centre Nord-Sud de l'Institut de l'entreprise. Pour un vrai partenariat
industriel en Afrique - bilan et perspectives de l'industrie africaine,
Paris, mai 1985

Le rapport de synthèse de l'enquête souligne que c'est la phase d'exploitation qui réunit les causes de dysfonctionnement les plus nombreuses : "Les problèmes de commercialisation et de réglementations administratives ont des répercussions néfastes sur tous les secteurs. Enfin exception faite du textile et des brasseries qui bénéficient la plupart du temps d'un important soutien multiforme d'entreprises occidentales, tous les secteurs sont profondément affectés par les problèmes d'exploitation et de maintenance. Les difficultés de maintenance des installations constituent une série de conséquences résultant du manque de tradition industrielle".

En Afrique on peut estimer que les problèmes de maintenance sont à l'origine de 30% des pertes de capacité productives des unités de production.

1.2. Les coûts de la non-maîtrise de la maintenance

Lors du symposium sur la maintenance dans les P.V.D. organisé en mars 1973 à Tokyo par l'ONUDI et le gouvernement japonais, il a été indiqué que la durée de vie de biens d'équipement dans les P.V.D. était diminuée de 30% par manque de capacité de maintenance. Il a été estimé que cette diminution de la durée de vie des biens d'équipement a entraîné une perte nette annuelle de 5 à 7 milliards de dollars par an pour l'ensemble des P.V.D.

En plus des coûts directs de la défaillance des équipements des unités de production dans les P.V.D., il faut aussi comptabiliser les coûts indirects : frais fixes non couverts, frais variables non incorporés, marge bénéficiaire perdue. Si la fréquence et la durée des arrêts sont telles qu'elles provoquent des ruptures d'approvisionnement des marchés, si la qualité de la production est notoirement insatisfaisante, les défaillances des équipements entraînent des pertes de marché pour l'unité production. Ce type de conséquence doit être également comptabilisé dans les coûts indirects. Devraient être aussi évaluées comme coût indirect, non plus au niveau de l'unité de production mais au niveau national, les conséquences supportées par les consommateurs ou utilisateurs et surtout leurs attitudes de défiance vis-à-vis des productions locales, au bénéfice de produits importés, que suscitent et amplifient de telles situations.

- Au niveau des relations internationales les conséquences économiques de la non-maîtrise de la maintenance par les P.V.D. ne sont pas moins importantes et notamment en ce qui concerne les projets industriels tournés vers l'exportation. Ces projets conçus au départ pour diminuer les déséquilibres de la balance des paiements de ces pays ne font souvent qu'accroître le déficit de leur balance en devise à cause d'une fréquence trop élevée des arrêts des unités de production et du coût des importations de pièces de rechange, d'assistance technique. Cet accroissement auto-entretenu de l'endettement des P.V.D. n'est pas sans danger pour les pays industrialisés.

2 - LA MAINTENANCE AUX MULTIPLES ASPECTS

La maintenance en tant qu'"ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé" (1) présente de multiples aspects selon :

- les procédures de déclenchement des actions de maintenance
- les objectifs visés
- les niveaux d'intervention
- les fonctions qui structurent la maintenance

Ces aspects présentent des niveaux de complexité et d'urgence différents qui sont nécessaires de prendre en compte pour repérer le niveau de maîtrise de la maintenance atteint par différents P.V.D.

2.1. Les procédures de déclenchement des actions de maintenance

On est ainsi amené à distinguer (1) :

- maintenance corrective effectuée après défaillance
- maintenance préventive effectuée selon des critères prédéterminés dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou la dégradation d'un service rendu
 - . maintenance préventive systématique, effectuée selon un échéancier établi selon le temps ou le nombre d'unités d'usage
 - . maintenance préventive conditionnelle, subordonnée à un type d'évènements pré-déterminé (auto-diagnostic, information d'un capteur, mesure d'une usure, etc...).

2.2. Les objectifs visés

Dans une unité de production les objectifs fixés à la maintenance peuvent être :

- de minimiser les arrêts de production (pannes, changements d'outils).
C'est-à-dire d'augmenter les taux de fonctionnement.

(1) AFNOR, Norme X 60-011, janvier 1981.

La qualité de la maintenance est alors mesurée par la régularité du taux moyen de bon fonctionnement ou "mean time between failures" (MTBF). Dans nombre de PVD, c'est le temps moyen requis pour dépanner qui sert souvent de référence.

- de diminuer les pertes de performance des machines qu'il s'agisse d'arrêts momentanés ou d'une diminution des cadences;
- de diminuer le nombre de pièces défectueuses.

Le Japan Management Association a intégré ces trois objectifs de la maintenance dans le concept de maintenance productive.

Dans les P.V.D. l'objectif visé à travers la maintenance ne peut pas être seulement de diminuer les temps d'arrêts, il est nécessaire même si ces arrêts sont notablement réduits d'atteindre un volume de production le plus proche possible de celui prévu, et d'assurer un niveau minimum de qualité.

2.3. Les niveaux d'intervention

Dans une approche sur la maintenance industrielle, l'AFNOR (1) propose de distinguer 5 niveaux de maintenance :

1er niveau :

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc....

Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock de pièces consommables nécessaires est très faible.

(1) AFNOR, Norme X 60-011, janvier 1981.

2ème niveau:

Dépannages par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions.

3ème niveau :

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure.

Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure ou de réglage, et éventuellement des bancs d'essai et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien, ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

4ème niveau

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance et, éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé dans un atelier spécialisé doté d'un outillage général (moyens mécaniques, de câblage, de nettoyage, etc...) et éventuellement des bancs de mesure et des étalons de travail nécessaires à l'aide de toutes documentations générales ou particulières.

5ème niveau

Rénovation, reconstruction, ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure.

Dans la norme X 50-501, l'AFNOR propose de différencier les opérations de :

- rénovation "inspection complète de tous les organes, reprise dimensionnelle complète ou remplacement des pièces vitales par des pièces d'origine ou des pièces neuves équivalentes;
- reconstruction "Remise en l'état défini par le cahier des charges initial qui impose le remplacement des pièces vitales par des pièces d'origine ou des pièces neuves équivalentes.

La reconstruction se différencie de la modernisation "remplacement d'équipements, accessoires et appareils ou éventuellement de logiciels apportant grâce à des perfectionnements techniques n'existant pas sur le bien d'origine, une amélioration de l'aptitude à l'emploi du bien". Cette opération peut aussi bien être exécutée dans le cas d'une rénovation que d'une reconstruction. Néanmoins on peut noter que la modernisation marque un stade de complexité supérieur qui peut faire l'objet d'un 6ème niveau d'intervention.

2.4. Les fonctions qui structurent la maintenance

Pour être efficace la maintenance doit être le résultat de l'action de plusieurs fonctions pouvant faire l'objet de services différents.

- a) fonction méthode responsable de la définition des méthodes, des techniques, des moyens et des normes d'entretien.

La fonction méthode assure en particulier :

- . la mise en place d'une documentation technique opérationnelle (dossier technique par type de matériel, fiche technique d'appareils, schémas logiques de dépannage, check list de dépannage...)

- . la prévision des interventions et leur préparation
- . l'examen des résultats de production et l'élaboration des méthodes d'entretien préventif.

b) fonction programmation est responsable de l'ordonnement sur base d'une comparaison entre les besoins et les disponibilités en personnel, en outillage, machines et pièces de rechange.

c) fonction réalisation comprend le personnel opérationnel de la maintenance (service entretien) elle est chargée de :

- la surveillance et du suivi des installations
- de l'exécution des interventions

d) fonction logistique qui regroupe

- le magasin de pièces de rechange et de consommables chargé d'assurer les approvisionnements et la gestion des stocks
- les ateliers d'entretien.

2.5. CONCLUSION : la maintenance est principalement une activité informationnelle

Si on analyse la nature des différentes activités qui concourent à la réalisation des différentes fonctions de la maintenance on observe que seules l'activité d' "exécution des interventions" (fonction réalisation) et les ateliers d'entretien comportent des opérations matérielles : démontage et remontage de pièces ou des sous-ensembles, fabrication de pièces de rechange. Toutes les autres activités sont principalement informationnelles :

Collectes d'information :

- surveillance et suivi des installations
- achat d'une documentation technique

traitement d'information :

- détermination des besoins en pièces de rechange et approvisionnement
- prévision des interventions
- ordonnancement
- gestion de stocks

mémorisation d'information :

- élaboration de méthode d'entretien préventif
- organisation de la documentation technique.

3 - SPECIFICITE DES PROBLEMES DE MAINTENANCE INDUSTRIELLE DANS LES P.V.D.

3.1. Les dysfonctionnements des réseaux d'approvisionnement des pièces de rechange

Dans les pays en développement, l'ensemble de la logistique qui est nécessaire à la distribution des pièces de rechange est souvent déficiente. Dans quelques pays du Tiers-Monde qu'on se trouve, la réponse est unanime : le problème à résoudre avant tous les autres est celui d'obtenir les pièces de rechange. Actuellement la diversité invraisemblable des composants rend la difficulté d'autant plus ardue que deviennent de plus en plus rares, dans le matériel vendu, ceux qui sont assez simples pour être fabriqués sur place.

Principales difficultés rencontrées par les entreprises pour acquérir des pièces de rechange (1)

- repérage de la pièce et documentation technique

Une pièce rompue doit d'abord être clairement identifiée, sans équivoque possible par quiconque. Ceci suppose chez l'utilisateur un système de repérage (conditions qui se trouvent rarement réunies) qui permette au service maintenance de trouver rapidement la désignation de la pièce et les grilles d'accès aux documents la concernant. Ceci pose le problème d'une bonne codification, d'entrée facile, stable dans le temps et de la mise à jour des catalogues de pièces de rechange, des notices d'exploitation et d'entretien. Qu'elle soit incomplète (le coût d'une documentation technique complète d'une usine peut dépasser 10% de la valeur de l'investissement) qu'elle soit difficilement utilisable (par exemple établie en une langue étrangère, mauvaise traduction, manque de vues éclatées, manque de standardisation, etc...) une déficience dans la documentation technique a des conséquences néfastes à plusieurs niveaux. Elle provoque une perte de temps énorme pour la recherche de pannes et leur réparation, met en cause la sécurité de l'usine et entraîne l'approvisionnement ou la confection sur place de pièces de rechange (2).

(1) Pour plus de détail, voir C.NEYRET, Les pièces de rechange dans la maintenance des entreprises des pays en développement. Achats et Entretien n° 342 - juin 82, pp.53-72.

(2) P. DE GROUTE et H.SCHELENS, Réflexions sur la maintenance d'installations industrielles dans un environnement non industriel. Acier Arabe n°68-1979, pp.51-35.

- Trouver le vendeur

Ceci peut être une opération délicate lorsqu'il s'agit de pièces anciennes et que l'entreprise d'origine a fait faillite ou a été absorbée par une autre. Cette opération est d'autant plus délicate à réaliser à partir d'un pays en voie de développement avec des moyens de communication souvent perturbés et aléatoires.

- Obstacles financiers

Une fois que la pièce et le vendeur sont repérés, l'entreprise acheteuse doit disposer des ressources financières nécessaires et le pays concerné doit disposer de réserves en devises. Les exemples de P.V.D. qui sont obligés de limiter ou d'arrêter momentanément leurs importations de pièces de rechange sont malheureusement pas rares en particulier depuis que ces pays connaissent un endettement croissant.

Obstacles douaniers et administratifs

Dans les pays de l'entreprise acheteuse, les procédures d'importation et de paiement qui s'appliquent également aux pièces de rechange relèvent de trois administrations différentes : les Finances, le Commerce extérieur, le Ministère de l'Industrie. Il est parfois difficile d'harmoniser les trois types de réglementation qui en découlent et traduisent le fait qu'un Etat cherche à ménager sa trésorerie "devise", à protéger ses industries naissantes et à obtenir un suivi statistique assez fin de ses importations. Il se met en place des mécanismes d'autorisation préalable, de licences d'importation (mécanisme de contingentement) de taxations différentielles selon les produits.

3.2. La faiblesse des capacités d'intervention des services d'entretien locaux

Pour résoudre les multiples problèmes liés à l'achat de pièces de rechange, la solution pourrait être de développer les capacités d'intervention des services d'entretien locaux, notamment pour les pièces mécaniques simples, en métaux courants (acier mi-dur, bronze) et dont l'usinage peut se faire sur place, au tour, à la fraiseuse, voire à la rectifieuse (1).

(1) Avec le développement de l'appareillage électrique et électronique, de l'hydraulique, des éléments mécaniques performants forgés en acier très spécial au traitement thermique aussi complexe que précis, cela devient de moins en moins possible. L'emploi de petits moteurs imprégnés dans la masse et impossibles à rebobiner se développe.

Dans la majorité des cas, ces possibilités de sous-traitance auprès des services d'entretien déjà existants sont toutefois insuffisantes et conduisent souvent à prévoir dans les usines des ateliers d'entretien surdimensionnés, qui se traduisent par un surcoût dans les dépenses de réalisation des unités de production.

3.3. Le manque de tradition industrielle de la main-d'oeuvre

Le manque de formation mais avant tout l'absence de tradition industrielle (et donc d'expérience) qui caractérise la plupart des pays en développement fait que la qualification technique du personnel est généralement basse, surtout au niveau du personnel de maîtrise et des ouvriers professionnels. Ce manque d'expérience industrielle a des conséquences sur les matériels qui sont soumis à des conditions de fonctionnement anormales ou tout au moins non prévues. Un effort de formation s'avère indispensable non seulement pour le personnel de maintenance mais également pour celui de la production. En fonction de cette situation concernant la main-d'oeuvre, des adaptations devraient être apportées aux matériels, et il devrait être prévu des dispositifs de sécurité plus importants, notamment contre les défauts d'exploitation.

3.4. Des usines achetées "clé en main"

Dans les décennies 60 et 70 les P.V.D. ont acheté de nombreuses usines clé en main ou produit en main. Si ce type de contrat a permis à ces pays d'acquérir rapidement des unités de production, il n'a pas résolu pour autant les problèmes de l'accès à la maîtrise des techniques et en particulier des techniques de maintenance. Les contrats clé en main ont pendant longtemps entretenu une illusion sur le transfert des techniques; celles-ci ne peuvent être acquises à travers seulement des procédures contractuelles, elles nécessitent une forte implication des personnels concernés. D'autre part contrairement à ce qu'espéraient les maîtres d'ouvrage des P.V.D., plus un contrat d'achat est global plus le contrôle des opérations d'achat est difficile à assurer. C'est ainsi que les contrats clé-en-main incluent la plupart du temps la fourniture d'une première dotation de pièces détachées mais dans de nombreux cas ces lots de pièces détachées se sont révélés inadaptés aux besoins. Il est impossible

au maître d'ouvrage de contrôler de telles fournitures et surtout de vérifier si elles sont adaptées à ses besoins futurs. Quant au maître d'oeuvre vendeur de l'usine, qui s'est engagé à fournir celle-ci pour un prix forfaitaire, il doit toujours faire face à des dépenses imprévues; il tentera naturellement de récupérer ces pertes sur d'autres postes et notamment sur les pièces détachées. D'autre part, lorsqu'il s'agit d'un complexe industriel, il est impossible au seul maître d'oeuvre de déterminer le lot de pièces détachées adéquates à moins d'effectuer une enquête approfondie et minutieuse, qu'il devra intégrer dans le coût du contrat (1). Dans le cadre d'une concurrence internationale actuellement très forte dans le domaine de la vente d'ensembles industriels, les maîtres d'oeuvre n'ont de chance de remporter des contrats qu'en resserrant leurs marges et donc leurs prestations notamment dans le domaine de la maintenance qui n'a pas de conséquence au moment de la livraison de l'usine et de son démarrage.

3.5. Des biens d'équipement provenant de pays différents

Les contrats clés en main présentent néanmoins l'avantage, du point de vue de la gestion des pièces de rechange, de fournir des matériels construits à partir d'un même système de normes. Les P.V.D., dans un souci, bien légitime, d'éviter de nouveaux phénomènes de dépendance diversifient leurs achats d'usines clé en main. Cette pratique présente l'inconvénient de multiplier les difficultés de gestion des pièces de rechange, d'augmenter les stocks de ces pièces au niveau d'un complexe industriel et au niveau national.

3.6. Conclusion : Dans un environnement non industriel les besoins de collectes et de traitement d'information sont plus importants

Dans des environnements non industrialisés ou incomplètement industrialisés tels que ceux qui prédominent dans les P.V.D., tout concourt à rendre plus complexes les activités informationnelles nécessaires à la

(1) Des lots de pièces détachées fournis dans le cadre de contrat clé en main peuvent en même temps inclure des pièces détachées identiques répertoriées sous des codes différents et exclure des pièces essentielles.

maintenance. De nombreux aléas viennent perturber les activités de collecte, de traitement et de mémorisation d'informations. Les dysfonctionnements des systèmes de télécommunication, les défaillances ou l'absence de réseaux d'approvisionnement des pièces de rechange, l'insuffisance des capacités locales de production de pièces de rechange rendent d'autant plus nécessaires une programmation rigoureuse des opérations de maintenance et une gestion prévisionnelle des pièces de rechange. La diversification des fournisseurs des biens d'équipement augmente les difficultés pour maîtriser l'identification des pièces de rechange, l'organisation de la documentation technique et la gestion du stock des pièces de rechange. Enfin le manque de tradition industrielle de la main-d'oeuvre augmente la fréquence des pannes et rend plus difficile la maîtrise de leur diagnostic.

4 - LES BESOINS DE FORMATION A LA MAINTENANCE DANS LES P.V.D.

4.1. Des actions à entreprendre en direction de trois catégories d'opérateurs différents

Les besoins de formation dans les P.V.D. sont immenses, et notamment dans le domaine de la maintenance, et il est impossible de pouvoir répondre immédiatement à tous ces besoins. Des priorités doivent être dégagées tant au niveau des unités de production déjà construites, des projets à venir que des systèmes d'éducation.

- Au niveau des unités de production, des enquêtes réalisées localement montrent que la formation à la maintenance n'a duré que quelques mois dans les meilleurs des cas pour des personnels qui n'avaient au départ aucune formation technique pour la plupart d'entre eux. Cet aspect est encore aggravé par de nombreux départs des personnels qualifiés ou par leur affectation à des postes de gestion. Les formations qui sont dispensées sont soit de type standard et de ce fait souvent inadaptées au public, soit des opérations de formation sur le tas qui risquent de présenter des lacunes en connaissances théoriques et techniques.
- Pour les projets en préparation les maîtres d'ouvrage nationaux reconnaissent de plus en plus la nécessité de prévoir une formation spécifique en maintenance dans les contrats. Néanmoins de nombreuses questions restent encore à préciser : quelle doit être la forme et le contenu de la formation? Doit-elle être générale ou spécifique? A quel public doit-elle s'adresser? doit-elle être de courte ou de longue durée? Doit-elle faire l'objet de contrats spécifiques et individualisés? Comment évaluer la formation dispensée?
- De nombreux pays sont en train de mettre en place ou de renforcer leur système de formation à la maintenance à travers :
 - . la création d'instituts spécialisés (Algérie - Inde) ou d'atelier écoles (Niger, Mali, Guinée)
 - . la mise en place de nouvelles filières dans le cadre de leur système éducatif au niveau CAP, BTS. La Côte d'Ivoire a mise en place récemment un BTS maintenance. Plusieurs pays africains (Mali, Sénégal, Cameroun, Gabon) ont élaboré des projets de création d'un D.U.T. maintenance;

- . le développement des activités maintenance dans le cadre du système de formation professionnelle (Maroc).

Lorsque ces formations existent les maîtres d'ouvrage se plaignent toujours du nombre trop faible de personnels formés et du niveau insuffisant des qualifications acquises.

4.2. Deux priorités d'action : l'organisation et la normalisation

Les formations techniques à dispenser dans les systèmes de formation, auprès des personnels des unités de production déjà existants ou en projet devraient inclure deux aspects indispensables :

- l'organisation de la maintenance
- la normalisation et la standardisation des pièces de rechange

Formation à l'organisation de la maintenance

Afin de faire face aux nombreux aléas de la maintenance dans un environnement non industriel, de nombreux responsables de la maintenance dans les unités de production découvrent l'urgence de développer des formations à la gestion et à l'ordonnancement des travaux de maintenance. La maîtrise de la fonction méthode est particulièrement importante pour gérer l'ensemble des informations qui concourent à la réalisation de la maintenance d'une unité de production en particulier si celle-ci fonctionne dans un environnement non industriel.

Formation à la normalisation et standardisation des pièces de rechange

La normalisation du repérage des pièces de rechange est une revendication qui est de plus en plus reprise au niveau des responsables des unités de production qui sont confrontés aux problèmes de la gestion de pièces de rechange fournis par de multiples constructeurs et originaires de pays différents.

Une autre forme de normalisation qui est aussi souvent évoquée est celle concernant la documentation technique. A ce sujet il est souvent

reproché à celle-ci d'être plus une documentation de construction qu'une documentation de maintenance.

La standardisation des pièces de rechange qui permettrait une réduction du nombre des pièces de rechange est également une revendication des responsables des unités de production, cet objectif se retrouve également dans la plupart des plans nationaux de maintenance comme condition préalable à la création d'une industrie locale de pièces de rechange.

4.3. Des besoins différents selon les pays

Les priorités d'actions précédentes doivent être concrétisées en fonction du niveau de développement et des besoins propres à chaque pays :

- en Inde la préoccupation d'assurer une formation à la maintenance préventive est plus explicite que dans les autres pays;
- dans les pays africains les besoins de formation concernent en priorité la maintenance corrective, les niveaux d'intervention 1,2 et 5 et la fonction réalisation et programmation. Par contre la demande de l'Inde concerne plus la maintenance préventive, la fonction méthode, et les niveaux d'intervention 4 et 5 (c'est-à-dire les opérations de modernisation).

Réhabilitation et modernisation

C'est à ce niveau particulier de la maintenance (5ème niveau) et concernant la reconstruction et la modernisation d'unités de production que s'affirment les différences entre les P.V.D.

En Afrique le nombre d'unités de production en réhabilitation ou en reconstruction est impressionnant. Parmi les contrats de réhabilitation réalisés durant l'année 1984 par des sociétés d'ingénierie européenne en Afrique on peut citer une huilerie au Congo, une unité de filature tissage au Mozambique, une conserverie d'ananas en Guinée, une usine d'ammoniac en Algérie, une usine textile au Tchad et une autre au Cameroun. Certaines de ces unités de production n'ont jamais fonctionné (défaut de conception) ou ont été détruites, au démarrage, ou lors des premiers mois de

fonctionnement, suite à une erreur de pilotage. La réhabilitation de ces unités de production est généralement réalisée par des entreprises étrangères dans le cadre de contrat type clé en main. Ces contrats incluent parfois une formation à la maintenance mais généralement après la reconstruction de ces unités de production la maîtrise de la maintenance par l'entreprise concernée n'a aucunement progressé.

En Inde la modernisation des usines anciennes se déroule d'une manière très différente. Bien qu'elles ne soient nullement interdites aux sociétés d'ingénierie, les opérations de modernisation en Inde sont davantage le fait d'entreprises de production ayant acquis un savoir-faire de modernisation sur leur propre installation. C'est ce principe qu'ont appliqué en Inde, notamment, deux sociétés françaises Lafarge Conseil Etude (LCE) et Neyrpic BMB pour la modernisation et l'amélioration du rendement énergétique d'une cimenterie d'une part et pour l'adaptation de machines à papier à de nouvelles matières premières.

Néanmoins, avant de signer un contrat de modernisation avec un partenaire étranger, les sociétés indiennes exigent de celui-ci la fourniture d'études préalables parfois très coûteuses. Cette exigence des sociétés indiennes s'explique pour deux raisons principales :

- L'Inde qui s'estime bien équipée en industries de biens d'équipement, souhaite limiter les importations de machines. Il peut y avoir des exceptions et il y en a de plus en plus, mais il faut qu'elles soient justifiées par l'absence de fournisseur local ou encore financées sur des crédits étrangers ou internationaux.
- L'industriel indien apprécie de rester responsable des modifications apportées à son usine. S'il est friand de technologie étrangère il veut l'intégrer lui-même et il en est capable. (En Inde la "main d'oeuvre" scientifique et technique totale est estimée à 2,5 millions de personnes, et il y en a en Inde 100 universités, 6000 collèges et de nombreux instituts polytechniques ou de formation industrielle qui forment plus de 200 000 jeunes par an).

5) PROPOSITIONS D'ACTION POUR L'UNITÉ EN MATIÈRE DE
FORMATION À LA MAINTENANCE

5.1. Rédaction de la partie "maintenance" du cahier des charges stan-
dards concernant l'achat de biens d'équipement

Une partie des problèmes de maintenance dans les P.V.D. pour-
rait être supprimée et plus facilement résoluble si certaines mesures
étaient respectées lors des opérations d'achats de biens d'équipement.
Un cahier des charges maintenance devrait être imposé par les maîtres
d'ouvrage des PVD pour toute commande d'une installation industrielle ou
d'un gros équipement. Ce cahier des charges devrait spécifier :

- le contenu de la documentation technique et notamment les plans de mon-
tage, les manuels de maintenances, la liste des pièces de rechange,
la forme dans laquelle cette documentation doit être présentée et son sys-
tème de codification.

- le choix des pièces de rechange, la quantité de première dotation, la
consommation moyenne, les conditions de stockage et avant toute chose les
modalités visant à garantir un approvisionnement permanent et sans pro-
blèmes. Ce cahier des charges maintenance devrait prévoir également
le type de pièces qui pourrait être fabriqué sur place et dans quelles
conditions (fourniture notamment des plans d'exécution par les construc-
teurs de biens d'équipement). Il devrait aussi prévoir le volume et le ni-
veau de la formation que le fournisseur devra dispenser au personnel de
fabrication et également à celui de maintenance.

Ce type de formation incluant une activité de normalisation devrait
être pris en charge par les organismes de normalisation des pays inté-
ressés avec le soutien de l'ONUDI.

Concernant les cahiers des charges maintenance et des contraintes
imposées aux fournisseurs des évolutions rapides sont possibles. Citons
notamment le cas récent du métro de Caracas. Le maître d'ouvrage, assisté
d'une société de Conseil américaine : Bechtel, a imposé des spécifications
très sévères, tant sur la disponibilité des sous-systèmes que sur le coût
de la maintenance corrective et celui des stocks des pièces de rechange.

Il est fort possible que ce type de spécification, qui est courant dans l'armement et le spatial, se généralisera peu à peu à d'autres industries, y compris dans les P.V.D.

PROPOSITION 1

Conception par l'ONUDI de programmes de stages de formation pour la rédaction de la partie maintenance du cahier des charges d'achat des biens d'équipement. L'utilité de mettre au point de tels cahiers des charges pourrait être illustrée par de nombreux exemples concernant divers pays et industries. L'échange d'expériences entre divers pays pour des entreprises similaires appartenant aux mêmes industries devrait être favorisé dans l'organisation de ces stages de formation. L'expérience acquise dans ce domaine par des organismes de normalisation des pays industrialisés (AFNOR par exemple) devrait être valorisée.

5.2. Des missions d'aide à la codification des pièces de rechange

Pour passer commande de pièces de rechange, il est nécessaire que leur repérage soit fait très précisément. Les opérations de codification des pièces de rechange doivent répondre à des caractéristiques bien précises pour que le vendeur puisse fournir la pièce demandée dont a besoin l'acheteur.

PROPOSITION 2

A titre d'expérience dans quelques P.V.D., utiliser des experts techniques ayant reçu une formation adéquate lors d'un stage spécialisé, pour former dans chaque entreprise quelques personnes capables d'utiliser la documentation technique existante, et de codifier les pièces de rechange. Ces missions techniques auraient également pour objectif de compléter la documentation technique et surtout de l'organiser.

5.3. L'informatique comme aide à la gestion de la maintenance

Un aspect particulier que l'on retrouve dans toutes les études de cas, concerne les difficultés pour les entreprises des PVD à maîtriser l'organisation de la gestion de la maintenance :

- ordonnancement des interventions
- gestion des ordres de travaux
- organisation de la documentation technique
- gestion des stocks de pièces de rechange

La gestion de la maintenance nécessite la maîtrise et le traitement de nombreuses informations. C'est un domaine où les techniques informatiques peuvent permettre de résoudre les problèmes plus rapidement et à un moindre coût en particulier dans les pays manquant de main-d'oeuvre qualifiée et rôtée aux procédures industrielles. Quelques sociétés de service ont été amenées à mettre au point des progiciels pour la gestion de la maintenance.

PROPOSITION 3

La gestion de la maintenance devrait être choisie par l'ONUDI comme lieu privilégié d'application des nouvelles technologies pour le développement. Un recensement des outils et des applications devrait être rapidement entrepris.

L'ONUDI devrait également favoriser la constitution de banques de données sur la fiabilité des composants industriels. De telles banques de données seraient fort utiles aux entreprises des P.V.D. pour constituer, en fonction de leurs besoins, leurs stocks de pièces de rechange.

L'ONUDI devrait également entreprendre une étude sur les possibilités d'utilisation de la maintenance assistée par ordinateur, des systèmes experts, et de la télé-assistance pour augmenter la maintenabilité des équipements dans les P.V.D.

5.4. De nouvelles méthodes de formation à la maintenance à promouvoir

Il semblerait que les formations à la maintenance dispensées dans le cadre d'un projet, dans les stages organisés par des centres de formations professionnelle, ou dans les cycles spécialisés du système éducatif, sont rarement satisfaisantes.

Les caractéristiques propres aux activités de maintenance obligent sans doute à repenser les méthodes de formation, surtout lorsque celles-ci s'adressent à des personnels ayant peu de connaissances théoriques et habitués à vivre dans un environnement non industriel. Des réflexions et

expérimentations concernant ce domaine de la formation à la maintenance ont été ébauchées:

- Le BTE (Bureau des Temps Élémentaires) et l'AFICE Rhône-Alpes (France) ont animé un groupe d'étude sur la formation à la maintenance. Selon les membres de ce groupe plus de la moitié des entreprises françaises estiment à tort ou à raison que les formations à la maintenance sont actuellement peu ou mal adaptées. Pour être efficace, une formation à la maintenance devrait être basée non sur la technologie de conception mais sur la technologie de comportement. Il existerait un "profil maintenance commun" à toutes les entreprises ce qui permettrait d'envisager une formation modulaire à partir d'un tronc commun.
- De nombreux cycles de formation à la maintenance ont été créés dans les P.V.D. : cycles intégrés dans le système scolaire, centres de formation spécialisés centres mixtes de formation et de fourniture de services de maintenance. Dans certaines expériences de formation les savoir-faire acquis antérieurement étaient valorisés, d'autres au contraire les ont négligés afin d'assurer la formation sur des "bases solides".

Pour que les unités de production dans les P.V.D. puissent fonctionner sans trop d'arrêt, pour qu'elles atteignent des niveaux de production économiquement rentables, pour qu'elles livrent des produits de qualité, il faut que les travailleurs chargés de l'entretien de ces usines puissent passer rapidement de la connaissance de la pièce cassée à celle de la machine et plus généralement à celle de l'usine. Il leur faut passer rapidement de l'entretien à la maintenance. Ce passage est d'autant plus nécessaire pour les usines dans les P.V.D. : conçues sur le même modèle que celles des pays industrialisés, avec les mêmes équipements, elles doivent par contre fonctionner dans un environnement non industriel.

PROPOSITION 4

En association avec le BIT et d'autres organismes internationaux, l'ONUDI devrait susciter une étude bilan sur les méthodes de formation à la maintenance organisée dans les P.V.D., afin de proposer de nouveaux programmes de formation mieux adaptés aux besoins de ces pays.