

Systèmes experts de diagnostic

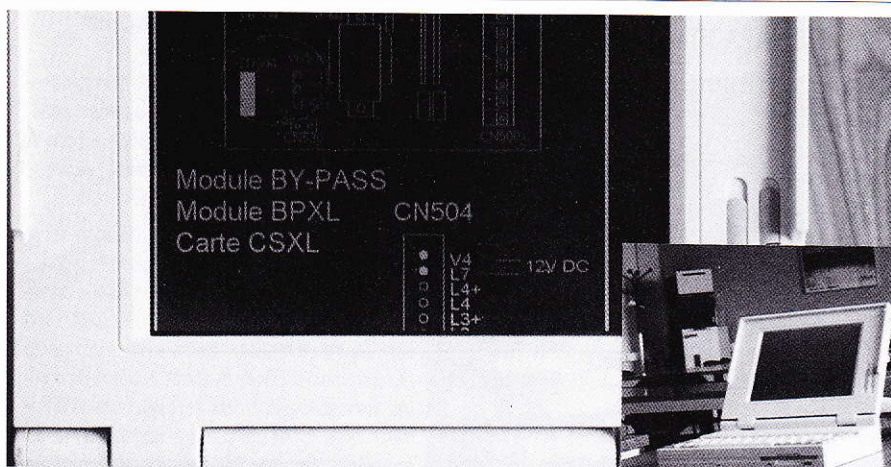
Pour ses onduleurs, Merlin Gerin adopte une maintenance experte

Merlin Gerin développe son système d'aide à la maintenance totale de ses nouveaux onduleurs. A cet effet, la firme grenobloise

s'appuie sur les systèmes experts de la société Arcane. L'un des objectifs majeurs est de réduire la dépense de formation des techniciens de maintenance, tout en faisant aussi bien qu'auparavant.

Le secours électrique, tant des mini-ordinateurs et stations de travail des PME, que de très vastes salles informatiques des banques et assurance, est assuré avec Comet... la nouvelle gamme d'onduleurs commercialisés par Merlin Gerin pour la protection de systèmes informatiques multi-utilisateurs. Ils sont proposés pour des puissances de 7,5 ou 10 kVA avec une autonomie de batterie de 10 minutes à pleine charge, autonomie pouvant être portée à 50 minutes par adjonction de modules de batteries supplémentaires. Ces onduleurs intègrent les technologies les plus performantes en électronique de puissance, tels que les transistors IGBT. Ce sont des onduleurs dits "intelligents" car, munis de 5 ports de sortie, ils peuvent communiquer à une intelligence centrale au travers de réseaux informatiques (ASCII/RS232, réseau LAN), réseaux d'automatisme (Jbus/RS232 ou RS485), voire le réseau domotique Batibus.





Le système expert « PRIAM » installé sur micro-ordinateur portable, livre directement à l'opérateur la cause de la panne.

Mais l'après-vente des onduleurs ?

L'après-vente des 30 gammes d'onduleurs de Merlin Gerin est assurée aujourd'hui par 33 agences en France, dont quatre à Paris. Cette activité spécifique est menée dans le respect de la norme ISO 9000 par quelque 170 techniciens de maintenance préventive et corrective. Ils interviennent dans le cadre d'environ 10 000 contrats représentant 12 000 onduleurs ; les 18 000 onduleurs du parc total Merlin Gerin en France se positionnent dans la gamme s'étendant de 2 kVA (appareillages monophasés) à 600 kVA (installation triphasée).

Une installation d'alimentation pourrait contenir en parallèle jusqu'à six de ces onduleurs de 600 kVA.

Le catalogue de Merlin Gerin évolue naturellement. C'est ainsi qu'entre septembre 1992 et janvier 1994, il s'enrichit de cinq nouveaux modèles. L'ensemble de ces prestations représente un chiffre d'affaires total de 280 millions de francs. S'y ajoutent bien entendu les activités similaires réalisées à l'étranger par les filiales locales de Merlin Gerin. "Et il nous revient de fixer les règles communes et les moyens techniques modernes pour assurer correctement la maintenance préventive de nos onduleurs", nous dit Michel Micheneau, responsable du service technique de l'après-vente des onduleurs (département Services France de Merlin Gerin).

Indispensable formation à la maintenance des onduleurs

Michel Micheneau poursuit : "Plus de la moitié du temps passé par les techniciens d'après-vente est consacrée à la maintenance préventive, cette activité consistant à effectuer des contrôles électriques de bon fonctionnement de l'ensemble de l'appareil, au moyen d'une check-list". Ils s'agit pratiquement d'appliquer les consignes afin de vérifier que les performances n'ont pas évolué. Chaque intervention donne lieu bien entendu à un rapport ; celui-ci est envoyé à Grenoble où

siège l'ordinateur central chargé de conserver l'historique de chaque onduleur, et de dresser le hit-parade de la panne.

Les autres activités du service se partagent entre la maintenance corrective (15 % des missions) au moment de pannes, la mise en service d'appareils nouveaux (15 % également), les travaux dits à l'attachement tels que visites ou contrôles (8 %), des contrôles d'installations globales (3 %)...

En se référant à la norme AFNOR, la maintenance préventive est réalisée par des techniciens de niveau 2.

La maintenance corrective implique des dépannages simples, mais aussi parfois très complexes. Elle fait donc appel à des techniciens dont le niveau est compris entre 2 et 5.

La mise en service s'effectue par application d'une check-list : le niveau 2 convient. Il en va de même des contrôles divers.

Une telle activité exige bien entendu des dépenses très importantes pour une formation relativement longue de tous les techniciens de maintenance, sans exception : au mois de formation générale (à Grenoble) sur les onduleurs au moment de l'embauche, s'ajoutent les cours particuliers propres à chaque gamme d'onduleurs. Au total, on estime qu'il faut au moins six mois de formation pour qu'un bon technicien parvienne à bien connaître... cinq ou six gammes d'onduleurs (à la limite dix gammes pour un "super-bon" technicien) après quelques années de service.

Le service, en somme, consacre 15 % de son temps à la formation afin de pouvoir traiter le correctif, avec des techniciens de niveaux 2 à 5.

Mais aujourd'hui, la seule connaissance des onduleurs ne suffit plus pour régler correctement un problème sur site. Le technicien doit aussi être compétent sur l'environnement des onduleurs, afin de pouvoir distinguer les problèmes propres aux onduleurs de ceux susceptibles de survenir en amont comme en aval de chacun d'entre eux. Rien que pour assurer la maintenance des cinq onduleurs annoncés par Merlin Gerin entre sep-

tembre 1992 et janvier 1994, la dépense de formation des 180 techniciens avoisine les 100 000 heures de formation !

En somme, pour Michel Micheneau : "L'équipe de maintenance se devait d'être étoffée pour maintenir les trente gammes d'onduleurs de la production Merlin Gerin. Et nous devions former les techniciens pratiquement au niveau 4, celui de l'expert, pour pouvoir intervenir sur tous les problèmes susceptibles d'apparaître sur chaque onduleur. Alors que la maintenance corrective exigeant ce niveau ne concernait que quelques rares situations de dysfonctionnement". Impensable de poursuivre sur la lancée du passé ! Et cela s'avère d'autant plus vrai que, du côté des utilisateurs, le cycle de renouvellement des onduleurs raccourcit ; en effet, les gammes d'onduleurs ont tendance à s'accroître afin de pouvoir proposer une offre encore plus diversifiée.

Il fallait réorganiser la formation, tenter de trouver une solution nouvelle pour résoudre les problèmes de niveaux 3, 4 et 5, sachant que pour le niveau 2, une check-list bien adaptée est pleinement satisfaisante. Comment faire tout aussi bien que par le passé, mais en réduisant d'un facteur 2 les dépenses de formation ?

Chez Merlin Gerin, la réponse passe par le système expert.

Le système expert pour les niveaux 3 à 5

Aujourd'hui, on estime que la check-list, cet organigramme que le technicien suit à la lettre, est la solution pleinement satisfaisante pour le niveau 2. Mais elle ne l'est plus aux niveaux supérieurs. "Pour remplacer l'expert (niveau 4) et le concepteur (niveau 5), il faut avoir recours au système expert", affirme Michel Micheneau. Mais lequel choisir alors que la panoplie des offres du marché s'étale entre 500 francs seulement et jusqu'à dix millions de francs ?

Comme toujours, c'est un peu le hasard qui a guidé les pas de Merlin Gerin vers le seuil d'une toute petite entreprise provinciale : Arcane. Son système expert Miao, pris en test pendant trois mois, s'est avéré facile à mettre en oeuvre. "Il possède d'énormes qualités", s'exclame Michel Micheneau pour qui "les principes mis en oeuvre, en l'occurrence la capacité de définir les composants physiques (à dépanner), les cartes électroniques notamment, traversés par des flux se dirigeant de l'un vers l'autre... permettent de définir aisément la fonctionnalité de l'ensemble du matériel à diagnostiquer".

Par tous les flux !

Miao, faut-il le rappeler, est bâti sur un principe de base, celui de la propagation des flux. Toute machine en fonctionnement est parcourue par des flux qui l'animent. La machine reçoit des flux d'entrée. Elle produit des flux de sortie. Elle-

même est traversée par des flux internes. Les flux utiles correspondent aux fonctions de cette machine. Les flux inutiles sont les effets parasites tels que les bruits, odeurs, fumées, fuites qui n'animent pas le système.

Et puis, il y a sept lois pour localiser une panne. Des lois de bon sens, comme celle qui dit qu'un composant est déclaré défectueux si, avec des flux d'entrée correct, l'un de ses flux de sortie (au moins) est défectueux.

Ou encore celle-ci : quand un flux défaillant est détecté, il faut chercher sa cause en amont. Lorsque les flux de sortie propres à un composant ne présentent pas de défaut, il est déclaré bon... Nous allons donc remonter un flux défaillant, à la trace, comme le ferait un bon chien de chasse recherchant sa proie. Puis, de proche en proche, procéder à la localisation géographique de la panne, en basant le raisonnement sur des symptômes.

L'opérateur observe un symptôme à l'entrée de son modèle : la tension est présente sur le réseau extérieur, par exemple. Il serait inutile, n'est-ce pas ? de démonter un onduleur qui ne fonctionne pas si l'on s'apercevait qu'il n'était pas alimenté en l'entrée. Première question : le disjoncteur d'entrée est-il ouvert ? Puis, le système fait son enquête. Il se permet de vous demander la valeur de la tension du réseau. La tension est-elle vraiment présente entre V4 et F7 (repérés sur le schéma) ? etc.

Bien entendu, si la tension est bien là, c'est qu'il y a un problème ailleurs. Pour tenter de le résoudre, notre opérateur observe également des symptômes de sortie. La diode électroluminescente est effectivement normalement allumée. Or, subitement, elle s'est éteinte : voilà une observation visuelle qui doit intéresser notre système expert ! Si le flux de sortie de l'onduleur est bon, c'est donc nécessairement que la LED est mauvaise. Mais si par contre, ce flux de sortie avait été jugé mauvais, il se pourrait alors que cette LED soit quand même bonne... Il faudra contrôler d'autres flux, ailleurs, au sein de l'onduleur. L'opérateur signale au système expert d'autres symptômes observables du dysfonctionnement : un buzzer qui retentit, le ventilateur qui s'est mis à l'arrêt...

Là où Miao pêchait, Maieutica veillait

"Dans certains cas, on est obligé d'ouvrir un flux", note Michel Micheneau. "Admettons que le fusible de puissance soit détérioré. Miao vous dira tout simplement de le changer. Que se passerait-il si vous ne faisiez que suivre sans discernement le conseil qui vous est donné ? Le fusible, inmanquablement, sauterait de nouveau après remise sous tension !". Car la panne produisant cet effet ne serait pas corrigée. Miao, jadis, était prévu pour trouver une panne, et une seule. Il n'imaginait nullement que quelque chose avait pu rendre mauvais ce fusible. "Nous avons dû dériver le mauvais flux, établir une procé-

re de test au moyen de Maieutica, l'autre système expert d'Arcane. Celui-ci joue le rôle d'une arborescence, d'un logigramme de dépannage". Nous n'allons pas nous contenter de changer le fusible mort. Il faudra aussi, dans la procédure de test pilotée par Maieutica, déconnecter le système de puissance, contrôler à l'ohm-mètre que tel transistor est bon, s'assurer de la présence des impulsions sur le point de test n°12 de la carte n°3, etc. Tout l'ensemble a été fusionné au sein d'un seul et même système expert d'aide au diagnostic des onduleurs. Celui-ci compte aujourd'hui cinq systèmes experts et dix procédures de test.

Que le graphique s'en mêle !

Vous avez dit : "contrôler la présence des impulsions sur le point de test n°12 de la carte n°3" ? Quid de ce point de test et de cette carte ?

Pour faciliter la compréhension de cette demande ésotérique, il fallait l'associer à un schéma affiché sur l'écran du micro-ordinateur supportant le système expert de Merlin Gerin.

Une schémathèque est associée au système de dépannage de onduleurs. Elle comporte environ 90 schémas qui sont automatiquement appelés dès lors qu'une question est posée. "Le flux XYZ est-il bon ?". Il suffit d'appuyer sur la touche F2 pour que le schéma apparaisse sur l'écran. Il montre où se situe le flux en question.

Dans les tests de faisabilité menés jusqu'alors, l'onduleur sous test était raccordé au micro-ordinateur piloté par l'opérateur au moyen d'un clavier pour lui permettre de répondre aux questions posées par le système expert. Demain, tout sera automatisé. "La nouvelle génération d'onduleurs Comet sera raccordée au micro-ordinateur

par une liaison série RS232", nous confie Michel Micheneau. "Une procédure saisira alors l'ensemble des états internes de l'onduleur sous test qui seront automatiquement injectés dans le système expert. Etc'est bien sûr le système expert tout seul qui va démarrer la procédure de diagnostic de panne. Il ne demandera à l'opérateur que les informations manquantes".

Depuis le 15 septembre 1993, date de sortie de la nouvelle gamme d'onduleurs, tout s'enchaîne en automatique. Point de questions ! Le système expert baptisé PRIAM (PRogramme Interactif d'Aide à la Maintenance) est installé sur 180 micro-ordinateurs, des PC portables de Compaq sous MS/DOS ; il livre directement à l'opérateur la cause de la panne.

Cette technologie sera aussi mise en oeuvre pour la facturation des interventions et l'édition des rapports de travaux destinés ensuite à être expédiés par téléphone vers l'ordinateur central de Grenoble.

PRIAM va plus loin. Il se transforme en système d'aide à la maintenance capable d'aider le technicien à régler les nouvelles cartes qu'il installe dans l'onduleur, à disposer d'un schéma ou d'un synoptique sur site, à visualiser ce qui sera affiché sur l'écran de l'oscilloscope.

Une telle réalisation ne va bien entendu pas sans de nombreux longs développements informatiques. Il a fallu au service technique de Merlin Gerin une année à cinq personnes pour réaliser le premier système expert, soit approximativement l'équivalent de l'économie escomptée par la réduction des dépenses de formation. Ce que l'on a gagné d'un côté, a été dépensé de l'autre. Les économies sont attendues dès maintenant. Une période de développement de trois ans est prévue pour informatiser tous les éléments relatifs à l'ensemble des onduleurs de Merlin Gerin.

"Les futurs systèmes experts spécifiques à une gamme d'onduleurs seront fabriqués en trois mois, schémathèque incluse", estime Michel Micheneau. "Désormais, les futurs onduleurs ne pourront être dépannés qu'avec le nouveau système expert, par un opérateur de niveau 2".

Depuis septembre 1993, chaque technicien participant au stage Comet est accompagné de son portable et reçoit une formation d'une demi-journée sur le système expert de maintenance. Un système qui va se généraliser à l'étranger. Il est déjà en test en Italie, en Espagne et en Belgique. Le système expert est aussi auto-formateur : il permet en effet de simuler une panne et voir comment réagit le système. Pourrait-on demain envisager de remplacer la formation grenobloise par une auto-formation locale ?

"Nous gardons enfin la mémoire de notre travail", insiste Michel Micheneau : "dans dix ans, nous saurons encore dépanner l'onduleur d'aujourd'hui".

LA CLASSIFICATION AFNOR POUR LA MAINTENANCE

La norme AFNOR définit cinq niveaux d'intervention sur tout type de matériels :

Niveau 1 : l'opérateur qui effectue des manœuvres sur le matériel (il manipule l'onduleur)

Niveau 2 : le technicien chargé du suivi des opérations (suivi de check-list)

Niveau 3 : un technicien ayant les mêmes missions que précédemment, avec en plus la capacité de trouver une solution de dépannage

Niveau 4 : l'expert

Niveau 5 : le concepteur.