

La disponibilité des équipements calculée automatiquement pour optimiser la politique de maintenance et contrôler son efficacité

Solution AVAIL - Calcul automatique d'indicateurs de fiabilité, maintenabilité et disponibilité d'équipements électromécaniques à partir de données de supervision

Guy Gaudy Ingénieur Informatique Industrielle,
Zoubir Ait Mansour Asset Manager,
Jean-Pierre Hangouet Directeur Métier O & M,
Bénédicte Guy Responsable Centre Technique
Plant Asset Management
SUEZ

Cet article présente la solution AVAIL, développée par SUEZ lors d'un projet pilote déployé sur une station d'épuration de 95 000 Eq/Hab en 2014. AVAIL permet un calcul automatique d'indicateurs de fiabilité, maintenabilité et disponibilité d'équipements électromécaniques à partir de données de supervision. Ces indicateurs automatiques constituent une aide précieuse à la décision pour :

- l'exploitant, afin de mesurer la performance de sa politique de maintenance et disposer d'éléments objectifs pour l'améliorer continuellement ;
- le propriétaire de l'usine, afin de s'assurer du niveau de prestation fournie par son exploitant et vérifier dans la durée que la performance de son usine est conforme à ses attentes.

Ainsi, toutes les conditions sont réunies pour une relation de confiance entre partenaires. L'exploitant peut optimiser l'installation et le propriétaire s'assurer qu'il obtient une prestation de qualité.

ABSTRACT

Availability of equipment items automatically calculated to optimise maintenance policy and managing its effectiveness.

AVAIL Solution - Automatic calculation of indicators of reliability, maintainability and availability of electro-mechanical equipment items working from supervision data.

This article presents the AVAIL solution developed by SUEZ during a pilot project deployed at a 95 000 Eq/Hab purification station in 2014. AVAIL makes it possible to have automatic calculations of reliability, maintainability and availability of electro-mechanical equip-

ment items working from supervision data. These automatic indicators constitute a precious decision-making resource for:

-the operator so as to measure the performance of their maintenance policy and to have available target elements for continual improvement;

-the factory owner in order ensure that the level of service provided by the operator is in the right place, and to check that the performance is in line with expectations over time.

In this way, all the conditions come together so that a relationship of trust exists between the business partners. The operator can optimise the installation, and the owner can make sure that a high-quality service is delivered.

Il existe une divergence d'intérêts au sujet de la maintenance entre le propriétaire d'une installation de traitement d'eau et le prestataire exploitant. En effet, l'interrogation légitime du propriétaire concernant l'entretien et la conservation de son installation sera : « le prestataire en fait-il assez ? ». De son côté, le prestataire pourra aborder le sujet par la formulation inverse : « n'en fais-je pas trop ? ». Ce dilemme met en lumière un besoin criant d'objectivité dans l'évaluation de la politique de maintenance et de l'état des installations pour le bénéfice des deux parties. Or, comment mesurer objectivement l'état des équipements électromécaniques ? Il

Tableau 1 : Liste des statuts d'un équipement

Statut de l'équipement	Analogie automobile
1. Mobilisé Assure sa fonction à la demande d'un opérateur	
2. Mobilisable Arrêté par un opérateur qui n'en avait plus l'utilité mais peut être remis en fonctionnement « à volonté »	
3. Incapacité externe Fonctionnement impossible pour une cause qui lui est étrangère	
4. Incapacité propre Fonctionnement impossible pour une cause qui lui est propre (défaillance)	
5. Incapacité volontaire non planifiée Mis volontairement hors service par un opérateur pour une cause non planifiée	
6. Incapacité volontaire planifiée Mis volontairement hors service par un opérateur pour une cause planifiée (préventif)	

procédures et des moyens prescrits ». Nous avons choisi de mesurer la maintenabilité par le biais du temps moyen de rétablissement de la fonction perdue.

Disponibilité : « Aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données, à un instant donné ou pendant un intervalle de temps donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires soit assurée. Cette aptitude est fonction d'une combinaison de la fiabilité, de la maintenabilité et du soutien en maintenance de l'entité ». Nous avons choisi de mesurer la disponibilité par le biais du pourcentage de temps durant lequel l'équipement est en capacité d'assurer sa fonction.

Besoin

Ces indicateurs simples en théorie sont reconnus depuis longtemps par la profession mais sont rarement utilisés en pratique. Pour en comprendre la raison, il suffit simplement d'essayer de les calculer pour les quelques centaines d'équipements que comporte une station de traitement d'eau moyenne. On prend alors rapidement conscience de la nature hautement chronophage de cette tâche ainsi que de l'extraordinaire quantité de données requises. L'approche traditionnelle consiste à rechercher ces données dans la GMAO (Gestion de Maintenance Assistée par Ordinateur) en traitant les historiques d'ordres de travail. On observe que ces données sont le plus souvent incomplètes, de qualité discutable, voire indisponibles.

Le puissant intérêt de ces indicateurs est ainsi censuré par les écueils de leurs mises en application pratique. Ainsi, bien que beaucoup s'accordent sur leur intérêt, en dehors d'études ponctuelles et limitées à quelques équipements, ils ne sont quasiment jamais utilisés de manière systématique sur la totalité des équipements d'une installation de traitement.

Solution - concept

La solution AVAIL repose principalement sur deux idées :

1. L'utilisation du système de supervision (et non pas la GMAO) qui gère en continu et en temps réel des informations permettant de caractériser le statut des équipements et de savoir à chaque instant s'ils sont ou non

n'existe pas vraiment de réponse simple et incontestable à cette question.

SUEZ utilise une méthode basée sur l'objectivation de 4 critères que sont la performance, les signes extérieurs de dégradation, l'obsolescence et la disponibilité. Ce dernier critère englobe notamment les deux composantes que sont la fiabilité et la maintenabilité.

Les indicateurs relatifs à la disponibilité, la fiabilité et la maintenabilité sont essentiels car ils traduisent une dimension importante de l'état des équipements électromécaniques, et reflètent leurs comportements. Ils donnent aussi une indication sur la qualité de la prestation assurée par la fonction maintenance (qualité et rapidité des interventions).

Quelques définitions

Sur les principaux concepts qui nous inté-

ressent ici, la norme Afnor X60-500 nous livre les définitions suivantes :

Fiabilité : « Aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise, dans des conditions données, pendant un intervalle de temps donné. Le concept de fiabilité est traduit souvent dans la pratique comme l'aptitude d'une entité à avoir une faible fréquence de défaillances ».

Nous avons choisi de mesurer la fiabilité par le biais du nombre moyen de défaillances par unité de temps.

Maintenabilité : « Dans des conditions données d'utilisation, aptitude d'une entité à être maintenue ou rétablie, sur un intervalle de temps donné, dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise, lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données, avec des

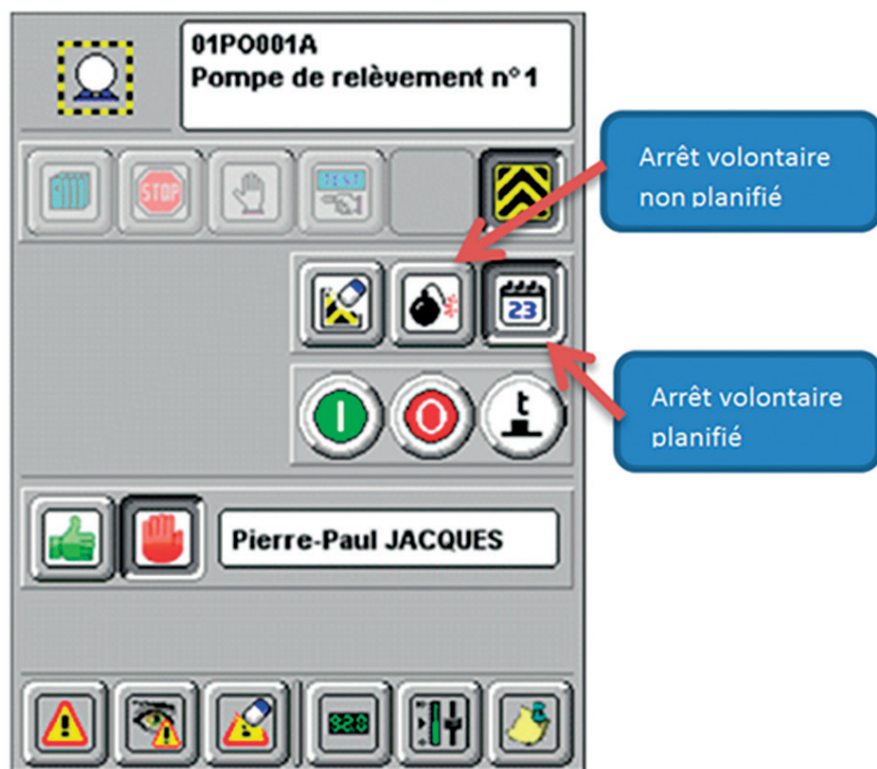


Figure 1: IHM de supervision.

en mesure de réaliser leur fonction.

2. La modification dans le système de supervision de la commande « arrêt » des équipements afin d'être en mesure de distinguer les différentes causes d'arrêt.

AVAIL est ainsi en mesure d'exploiter la mine d'informations contenue dans la supervision et rarement exploitée à défaut d'outil adapté pour calculer les indicateurs évoqués ci-dessus.

Nous avons mis en œuvre cette solution sur une station d'épuration dans le cadre d'un projet pilote.

Solution - technique

Obtention des données brutes

L'exploitation des données de la supervision suppose dans un premier temps d'adapter le système pour générer automatiquement une base de données horodatée de tous les statuts successifs pris par chacun des équipements.

La liste des différents statuts caractérisés dans cette base de données brute est présentée dans le tableau 1 avec une illustration pédagogique utilisant l'exemple de l'utilisation d'une automobile.

Pour être complet, dans les cas où les arrêts sont le fait d'une action manuelle, une adaptation de l'interface homme machine (IHM) est nécessaire pour permettre aux opérateurs de déclarer la nature planifiée ou non des mises à l'arrêt volontaires des équipements (cf. figure 1).

Format des données brutes

Les données brutes ainsi générées par la supervision se présentent sous la forme d'un fichier texte. Chaque changement de statut d'équipement donne lieu à la création d'un enregistrement avec la référence de l'équipement concerné, la date, l'heure et le nouveau statut.

Tableau 2: Exemple de données brutes pour 1 équipement

Référence	Description	Date	Heure	Nouveau Statut	Description Statut
01PO001A	Pompe1A	02/06/14	08:31:13	2	Mobilisable
01PO001A	Pompe1A	02/06/14	09:54:08	1	Mobilise
01PO001A	Pompe1A	02/06/14	11:47:26	4	Incapacité propre
01PO001A	Pompe1A	02/06/14	17:02:39	2	Mobilisable
...

Traitement des données

Le fichier texte est ensuite traité par une application spécifiquement développée à cette fin. Les grandes étapes du traitement automatique se résument ainsi :

1. Importation
2. Formatage
3. Tri par TAG et date
4. Calcul des durées de chaque statut
5. Calcul des indicateurs
6. Édition du rapport

La figure 2 (page ci après) illustre l'architecture générale du système AVAIL.

Calcul des indicateurs

Les 3 types d'indicateurs retenus (fiabilité,

maintenabilité et disponibilité) sont calculés pour plusieurs périmètres :

- indicateurs individuels relatifs à chacun des équipements suivis ;
- indicateurs par famille d'équipements (machines tournantes, divers électromécanique, instruments, vannes) ;
- indicateurs relatifs à un groupe d'équipements critiques ;
- indicateurs globaux relatifs à un atelier ou à l'ensemble de l'usine, (pour les équipements suivis par la supervision).

Indicateur de fiabilité F : pour un ou plusieurs équipements sur une période donnée, l'indicateur de fiabilité est obtenu par la relation suivante :

$$F = (N_4 + N_5) / t_a$$

Note : voir ci-après les définitions des notations ;

Indicateur de maintenabilité M1 (maintenance corrective) : pour un ou plusieurs équipements sur une période donnée, l'indicateur de maintenabilité M1 est obtenu par la relation suivante :

$$M1 = [\Sigma(T_4) + \Sigma(T_5)] / [\Sigma(N_4) + \Sigma(N_5)]$$

Indicateur de maintenabilité M2 (maintenance préventive) : pour un ou plusieurs équipements sur une période donnée, l'indicateur de maintenabilité M2

est obtenu par la relation suivante :

$$M2 = \Sigma(T_6) / \Sigma(N_6)$$

Indicateur de disponibilité D : pour un ou plusieurs équipements sur une période donnée, l'indicateur de disponibilité D est obtenu par la relation suivante :

$$D = 1 - \{[\Sigma(T_4) + \Sigma(T_5) + \Sigma(T_6)] / t_h\}$$

Indicateur de facteur humain FH : cet indicateur vise à estimer la proportion d'événements d'indisponibilité déclarés par les opérateurs par rapport à l'ensemble des indisponibilités. Pour un ou plusieurs équipements sur une période donnée, l'indicateur de facteur humain FH est obtenu par la relation suivante :

$$FH = [\Sigma(N_5) + \Sigma(N_6)] / [\Sigma(N_4) + \Sigma(N_5) + \Sigma(N_6)]$$

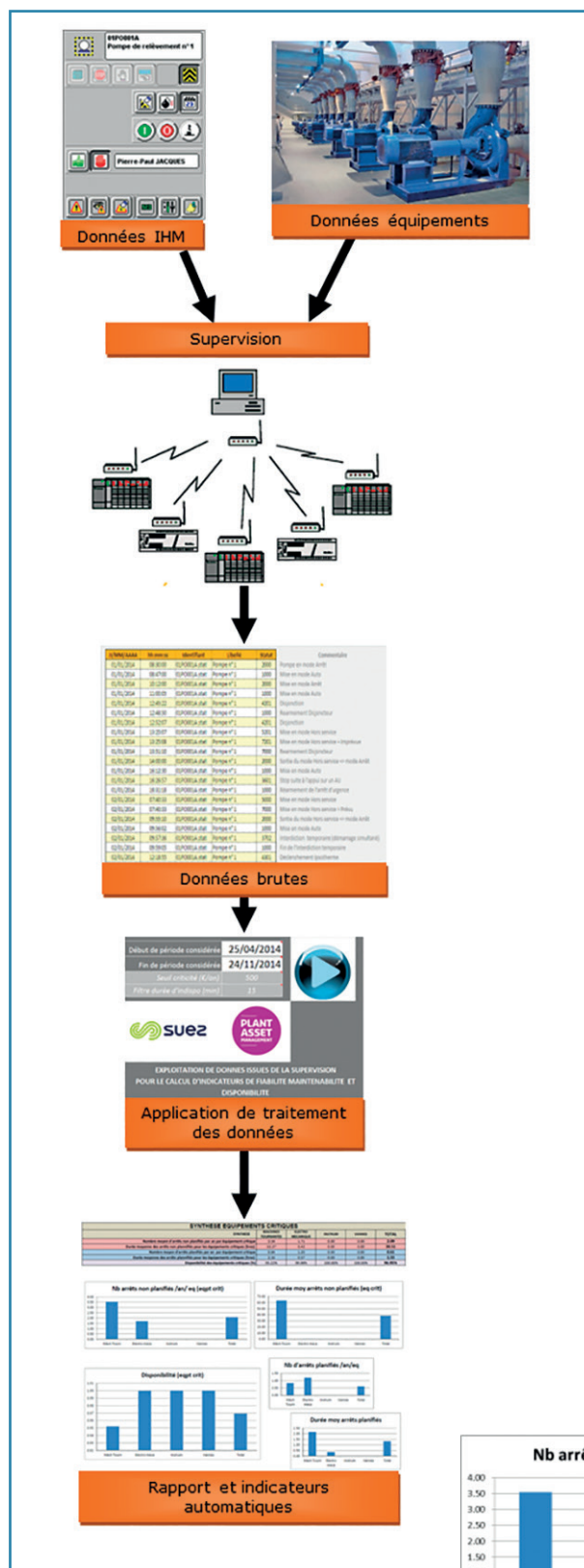


Figure 2: Architecture du système AVAIL.

Avec

- F: nombre moyen d'arrêts non planifiés par an
- M1: durée moyenne des arrêts non planifiés, en heures
- M2: durée moyenne des arrêts planifiés, en heures
- D: disponibilité moyenne des équipements en % de temps
- N₄: nombre d'enregistrements avec statut d'incapacité propre (défaillance)

- N₅: nombre d'enregistrements avec statut d'incapacité volontaire non planifiée
- N₆: nombre d'enregistrements avec statut d'incapacité volontaire planifiée
- T₄: durée des statuts d'incapacité propre (défaillance), en heures
- T₅: durée des statuts d'incapacité volontaire non planifiée, en heures
- T₆: durée des statuts d'incapacité volontaire planifiée, en heures
- t_a: durée de la période considérée exprimée en années
- t_h: durée de la période considérée exprimée en heures (t_h = 8760 x t_a)

Au-delà des indicateurs, le rapport généré comporte également la liste des 20 équipements les moins fiables, les moins maintenables et les moins disponibles.

Application pratique

La solution AVAIL a été mise en œuvre et expérimentée avec succès sur une station d'épuration de

95 000 Équivalent/Habitants.

Le système produit en moyenne près de 220 enregistrements par jour pour 425 équipements suivis. Les événements d'indisponibilité sont au nombre de 135 par mois en moyenne, dont 35 impliquant une entrée manuelle (Facteur Humain = 35/135 = 26 %).

Des rapports automatiques sont régulièrement édités et utilisés par les exploitants.

Résultats

Les bénéfices associés au calcul automatique de ces indicateurs avec un haut degré de précision et de confiance sont multiples.

Bénéfices obtenus

La solution AVAIL de SUEZ produit des données objectives qui permettent à l'exploitant de faciliter et d'améliorer sa compréhension du comportement des équipements grâce notamment à une identification des plus problématiques. AVAIL aide ainsi à établir des priorités pour une maintenance plus efficace.

AVAIL apporte également un gain de productivité certain en termes de traitement de données, de calcul d'indicateurs et d'édition de rapports.

Bénéfices attendus

Dans un cadre contractuel à définir, l'établissement d'objectifs mesurables contribuerait à une communication simplifiée et objective entre le propriétaire et l'exploitant au sujet de la maintenance. Par exemple, suite à une période d'observa-

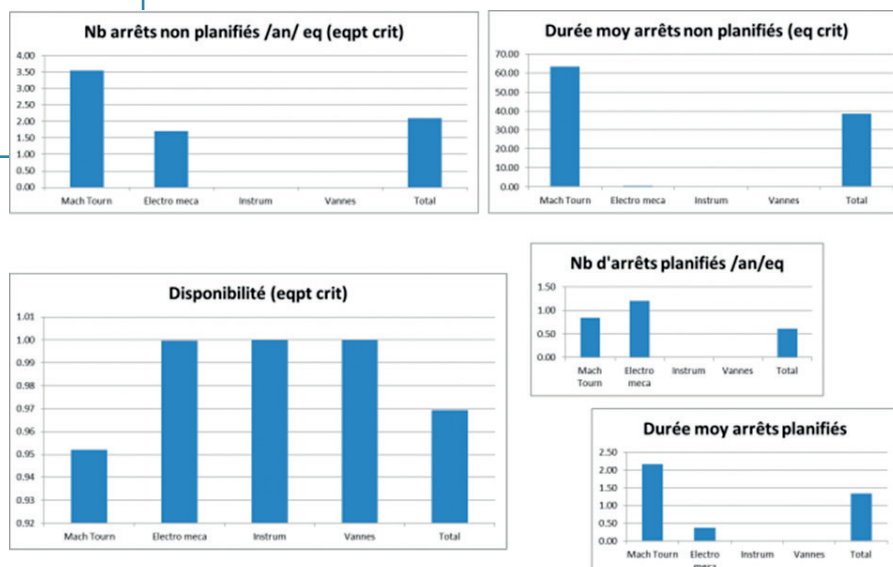


Figure 3: Exemple de graphiques issus d'un rapport automatique.

tion, les deux parties pourraient convenir d'un objectif de disponibilité des équipements les plus critiques, voire de l'usine dans sa globalité.

Limites

Il convient toutefois de signaler que le périmètre de la solution AVAIL sera limité aux équipements gérés par la supervision, excluant entre autres le génie civil, les tuyauteries, les structures métalliques et capacités, ainsi que les équipements électromécaniques non contrôlés par la supervision.

Par ailleurs, le facteur humain évoqué précédemment comporte un risque d'erreur associé à la déclaration de la nature planifiée ou non des arrêts volontaires ainsi qu'à leur durée. Une formation adéquate des utilisateurs permet toutefois de prévenir ce risque qui, dans le cas de notre

pilote, ne concerne que 26 % des événements d'indisponibilité. La possibilité de mesurer les proportions entre les données automatiques et les données déclaratives (minoritaires) peut s'avérer riche en enseignements.

Conclusion

Le projet pilote a permis de démontrer la faisabilité de l'utilisation de données de supervision pour le calcul automatique d'indicateurs de fiabilité, maintenabilité et disponibilité d'équipements, pour la mesure de performance et l'aide à la décision.

Le calcul automatique de ces indicateurs avec un facteur humain limité, représente un élément d'objectivité et de confiance qui pourrait être utilisé contractuellement au bénéfice de l'entité propriétaire mais également du prestataire exploitant d'une ins-

tallation de traitement d'eau. Ceci renforcerait la confiance du propriétaire dans la qualité de la maintenance effectuée et, par le même biais, apporterait une plus grande liberté à l'opérateur, dans les limites de l'atteinte des objectifs établis.

La prochaine étape de développement de la solution AVAIL consiste à industrialiser l'application de traitement de données à travers son intégration dans les outils standards d'exploitation utilisés par SUEZ. ■

Références bibliographiques

- Norme X 60-500. Terminologie relative à la fiabilité, maintenabilité, disponibilité. AFNOR. Edition 2010.
- Hangouët Jean-Pierre, Aït Mansour Zoubir, Guy Bénédicte. Optimisation de la gestion du patrimoine des usines de traitement d'eau. L'Eau, l'Industrie, les Nuisances, 2015, n° 380 p66-72.

Le recouvrement des factures d'eau

Henri SMETS, membre de l'Académie de l'Eau



Format 16 x 24 cm
270 pages
2016
ISBN 979-10-91089-26-5
Prix public : 39,00 € TTC

Les coupures d'eau ont longtemps été considérées comme l'arme idéale à la disposition des entreprises distributrices d'eau potable pour obtenir des usagers le paiement rapide de leurs factures d'eau conformément à leurs obligations contractuelles. Cette approche a été partiellement abandonnée en France dès 2007 quand la loi a prévu l'interdiction des coupures d'eau de tous les ménages démunis qui reçoivent une aide du Fonds de solidarité pour le logement. La loi « Brottes », en 2013, a élargi les cas d'interdiction pour être d'application très générale. Les doutes qui subsistaient sur la portée de cette loi ont disparu en 2015 quand le législateur a précisé sa position. Aucune coupure d'eau et aucune réduction de débit en cas d'impayés ne peuvent plus être mises en œuvre dans les résidences principales des usagers domestiques. Cet ouvrage vise à proposer des améliorations aux dispositions pour le recouvrement des factures d'eau. Il cherche à garantir le respect du droit de l'Homme à l'eau et à l'assainissement et à éviter des situations où des familles se trouveraient privées d'accès à l'eau du fait d'impayés. Il a été rédigé dans la perspective de l'adaptation des règlements des services de l'eau aux nouvelles exigences législatives dans le secteur de l'eau. Il présente un intérêt tout particulier pour les responsables des services de l'eau et pour les collectivités qui devront nécessairement procéder à la mise à jour de leurs règlements du service de l'eau du fait des changements législatifs récents.

➔ www.editions-johanet.com

60, rue du Dessous des Berges - 75013 Paris - Tél. +33 (0)1 44 84 78 78 - Fax : +33 (0)1 42 40 26 46 - livres@editions-johanet.com