

Du renforcement d'enjeux technico-socio-économiques...

Les services « FMDS » (Fiabilité, Maintenabilité, Disponibilité, Sécurité) sont aujourd'hui largement sollicités pour réaliser des études ponctuelles ou des analyses de fond. De fait, la maintenance industrielle s'avère être source et cible de développements scientifiques, ce qui se traduit par des actions ponctuelles de partenariat « industrie-recherche », ou encore par des projets de plus grande envergure, tel que celui de l'*IMS center*¹. De manière plus ciblée, au niveau des entreprises, les concepts traditionnels de maintenance préventive et corrective sont peu à peu complétés par une prise en compte plus proactive des phénomènes de défaillances [HES 08, MUL 08b] ; les industriels tendent à renforcer leur capacité à anticiper les défaillances afin de recourir à des actions préventives les plus justes possible dans un objectif de réduction des coûts et des risques. Aussi, la mise en œuvre de solutions de « Prognostics and Health Management » (PHM) prend une part grandissante, et le processus de pronostic est aujourd'hui considéré comme l'un des principaux leviers d'action dans la recherche d'une performance globale :

- l'anticipation des défaillances d'éléments critiques permet de prévenir les risques industriels et d'assurer la sécurité des personnes et des biens ;
- le pronostic permet d'assurer une continuité des services et, par là-même, d'augmenter la qualité de ceux-ci ;

1. IMS : Industry-University Cooperative Research Center for Intelligence Maintenance System « The vision [...] is to enable [...] to achieve and sustain near-zero breakdown performance » (www.imscenter.net/).

– sur le plan environnemental, le pronostic industriel s’inscrit en outre dans une logique de développement durable : il permet d’augmenter la disponibilité et d’allonger le cycle de vie des systèmes industriels ;

– la mise en œuvre de la maintenance prévisionnelle (basée sur le pronostic) nécessite une qualification et participe à la valorisation du personnel technique de maintenance.

A l’émergence d’une thématique : le PHM...

Au-delà de l’écho qu’elle peut rencontrer auprès du monde industriel, cette thématique de pronostic/PHM devient naturellement un cadre de travaux de recherche à part entière et tend à être de plus en plus visible au sein de la communauté scientifique. De nombreux laboratoires s’y intéressent aujourd’hui (NASA PCoE, Université d’Atlanta, IMS Center et Army Research Laboratory aux Etats-Unis, Université de Toronto au Canada, CityU-PHM Center de l’Université de Hong-Kong, etc.), et quatre conférences consacrées à la thématique du PHM sont programmées chaque année², dont deux bénéficient du soutien de la « IEEE Reliability Society ». Ceci est un signe de l’essor de cette thématique et les travaux de recherche dans le domaine sont d’ailleurs en forte croissance (figure I.1).

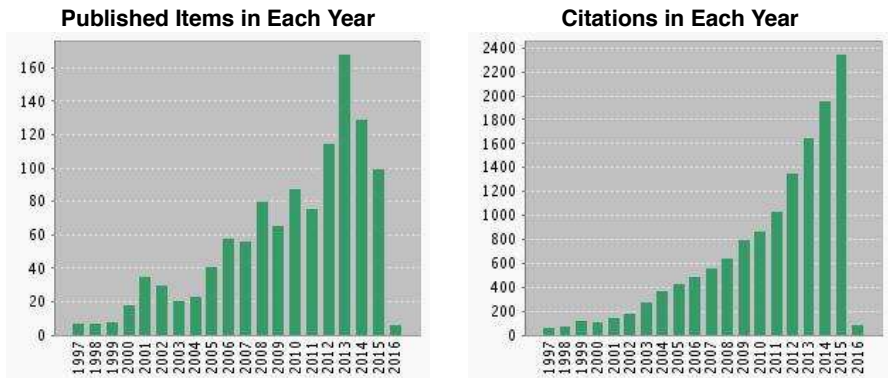


Figure I.1. Publications ayant pour thème le PHM
(Web of Sciences, février 2016)

2. - IEEE International Conference on Prognostics and Health Management.
- Prognostics and System Health Management Conference.
- Annual Conference of the Prognostics and Health Management Society.
- European Conference of the Prognostics and Health Management Society.

A l'objet de cet ouvrage...

En marge de l'essor apparent de la thématique, les solutions de PHM n'en restent pas moins le fruit de l'évolution des techniques et technologies de sûreté de fonctionnement, de surveillance et d'ingénierie de maintenance. C'est dans ce cadre que s'inscrit cet ouvrage. Nous visons à présenter l'émergence de cette thématique de PHM, à montrer en quoi elle vient compléter les activités traditionnelles de maintenance, à expliciter les processus sous-jacents, à décrire les bénéfices pouvant être attendus de la mise en œuvre de solutions de PHM dans l'industrie, et enfin, à apporter quelques éléments de réflexion sur les problèmes majeurs et défis encore d'actualité. Dans cet objectif, l'ouvrage est structuré comme suit :

– *chapitre 1 - PHM et maintenance prédictive.* Le premier chapitre porte sur la présentation générale du processus de PHM. Nous y mettons en relief l'urgence stratégique d'une prise en compte plus proactive des phénomènes de défaillances, et décrivons l'évolution des enjeux et prérogatives des services de maintenance en conséquence. Par suite, nous introduisons l'activité de PHM, et plus spécifiquement, le processus de pronostic qu'elle sous-tend. Ce chapitre permet de dégager un ensemble cohérent de traitements nécessaires à la mise en œuvre d'une démarche de PHM ; ces différentes briques de base sont déclinées dans les chapitres suivants ;

– *chapitre 2 - Acquisition : du système aux données.* Le déploiement du PHM requiert que le comportement du système étudié puisse être observé. C'est ce dont traite le deuxième chapitre dans lequel nous proposons une démarche de génération des données de surveillance représentatives des phénomènes de dégradation des composants critiques ;

– *chapitre 3 - Traitement : des données aux indicateurs de santé.* Les données brutes recueillies sur le système à l'étude (chapitre 2) doivent généralement être pré-traitées afin d'extraire et de sélectionner des descripteurs permettant (à terme) d'en révéler l'état de (dys)fonctionnement. Le chapitre 3 traite de cet aspect ; nous y décrivons les approches usuelles aujourd'hui éprouvées pour bâtir des indicateurs de santé ;

– *chapitres 4 et 5 - Surveillance d'état et pronostic de durée de vie résiduelle.* Ces deux derniers chapitres (hors conclusion) portent sur le développement de modèles et/ou méthodes d'estimation de l'état de santé, et de pronostic du comportement du système surveillé. Nous décrivons ainsi comment exploiter les informations générées aux étapes précédentes afin d'estimer la durée de vie résiduelle, et d'y associer une mesure de confiance. Nous montrons également en quoi la variabilité des conditions opérationnelles et des profils de mission, ainsi que la méconnaissance physique des états transitoires, impactent l'étape de modélisation de l'état de santé et des performances qui en découlent.

Dans une conclusion, nous apportons finalement un regard critique sur la maturité de l'activité de PHM, et ouvrons la discussion, d'une part, sur les problèmes qui restent largement ouverts à l'international, et d'autre part, sur les processus décisionnels qui en découlent. Ce dernier aspect fait l'objet de l'ouvrage *Du concept de PHM à la maintenance prédictive 2 - Connaissance, Traçabilité et décision* dans lequel sont abordés les aspects relatifs aux processus stratégiques de décision de maintenance, et plus généralement à la gestion du cycle de vie du produit/équipement : les données collectées sont tracées et transformées en connaissance pour appuyer la prise de décision concernant la maintenance, la re-conception ou le recyclage de l'équipement.