



BE SMART

**Monitoring sans fil et maintenance prévisionnelle :
Be smart !**

EDITO

LE SANS FIL MODIFIE EN PROFONDEUR L'APPROCHE DE LA MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE

Après avoir envahi notre quotidien, le sans fil se déploie à grande échelle dans l'industrie. Grâce à lui, il est possible d'accéder à un moindre coût aux données de fonctionnement des machines de production.

Une aubaine pour tous ceux qui souhaitent mettre en place un programme de maintenance prévisionnelle ou en élargir le champ : ces capteurs vont permettre une surveillance en continu et alimenter des algorithmes prédictifs qui alerteront de manière automatique les équipes de maintenance. Oui, mais à condition que la technologie sans fil ait correctement été appréhendée. Faute de quoi, l'impact sur l'OEE (Overall Equipment Effectiveness ou taux d'utilisation des machines), et donc le ROI, de ces solutions pourrait se faire attendre.

L'approche « Big Data », ou la remontée systématique de l'ensemble des données de production n'est pas forcément la stratégie la plus efficace ; elle peut par ailleurs se révéler incompatible avec certaines contraintes techniques de la communication sans fil.

En tant que spécialiste du suivi des machines tournantes depuis plus de 30 ans, et après avoir installé des solutions de suivi vibratoire sans fil dans plusieurs industries, nous sommes convaincus que pour tenir toutes ses promesses la maintenance prévisionnelle sans fil impose un changement de paradigme.

C'est pour apporter cet éclairage aux futurs utilisateurs que nous avons souhaité rédiger ce livre blanc. Nous espérons qu'il les aidera à bien appréhender leur projet pour déployer un système qui répondra en tous points à leurs attentes.

Ce livre blanc a été rédigé par les équipes ONEPROD avec la contribution de SEQUANTA, partenaire technique avec lequel nous avons développé notre système sans fil EAGLE.



ONEPROD, marque du groupe ACOEM, fournit aux industriels des solutions maintenance prévisionnelle comprenant l'acquisition, l'agrégation, l'analyse et la visualisation des données au travers d'interfaces web simples et performantes. Les opérationnels peuvent ainsi se concentrer sur la prise de décision.

SEQUANTA

SEQUANTA conçoit et développe des systèmes d'acquisition de données terrain sans fil, autonomes et multipoints, pour aller alimenter les logiciels d'analyse en informations utiles et exploitables.

SOMMAIRE

1 - MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE : VERS UN CHANGEMENT DE PARADIGME ?	4
.....	
DU BIG DATA À LA SMART DATA	5
.....	
DU REAL TIME AU RIGHT TIME	6
.....	
DU CLOUD COMPUTING AU EDGE COMPUTING	8
.....	
VERS PLUS D'ÉCOLOGIE DIGITALE	9
.....	
2 - MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE : QUELLE PLACE POUR LE SANS FIL ?	10
.....	
SANS FIL : DE L'ALERTE AU DIAGNOSTIC	11
.....	
LE SANS FIL POUR COMPLÉTER LE MONITORING EXISTANT	13
.....	
LES SOLUTIONS POUR UNE APPROCHE COMPLÈTE	14
.....	
3 - MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE SANS FIL : COMMENT BIEN DÉFINIR SON CAHIER DES CHARGES ?	16
.....	
PRENDRE EN COMPTE LES SPÉCIFICITÉS DU SANS FIL EN MILIEU INDUSTRIEL	17
.....	
CHOISIR UN CAPTEUR ADAPTÉ	19
.....	
COMPRENDRE LES ENJEUX LIÉS À L'AUTONOMIE	21
.....	
DÉFINIR SES EXIGENCES EN MATIÈRE DE CONTINUITÉ DE SERVICE	22
.....	
BIEN PENSER L'ARCHITECTURE RÉSEAU	24
.....	
SYNTHÈSE	26
.....	
SOURCES	28

1 | MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE : VERS UN CHANGEMENT DE PARADIGME ?



DU BIG DATA À LA SMART DATA

Le sans fil peut apparaître comme le meilleur allié du Big Data. Il est de plus en plus facile à déployer et devient accessible financièrement, grâce à la baisse du coût des composants (micro-contrôleur, piles et batteries, capteurs...) et au développement de nouveaux réseaux de communication. Il a donc tendance à conforter les utilisateurs dans l'idée qu'il est indispensable de collecter un maximum de données du terrain pour construire des algorithmes prédictifs pertinents.



Pourtant, le sans fil présente de nouveaux challenges touchant à la remontée des informations : le débit des réseaux LPWAN (réseaux longue portée à faible consommation), l'autonomie des capteurs sur batteries ou encore le nombre de points de connexion autorisés limitent le nombre et le poids des données qui peuvent être collectées.



Le développement du sans fil conduit donc :

1. à repenser les stratégies d'acquisition des données terrain en sélectionnant celles qui auront une véritable utilité dans les modèles prédictifs,
2. à alléger le volume des données afin de faciliter leur transmission, sans pour autant perdre en qualité dans l'information.

On passe ainsi d'une logique de collecte massive de données brutes, indifférenciées et traitées à posteriori, à une logique d'acquisition ciblée, basée sur une expertise préliminaire, et à une analyse le plus en amont possible.

Principal avantage de ce changement d'orientation : le traitement des données est focalisé sur l'information utile et les premiers résultats opérationnels sont obtenus plus rapidement.



« Chercher à collecter toutes les données par peur de rater une information importante est à mon sens inadapté aux méthodes de diagnostic actuelles. »

Guillaume Lavaure
Chef produit ONEPROD

DU REAL TIME AU RIGHT TIME

L'usage que nous faisons du sans fil au quotidien nous entretient dans l'illusion que le monitoring via des capteurs sans fil peut être réalisé en continu et en temps réel. C'est malheureusement faux. Seuls les systèmes filaires disposent d'une bande passante suffisante pour réaliser ce genre de suivi. Le monitoring sans fil doit donc être considéré comme un suivi :

1. périodique (de 1 à un peu plus d'une centaine de mesures par jour suivant les systèmes),
2. avec un certain temps de latence (de quelques secondes à plusieurs minutes en fonction du poids de la donnée, de la distance à parcourir et de la bande passante disponible).

Pour autant, dans la plupart des cas, ce monitoring périodique et légèrement différé suffit très largement à déceler à temps des changements de comportement symptomatiques d'un dysfonctionnement.

Il impose simplement une réflexion plus poussée et des outils plus variés pour bien structurer la stratégie temporelle d'acquisition de données :

- définition de l'intervalle raisonnable de mesure,
- réduction automatique de l'intervalle de mesure en cas de changement de statut d'un indicateur,
- interrogation régulière d'un indicateur de base complétée par une mesure complète lorsque l'indicateur change de statut,
- déclenchement automatique de la mesure à certaines phases du cycle.

Par ailleurs, dès lors que l'on souhaite utiliser des données issues de différents capteurs pour révéler des événements corrélés, il est important que tous les éléments de l'architecture aient la même vision du temps : la synchronisation des capteurs est essentielle.



DU CLOUD COMPUTING AU EDGE COMPUTING

Dans une approche Big Data et une logique de fusion des données à un niveau supérieur du système d'information, les données destinées à alimenter les modèles de maintenance prévisionnelle sont en général traitées sur un serveur central ou dans le Cloud.

Mais, poussée encore une fois par les limites de débit des réseaux sans fil, une nouvelle tendance apparaît et elle pourrait bien se révéler beaucoup plus judicieuse ; il s'agit du Edge Computing.

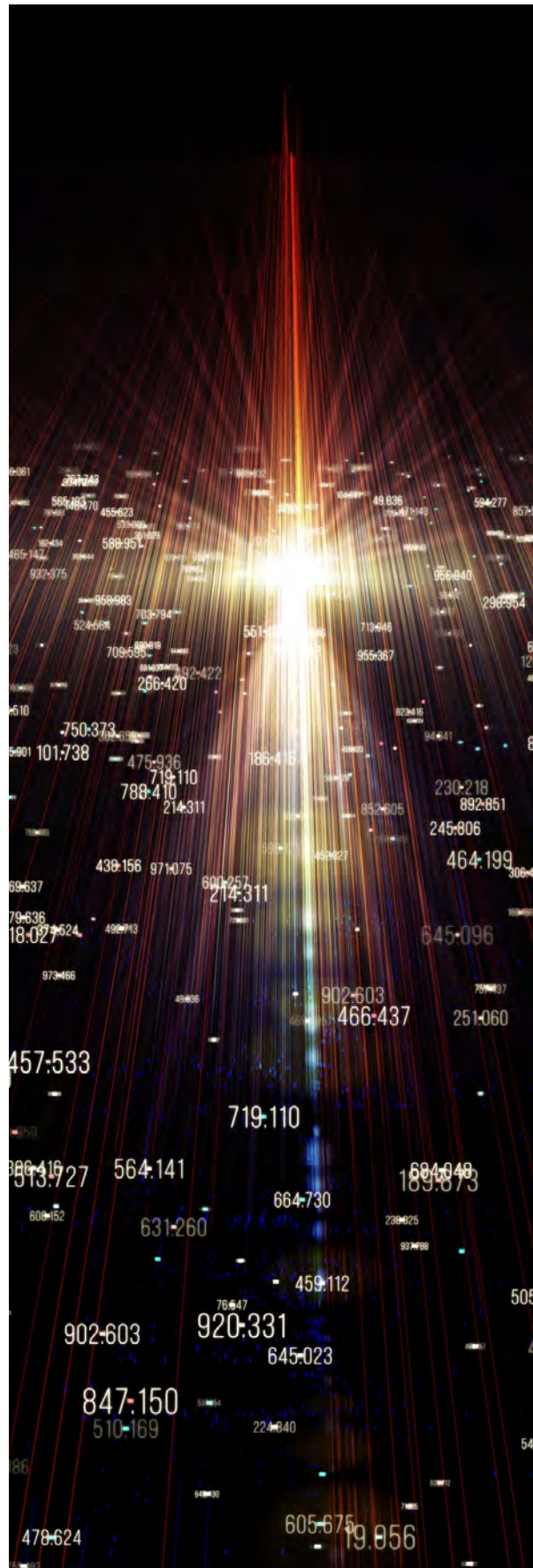
Issu des systèmes embarqués, le Edge Computing (ou traitement des données à la périphérie) est une architecture réseau dans laquelle la donnée est traitée par le capteur lui-même ou par un serveur local au lieu d'être transmise brute au serveur central.

Comparé par Deloitte* à la démarche lean, le Edge Computing est particulièrement efficace dans le cadre d'une application sans fil car il réduit l'utilisation de la bande passante et permet d'accélérer les flux de données.

Le développement du Edge Computing ne préfigure pas une disparition des serveurs et des systèmes d'analyse centralisés ; il témoigne simplement d'une nouvelle approche de la répartition de l'intelligence au sein de chaque maille du réseau :

- traitement de la donnée brute, détection d'évènements et actions automatiques sur la machine au plus près ou au sein même du capteur,
- algorithmes prédictifs, machine learning, génération automatique de ticket et prise de décision humaine sur l'application centrale.

* Source : <https://www2.deloitte.com/insights/us/en/focus/industry-4-0/using-predictive-technologies-for-asset-maintenance.html>



VERS PLUS D'ÉCOLOGIE DIGITALE

Le groupe ACOEM s'est donné pour mission d'aider les entreprises à limiter leur impact sur l'environnement. Nous ne pouvons donc pas clore ce chapitre sans évoquer le coût environnemental du stockage de données.

Collecter et stocker d'énormes quantités de données pour au final n'en utiliser qu'une infime partie est non seulement inefficace pour le pilotage de la maintenance mais surtout néfaste pour l'environnement.

Toutes les données collectées sont en effet hébergées sur des serveurs qui fonctionnent 24h/24, 7j/7 et doivent être refroidis en permanence. Selon la Commission Européenne, la consommation énergétique des serveurs informatiques était, à l'échelle des pays de l'Union, de 56 milliards de kilowatts en 2008 et pourrait atteindre 104 milliards de kilowatts en 2020*. A l'échelle mondiale, c'est 12% de notre production totale d'énergie que l'écosystème numérique pourrait consommer en 2020**.

Si nous voulons limiter la part d'énergie consacrée au digital, nous devons développer une approche économe de la donnée : ne récolter que celle qui est utile et la stocker sous la forme la plus

légère possible. Heureusement, les contraintes d'autonomie et de communication de la technologie sans fil nous poussent dans ce sens car elles nous amènent à optimiser le rapport poids / valeur ajoutée des données que nous transférons dans le réseau. Pour ce faire, nous avons fait un double choix :

- utiliser l'intelligence artificielle pour sélectionner les données utiles plutôt que de récolter la donnée en masse pour améliorer les algorithmes,
- positionner cette intelligence dans les capteurs pour apporter un maximum de valeur ajoutée dans un minimum d'octets, avant même que la donnée n'entre dans le réseau.

Nous sommes en effet convaincus que le Edge Computing est un prérequis pour une maintenance prévisionnelle efficace et qu'il est aujourd'hui la meilleure option pour développer les solutions sans fil les plus performantes et les plus pérennes.



2 | MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE : QUELLE PLACE POUR LE SANS FIL ?



SANS FIL : DE L'ALERTE AU DIAGNOSTIC

L'objectif de la maintenance prévisionnelle est d'augmenter au maximum le rendement des équipements (OEE - Overall Equipment Effectiveness) à moindre coût en intervenant au meilleur moment, celui où la pièce a fonctionné aussi longtemps que possible sans générer de défaut suffisamment important pour arrêter la machine.

Que le suivi soit réalisé via une solution filaire ou un système sans fil, les questions de base sont les mêmes : quels défauts souhaite-t-on détecter, comment s'expriment-ils sur les données mesurées, avec quelle rapidité sont-ils susceptibles d'évoluer, quand doivent-ils déclencher une action, quelle action souhaite-t-on déclencher ?

Selon les réponses apportées à chacune de ces questions, les données nécessaires seront différentes :

- **données d'alerte : information de premier niveau (bonne ou mauvaise santé) associée ou non à une tendance d'évolution,**
- **données de diagnostic : analyse détaillée de second niveau (quelle est la nature du problème et son degré de sévérité).**

En effet, plus on souhaite pousser l'analyse, plus l'information doit être précise et complète. On passe de valeurs scalaires (ex : niveau global de vitesse vibratoire, de température, etc.) pour le suivi de premier niveau, à des signaux dynamiques riches (comme un spectre vibratoire ou un signal temporel, qui comprennent chacun plusieurs milliers de valeurs) pour l'analyse de second niveau. La taille de l'information n'est pas du tout la même : quelques octets d'un côté, quelques mégaoctets de l'autre.

La logique d'analyse est elle aussi très différente : dans le premier cas, on agrège des données simples sur lesquelles on extrapole des tendances. Dans le second, on recherche dans une information riche, l'élément qui va permettre de prendre la bonne décision.

Aujourd'hui, la très grande majorité des solutions sans fil se "contentent" de fournir une information de premier niveau. Elles permettent une surveillance régulière mais ne font qu'alerter et misent sur l'intelligence artificielle (éventuelle) pour extraire d'une donnée basique un modèle prédictif performant.

Avec sa solution EAGLE, ONEPROD est déjà capable de fournir en sans fil les deux niveaux d'informations grâce à une intelligence en partie décentralisée. C'est un premier pas important vers un monitoring sans fil plus complet et donc plus à même de tenir toutes ses promesses en matière de ROI, tant sur le court terme (optimisation des interventions humaines, réduction des temps de maintenance)

que sur le moyen terme (élaboration des systèmes prédictifs). Notre logiciel embarqué est capable de décomposer un signal temporel complexe et de le convertir en une somme d'indicateurs pertinents. L'analyse et le fractionnement de l'information en amont permettent d'envoyer dans le réseau une donnée pré-digérée, à forte valeur ajoutée, et beaucoup plus légère.

Plus les algorithmes de traitement embarqués dans les capteurs seront poussés et plus il sera possible de s'affranchir de la contrainte débit/autonomie des systèmes sans fil pour se rapprocher des performances d'un système filaire. La prochaine étape que nous envisageons est donc d'aller encore plus loin dans l'intelligence décentralisée en réalisant un diagnostic automatique en Edge Computing. Le sans fil sera alors suffisamment performant pour couvrir de manière satisfaisante un maximum d'applications.



« Nous avons aujourd'hui un retour d'expérience de 4 ans sur nos algorithmes de diagnostic automatique ; nous savons qu'ils sont fiables. »

Patrick Labeyrie - Directeur
France ONEPROD



LE SANS FIL POUR COMPLÉTER LE MONITORING EXISTANT

Les avantages techniques et financiers des systèmes sans fil sont indéniables. Grâce à eux, il devient possible de suivre des équipements mobiles, difficilement accessibles ou situés dans des zones dangereuses, mais aussi de réduire les coûts d'installation et d'entretien de l'infrastructure de monitoring elle-même. Ils ont donc vocation à se généraliser.

Pour autant, comme nous l'avons vu, les systèmes sans fil doivent être envisagés dans un paradigme nouveau selon les applications : ils ne peuvent pas être utilisés pour faire un suivi vibratoire en temps réel, nécessaire sur les machines les plus critiques ou ayant des cycles de dégradation rapides (de quelques secondes à quelques heures) pouvant amener la panne.

A l'échelle d'un site industriel, les systèmes sans fil n'ont donc pas pour l'instant vocation à remplacer

les systèmes filaires mais plutôt à les compléter. C'est un pas significatif vers la transparence de l'information sur toute la chaîne de production puisque la surveillance vibratoire peut désormais être étendue à des machines qui, pour des raisons de coût ou d'accessibilité, n'étaient pas suivies jusqu'à présent.

Bien comprendre les possibilités et les limites actuelles des différentes solutions envisageables permet de construire une stratégie de déploiement de la maintenance prévisionnelle intelligente et évolutive.

L'intérêt de l'association de différentes solutions réside dans la possibilité de structurer une démarche experte, en allant chercher la bonne information, au bon endroit, au bon moment. Une démarche aujourd'hui facilitée par le développement d'algorithmes d'analyse extrêmement puissants, capables de reproduire le raisonnement de l'expert face à un signal vibratoire.

LES SOLUTIONS POUR UNE APPROCHE COMPLÈTE

Dans une logique de maintenance prévisionnelle multi-technologies, on peut envisager d'associer :

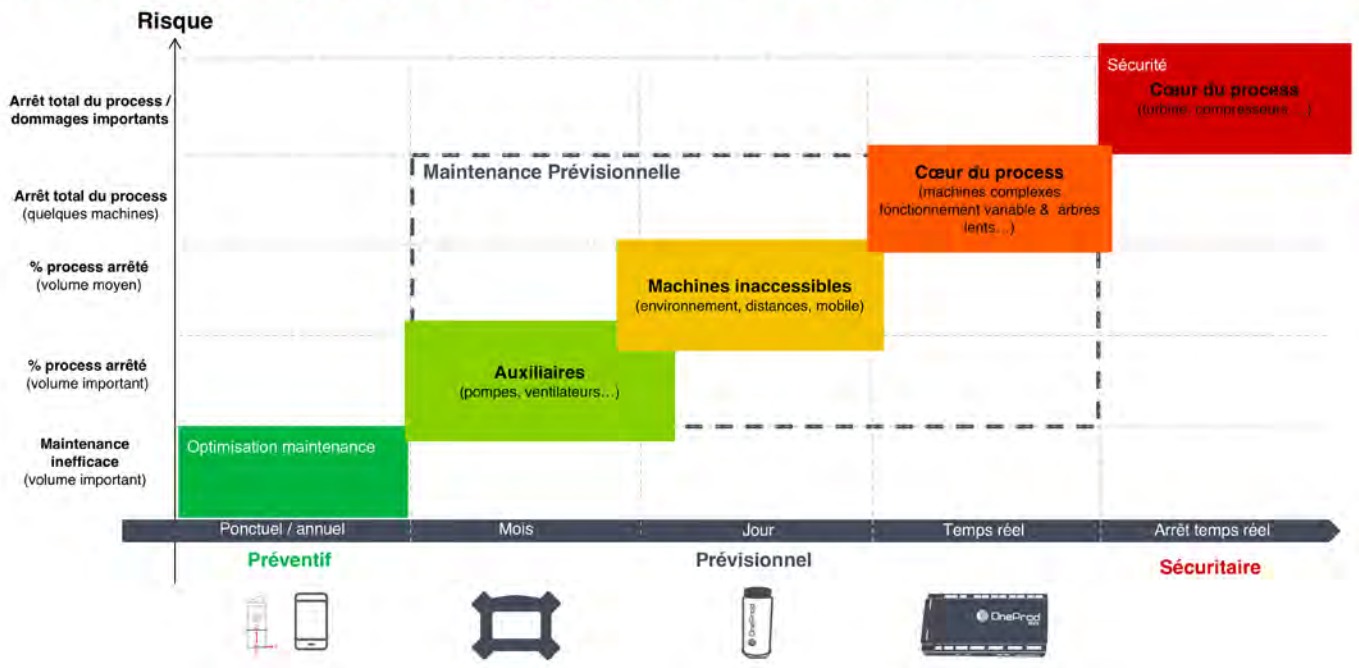
- les systèmes filaires ONEPROD MVX, pour une surveillance online en temps réel des machines les plus critiques,
- les systèmes sans fil installés à demeure ONEPROD EAGLE, pour une acquisition à distance, automatique et périodique (une à quelques mesures par jour) des données d'alerte et de diagnostic,
- les systèmes sans fil portables (de type ONEPROD FALCON), pour un diagnostic approfondi réalisé par un opérateur directement sur la machine suite à une alerte.

Grâce à ces trois types de solutions, la stratégie d'acquisition de données et d'allocation de ressources est plus pertinente, elle contribue à améliorer les performances de la maintenance :

- alerte et visualisation des défauts le plus tôt possible,
- analyse précise des symptômes et recommandations d'action sans nécessité de déplacement,
- meilleure gestion des ressources (automatisation de la surveillance, déplacements réservés aux actions de maintenance, possibilité pour l'expert vibratoire d'analyser l'état de santé des machines à distance).



Quelle politique pour quelles machines ?



3

MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE SANS FIL : COMMENT BIEN DÉFINIR SON CAHIER DES CHARGES ?



PRENDRE EN COMPTE LES SPÉCIFICITÉS DU SANS FIL EN MILIEU INDUSTRIEL



En quoi le fait de déployer des capteurs sans fil en milieu industriel pourrait-il être compliqué ? Après tout, nous utilisons tous les jours des appareils connectés dans notre vie quotidienne ? Nous avons tous plus ou moins le sentiment, issu de notre usage quotidien, que le sans-fil est devenu un système de communication comme un autre.

Ce sentiment crée inconsciemment un biais dans les premières approches d'un projet industriel : il occulte certaines limites de la technologie, que nous expérimentons pourtant tous les jours lorsque notre smartphone se recharge trop rapidement ou qu'un sms ne parvient pas à son destinataire.

Ces limites se révèlent pourtant très vite lorsque l'on liste les exigences propres aux différents milieux industriels :

- Les capteurs sont placés dans des environnements difficiles (humidité, poussière, chaleur, produits chimiques, environnement explosif...). Ils doivent être certifiés suivant les normes en vigueur (IP, ATEX...).
- Les capteurs n'ont bien sûr pas vocation à être rechargés quotidiennement mais doivent au contraire offrir une autonomie de plusieurs années. La durée de vie doit pouvoir être simulée et validée en amont en tenant compte de l'activité du capteur et de son environnement.
- Les ondes radio doivent se frayer un chemin sur des distances pouvant aller jusqu'à plusieurs centaines de mètres, dans un espace encombré de nombreux obstacles (machines, bâtiments...) et pourtant on attend du réseau qu'il soit opérationnel en permanence. Les antennes relais doivent être en nombre suffisant et correctement implantées, et le protocole de communication suffisamment robuste pour se prémunir des interférences.
- Les capteurs peuvent être nombreux, mais tous doivent pouvoir remonter leurs informations au serveur central, au moment souhaité et avec la réactivité souhaitée. La bande passante allouée à chacun d'entre eux doit être garantie.





CHOISIR UN CAPTEUR ADAPTÉ

Tout bon diagnostic, quel que soit son niveau, repose sur une information fiable. Ce qui pose la question des capacités de mesure et du niveau d'erreur des capteurs utilisés.

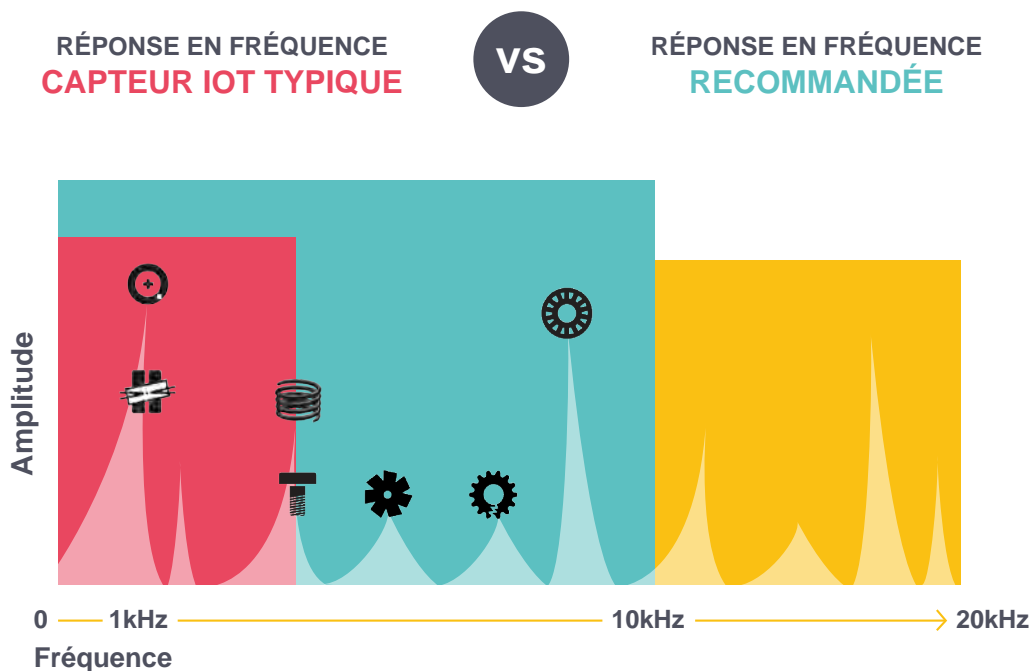
A titre d'exemple, les capteurs reconnus avec de bonnes performances métrologiques pour l'analyse vibratoire sont des capteurs qui travaillent sur des hautes fréquences (jusqu'à 10 000 Hz minimum) de façon à couvrir l'ensemble des défauts communs de machines tournantes, notamment les défauts des roulements.

Or, la plupart des nouveaux systèmes sans fil utilisent des capteurs d'entrée de gamme qui, s'ils offrent l'avantage d'être extrêmement miniaturisés et de moins en moins coûteux, ne sont pas

capables de mesurer des fréquences aussi élevées et présentent une qualité métrologique inférieure.

Le risque est donc de se focaliser sur les caractéristiques "sans fil" de ces solutions, et d'en oublier les éléments de choix de l'élément "capteur" qui les compose. Concrètement, occulter les performances métrologiques de ces solutions peut vous empêcher de suivre l'ensemble des composants d'une machine (ex : les roulements qui sont pourtant des composants essentiels), impacter la rapidité de détection d'un défaut, voire ne pas le détecter du tout, ou encore alerter à mauvais escient (fausse alerte ou absence d'alerte).

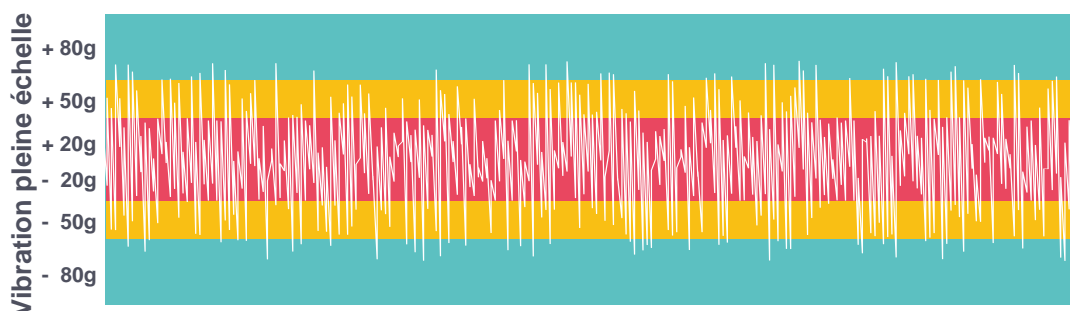
MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE SANS FIL : COMMENT BIEN DÉFINIR SON CAHIER DES CHARGES



La figure ci-dessus montre que les capteurs d'entrée de gamme se limitent de part leur domaine de mesure fréquentielle (bande passante) à la surveillance du comportement dynamique des machines (balourd, lignage). Ils ne permettent pas de qualifier les défauts qui se manifestent en hautes fréquences (chocs, roulements, engrenages, ...).

Types de machines

- Petits moteurs électriques
 - Petits ventilateurs
- Pompes
 - Compresseurs
 - Réducteurs/Multiplicateurs
- Larges compresseurs
 - Broyeurs



Les valeurs sont données à titre indicatif et peuvent dépendre de l'environnement et de l'installation

Les capteurs d'entrée de gamme ne conviennent pas au suivi de bon nombre de machines industrielles. En effet, la gamme de vibrations qu'ils sont capables de mesurer (dynamique de mesure) étant très limitée, ils vont très vite saturer sur des machines qui génèrent des vibrations d'amplitudes importantes ou lorsque des chocs anormaux consécutifs à un défaut apparaissent. Les mesures sont dans ce cas totalement inexploitable.



COMPRENDRE LES ENJEUX LIÉS À L'AUTONOMIE

Avec la technologie sans fil, la question de l'autonomie est cruciale. Elle dépend de la conception du capteur, de son environnement d'utilisation et de son activité (connexion au réseau, acquisition et traitement des données, envoi de l'information, portée et débit du réseau). Elle ne sera maximale que si l'on fait les bons choix techniques et que l'on consent à des compromis, notamment sur le volume de données à transmettre dans le réseau.

Si des technologies de récupération d'énergie (energy harvesting) permettent à des capteurs remontant des informations basiques d'être totalement autonomes, elles ne sont aujourd'hui pas encore adaptées dès lors que l'on s'adresse à des applications plus gourmandes en mesure ou en traitement de l'information. La majorité des solutions sans fils fonctionne donc aujourd'hui sur pile ou batterie.

Pour qu'un capteur sans fil puisse offrir une autonomie de plusieurs années, il faut que la capacité nominale de sa batterie soit suffisante (dans l'absolu) et pas trop impactée par les conditions environnementales (des températures trop élevées ou trop basses). Il faut surtout que le capteur consomme le moins d'énergie possible. On entre ici dans le domaine du réseau et du



« Nous avons optimisé notre protocole au maximum pour que ONEPROD puisse remonter des données riches et complexes tout en garantissant une autonomie et robustesse en phase avec les exigences applicatives »

Guillaume Chelius -
Président SEQUANTA

faible autonomie. Les seconds offriront une bonne autonomie mais ne permettront de remonter que des indicateurs de base (quelques octets).

Une troisième option consiste à utiliser des protocoles spécifiques, qui offrent un meilleur compromis débit/consommation et minimisent la consommation sur toutes les tâches autres que la communication de données (acquisition, traitement, connexion au réseau). C'est le choix que nous avons fait pour notre système ONEPROD EAGLE en nous associant à SEQUANTA et en choisissant un protocole basé sur le standard IEEE 802.15.4e.

Toutefois, même avec les meilleurs choix techniques, il faut accepter de remonter une information plus qualifiée et limitée que dans le cas d'un réseau filaire, avec une périodicité réduite si l'on souhaite obtenir une information qualitative et fiable en conservant une autonomie suffisante.



DÉFINIR SES EXIGENCES EN MATIÈRE DE CONTINUITÉ DE SERVICE

Aucun industriel n'imaginerait déployer un réseau de communication filaire sans exiger de garanties en matière de niveau de service et de robustesse. Qu'en est-il pour les réseaux sans fil ?

Le médium radio est par nature un médium plus instable car fortement dépendant des conditions de propagation des ondes. Des phénomènes

de réflexion ou de diffraction peuvent affaiblir le signal, des réseaux ou appareils électroniques peuvent créer des perturbations... Conséquence : les réseaux radio subissent régulièrement des micro-coupures qui peuvent avoir des conséquences importantes sur la robustesse des systèmes sans fil. Pour qu'un système sans fil atteigne des performances optimales, il doit être correctement déployé. Le choix du nombre des émetteurs et récepteurs radio ainsi que de leur emplacement est capital.

Par ailleurs, et comme nous l'expliquons

MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE SANS FIL : COMMENT BIEN DÉFINIR SON CAHIER DES CHARGES

précédemment, l'acquisition de données est beaucoup plus sélective dans un système sans fil que dans un système filaire. La donnée est donc une ressource rare ; elle ne peut être perdue sans affecter la qualité du suivi vibratoire.

Mais que se passe-t-il si la liaison radio est coupée à l'instant où le capteur doit s'y connecter, ou bien pendant la phase de transmission des données ? Dans le meilleur des cas, la remontée de données sera juste légèrement décalée dans le temps. Mais il se peut aussi que le capteur perde un créneau de communication (c'est une mesure de moins que ce qui était prévu) ou que les données n'arrivent jamais à destination (la mesure est faite mais ses résultats sont définitivement perdus).

Dans certaines applications, la perte d'une mesure peut être considérée comme un risque acceptable; mais si tel est vraiment le cas, la stratégie d'acquisition de données est-elle vraiment optimisée ? Pour toutes les autres, il faut apporter des garanties quant à la stabilité du réseau dans le temps. Pour notre système ONEPROD EAGLE, ces

garanties sont apportées par la construction de micro-réseaux locaux correctement dimensionnés et organisés, ainsi que par la robustesse du protocole de communication. Celui-ci utilise notamment le principe FTDMA (Frequency Time Division Multiple Access) pour répartir à la fois les fréquences de communication et le temps d'utilisation du réseau entre les différents capteurs connectés. Il permet ainsi d'allouer de manière fiable des créneaux de communication à chaque capteur et d'éviter les perturbations liées aux interférences entre capteurs ou avec d'autres réseaux. Il permet également de remonter en temps réel l'état des équipements et des liens radio du réseau. La sécurisation de la transmission des données est quant à elle assurée par l'acquiescement des paquets à chaque saut radio. Enfin, toutes les données sont datées et tous les éléments du réseau sont synchronisés sur une horloge temps réel haute précision pour donner une vision temporelle commune à l'ensemble des équipements du réseau.

BIEN PENSER L'ARCHITECTURE RÉSEAU

Comment obtenir rapidement une information de qualité lorsque l'on utilise un réseau qui est intrinsèquement limité en débit ? La réponse tient en 3 mots : ordonnancement, topologie, et traitement. Dans le cas d'une installation comprenant beaucoup de capteurs, il est évident que si tous cherchent à remonter leurs données au même moment le réseau sera vite engorgé, alors que si l'on planifie des mesures suivant un ordonnancement précis, sur des créneaux horaires qui, par exemple, ne se chevauchent pas, la communication sera beaucoup plus rapide. L'ordonnancement des tâches est incontournable dans une application sans fil ; il devrait être relativement simple à mettre en place puisque, comme on l'a vu, la mesure ne s'effectue pas en continu mais de manière périodique.

Dans un réseau maillé tel que celui de notre système EAGLE, qui comprend des capteurs, des répéteurs et des passerelles d'acquisition (qui font le lien entre le système sans fil et le réseau IP), il est possible d'optimiser la topologie pour maximiser la bande passante affectée à chaque capteur (nombre maximum de capteurs par répéteur, nombre maximum de sauts entre le capteur et la passerelle). On peut aussi envisager le tout "sans-fil" en utilisant un réseau haut débit (type wifi ou télécom), entre la passerelle (alimentée en énergie) et le serveur central.

Enfin, le déploiement physique du réseau doit être soigneusement anticipé et préparé ; pour les cas les plus complexes, des tests terrain seront éventuellement nécessaires.



ORDONNANCEMENT

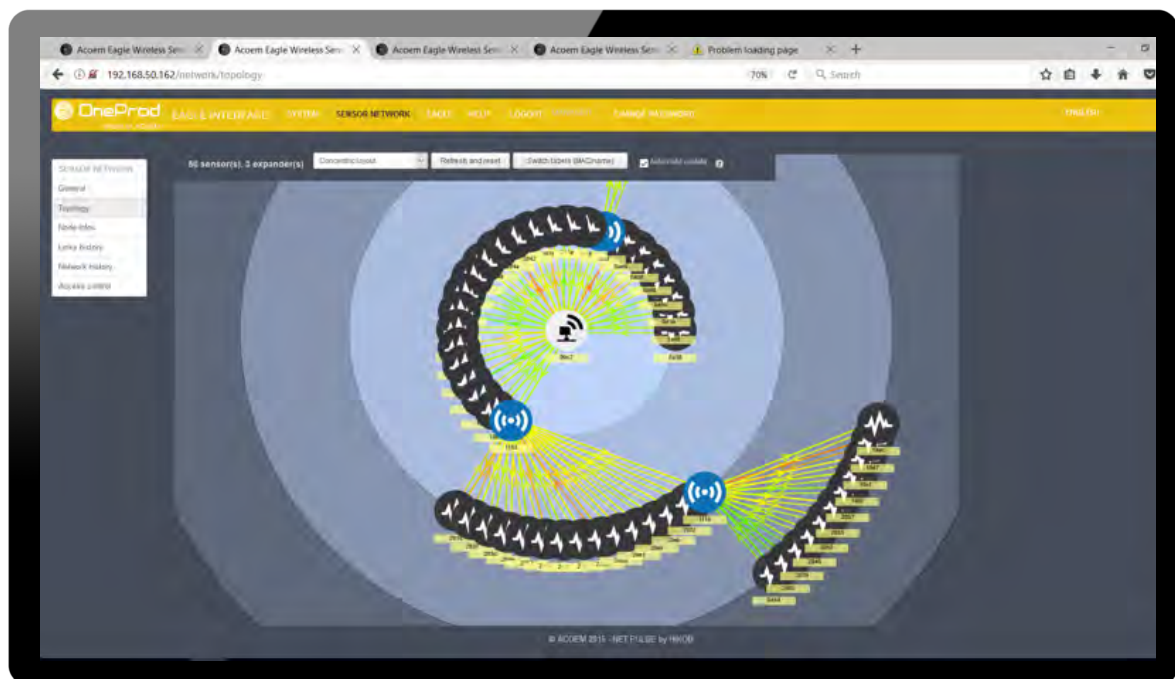


TOPOLOGIE



TRAITEMENT

MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE SANS FIL : COMMENT BIEN DÉFINIR SON CAHIER DES CHARGES



Exemple de topologie d'une installation de suivi vibratoire sans fil en cimenterie chez Siam Cement SCG (Thaïlande)

Blanc : gateway

Bleu : répéteur de signal sans fil

Noir : capteur de vibration triaxial

| SYNTHÈSE

POUR VOUS ASSURER DU SUCCÈS DE VOTRE PROJET DE MAINTENANCE PRÉVISIONNELLE 4.0 ET ÉVITER QU'IL NE SE TRANSFORME EN EXPÉRIMENTATION COÛTEUSE, VOICI LES PRINCIPAUX POINTS À GARDER EN TÊTE LORS DU CHOIX DE VOTRE SOLUTION SANS FIL :

1. Sur quels types de machines de mon parc dois-je installer une surveillance permanente sans-fil ?

- Quelle est la criticité de ma machine ?
- La surveillance périodique manuelle avec des moyens portables a-t-elle été étudiée ?
- Quel est le processus de dégradation de ma machine? Une ou quelques mesures par jour suffisent-elles ou dois-je mettre en œuvre une surveillance temps réel ?

2. La solution sans-fil proposée me permet-elle de surveiller correctement mes machines sans générer de fausses alarmes ?

- La dynamique de mesure des capteurs est-elle suffisante pour éviter la saturation qui rendrait les mesures inexploitable ?
- La gamme fréquentielle de mesure est-elle adaptée au regard des défauts standards qui doivent pouvoir être caractérisés sur les machines tournantes industrielles de mon parc (balourd, lignage, jeux, roulements, engrenements,...) ?

- La solution a-t-elle la capacité à prendre en compte les conditions de fonctionnement variables de mes machines (vitesse, charge, ...) ?
- La solution est-elle capable de gérer les arbres à faible vitesse de rotation ?

3. Quelles sont les capacités de diagnostic du système en cas d'apparition d'une alarme ?

- Comment reconnaître et éviter les fausses alarmes ?
- Comment établir un diagnostic et identifier le défaut à l'origine d'une alarme ?
- Comment apprécier la criticité d'un défaut et en déduire les actions correctives éventuelles à effectuer ?

4. Quelles sont les actions à réaliser lorsqu'une alarme apparaît :

- Analyse par un prestataire externe,



- Analyse par des ressources internes,
- Avec quels moyens ? Quelles données sont attendues du système sans fil ?
- Le système de surveillance sans fil peut-il communiquer des résultats à mes applications de gestion de la maintenance ?

5. Quelle pérennité pour ma solution sans fil et comment l'intégrer dans mon architecture informatique ?

- Protocole industriel standard
- Protocole sécurisé
- Interférences avec d'autres applications
- Maintenabilité
- Quelles références industrielles / garanties sont offertes par la solution sans fil ?

6. Quel est le coût de MCO (maintien en condition opérationnelle) de mon système de surveillance sans fil ?

- Autonomie attendue et périodicité de remplacement des batteries
- Coût des batteries et de la main d'œuvre
- Les batteries peuvent-elles être remplacées par mes équipes ?
- Robustesse des capteurs et durée de vie en milieu industriel agressif (chaleur, humidité, poussière, corrosion...)

7. De quel support puis je disposer ?

- En termes d'assistance à l'installation,
- À l'exploitation du système
- SAV

› En savoir plus sur la solution de surveillance et diagnostic sans fil ONEPROD EAGLE

SOURCES

Brevet ACOEM: US 9,913,006 POWER-EFFICIENT DATA-LOAD-EFFICIENT METHOD OF WIRELESSLY MONITORING MACHINES

<https://www.oneprod.com/our-solutions/our-products/semi-online-condition-monitoring/semi-online-wireless-solution/>

*Source : http://www.lemonde.fr/planete/article/2013/07/01/les-centres-de-donnees-informatiques-gros-consommateurs-d-energie_3439768_3244.html#4U8ZA9Hw31wilomk.99

** Source : <https://www.lebigdata.fr/big-data-bitcoin-catastrophe-environnement>



A propos d'ACOEM group

Réduire votre impact environnemental

Dans un monde complexe en accélération constante, l'environnement est de plus en plus impacté. Le Groupe ACOEM s'engage pour un développement durable et aide les entreprises et les pouvoirs publics à limiter leur impact environnemental, en leur proposant des produits et services permettant :

- de prévenir et contrôler les pollutions environnementales (air, bruit et vibration)
- d'accroître la productivité et la fiabilité des machines industrielles
- de contribuer à la conception de produits efficaces, silencieux et robustes
- de protéger les hommes, les sites et les véhicules sur les théâtres d'opération.

Partout dans le monde, les 670 collaborateurs ACOEM innovent dans la mesure, l'analyse et la maîtrise de l'ensemble des paramètres environnementaux avec les marques 01dB, ECOTECH, ONEPROD, FIXTURLASER, MEAX et METRAVIB. Retrouvez-nous sur acoemgroup.com