

Big Data: maintenance prédictive au service de l'industrie

Cas du génie de la maintenance prédictive "MONIXO"

Bakdi Malika¹
Nasri Somia²

Résumé

Le **Big Data** ou méga-données est en train de bouleverser le monde dont différents secteurs et domaines sont intéressés. Prédiction des comportements, amélioration de la recherche scientifique, Les adaptés du **Big Data** sont nombreuses, Les domaines d'application sont illimités; Aujourd'hui, même les manufactures peuvent en bénéficier. Les entreprises sont en pleine mutation, les processus de digitalisation, la numérisation des données, l'un de ses axes et l'utilisation du **Big Data**, mais qu'est ce que la signifie réellement, L'exploration massif de données, connue sous le nom **Big Data**, vous permettra d'analyser les différentes variables de votre entreprise pour enrichir vos connaissances et vous aider à prendre les bonnes décisions;

L'environnement de fabrication globalise aujourd'hui, et présente de nombreux défis de la complexité croissante pesé sur la productivité. Les industries comprennent que la technologie du **Big Data** a la l'aide de la maintenance prédictive peut considérablement améliorer a temps réel de fonctionnement ou la disponibilité et réduire le cout de maintenance et les arrêts du processus de la production.

Mots clés : Big Data, Maintenance Prédictive, Manufactures.

المخلص

البيانات الكبيرة أو الضخمة حولت العالم رأسا على عقب في مختلف القطاعات والميادين المهمة بالتنبؤ بالسلوكيات وتحسين البحث العلمي، هذا الاهتمام نابع من الأهمية التي حظيت بها البيانات الكبيرة ومجالات تطبيقها الواسعة وغير المحدودة: اليوم وحتى المصانع والشركات يمكنها الاستفادة من عمليات رقمته البيانات، والتي تعتبر واحدة من محاور واستخدامات البيانات الكبيرة، استكشاف البيانات الضخمة أو ما يعرف باسم البيانات الكبيرة، سيسمح بتحليل المتغيرات المختلفة للشركات وذلك لإثراء المعرفة الخاصة بها كما ويساعد هذه الأخيرة على اتخاذ القرارات الصحيحة؛

بيئة التصنيع العالمية، تعترضها اليوم العديد من التحديات تتمثل أساسا في زيادة حجم الإنتاجية؛ لهذا كان على القطاع الصناعي فهم أن تكنولوجيا البيانات الكبيرة تساعد على الصيانة التنبؤية ويمكن أن تحسن العملية الإنتاجية وتقلل تكلفة الصيانة ووقت التوقف عن عملية الإنتاج.

¹ Doctorante en analyse et politique macro-économie a l'école nationale supérieure de statistique et d'économie appliquée (ENSSEA, EXP : INPS).

@ : bakdi_malika@yahoo.fr.

NUM : 06-67-26-57-95.

² Doctorante en Gestion d'entreprise d'institutions « stratégiques » a l'université Mohammed Boudiaf (M'SILA).

@ : nasrisomia@gmail.com.

NUM : 07-98-49-50-59.

Introduction

Aujourd'hui une devinette, ou se trouve le pétrole de demain, est bien évident dans nos ordinateurs, smart phones, se sont nos données personnelles se gisement d'information pourrait devenir le charbon d'une révolution industrielle qui va profondément modifier nos mode de vie a déjà commencer on l'appelle la **Big Data**, le traitement massif des données personnelle c'est utiliser dans tous les secteurs, commerce, sport, politiques, l'industrie, l'objectifs maitre en équation, le gout, le comportement et même nos désire, tous ca pour anticiper l'avenir pour deviner;

Nous sommes vivants dans un Cosmos économique en pleine mutation, l'industrie de futur c'est l'intégration du mode virtuelle de l'information, de l'internet avec le monde réel concrétisé avec des équipements, des matières. Avec l'essor ce qu'on appelle le **Big Data** l'industrie mondiale et de plus en plus en progression profonde dans le système de sa fonctionnalité. La data est concéderez aujourd'hui comme le pétrole du 21ieme siècle une réelle révolution qui touche tous les domaines, tous les secteurs. Nous vivons 4 grands catégorie du progrès technique dans l'histoire de humanité, parmi eux ceux qui concerne l'information et la connaissance, nous sommes largement dépasser l'ère de l'automatisation a l'informatique comme on la connu dans les années 50;

Le **Big Data** signifie littérairement les grosses données, ces donnes volumineuses qui ne cesse d'accroitre, qui devenues de plus en plus difficile a maitriser par les entreprises. Le **Big Data** il s'agit globalement d'un ensembles de technologies, d'outils et procédures permettant a une organisation de capter, traiter, et d'analyser très rapidement cette quantité de donnes, ainsi crée de nouvelle opportunités, en particulièrement on parle sur les 4V (**V**olume, **V**itesse, **V**ariété, **V**éracité), sur internet en 1 minute aujourd'hui plus de 150 millions des mails envoyés, 2,78 millions vidéos vues sur youtube, 2,4 millions de recherches effectue sur Google et les réseaux sociaux est explosives, le **Big Data** doit être au cœur de toute stratégies d'entreprises;

Le Big Data est devenu une problématique utilitaire pour les entreprises, 2,5 milliards des données créent chaque années sur le web, avec l'explosion des données, ses entreprises sont confronte a des énormes problèmes de collecter, traiter, analyser de ses donnes exponentielle, valoriser un tel patrimoine de donne c'est un enjeu pour les usines 4.0.

Le Big Data pour l'entreprise c'est un enjeu, parce que ca va permettre d'améliorer la de qualité de production et comme nous améliorer la qualité de production donc on a des gains, concrètement quand on a anticipé des freins de certaines composante vous pouvez donc arrivez avant le panne soit arrive et quant on a faite ca on est dans la maintenance prédictive. L'exploration des méga données est aujourd'hui largement associée aux métiers de l'industrie pour mieux connaitre et comprendre le comportement et les attentes des consommateurs. Néanmoins, des données disponibles à abondance et analysables à moindre coût est désormais lancée par les grands groupes industriels. Les grands groupes industriels utilisent depuis des années des outils de gestion et d'aide à la décision leurs offres et services à leurs clients. On assiste actuellement à l'arrivée à maturité des technologies dites **Big Data**, de stockage et d'analyse de grandes quantités de données structurées et surtout non structurées;

Dans ce contexte La problématique au quelle s'articule notre recherché est: comment détecter les signaux avant de courir a la panne pour l'éviter c'est tous l'objet de la

maintenance prédictive. Prévoir et anticiper les pannes et défaillances est essentiel dans ce secteur très compétitif. La problématique de notre recherche est focalisée sur, Maintenance prédictive : **quels avantages pour le secteur industriel ?** On peut prédire une panne avant même qu'elle ne se produise, réalité avec l'avènement de la maintenance prédictive, cas d'usages de la star –up française MONIXO.

I. Partie 1 : Big Data

1. cadre conceptuel du Big Data

L'évolution technologique à bouleverser nos attitudes aujourd'hui nous utilisons un ordinateur en moyen 6h par jour, et un smart phone 4h/J, nous générons des données en permanence la production des données mondiale et de plus en plus en masse, le monde des objets connectés (voiture connectée, montre connectée, usine connectée....) augmente cette tendance le volume des données et tellement énorme que de nouveau logiciel va remonter d'être utiliser pour leur traitement ;

Chaque jours nos clients produisait de plus en plus de données près de 2.5 Trillions d'octets de données /jour, a telle point 90% des données dans le monde on été crée au cour de deux dernier années seulement en 2014 et 2015, ces données proviennent des capteurs, medias sociaux, images, vidéos, achats en ligne....., toutes ces données sont appelle Big Data (grosses données), c'est données représentent autant d'opportunités pour les entreprises, Big Data ou les 4 V grosse Volumes de données, Variétés de sources de donnes, Vitesse de traitement de donnes, les outils traditionnels ne sont pas adaptes trop rapide (trop lourd), peu performants;

Qu'est ce qui se caractérise le Big Data, c'est le faite qu'on travaille sur une grosse base de données, les données ne sont pas forcément numériques, souvent non échantillonner, souvent plus de 50% de donnes non numériques.

1- 1 La spécificité du Big Data :

Schéma N1 : les 4V du Big Data



Source : établi par les auteurs.

1^{er} V : Volume, c'est la caractéristique le plus souvent associées au Big Data, la quantité de données traitées ne cesse de croitre, et ce de manière exponentielle, le volume de données et de plus en plus massif à traiter et stocker. Par-exemple dans une minute d'internet on produit 30H de vidéos applaudie, 204 millions d'emails échangé;

2^{ième} V : Vitesse, avec le Big Data on peut maintenant analyse les données en temps réel et la prise de décision en fraction de seconde. Dans un mode connecte l'utilisation d'internet et des données ne cessent d'accroitre avec l'augmentation des débits et des réseaux. En Big Data les données sont capturée, stockées, et traitées rapidement et telle rapidités cesse d'augmente l'exemple le plus illustratif la téléphone mobile en 2020 avec la 5G les téléphones sont intègrent tout notre environnement connecte¹;

3^{ème} V : Variété, traditionnellement les entreprises analyse les données structure, donc avec le Big Data mai tenant on trouve les données non structure (images, vidéos, email), précisément les bases de données peuvent prendre une multitude de formats de données, texte, numérique, code informatique, données commerciales. En Big Data les sources de données se sont multiples, réseaux sociaux, PC, GPS, télévision, smart phone, voiture connectée, montre connectée est la liste est longue;

4^{ème} V : Véracité, en Big Data les données ne sont pas vérifier, il n'y a aucun moyen d'acter leur certitude, les vieilles données des archives, les faux profiles des réseaux sociaux et les transactions faites sur internet par délégation de tierces personnes ou organismes se sont des exemples de sources de fausses données, mais qu'il faut susceptible d'être exploiter, parce qu'il ya un gros volume de données, il faut s'assurer la véracité de ces données, une incertitude persiste souvent quant à la fiabilité de ses données, car leur origine et la crédibilité de leur source ne sont pas toujours connues. Les techniques traditionnelle de nettoyage de données sont relativement dépassé, grâce a la capacité du Big Data on fait l'analyse de donnes dans leur contexte, voir quelles sont les données qui sont vrai ou pas. Ces 4V caractérise le Big Data, les données sont massives, rapides, variées, et incertaines;

Comme on peut ajouter le **5^{ème} V, du Big Data Valeur**, car si une entreprise avoir à utiliser d'une manière efficace le Big Data pourra avoir un avantage concurrentielle.

1-2 Les particularités d'un projet Big Data appliquée dans le domaine industriel :

Il ya beaucoup d'éléments importants dans un projet **Big Data**, comme la gestion de la variété de données, la gouvernance ou la sécurité;

Mais dans l'environnement industriel, une particularité essentielle c'est la gestion de la qualité de donnes a chacune des étapes du projet, depuis les capteurs jusqu'au l'algorithme. Une autre particularité, c'est la valorisation des données;

Le **Big Data** demande à être accompagne d'intelligence artificielle et de modèles analytique pour cette mise en valeur;

Pour être pertinents, ces modèles et algorithmes doivent être adapté aux cas d'usages industriels et aux types de données utilisées.

1-3 Les enjeux du Big Data:

- Simplifier la production d'informations structurées et porteuses de sen;
- Créer du sens et des connaissances à partir de données non enrichies et non structurées;
- Analyse des tendances sur la durée;
- Permettre la création de modèle sur des données ambiantes;
- Analyse prédictive.

1-4 L'impact du Big Data sur l'industrie du futur :

Le Big Data a révolutionné le monde dans la manière de traiter les données. Pour une entreprise, le Big Data peut avoir de diversifiés d'applications, et ce dans de nombreux domaines d'activites;

La maintenance prédictive et le Big Data sont deux technologies en plein essor, pleines de promesses pour les entreprises de toutes les industries, sont en passe d'évoluer de façon plus

rapide encore. L'essor de la technologie de la maintenance prédictive, pour anticiper les interruptions de production, se met en place les concurrents au cœur des enjeux de l'industrie 4.0 et leur offre des opportunités majeures;

En termes d'innovation et d'amélioration, les Big Data trouvent de nombreux champs d'application. C'est notamment le cas du secteur industriel, où la collecte et l'analyse de données permettent d'anticiper et corriger les défaillances².

2. L'industrie 4.0 :

La 4^{ème} révolution industrielle C'est celle que nous vivons actuellement au glauque de l'arrivée du numérique et l'internet. La 3^{ème} révolution industrielle c'est presque déjà de passe, la 4^{ème} révolution industrielle c'est avec une vitesse d'une échelle jamais enregistrer auparavant va changer tous nos mode de production, de distribution, de consommation, de l'information;

Quelle sont les dangers potentielle lier a cette automatisation, dit cette robotisation, sur l'ensemble de notre environnement. En somme comment maîtriser cette révolution industrielle. Il ya ce quant y'eux 3 révolutions précédentes;

La 1^{ère} c'est celle qui apparaitre a la fin du 18^{ème} siècle, sur la région de la grande Bretagne 1^{ère} puissance mondiale au 1850, la clé du succès c'est extraction du charbon puis se sera le développement de l'industrie du coton, suivi par l'essor de la métallurgie, construction de la machine a vapeur et puis la révolution historique c'est le née du chemin de fer, la 2^{ème} révolution industrielle elle est venue des états unies, et l'Allemagne a la fin du 19^{ème} siècle quant elle va s'appuyer sur l'élaboration des sciences et des techniques en premier lieu par l'utilisation de nouvelle source énergétiques c'est le pétrole et c'est l'électricité quand va produire massivement de l'aluminium, de matière plastique, on va inventer le moteur a explosion. C'est encore des états unies et le japon qui provient la 3^{ème} révolution industrielle au début de la 21^{ème} siècle on va fabriquer en masse des produits identiques sous la notion de standardisation, le travail a la chaîne cela concerne entre autre domaines celui de l'armement et surtout celui de l'automobile;

Dans la 3^{ème} révolution industrielle il s'agissait d'introduire le numérique nouvellement arriver dans la production de biens et services et de fait l'informatique et tous les formes de la technologie numérique qui font un système est toujours encore de transformer toute l'organisation de l'activité économique, les programmes informatiques en permet d'automatiser l'étage, cela va du métro qui conduit tous seul ou distributeurs du billet en passant par les capteurs des systèmes informatiser de nos voitures sans oublier l'internet qui permet une circulation son précédente des informations de nature précisément a déclencher toute sorte d'action, on peut l'on conclure que le numérique a décupler les capacités physiques et mentales de l'homme, alors que la mécanique n'avait saisi décupler que ses seule capacités physiques;

Avec cette révolution industrielle le numérique permet de créer de nouveaux produits qui ne se fait ni de biens ni de services mais des solutions c'est-à-dire que l'internaute consommateurs disposent de faite une réponse de besoins spécifiques on réserve des informations spécialiser le concerne lui son environnement, cette 4^{ème} révolution industrielle se caractérisé aussi par son extraordinaire de capacité de stockage d'informations depuis les années 90 cette capacité double. A l'aire du Big Data cette révolution industrielle est entraîné d'affecter tous ns systèmes d'existences, c'est-à-dire la manière dont nous vivons, travaillons, produisons, payons, et même restons en bon sante, d'une conséquences le plus visibles se situe dans le domaine d'emploi, de main d'oeuvre, l'automatisation des tâches entraînent la suppression des millions d'emploies non qualifier, une situation qui convient de jurer un

contexte de chômage en hausse est une migration de masse, l'ultime question de cette 4^{ème} révolution se posera alors une réduction ou d'augmentation des inégalité sociale des couts déclencher une révolution;

Les **Big Data** assemblée sa l'intelligence artificielle, ont assurément poursuivi à avoir un cible de plus en plus fort sur le secteur de l'industrie comme sur les autres secteurs, d'ailleurs on le voit apparaitre dans le manufacturing 4.0. Ou l'analyse du **Big Data** est utilisée de concert avec les objets connectes et la robotisation, suivant le cycle détection-analyse-décision-action. Mais aussi pour d'autres cas d'usage que la production comme la gestion de stocks, la logistique, et le transport connecte voir autonome ou l'optimisation de la consommation d'énergie.

II. La maintenance prédictive

« Mieux vaut prévenir que guérir » est également vrai dans l'industrie. Les systèmes industriels ont vécu un changement radicale dans leur fonctionnalité, ils deviennent de plus en plus complexes, subir une panne va peser lourdement sur l'appareil productive, et la maintenance associée de plus en plus coûteuse. La concurrence accrue pousse les industriels à disposer d'usines flexibles, productives, tout en assurant la plus grande qualité au coût minimum : les stratégies de maintenance sont au cœur de cette préoccupation. Les recettes de la maintenance prédictive ont totalisé 9,1 milliards de dollars à la fin de l'année 2016, selon le cabinet d'étude ABI Research. Avec un taux de croissance annuel* de 22 %, la taille du marché atteindrait 24,7 milliards de dollars en 2019. La maintenance prédictive, aussi appelée maintenance analytique, est aujourd'hui une des formes les plus rentables de l'analyse appliquée à l'Internet des Objets³;

Le **Big Data** ne se limite pas sur un seul secteur du commerce ou domaine médicale. Il peut aussi servir dans de nombreux domaines comme la science et l'industrie. Dans le domaine industriel, le Big Data va permettre le développement de la maintenance prédictive. Les modèles de maintenance contemporains ont dévoilé certaines limites, la maintenance corrective, il faut attendre que la panne survienne pour pouvoir intervenir et avec la maintenance préventive, les moments de maintenance sont souvent mal déterminés et les équipements auraient pu être utilisés encore des semaines voire des mois⁴. Afin d'effectuer la maintenance dans une conditions propice, il y a lieu de définir de nombreux paramètres et il peut être difficile d'être pertinent sur tous les points pour un ou plusieurs êtres humains car il faut analyser un très grand volume de données. Il fait donc intéressant d'abandonner ce travail à une machine qui analyserait de très nombreux cas pour définir au mieux tous ces paramètres. Elle pourra ainsi plus facilement définir les éléments à observer mais aussi détecter elle-même de nouveaux éléments auxquels une personne n'aurait pas pensé afin de définir au mieux l'état d'un élément et donc le moment optimal pour son remplacement⁵;

La maintenance prédictive identifie les pièces de rechange nécessaires à ce planning de maintenance incomparablement plus précis. Elle élimine la nécessité d'un stockage inutile (et coûteux) de pièces en surnombre. Grâce aux solutions d'analyse prédictive comme celles développées par IBM SPSS, les industriels peuvent mettre en place de nouvelles normes de qualité et réaliser des économies en réduisant le temps d'indisponibilité résultant des opérations de maintenance non planifiées. Ils peuvent ainsi éliminer quasiment toute maintenance inutile. Grâce aux capteurs et à l'intelligence artificielle. La maintenance prédictive permet au main-tenancier de connaitre en temps réel l'état de ses équipements en lui fournissant des informations détaillées sur les paramètres pouvant impacter ceux-ci. Grâce

a la machine l'E-Learning celui pourra être averti en cas de défaillances imminentes ou en cas d'anomalies⁶;

Les solutions de maintenance prédictive permettent de collecter des informations en temps réel à partir de nombreuses sources :

- logs de maintenance;
- logs des performances;
- données de surveillance;
- rapports d'inspection,
- données environnementales;
- données financières....

A partir de ces données, structurées ou non, la maintenance prédictive est capable de repérer en temps réel les schémas propices aux pannes (ou même à des anomalies mineures) afin de déterminer les domaines les plus exposés au risque et d'identifier la cause première du problème. Elle dirige alors pro-activement les ressources vers ces domaines avant que le risque ne devienne une réalité⁷. La maintenance des équipements de production est un élément clé pour la majeure partie des industriels, quelque soit la nature des produits manufacturés : mécanique, agroalimentaire, santé ... Une maintenance appropriée améliore la sécurité et la fiabilité et permet de réduire de façon significative les coûts de production. Techniquement et simplement cela consiste à implanter des capteurs de surveillance sur les équipements afin d'être alerté dès les premiers signes de fatigue d'un équipement;

La maintenance prédictive nécessite de rassembler ordinairement les données acquises par les capteurs du matériel, pour définir ce qui sera considéré comme des « comportements normaux ». Les données sont ensuite analysées et modélisées pour rechercher les comportements qui sont des signes avant-coureurs d'une panne.

la marche à suivre pour mettre en place une maintenance prédictive:

- **Collecter les données à l'aide de capteurs**, Pour passer à la maintenance prédictive, il faut avant tout connecter ses machines à un système de collecte des données. (Intégrer des capteurs dans le matériel à surveiller afin de récupérer de la donnée), la collecte de données comme point de départ;

Il est désormais courant d'adjoindre aux machines de production, comme aux matériels mobiles, quantité de capteurs qui mesurent en permanence l'état de leur fonctionnement⁸. Les capteurs placés dans les produits (moteurs, mécanismes, structure...) tout en étant connectés à internet (appelés objets connectés), envoient des informations que le fabricant récupère et compile pour déterminer, en fonction du comportement de ses produits dans le temps, les besoins de maintenance ou de remplacement⁹. Il existe de nombreux types de capteurs industriels sur le marché, adaptés aux différents matériels. La plupart des équipements modernes en sont équipés en usine.

- **Modéliser les schémas de panne** (Sélectionner les données spécifiques qui nous intéressent (température, humidité, position, etc.). Lorsque les machines sont connectées, elles envoient des données. Beaucoup de données. Le problème n'est donc pas tant leur quantité que leur qualité;

Il s'agit précisément du cerveau du système de maintenance prédictive, là où chaque événement entrant est analysé afin de repérer les marqueurs d'une défaillance. En se basant sur l'historique des pannes, il est possible d'utiliser des algorithmes pour créer des schémas de panne.

- **Apprentissage automatique** (Analyser ces données en continu en les confrontant à un modèle prédictif, afin de rechercher les signes avant-coureurs d'une panne);

Des technologies d'apprentissage automatique (ou machine Learning¹⁰) telles qu'Apache Mahout, SparkMLlib sont particulièrement pertinentes pour que les algorithmes « apprennent » à reconnaître les nouveaux événements et défaillances lorsqu'ils surviennent. Cette étape permet de ne pas se limiter aux seuls schémas d'anomalies et de défaillances connus mais d'en ajouter de nouveaux aux systèmes de détection, au fur et à mesure de la collecte d'informations sur le matériel;

A l'heure de l'industrie 4.0, il est essentiel de trouver et mettre en œuvre tous les leviers d'optimisation possibles pour maintenir sa compétitivité. Mettre en place une maintenance prédictive permet de rationaliser globalement le processus et génère des gains de coûts et de temps qui peuvent être conséquents¹¹. Les systèmes deviennent de plus en plus complexes, les opérations de maintenance de plus en plus coûteuses et les arrêts ou pannes ont des impacts importants sur le business (usine), les utilisateurs (métro) etc... Dans un marché à maturité, l'optimisation des opérations de maintenance passe par la maintenance prédictive, permettant de diminuer les opérations et les arrêts (en diminuant les pannes)¹².

Schéma N 1: la maintenance prédictive.



Source: <https://dir.indiamart.com/impcat/predictive-maintenance-service.html>.

2-1 Les avantages de la Maintenance prédictive :

Il convient de rappeler les objectifs de la maintenance industrielle prédictive et énoncer quelques uns de ses avantages;

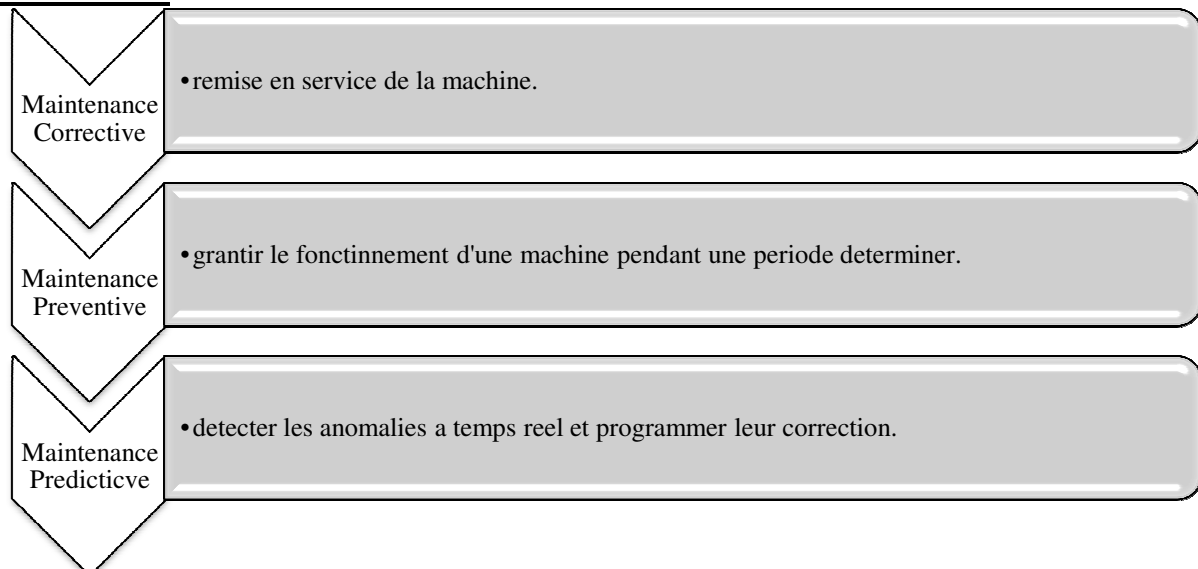
- **La maintenance prédictive Accomplir la tâche juste avant que la panne n'immobilise l'équipement**, en faisant intervenir au bon moment : l'équipe, le matériel et la pièce défectueuse;
- **Permet d'éviter ou de réduire les pannes** : Augmente la fiabilité et la disponibilité des machines industrielles en diminuant le nombre de pannes;
- **Permet d'éviter des accidents et accroître ainsi la sécurité des personnes;**
- **Permet d'économiser de l'argent en diminuant les arrêts machines** : une bonne organisation des arrêts de production, et réduisant environ 50% des couts;
- **Permet de réduire les consommations énergétiques**, On peut estimer qu'un processus industriel modernisé et optimisé permet de réduire de 5 à 15% ses consommations d'énergie si l'on implémente des technologies de maintenance prédictive et que l'usine est connectée. Selon l'Agence internationale de l'énergie

(AIE), un tiers de la consommation mondiale d'énergies fossiles vient de l'industrie, il apparaît donc urgent de mettre en place ces technologies¹³;

- En résumé, La maintenance prédictive vise à anticiper les défaillances des dispositifs industriels, maîtriser l'arrêt des machines, augmenter leur durée de vie, diminuer les stocks de pièces de rechange, réduire les coûts et améliorer la disponibilité de service.

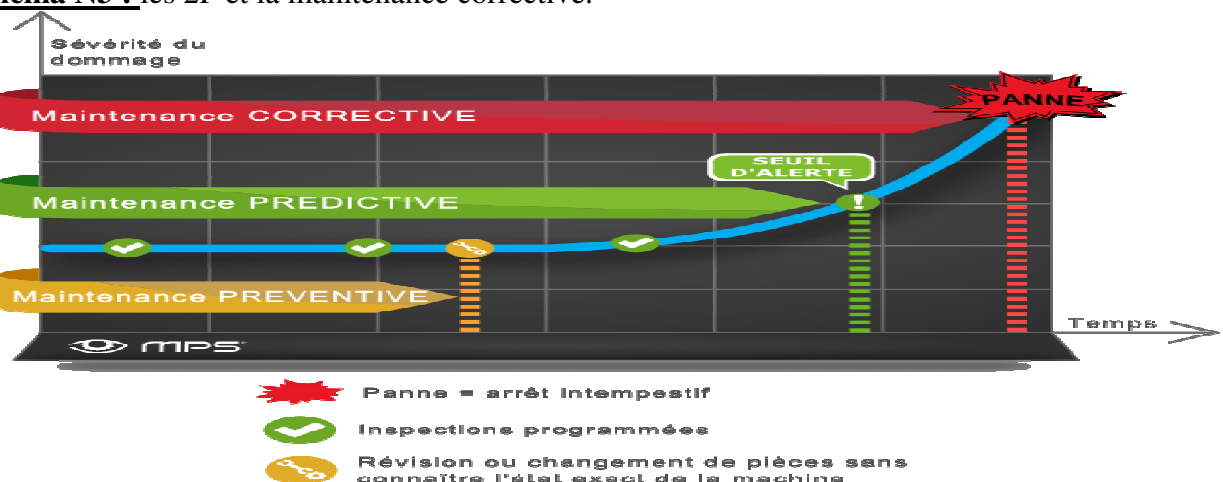
La bonne maintenance des actifs industriels a un impact sur leur niveau de performance, de leur productivité, et donc sur les résultats et les coûts de production. Depuis des dizaines d'années, l'industrie connaît la maintenance préventive. Les équipements de production sont révisés par des opérateurs de maintenance selon une fréquence déterminée par un délai moyen avant une panne. Si un appareil Y tombe en moyenne en panne au bout de 3 ans, la révision sera réalisée au bout de 2 ans et demi. Cela permet ainsi de détecter une anomalie et d'anticiper les défaillances¹⁴. Réduire les pannes et leurs impacts requiert temps et moyen. Une bonne maintenance prédictive permet d'anticiper les aléas, et nous permet d'être à l'abri des défaillances.

Schéma N 2: les activités de la maintenance.



Source : établi par les auteurs.

Schéma N3 : les 2P et la maintenance corrective.



Source : <http://www.mps-maintenance.fr/maintenance-predictive/>.

Avant, nous avions la maintenance préventive, qui s'assurait que tout fonctionnait parfaitement bien. La maintenance corrective, elle, se chargeait de réparer les pannes lorsqu'elles avaient eu lieu;

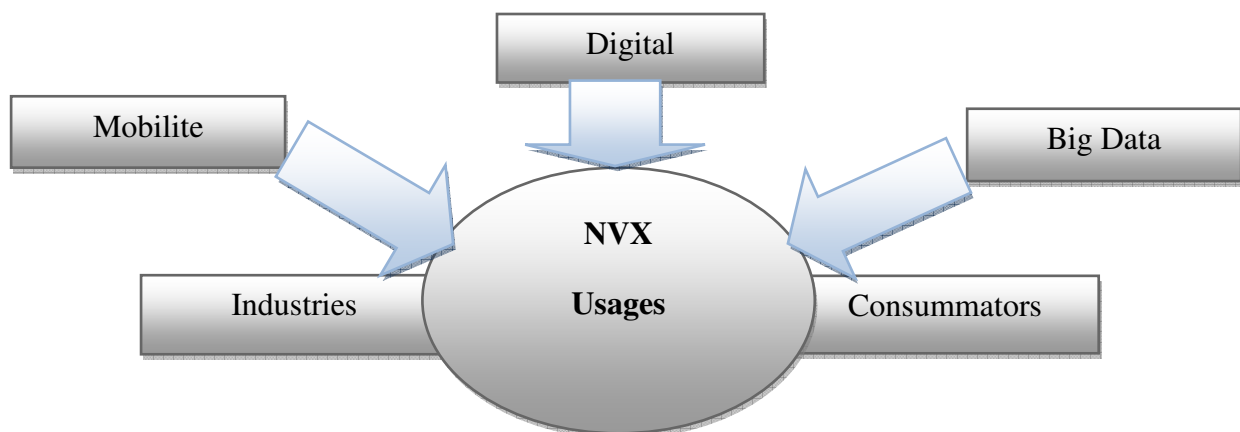
Aujourd'hui, grâce à l'application du Big Data, il est possible, par le biais de capteurs, de faire parler les pièces elles-mêmes afin d'avoir des indications précises sur les maintenances à prévoir¹⁵. Cette approche consiste à collecter et à analyser les données d'un équipement industriel, sa température et ses vibrations, par exemple. Puis, à partir de celles-ci, à mettre en place un système d'alertes afin de prévenir une défaillance en intervenant avant la panne. La maintenance prédictive va plus loin que la maintenance curative, qui consiste à réparer une fois la panne survenue, ou que la préventive, qui consiste à planifier des interventions de maintenance d'après des moyennes d'utilisation¹⁶.

2-2 L'Internet des objets :

Aujourd'hui le monde électronique, internet c'est on désormais au monde physique avec l'internet des objets. L'industrie n'échappe pas de cette tendance;

L'arrivée de l'internet des objets ouvrent des champs de possibilité extraordinaire pour le secteur manufacturier l'industrie en générale.

Schéma N 4: l'internet des objets (IO)



Source :

Aujourd'hui toute la chaîne, infrastructure, entreprises, clients finaux, bénéficiant d'un environnement globalement standardisé et supporté par des composants pionniers eux-mêmes et des capacités technologiques fiables et accrues, l'environnement du digital, la mobilité, et du Big Data permettent donc de créer de nouveaux usages qui vont bénéficier de l'industriel, comme des consommateurs finaux pour des coûts faibles.

2-3 Les avantages :

Les avantages tirés de cette technologie sont nombreux,

- La fiabilisation des outils productifs, (maintenance préventive ou prédictive);
- La diminution des coûts, maintenance, garantie, productivité avec les interventions humaines plus pertinentes et des services plus élevés et donc une compétitivité accrue;
- La capacité d'analyser permet d'améliorer les produits et les services après-vente.

4-2 La maintenance perspective :

On a des objets qui savent prédire leur panne d'une façon autonome, qu'ils savent expliquée comment l'éviter (corriger la panne) et maintenant ils savent même capable de montrer comment faire c'est-à-dire qu'on est capable de produire à temps réel une documentation technique spécifique aux problèmes qu'on a identifiés. Et évidemment tous ça avant que la panne soit arrivée.

III. Partie 2 : cas pratique

Industrie du futur, Internet des objets industriel, Usine 4.0... Autant de vocables qui correspondent à une même préoccupation, à savoir mieux piloter une unité de production opérationnelle grâce à l'optimisation de la maintenance des actifs industriels (pompes, vannes...), source de coût majeure dans l'exploitation des usines. Pour y parvenir, reste à remonter des données fiables et cohérentes du terrain pour les exploiter efficacement¹⁷;

L'industrie 4.0 a donné naissance à la maintenance 4.0. L'idée de la maintenance prédictive est d'éviter les défaillances bien avant qu'elles ne se présentent et donc d'éviter tout impact de celles-ci sur la productivité d'un système de production donné. Pour une industrie ou une entreprise en général, ceci représente un gain de temps et d'argent évident¹⁸. En tant que responsable maintenance vous devez garantir le bon fonctionnement des machines tournantes, principalement les moteurs et les pompes essentielles pour la bonne marche de l'usine, ces équipements sont soumis à une forte contrainte mécanique et au sollicité direct de produit, dans l'industrie de processus 46% des arrêts de fabrication dus à la défaillance mécanique de tels équipements plusieurs facteurs peuvent causer leur dégradation et provoquer aux arrêts soudains de l'usine. Il est communément admis que réparer une casse coûte 50% plus cher que prévenir, un incident sur ses équipements entraînera toujours une coûteuse réparation, des risques pour la sécurité, des pertes de profitabilités. Grâce à la maintenance prédictive, les manufactures peuvent maintenant équiper leur machines (même les plus vieilles) de capteurs qui, reliés entre eux et à un serveur central, peuvent associer des informations relatives aux appareils pour mieux prévenir de leurs dysfonctionnements¹⁹;

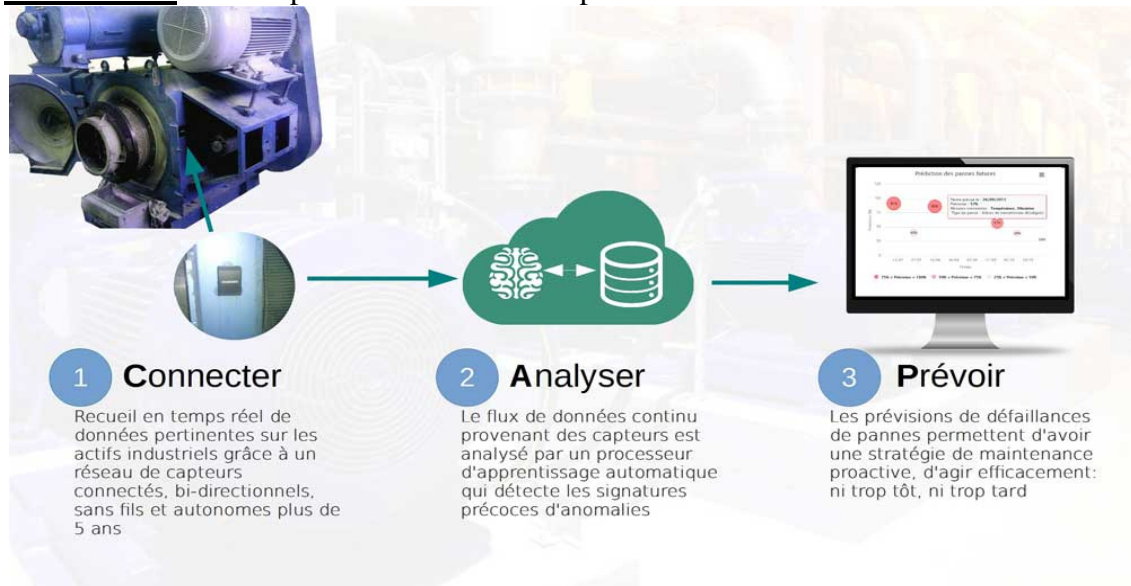
Des secteurs manufacturiers aussi divers que l'automobile, l'électronique, l'aéronautique et la pétrochimie ont tous intérêt à passer à l'analyse prédictive. L'environnement industriel aujourd'hui présente de nombreux défis dont la compétitivité croissante pèse lourdement sur la productivité. Maîtriser les coûts tout en garantissant le niveau de qualité désiré constitue le défi clé de la production industrielle. Ici on ne parle bien de prévisions basées sur des faits. La maintenance prédictive a lieu suite à l'analyse et l'évaluation d'éléments significatifs de dégradation. Il s'agit donc de surveiller et d'analyser l'évolution d'un élément afin de trouver le meilleur moment pour le remplacer. Ça ne doit arriver ni trop tôt, pour réduire les coûts, ni trop tard, pour éviter les pannes. La solution de la start-up française MONIXO permet par exemple de faire de la maintenance prédictive, aussi appelée prévisionnelle²⁰;

MONIXO est une startup francilienne qui conçoit des capteurs connectés et algorithmes d'apprentissage automatique pour la maintenance prédictive, est une solution de maintenance connectée et prédictive permettant, par l'analyse de données de masse, d'anticiper les pannes liées aux fonctionnements et à l'usage des actifs industriels en temps réels, d'en anticiper les défaillances et pannes imprévues;

Commercialisée depuis 2015. La startup se positionne comme pionnière sur le marché de la maintenance prédictive au côté de géants de l'informatique et de l'électronique tels qu'IBM, Microsoft et Siemens, avec des avantages de taille : celle d'être une solution complète, clé en main, facile à installer (en moins de 15 minutes), non intrusive (aucune modification des installations existantes), capable d'intégrer les capteurs existants, et cela,

avec des coûts de déploiement faibles. Ces avantages ont permis à la jeune entreprise de convaincre de nombreuses PME manufacturières, mais aussi plusieurs grands groupes industriels en pleine transformation digitale à l'heure de l'industrie 4.0²¹.

Schéma N 5: les 3 étapes de la maintenance prédictive chez Monixo.



Source : <http://echos-partners-industrie.com/monixo-sous-traitant-industriel-monixo/Startup>.

Monixo permet d'anticiper efficacement les pannes sur l'ensemble des actifs industriels. L'objectif principal étant d'agir suffisamment tôt pour éviter les pannes lourdes et coûteuses mais jamais trop tôt pour éviter les arrêts et dépenses inutiles.

3-1 Région / Pays cible :

Nous ciblons le marché des entreprises dotées de moyens de production physiques. Ce marché est donc international.

3-2 Les concurrents de MONIXO :

De plus en plus d'entreprises s'intéressent à la maintenance prédictive par objets connectés, parmi elles, on peut citer Microsoft qui développe un programme de test directement chez les industriels comme nous avons eu à le faire²².

3-3-Comment se fonctionne MONIXO :

Monixo est une application SaaS (Software as a Service) qui allie deux composantes: une composante hardware basée sur des réseaux de capteurs communiquant via un protocole propriétaire assurant notamment un volume de données minimal et la remontée de ces dernières vers un cluster de serveurs sécurisés, ainsi qu'une composante logicielle. La composante logicielle permet aux utilisateurs de visualiser à distance et en temps réel entre autre: l'énergie consommée par chacune de leurs machines, le niveau de température ou de vibration de celles-ci, la géo-localisation de leurs véhicules, le carburant consommé et les défaillances électromécaniques de ceux-ci; ou encore d'être alertés par mail ou SMS en cas de fonctionnement anormal ou de dépassement de seuil. La liste des fonctionnalités de cette solution est loin d'être exhaustive mais vous l'auriez compris: aussi bien dans un processus de maintenance que de suivi des moyens de production, Monixo permet de réduire considérablement les pannes, les pertes en productivité mais aussi d'anticiper au maximum l'état à venir des ressources de l'entreprise²³.

- **CONNECTER**

En quelques secondes, les moniteurs sont installés sur la machine à superviser sur la base d'un plan d'instrumentation détaillé préalablement défini. Dans le cas de cette presse, l'instrumentation concerne les paliers et les tambours (moteur à 1500 tr/min). Le moniteur est fixé par sa base magnétique dans ce cas d'usage;

Dès la mise en marche du moniteur, les mesures sont collectées et instantanément disponibles sur la plateforme. Sur chacun des sous-composants instrumentés, des mesures pertinentes sont acquises afin d'avoir un suivi continu de la dégradation de la presse : vibration (niveau global et spectre), température infrarouge, ultrason, intensité du courant (grâce à un capteur ampère métrique dans l'armoire électrique)...

- **ANALYSER :**

Une fois acquises, les données sont analysées en intégrant les seuils définis par le technicien de maintenance depuis la plateforme ou celles définis par les normes existantes sur la machine concernée (maintenance conditionnelle). Les alertes sont ensuite envoyées en fonction de la cadence choisie;

La bidirectionnalité des moniteurs permet sur des mesures telles que la vibration d'acquérir des spectres qui sont analysés et interprétés automatiquement avec un suivi détaillé de l'évolution des anomalies détectées. Ces analyses ainsi que l'historique des données sont disponibles et peuvent être exportées sous plusieurs formats (XML, CSV ou PDF);

- **PREDIRE :**

Monixo, grâce à son processeur d'apprentissage automatique suit plusieurs signatures de défaillance sur les machines afin d'en extraire automatiquement des scénarios fiables de pannes. L'analyse de ces marqueurs permet de détecter et de suivre la panne dès les premiers signes avérés d'anomalie;

Progressivement, la prédiction s'affine ; la caractérisation des défaillances correspondant à celle-ci devient de plus en plus formelle. Les mesures concernées ainsi que le type de pannes caractérisé en amont permettent dès lors d'agir de manière ciblée et d'optimiser les actions et les ressources : agir suffisamment tôt pour éviter les pannes lourdes et coûteuses, mais jamais trop tôt pour éviter les dépenses et arrêts inutiles²⁴.

Conclusion

Le Big Data reste une stratégie émergente sur laquelle la plus part des entreprise n'ont pas encore forme leur stratégie, Diminuer les temps d'interruption est une des priorités du monde industriel, où quelques secondes d'incident peuvent représenter de nombreuse perte pour l'usine. Et la maintenance prédictive semble la moyenne auquel compte l'industrie actuelle. Les fabricants de produits industriels a travers le monde ont recours à l'analyse prédictive dans leurs opérations de maintenance afin d'éviter les arrêts de la production, d'améliorer la qualité du service aux clients, et de faciliter la gestion des coûts potentiels de garantie. Pour une grande part en favorisant la maintenance prédictive dans la production, Elle s'impose comme une priorité décisive, stratégique pour l'entreprise;

Collecter des données sur le terrain a fin d'anticiper les pannes, conforme l'objectif principe de la maintenance prédictive, elle est permet de détecter l'apparition des défauts sur des machines avant qu'elles ne deviennent trop graves. En donnant aux industriels les solutions de prévoir les risques plutôt que de les subir, afin d'éviter de couteux arrêts de la production. Il s'agit donc d'anticiper les pannes, des chaînes de production, la maintenance

prédictive donne une nouvelle opportunité à l'industrie. Pour cela il est nécessaire de mettre en place une surveillance intelligente périodique de plusieurs paramètres sur les machines en fonctionnement. En production le modèle capte des signaux faibles de données des capteurs, en contre partie sans connexion, les smart objets ne savent plus de prendre la décision;

Très concrètement les industrielle aujourd'hui font de la maintenance préventive et curative, certaines commence à faire la maintenance prédictive et évidemment on se dirige vers la maintenance prescriptive documentée. Chaque technologie a ces limites, les limites du Big Data résident dans la notion d'éthique et la confidentialité qui reste problème d'actualité.

Bibliographie

¹Docteur Samia Gamoura CHahbi, Big Data principales et fondamentaux.

²Yann Gourvenec, Maintenance prédictive: la donnée au service de l'industrie, 11 Avril 2017. <http://www.orange-business.com/fr/blogs/e-sante/transformation/maintenance-predictive-la-donnee-au-service-de-l-industrie>.

³Agathe Cebon, LE MARCHÉ DE LA MAINTENANCE PRÉDICTIVE. <https://ristretto.weave.eu/2017/03/23/marche-de-maintenance-predictive/>

⁴Disponible sur: <https://www.saagie.com/fr/cas-usage/maintenance-predictive#get-white-paper>.

⁵Disponible sur: <https://siecledigital.fr/2017/07/26/big-data-decline-la-maintenance-predictive/>.

⁶Disponible sur: <https://fr.linkedin.com/pulse/la-maintenance-pr%C3%A9dictive-le-futur-de-industrielle-boubacar-m>.

⁷La maintenance prédictive au service de l'industrie : ENJEUX QUALITÉ, 23 AUG 2011. <http://www.analysepredictive.fr/qualite-predictive/enjeux-qualite/la-maintenance-predictive-au-service-de-1%E2%80%99industrie>.

⁸ Hervé Mathe, Professeur à l'ESSEC, La maintenance prédictive: transformation numérique et maintenance industrielle, -03-03-2016. <http://www.legoueix.com/canal-legoueix/?p=1683>.

⁹ <http://www.formation-et-nouvelles-technologies.fr/entreprise-2-0/le-big-data-dans-lindustrie>.

¹⁰ La machine exécute quelque chose qu'on ne lui a pas commandé : elle se crée ses propres règles

¹¹Xavier Guérin, Vice-président en charge du développement business chez MapR, 11/06/2015. <https://www.industrie-techno.com/la-maintenance-predictive-signe-la-fin-des-pannes.44826>.

¹²Joel Flambard, Directeur Commercial Industrie, SQLI Lyon, IOT & Big Data : valeur, usages & exploitation des données, le 10 mai 2016. <https://www.technologies-ebusiness.com/enjeux-et-tendances/maintenance-predictive-iiot>.

¹³Elodie Bondi, Directrice administratif et financier chez Qualiteo, Environnement & Technique N°367 16 janvier 2017. <https://www.actu-environnement.com/ae/news/elodie-bondi-qualiteo-maintenance-predictive-quatrieme-revolution-industrielle-reduire-consommation-energie-28267.php4>.

¹⁴Talyana Cunningham, Série Usine du futur #3 – Éliminez les pannes avec la maintenance prédictive - 18 July 2017. <https://gblogs.cisco.com/fr/manufacturing/serie-usine-du-futur-3-eliminez-les-pannes-avec-la-maintenance-predictive/>.

¹⁵ <http://www.usine-digitale.fr/article/transformation-digitale-de-la-sncf-ca-roule.N387017>.

¹⁶MARINE PROTAIS, INDUSTRIES DU FUTUR, FRANCE ,20/04/2017 À 00H00. <http://www.usinenouvelle.com/article/passez-a-la-maintenance-predictive.N528074>.

¹⁷https://www.lembarque.com/avec-ses-capteurs-sans-fil-monixio-amene-la-maintenance-conditionnelle-connectee-au-plus-pres-du-terrain_005634.

¹⁸Disponible sur: <https://startup.info/fr/monixio/>

¹⁹Disponible sur: <http://www.francenetinfos.com/maintenance-predictive-big-data-service-industriels-157740/>.

²⁰Disponible sur: <https://siecledigital.fr/2017/07/26/big-data-decline-la-maintenance-predictive/>.

²¹Disponible sur: <http://echos-partners-industrie.com/monixio-sous-traitant-industriel-monixio/> Startup.

²²Disponible sur: <https://startup.info/fr/monixio/>.

²³Disponible sur: <http://www.jaimelesstartups.fr/monixio/>.

²⁴Disponible sur: <http://www.monixio.com/>.