# Nostradamus chez les automaticiens

Les logiciels de traduction automatique pourraient un jour vous coûter cher. Si vous demandez la traduction de « Prédictive Maintenance », vous risquez de tomber sur une définition de Prédictive se rapprochant plus du terme Prédire que de Prévoir. Or, la finalité risque de ramener l'automaticien, que vous êtes, dans le droit chemin de façon assez brutale.

En matière de maintenance, l'objectif reste d'intervenir avant la panne, tout en évitant les interventions préventives systématiques et en réduisant le nombre d'interruptions de la production. Bref, tout doit être planifié. Comme le précise Claude Pichot, le président de l'Afim, l'Association Française des Ingénieurs et responsables de Maintenance, lors des dernières journées du Club Automation, *« la maintenance prévisionnelle est une science exacte, mais avec beaucoup d'interactions non prévues »*. Comme le précisa, dans une autre intervention, François Camincher, en charge de la maintenance du matériel roulant de la SNCF, *« le pire est de devoir gérer la panne d'un train en rase campagne. Un cauchemar qui, pour être évité, ne doit pas conduire à doubler le parc matériel pour des raisons de maintenance »*.

## Juste à temps, mais pas juste trop tard

Et Claude Pichot de rappeler les fondamentaux. *A priori*, l'expérience devrait donner une bonne connaissance des problèmes passés. Mais dès qu'il s'agit d'une nouvelle machine, peu de choses sont connues, il va falloir extrapoler. Prévoir les défauts susceptibles d'intervenir est une chose, mais il faut également définir les seuils limites acceptables. Un juste à temps, qui ne doit pas se transformer en juste trop tard. Vous comprenez mieux que le terme anglais Prédictive, se doit d'être traduit correctement.

Mais alors pour ne pas verser dans la prédiction, comment faire ? Difficile pour les novices, la standardisation n'est pas encore effective, et l'Amdec n'est qu'un mode de représentation, des données, avec pour l'Afim 50 % des défaillances en fonctionnement qui ne sont pas identifiées par les concepteurs dans les Amdec. Et pour compliquer le tout, ce sont le plus souvent les défaillances qui se produisent peu souvent qui sont mises en lumière, laissant dans l'ombre les micro-arrêts.

## Le format A0 est devenu 17 pouces

Et ce n'est pas l'écran de l'ordinateur qui va arranger les choses, là où il y a une vingtaine d'années les ingénieurs et techniciens se retrouvaient devant la planche à dessin avec un plan format A0 récapitulant le site de production, ils se retrouvent aujourd'hui devant un écran plat 17 pouces. *« Il faut que les agents de maintenance aillent sur le terrain pour se familiariser avec les technologies, c'est sur place qu'ils comprendront que si les capteurs fibre optique sont techniquement très intéressants, un simple brouillard d'huile risque bien de bloquer le système tout entier. »*

A partir de ce constat, l'un des premiers éléments à mettre en place, reste l'organisation qu'il ne faut pas sous-estimer. Le concepteur doit, encore plus qu'avant, travailler en équipe.

Une organisation qui mène à définir une politique de maintenance prévisionnelle, alors même que le concepteur de la machine ne sait absolument pas ce que va faire l'acheteur de la machine qu'il vient de lui vendre. D'ou des liens croisés entre Concepteur/Fabricant/Utilisateur/Maintenance/Logistique.

## Viser la simplicité

Parmi les arguments à rappeler, d'autant plus dans cette période qui poussent certaines entreprises à couper dans les masses salariales, c'est de prendre en compte des données simples, voire simplissimes. Par exemple, il vaut mieux analyser les grandeurs électriques des moteurs avant d'envisager de mesurer les effets vibratoires ; dans le même esprit détecter le bon remplissage en graisse des roulements vaut mieux que l'analyse des chocs. De plus, il faut absolument garder des techniciens aptes à comprendre les techniques mises en œuvre, si personne n'est capable de comprendre les technologies, la maintenance sera impossible, rien de sert de mettre 10.000 capteurs pour remplacer la méconnaissance des gens de terrain.

Dans la dernière édition de sa lettre, l'Afim ne fait dans la dentelle. Elle note *« Les charges diminuent rapidement. Mais quelle limite ne pas dépasser ? Dans une vision à court terme où le rendement des capitaux engagés atteint le niveau de l'usure, il ne faut pas s'étonner de la montée en puissance des accidents industriels. Entre 2001 et 2005, le nombre annuel d'accidents industriels recensés par le Barpi (Bureau d'analyse des risques et pollutions industrielles), est passé de 1.589 à 1.925, soit un accroissement de*

*21 %. Ce simple rappel devrait nous inciter à nous interroger sur le lien existant entre les politiques de maintenance à courte vue et leurs effets sur le nombre d'accidents industriels. Mais derrière l'évolution du nombre d'accidents se cachent bien évidemment des pertes. Pertes de vies humaines, avec 175 morts entre 2000 et 2005 liés aux accidents industriels répertoriés. Mais aussi pertes d'exploitation, pertes d'équipements et bien sûr, pertes des capitaux engagés, sans compter les dommages « collatéraux ». Le spectre d'AZF doit toujours être présent à nos mémoires (31 morts et plus de 2 milliards d'€ de dégâts). Ne pas infléchir les politiques de maintenance pour rendre durables les équipements et préserver les personnels, l'environnement et les profits n'est pas sain socialement et économiquement ».*

Mais, cette simplicité est toujours complétée par une dose de complexité notamment lorsqu'il faut gérer des alertes en provenance de dispositifs différents. Et reste la question en suspens, une fois que toutes les technologies sont planifiées, classifiées et réglées, qui prévenir ? Comme en plaisante avec humour Claude Pichot *« Après les Français parlent aux français, voici les machines parlent aux machines. Nous ne sommes pas au bout de nos peines »*, une attaque en règle à destination des concepts de type M to M, devenus à la mode depuis quelques mois.

Une réponse qui ne dit pas Comment prévenir et Qui prévenir. Prévenir tout le monde, sûrement pas, le plus proche ? le plus compétent ou le mieux outillé ? Une question cruciale qui doit intégrer dans sa réponse la question de savoir où se trouve la documentation à jour. Tous les participants à cette journée du Club Automation rêvent d'une documentation qui se trouve à l'endroit où l'on en a besoin, le jour où l'on en a besoin. La réalité est souvent différente.

## Le REX de la SNCF

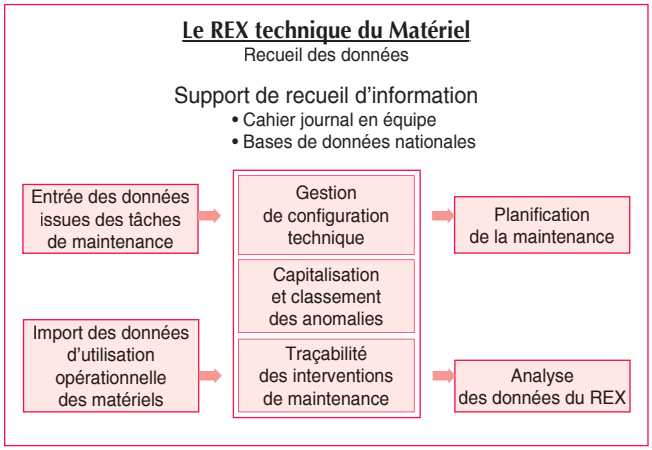
Rien que pour son matériel roulant, la SNCF dispose de 43 établissements implantés sur tout le territoire, et ces derniers ne prennent pas en compte la maintenance des aiguillages ou des rails et autres caténaires. Parmi le matériel roulant à gérer, l'on trouve 420 TGV, 3.200 locomotives, 6500 voitures et plus de 100.000 wagons, de quoi mobiliser plus de 24.000 personnes et représenter un chiffre d'affaires annuel de deux milliards d'euros.

Pour François Camincher, le REX (Retour d'EXpérience) est l'un des moteurs essentiels de l'amélioration de la performance d'un système, des bienfaits qui se ressentent également dans les frais d'exploitation qui diminuent sensiblement. Un choix d'autant plus évident qu'au plan de la sécurité d'exploitation des transports ferroviaires, l'existence d'un dispositif de REX est une condition nécessaire pour obtenir les autorisations nécessaires de mise en exploitation des services, le monde ferroviaire étant fortement encadré par les pouvoirs publics.

Ces retours d'expériences se découpent pour la partie purement technique en Rex événements critiques, qui se traduit par un regroupement des accidents ou quasi accident, les Rex incidents dès que le temps d'indisponibilité dépasse les 5 minutes, et les Rex maintenance. Ils sont complétés par une série de Rex complémentaires comme ceux sur la Prévention des risques professionnels ou la Qualité.

Pour la formalisation, les retours d'expériences se structurent en quatre étapes, Recueil et enregistrement des données, Traitement et analyse des données, Exploitation des résultats avec action effective pour améliorer la situation, et Vérification de l'efficacité des actions.

Dans la phase de recueil des données, tout ce qui va être observé par les opérateurs sera consigné que ce soit suite à un incident/accident ou les anomalies et usures anormales.




L'analyse des données doit être fréquente, mais surtout effectuée au plus près du terrain, car un dilemme se fait rapidement jour, soit toutes les informations sont saisies et les opérateurs seront noyés par les informations, soit seulement quelques-unes d'entre-elles sont enregistrées et le risque est cette fois-ci d'oublier les principales. La proximité permet d'orienter le recueil des informations, de déceler et d'éliminer les faux problèmes, afin de mettre en œuvre des actions correctives, de reporter et proposer des actions d'amélioration.

Exploiter toutes ces données est un véritable casse-tête, surtout que le plus souvent des éléments parasites viennent perturber les données d'origine, par exemple une locomotive qui passe d'une fonction de transport des voyageurs à celle de fret, et les informations changent de priorité. Et, les trente ans de vie en moyenne d'un matériel dans le ferroviaire ne facilite pas la maintenance.

Aussi, pour obtenir du premier coup la réponse adéquate, la SNCF a mis en place la démarche TRAQUES. Au premier abord, rien que du très simple comme le fait d'avoir une attitude logique et une rigueur méthodologique face à tout type de problèmes, mais aussi une implication des acteurs de la production en leur demandant un comportement simple pour le traitement rapide des dysfonctionnements décomposés en trois étapes : mes Jambes en allant juger sur place, mes Yeux en allant voir et mes Oreilles pour écouter, trois éléments qui précèdent la réflexion et la décision.

Aujourd'hui, les statistiques sont sans appel, les résultats sont à la hauteur alors qu'en 1991 le taux d'incident/Mkm était d'environ 40 avec un nombre de kilomètres annuels parcourus (en Mkm) d'environ 22, en 2005 le taux d'incidents

passe à moins de 10 alors que le parcours annuel dépasse les 40. Comme le confirme François Camincher *« le taux d'incident tourne autour de 7 %. Pour le passager, la probabilité qu'il subisse un arrêt pour des raisons de panne du matériel est d'une fois sur 130 trajets Paris/Bordeaux »*. Reste que ce taux de panne ne prend pas en compte le taux de pannes en provenance des voies, des caténaires et autres animaux traversant les rails…

Dans le même temps, l'évolution du cycle de maintenance est passée de trois interventions avec rénovation en 1981 (au bout de 8/12 et 23 ans) à un seul en 2000 (quinze ans après la mise en service du train). Il en va de même des examens de sécurité (de routine) qui en 1981 étaient fait tous les 1.000 kilomètres avec des vitesses des trains de 200 km/h ; en 2001, la vitesse a atteint les 300 km/h et la fréquence des examens n'a lieu que tous les 5.000 kilomètres. Quant aux informations concernant le train, en tant que tel, où se trouvent-elles ? Sujet, souvent mis en avant dans la maintenance, mais où se trouvent les documents d'informations ? A la SNCF, la réponse est simple, les documents restent toujours à bord du train.

## La fiabilité comme base

Pour Fabrice Brion, de la société belge I-Care, pour améliorer sa maintenance, l'une des solutions reste la fiabilité utilisée comme stratégie de croissance. Une solution qui, en plus des compétences mécaniques, réclame des exigences en terme de management.

Pour éclairer son propos, il rappelle qu'une étude approfondie a mis en lumière que dans le cas des roulements, dans 35 % des cas, ils cassaient en raison d'un manque de lubrifiant, dans 26 % suite à des vibrations excessives, seul 10 % des cas sont dûs à des accidents non-prévisibles. De toute façon le taux de roulements atteignant la durée de vie théorique annoncée ne serait que de 5 %. Quelques chiffres qui mettent en valeur qu'un bon management de la lubrification aura sûrement un impact plus important que de se lancer dans des analyses vibratoires sans fin.

Pour mettre en valeur son propos, Fabrice Brion prend le cas d'une usine de fabrication de pâte à papier. Au cours de la première étape consistant en une analyse de criticité sont ressorties les machines qui devaient être les plus « suivies », dans le cas présent il s'agissait des machines de lavage et de blanchiment de la pâte à papier. Comme le précise Fabrice Brion *« la machine la plus critique dans une usine reste la machine la plus critique du système le plus critique de l'atelier le plus critique. Il faut donc d'abord déterminer l'atelier le plus critique, plus ensuite l'unité ou système le plus critique pour enfin trouver les machines les plus critiques »*.

Pour déterminer les indices de criticité, quatre critères ont été définis, l'influence sur la productivité, l'influence sur la qualité, l'impact sur l'environnement et les risques pour la sécurité. Chaque critère est pondéré en fonction de son degré d'importance. Par exemple, uniquement pour la productivité, le facteur de productivité est décomposé en dix coefficients qui vont d'un effet négligeable à l'arrêt immédiat de l'atelier en cas de panne, avec intermédiairement des étapes comme capacité réduite de 20 % après une heure de délai ou une réduction de la production de 50 % immédiatement. Pour la sécurité, on va du risque d'explosion à l'incident mineur en passant par le risque d'incapacité considérable.

Reste que dans le cas de la fabrication de la pâte à papier, si le blanchiment reste le point critique, il reste à décomposer en systèmes et sous-systèmes la partie de l'atelier destinée à cette fonction.

L'ensemble des machines et systèmes catalogués, il faut s'attaquer à l'analyse des modes de défaillances et de leurs effets, en ne s'intéressant qu'aux 20 % des machines les plus critiques. Dans la pratique, c'est l'ensemble des pannes passées, présentes et futures qui sont recensées, en tenant compte uniquement des aspects techniques, les critères économiques intervenant dans la matrice équipements/technologies qui succède à cette analyse.

C'est lors de la formalisation de cette matrice équipements/technologies que les technologies économiquement rentables vont être regardées de très près : ce pourra être le cas d'ultrason, de thermographie, d'analyse vibratoire… avec comme objectif de rendre moins critique les machines les plus critiques.

En complément de ce compte-rendu de la journée du Club Automation, suivent deux cas d'applications, l'un dans la fabrication de meubles en bois, l'autre dans la métallurgie.

**1.2. Calcul des criticités atelier**

- Critères d'évaluation :
  - Définis avec le groupe de travail
  - Ici :
    - Influence sur la productivité
    - Influence sur la qualité
    - Impact sur l'environnement
    - Risques pour la sécurité
  - Chaque critère est pondéré en fonction de son degré d'importance
  - La criticité est calculée comme suit :

$$SCR_1 = ?(x_1^2.PT^2+x_2^2.PQ^2+x_3^2.EC^2+x_4^2.SF^2)$$

**1.6. Criticité : Productivité**

- Facteur de productivité (PT) :
  - 10 Arrêt immédiat de l'atelier
  - 9 Arrêt de l'atelier après une heure
  - 8 Arrêt de l'atelier après 8 heures (une pause)
  - 7 Capacité réduite de 50 % immédiatement
  - 6 Capacité réduite de 50 % après une heure
  - 5 Capacité réduite de 50 % après 8 heures
  - 4 Capacité réduite de 20 % immédiatement
  - 3 Capacité réduite de 20 % après une heure
  - 2 Fabrication d'un produit alternatif
  - 1 Pas d'effet.