



Société de Calcul Mathématique SA,

janvier 2022

Fondements théoriques de certains de nos travaux en cours et compléments.

- **Investigation dynamique**
- **Maintenance préventive et prédictive**
- **Optimisation d'un réseau de capteurs**

1. Programme d'investigation dynamique

Une investigation est "dynamique" si le déroulement des opérations à l'étape n tient compte des résultats obtenus à l'étape $n-1$. Une investigation devrait toujours être dynamique, sans quoi cela signifie que l'on n'a rien appris !

Voici le meilleur exemple traité par la SCM. En 2011, Air Liquide avait eu des ennuis avec un pipeline et désirait procéder à l'inspection de pipelines semblables. Chaque jour, AL fournissait à la SCM une liste de pipelines avec leurs principales caractéristiques ; la SCM déterminait ceux qui étaient le plus semblables au pipeline incriminé. Ces pipelines faisaient l'objet d'une inspection et d'une notation (note entre 0 et 10) et cette note était réinjectée dans le système, fournissant une liste de pipelines à inspecter le jour suivant. Voir la fiche http://scmsa.eu/fiches/SCM_Inspection_Reseaux.pdf pour une description détaillée.

De manière générale, si, pour des raisons budgétaires, on peut faire 1000 tests, il n'est pas bon de les faire tous en même temps. Un premier ensemble permettra de détecter les situations les plus à risque, sur lesquelles on se concentrera progressivement. On conservera toujours quelques tests pour explorer des situations déjà rencontrées, mais dont la connaissance peut être incomplète.

Toutes nos fiches relatives aux transports et à la sûreté relèvent de l'investigation dynamique.

2. Maintenance préventive/prédictive

Toute opération de maintenance, si elle est bien conduite, permet d'obtenir des informations sur la durée de vie des composants (au moins des informations que l'on appelle "censurées", du type "tel composant dure au moins dix ans" : on ne dispose que d'une borne inférieure et non d'une estimation précise). Si l'on dispose en outre des dates de panne et de réparation, on peut en déduire des lois de probabilité relatives à des durées de vie conditionnelles : dans telle circonstance, tel équipement doit durer au moins 30 années : c'est ce que nous avons fait pour RTE (2017). Mais de telles situations sont rares : la plupart du temps, on peut seulement mettre en évidence les paramètres qui ont la plus forte influence sur la durée de vie, sans pouvoir conclure de manière précise sur la durée de vie restante. La "maintenance prédictive" n'est possible que si suffisamment de données sont enregistrées.

La définition d'une garantie ne requiert pas que l'on connaisse la loi de probabilité de la durée de vie, mais seulement une estimation de la probabilité de panne en 2 ans, 5 ans, etc. Il en va de même de la rédaction d'une démonstration de sûreté.

3. Optimisation d'un réseau de capteurs

La mode, actuellement, est à la multiplication des capteurs de toute espèce. Notre expérience est que cette abondance nuit au bon fonctionnement du système tout entier : mieux vaut une courte liste de capteurs simples et robustes, plutôt qu'une longue liste de capteurs capricieux et fragiles. Chaque capteur va en effet générer ses propres dysfonctionnements : pannes, désaccord avec les voisins, fausses alertes, etc. Voir notre programme de travail "dysfonctionnement d'équipements" : http://scmsa.eu/archives/SCM_dysf0.htm. Une analyse précise des dysfonctionnements possibles et de leur fréquence permet une meilleure robustesse.

4. Fondements théoriques

Tous ces travaux reposent sur des fondements théoriques solides, en particulier des versions quantitatives des lois fondamentales des probabilités, et non simplement sur l'analyse de bases de données où l'on recherche les données aberrantes. A titre d'exemple, on lira le commentaire écrit en 1994 par Donald E. Knuth, Stanford University :

http://scmsa.eu/archives/1996_Knuth.pdf

et la présentation du besoin faite par l'US Army Research Office :

http://scmsa.eu/archives/1994_US_Army.pdf