

Illustration de quelques notions et notations utilisées dans la thèse

November 11, 2018

L'ensemble des mesures est divisé en deux catégories :

- les mesures dans des fenêtres où l'état est stationnaire (SS)
- les mesures dans des fenêtres où l'état est non stationnaire (NS).

La figure 1 montre l'exemple d'une variable d'état x_i du système. Les valeurs variables d'état de système sont mesurés directement par des capteurs ou calculées par ces mesures. Des fenêtres SS (notées T_i) et NS se succèdent. Les longueurs de fenêtres sont différentes. Seules les mesures dans les fenêtres SS (i.e. T_1 , T_2 et T_3) sont utilisées pour générer les indicateurs.

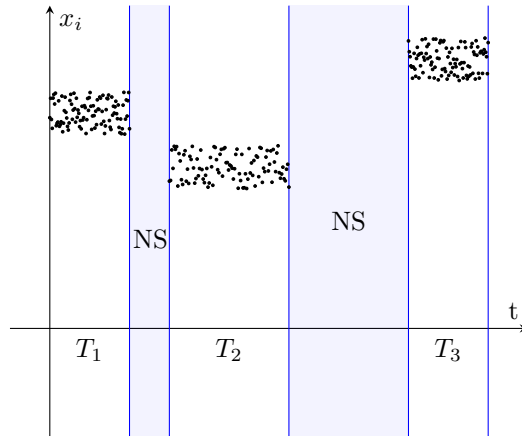


Figure 1: Évolution d'une mesure x_i

Chaque échantillon de mesures peut être utilisé pour calculer un échantillon d'indicateurs. L'évolution d'un indicateur ρ_i est montré dans la figure 2.

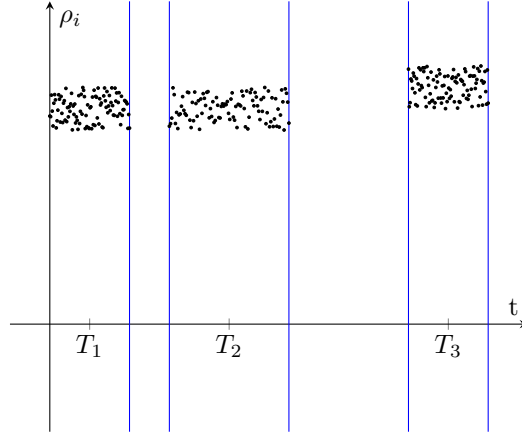


Figure 2: Évolution d'un indicateur ρ_i

Comme les mesures dans chaque fenêtre SS ont la même espérance, les indicateurs calculés par ces mesures ont aussi la même espérance. L'espérance de la moyenne des valeurs des indicateurs d'une fenêtre SS est identique à l'espérance des échantillons des indicateurs de cette fenêtre. En faisant l'hypothèse que les échantillons d'indicateurs sur une fenêtre temporelle T_i sont issus d'une distribution gaussienne, la moyenne des valeurs de ces échantillons est aussi issue d'une distribution gaussienne avec une variance plus faible.

Dans la suite, les moyennes des indicateurs sont utilisées pour suivre l'état de santé des équipements. Notons r_i la moyenne des valeurs de ρ_i sur une fenêtre SS. r_i peut aussi décomposé en deux parties :

$$r_i = \mu_i + \epsilon_i \quad (1)$$

ϵ_i suit une distribution gaussienne d'une espérance nulle.

La valeur de r_i calculée en utilisant les valeurs des échantillons de ρ_i dans la fenêtre T_j est notée $r_i(t_j)$, où t_j est l'instant au milieu de la fenêtre temporelle T_j . Les moyennes des indicateurs de la figure 2 sont indiqués dans la figure 3. Les points représentent (de gauche à droite) $r_i(t_1)$, $r_i(t_2)$, $r_i(t_3)$

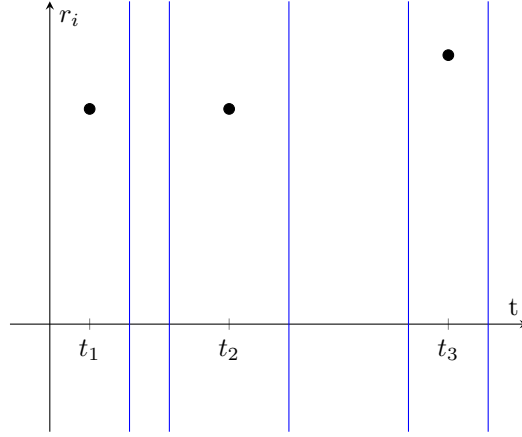


Figure 3: Évolutions des valeurs moyennes des indicateurs

La composante déterministe des valeurs d'indicateurs évolue en présence de dégradation et de défaut. En représentant plus d'échantillons, nous pouvons constater l'évolution des valeurs d'indicateurs \mathbf{r} . Rappelons que l'intervalle des deux échantillons consécutives n'est pas constant. La ligne rouge représente l'évolution de la composante déterministe. Dans l'intervalle $[0, t_{c1}]$, la composante déterministe de la valeur de l'indicateur r_i est constante. C'est dans le cas où il n'y a pas de dégradation et pas de défauts brusques.

Dans l'intervalle $[t_{c1}, t_{c2}]$, la composante déterministe est continue. On suppose que le système est en dégradation.

Aux instants t_{c2} et t_{c4} , des changements brusques surviennent. L'évolution de la composante déterministe est discontinue. A ces instants, on suppose qu'il y a des défauts brusques surviennent.

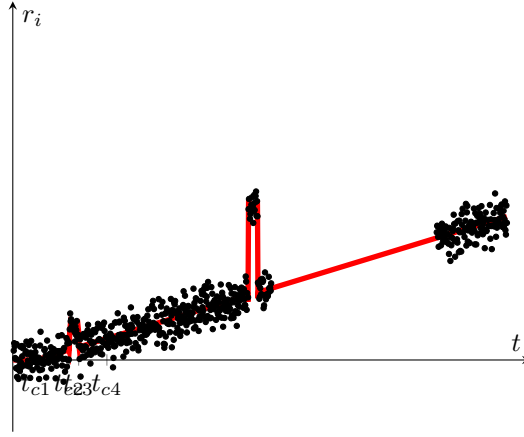


Figure 4: Évolution des valeurs d'indicateurs (points noirs) et sa composante déterministe (ligne rouge)

Comme les indicateurs peuvent être influencés par les mêmes défauts, leurs évolutions peuvent être corrélées. Afin d'exploiter ces corrélations nous analysons les indicateurs dans l'espace des indicateurs. Les informations temporelles sont conservées sous la forme d'une *étiquette* attachée à chaque échantillon d'indicateur. Il peut y avoir plusieurs indicateurs. A titre d'exemple, l'évolution d'un deuxième indicateur est simulée.

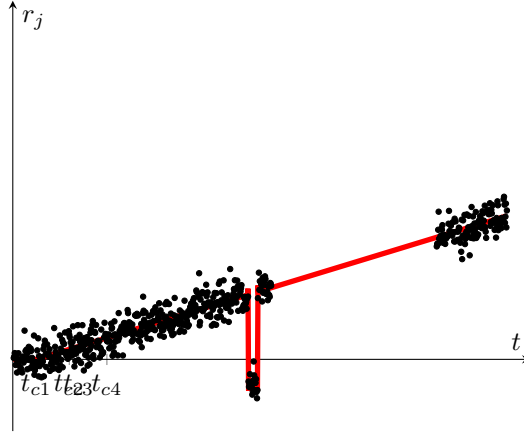


Figure 5: Exemple de trajectoires de deux indicateurs

La composante déterministe théorique des deux indicateurs, qui est représentée dans l'espace d'indicateur, constitue des trajectoire. La définition d'une trajectoire est donnée ci-dessous.

Définition 1. Nous appelons une **trajectoire** l'évolution continue de la composante déterministe des valeurs d'indicateurs dans l'espace des indicateurs.

Des trajectoires sont représentées dans la figure ?? . Il existe trois trajectoires, qui sont respectivement colorées noire, bleue et rouge.

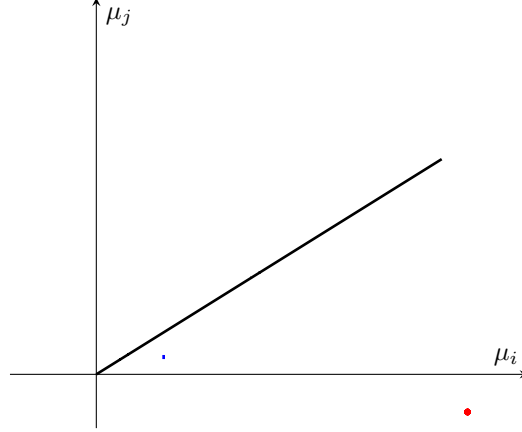


Figure 6: Exemple de trajectoires de deux indicateurs

Cependant, comme cela a été présenté ci-dessous, ce sont les valeurs d'indicateur qui comprend à la composante aléatoire et déterministe qui sont disponibles. Les échantillons d'indicateurs sont discrets et l'intervalle des échantillons n'est pas une constante.

Les valeurs de ces indicateurs sont présentées dans la figure 7. Aux instants des occurrences des défauts brusques t_{c2} et t_{c3} , l'évolution de la composante déterministe est discontinue. Cependant, les valeurs d'indicateurs sont discrètes. La discontinuité est définie pour des signaux continus. Il est impossible de tester la discontinuité en utilisant des échantillons qui sont discrets. La connaissance sur la discontinuité de l'évolution ne peut donc pas être exploitée, il est impossible de séparer les évolutions causées par des défauts brusques et des dégradations en se basant sur la discontinuité. Les causes réelles des changements des valeurs des indicateurs nécessite des vérifications des équipements par des opérateurs.

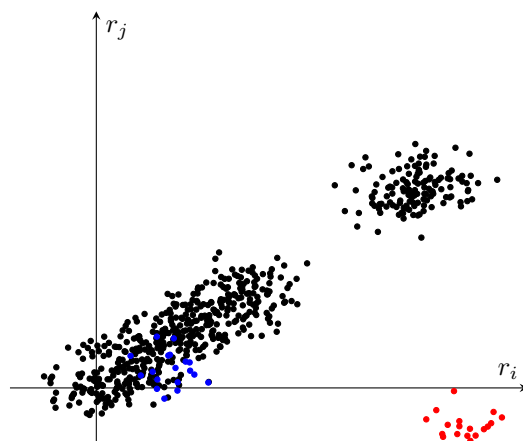


Figure 7: Exemple d'évolution des deux indicateurs