



## **Contrôle de la Qualité :**

### **Méthodes mathématiques**

Pour un process industriel quelconque, on trouve deux situations de base : ou bien l'Industrie accepte une petite proportion de produits défectueux (habituellement couverts par une garantie), ou bien tous les produits sont soumis à des contraintes strictes (habituellement les situations de sécurité).

#### **I. Situations de garantie**

L'Industriel veut lancer un produit nouveau (par exemple un nouveau modèle de radiateur électrique) et, avant de le mettre sur le marché, veut tester un petit nombre d'appareils, dans des conditions aussi réalistes que possible. La question est de la taille de l'échantillon à tester, et des conclusions à tirer des résultats obtenus sur cet échantillon.

Par exemple, on teste 5 000 radiateurs et on voudrait, à partir du nombre observé de produits défectueux, prédire le taux de rejet sur une production de 100 000 unités par an. On espère que ce taux de rejet sera inférieur à 1/100.

La théorie mathématique utilisée pour répondre à ce type de question est décrite dans nos livres [MPPR] et [NMP] ; elle est essentiellement due à Laplace.

Une situation du même type concerne les extensions de garantie, qui existent en particulier pour l'électroménager et les automobiles. Une préoccupation des fabricants d'automobiles est de disposer d'un système d'alerte précoce, disant par exemple : sur tel type de véhicule, on constate un nombre important d'incidents sur les boîtes de vitesse au-delà de 80 000 km ; nous devons donc nous préparer à effectuer les interventions nécessaires, en termes de main d'œuvre et de pièces.

## II. Situations de sûreté

Dans certaines situations, on s'attend à ce que les systèmes ne manifestent aucune anomalie : c'est le cas des composants de sûreté. Malgré tout, la fabrication ne peut être absolument régulière et parfaite. Il arrive que le seul moyen de vérifier la qualité du composant soit de le détruire (par exemple en découpant une pièce de métal et en vérifiant la composition). Mais ceci est évidemment difficile, lent et coûteux.

En pareil cas, l'Industrie choisit quelques échantillons de manière aléatoire et les vérifie ; on espère que les résultats pourront être transposés à la production tout entière. Une erreur est souvent commise : l'investigation, au lieu d'être totalement aléatoire, devrait se concentrer sur les endroits les plus susceptibles de défaillance. Il faut définir des plans d'inspection de manière itérative, chaque plan tenant compte des résultats du précédent. Les outils mathématiques appropriés vont permettre de définir la taille de l'échantillon à tester et de présenter les résultats obtenus pour qu'ils soient acceptables par les Autorités de Sûreté.

## III. Stabilité de la production

Une situation qui embarrasse souvent les Industriels est celle de la variabilité de leurs produits. Ils sont de bonne qualité, mais tantôt bonne, tantôt très bonne, tantôt excellente, et on ne sait pas d'où provient cette variabilité. Les méthodes mathématiques que nous mettons en œuvre permettent de savoir quels sont les paramètres qui influent le plus sur la qualité en sortie, et donc de surveiller tout spécialement ces paramètres. Elles sont décrites dans notre fiche : [https://scmsa.eu/fiches/SCM\\_Hierarchisation.pdf](https://scmsa.eu/fiches/SCM_Hierarchisation.pdf)

## IV. Références

### 1. Livres

[IEPE] Bernard Beauzamy : Introduction à l'étude des Probabilités Expérimentales. SCM SA, ISBN 979-10-95773-02-3, ISSN 1767-1175. Relié, 192 pages. Janvier 2023.

[MPPR] Bernard Beauzamy : Méthodes Probabilistes pour l'étude des phénomènes réels. SCM SA, ISBN 2-9521458-0-6, ISSN 1767-1175, mars 2004, seconde édition. Juin 2016.

[NMP] Bernard Beauzamy : Nouvelles Méthodes Probabilistes pour l'évaluation des risques. SCM SA, ISBN 978-2-9521458-4-8. ISSN 1767-1175, broché, 272 pages. Avril 2010.

[PIT] Olga Zeydina and Bernard Beauzamy : Probabilistic Information Transfer. SCM SA. ISBN: 978-2-9521458-6-2, ISSN : 1767-1175. Hard cover, 208 pages. May 2013.

### 2. Contrats récents

- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 2007-2014 : Applications de l'Hypersurface Probabiliste aux problèmes de sûreté des réacteurs nucléaires
- Snecma Propulsion Solide, 2009 : Méthodes probabilistes pour la fiabilité

- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 2009 et 2011 : prestations de conseil relatives aux études probabilistes de sûreté
- Areva, 2010 : Méthodes probabilistes pour l'étude d'un stockage de déchets radioactifs
- Institut de Radioprotection et de Sûreté Nucléaire, 2010 : Analyse mathématique des dispositifs de surveillance au sein d'un réacteur nucléaire
- PSA Peugeot Citroën, 2010 et 2011 : Etudes statistiques
- Air Liquide, 2011 : Algorithmes d'aide à la décision
- ArcelorMittal, 2011-2012 : Méthodes probabilistes pour la qualité d'un usinage
- Air Liquide, 2012 : Bases de données de fiabilité
- Areva, 2012 : Méthodes probabilistes pour l'évaluation des propriétés mécaniques de plaques
- IRSN, 2013, 2014, 2015 : Appui Méthodologique à l'Evaluation des Ecart de Bilan de Matières Nucléaires
- DCNS, 2013 : Analyse préliminaire de "non-qualités" sur un site de production
- DCNS, 2013 : Méthodes probabilistes pour l'amélioration d'un procédé de soudage
- Société Axtrid, 2013 : Mise en oeuvre de l'Hypersurface Probabiliste
- EDF SEPTEN, 2015 : Etudes relatives à la sûreté nucléaire
- RATP, 2016 : Assistance scientifique pour la définition du planning de remplacement pour des équipements critiques
- Syndicat des Eaux d'Ile de France, 2017 : Appui méthodologique à la recherche de dysfonctionnements
- Eramet, 2018-2019 : Amélioration d'un process Industriel
- SARP Industries, 2019 : Hiérarchisation des paramètres intervenant dans un process Industriel
- Industriel, 2019 : Amélioration d'un process de fabrication
- Orano Mining, 2019 : Hiérarchisation de paramètres intervenant dans un process Industriel
- Groupe Atlantic, 2019 : Analyse probabiliste des appels au Service Après-Vente
- Framatome, 2020 : Appui méthodologique à la rédaction des démonstrations de sûreté
- Coldway, 2020 : Rédaction d'une démonstration de sûreté
- Eiffage Rail, 2020 : Elaboration d'un système d'information pour les non-qualités
- Teréga, 2020 : Analyse des non-qualités
- SNCF, 2021 : Démonstrations de Sûreté pour la Pile à Combustible
- Bouygues Energies & Services, 2022 : Appui méthodologique à la conception d'un système d'information "Dysfonctionnements et Maintenances"
- Befesa Valéra, 2022 : Hiérarchisation des paramètres intervenant dans le réglage d'un four
- SNCF, 2023 : Appui méthodologique aux plans d'inspection des rails
- Cristal Union, 2023 : Méthodes probabilistes pour la comparaison d'essais de biocides
- RATP, 2024 : Automatisation d'une ligne de métro. Démonstration de sécurité vis-à-vis du risque de rupture de rail. Accompagnement méthodologique à la Maîtrise d'Ouvrage