

**POINT DE DÉBUT INDUSTRIEL**

2020

# Résumé & Mots clés Industriels



**Mohamed Bilal JAZIRI**

**TUNSIE SUCRE**

**17/05/2020**

## « MAINTENANCE »

CAUSE/effet/AMDEC/solutions/Ishikawa/formation/plans d'expérience/temps/effective/cout  
/qualification/ fiabilité/disponibilité/maintenabilité.

- ✓ Fiabilité = sommes des TBF / (sur) nombres des panne=MTBF=temps moy de bonne fonctionnement system.
- ✓ Taux de fiabilité=1/ (sur) MTBF= $\mu$ fiabilité.
- ✓ Fiabilité dans un système montée en parallèle=  $RP = 1-(1-\mu\text{fiabilité}_1) \cdot (1-\mu\text{fiabilité}_2)$ .

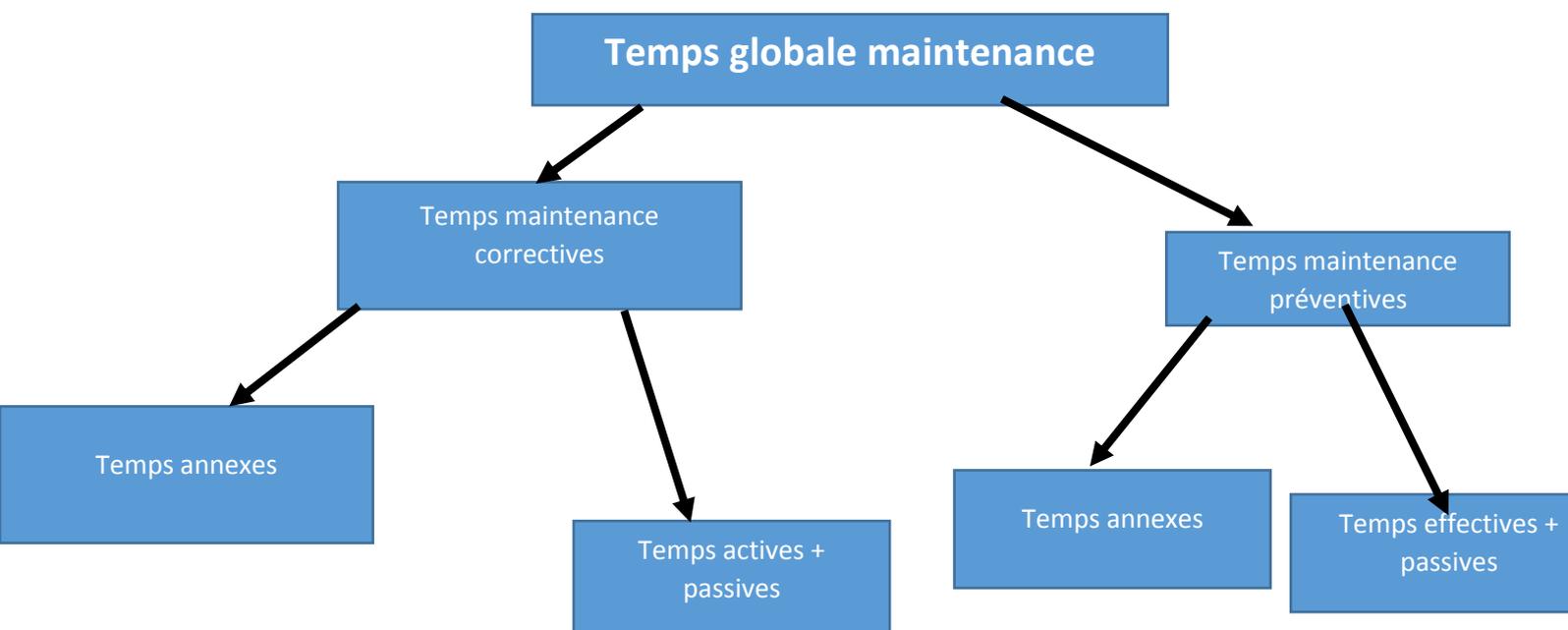
S1 : SYSTEME 1

S2 : SYSTEME 2



- ✓ Disponibilité= MTBF/ (sur) MTBF+MTTR et MTTR = somme des temps d'arrêt systèmes / (sur) nombre des panne=MTTR=temps moly de défaillance system.
- ✓ Taux de défaillance=1/ (sur) MTTR= $\mu$ défaillance.
- ✓ Coûts (prix) travaux maintenance= prix main d'ouvre (effective) +prix pièces de rechange+ prix de l'arrêt de production + prix des dommages physique + prix indirecte et directe flux perte de production.
- ✓ On peut diminuer les coûts de maintenance avec une bonne méthodologie de planification d'un arrêt technique d'usine.
- ✓ Elaborerez un bon plan de maintenance préventive (prévisionnelle « vibration » ; systématique « calendrier » ; conditionnelle « si, si, si »).
- ✓ Réalisation de l'AMDEC cause /effet /mode défaillance/contrôle, opérations, demande d'intervention, jeux sur le raisonnement des techniciens de maintenance, agrandissement de l'arbre d'analyse pour Ishikawa ainsi que l'AMDEC à 8 axes secondaires.
- ❖ Mesure d'efficacité d'un plan de maintenance selon des indicateurs :
  - Indicateur 1 : coût de maintenance / (sûr) valeur de bien. (décision d'investissement ou choix d'une technologie donnée).
  - Indicateur 2 : coût de maintenance / (sûr) valeur d'ajout du bien. (coopérer avec d'autres entreprises de maintenance ou non)).
  - Indicateur 3 : coût de maintenance / (sûr) chiffre d'affaire. (indicateur de finance).
  - Indicateur 4 : coût de maintenance/ (sûr) quantité produit. (évaluation prix de travaux de maintenance à court terme).
  - Indicateur 5 : (coût de maintenance + coût d'indisponibilité) / (sûr) chiffre d'affaire relative à le produit. (indicateur d'évaluation de la politique de l'économie financière lié aux travaux maintenance).
  - Indicateur 6 : coût de la panne (défaillance)/ (sûr) (coût maintenance + coût de la panne). (évaluation de l'efficacité théorique de la maintenance).
  - Indicateur 7 : valeur des biens à maintenir (sûr) la quantité produite. (évaluation coût d'exploitation par unité produit).

- Indicateur 8 : coût de la maintenance et prix des traitements total interne externe (prix total arrêt maintenance) / (sûr) prix total de la maintenance (évaluation de l'importance des travaux de maintenance).
  - Indicateur 9 : prix de la maintenance préventive/ (sûr) prix de la maintenance préventive et corrective. (importance relative de la tâche maintenance préventive).
  - Indicateur 10 : coût de maintenance / (sûr) prix de bien à maintenir (importance relative de valeur de la maintenance par rapport de bien à maintenir).
  - Indicateur 11 : coût de l'outillage et des équipements de maintenance / (sûr) cout du personnels d'intervention (évaluation de l'importance de l'outillage par rapport ou moyenne correspond à la main d'œuvres.).
  - Indicateur 12 : coût des documents technique / (sûr) prix total de maintenance
  - Indicateur 13 : coût des consommés / (sûr) cout du personnels d'intervention + coût des consommés. (importance relative a valeur du consommé par rapport à l'effective maintenance.).
  - Bien et très important de supprimes les problèmes des cavitations pompe et bien dimensionner les appareages à implanter tel que pompe, réducteur, pipe ligne, vanne ....
- ❖ Les temps très importants de la maintenance:
- Temps annexes : le temps de préparation, études, méthode et ordonnancements des tâches avec les temps administratifs (logistique, technique, approvisionnements).
  - Temps active : localisation de la défaillance, diagnostique, réparation, dépannages, contrôle, essais.
  - Temps effective : temps réel de réalisation tâche ou tâches de la maintenance ou le rétablissement d'une bien à état fonctionnelles.
  - Temps passive : temps passives / (sur) perte du temps.
  - Temps requis (total) : temps effectives disponibilité + temps d'indisponibilité machines



❖ TPM : Total Productive Maintenance :

Objectif : rentabilise au maximum les équipements ; augmentation au niveau des rendements et fiabilité ainsi que la durée de vie.

- Base : participation des tous les personnels de l'entreprise qui va poursuivre tous les formations et les qualifications de développement des compétences.
- Participation des dirigeants.
- Amélioration de la maintenance préventive.
- Minimisation de pertes globales, pertes flux machines, pertes chutes produit, pertes causée par les arrêts, perte interne +externe.

❖ Les taux de la maintenance lies à rendement, qualité:

- Taux de rendement global : taux de marche calendrier \*(fois) taux d'allure machines\*(fois) taux des pertes.
- Taux de marche calendrier : temps d'arrêt (pannes + réglages + arrêts revient de démarrages).
- Taux d'allure machines : allure réelle /allure nominale.
- Taux de produit conforme par machine : nombre de produit conforme/nombre de produit totale théorique effectuer par machine.
- Taux de rendement synthétique : taux de marche calendrier \*(fois) taux d'allure\*(fois) taux produit conforme.
- Taux rendement globale : temps utiliser/ (sur) temps requis. **0.9**
- Taux de marche calendrier : temps requis / (sur) temps d'ouverture. **0.9-0.98**
- Taux de performance : temps nette de fonctionnement (MTBF) / (sur) temps requis. **0.5-0.85**
- Taux de produit valable : nombre des produits valables / (sur) nombre des produits totale (valides et chutes).
- Taux de la qualité : (nombre pièces traité-nombre pièces chute) / (sur) pièces traitée. **0.95-0.99**
- Temps de charges : temps totale ouvrable-(mois) temps arrêts programmable.
- Temps de marches : temps de charges-(mois) temps arrêts globaux.

**TRS = taux rendement synthétique = (temps brute de fonctionnement / temps totale d'ouverture machine)\*fois (temps net de fonctionnement / temps brute de fonctionnement)\*fois (temps utile machine/ temps net de fonctionnement).**

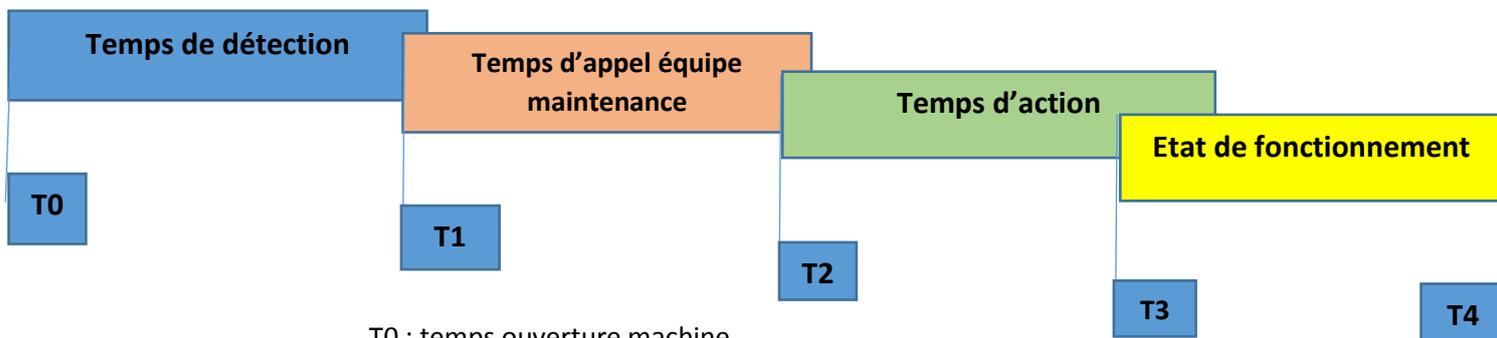
❖ Modes des pertes et indicateurs :

Pertes :

- Pannes.
- Arrêts d'amélioration.
- Ralentissements.
- Default de qualité.
- Démarrages machines.

Indicateurs :

- Performance des machines.
  - Performances effectives.
  - Performance maintenance.
  - Performance fournisseurs.
  - Performance organisation et qualité.
- ❖ Maintenance préventifs :
- Produit, prix, délai.
  - Acteurs humains, operateurs, technique, nature.
  - Outils, analyse vibratoire, analyse des températures, analyse des lubrifications.
  - Pollution, usure, lubrifiant, contamination.
  - Stratégie du marketing.
  - Dépannage et mise en valeurs.
  - Diagnostique.
  - Gestion des investissements.
  - Pose des questions qui /quoi / ou/ quand / comment.
  - Gestion des ressources.
- Maintenance : 1<sup>er</sup> préventifs conditionnelles, systématique ; 2<sup>eme</sup> maintenance corrective ; 3<sup>eme</sup> maintenance palliative ; 4<sup>eme</sup> maintenance méliorative.
- Chronogramme un seul tache maintenance :



T0 : temps ouverture machine.

T1 : existence d'une panne temps de localisation.

T2 : temps d'appel équipement maintenance.

T3 : temps d'action et rétablissement a étape fonctionnelle (maintenance).

T4 : mise en route machine 'redémarrage'.

❖ Méthode -8d- :

Résolutions des problèmes à partir de la méthode -8D- consiste à 8 axes pour résolution d'un problème :

- 1- la taille de l'équipe **GAP** : group d'analyse des pannes comporte plusieurs spécialités méthode, qualité, fabrication, achats, logistique, approvisionnement, maintenance).
- 2- A chaque évènement d'arrêt ou panne il faut bien poser et répondre à le destin suivante Qui, quoi, quand, comment, ou, pourquoi consiste et Q-Q-Q-C-O-P.
- 3- Bien définir et mettre en places les actions curatives, mesure de l'efficacité des plans d'action.

- 4- Identifier les causes profondes : cause potentielles, cause répétitives, cause racines (AMDEC, Ishikawa, 5P ' « 5pourquoi »).
  - 5- Valide des actions correctives permanentes (documentation, vérification, plans d'expérience).
  - 6- Facilité des mesures en oeuvre, prix, participation des personnes concernées, planification.
  - 7- Reformulation des problèmes, reformulations des solutions.
  - 8- Facilité d'équipe.
- ❖ Rapport de maintenance comporte :
    - Section (adresse équipement, lieu de déroulement des opérations).
    - TAG numéro d'équipement.
    - Nom de l'action.
    - Date de début travaux.
    - Date de fin travaux.
    - Durée de travaux.
    - Effectives.
    - Diagnostique des consignes.
    - Travaux réaliser, travaux non réalisé.
    - Matérielles et outils utiliser.
    - Les points bloquants.
    - Interprétation détaillé très clair et par étapes de déroulement des évènements.
    - Suivit des opérations.
    - Photos.
  - ❖ Choix d'utilisation des matériaux et équipement maintenance :
    - Selon pression d'aire min/max. (pneumatique).
    - Selon la manier d'ouverture fermeture (ouvert ou fermer a repos).
    - Norme équipement (ATEX, CE, RW....).
    - Température admissible max-min.
    - Diamètre nominale.
    - Type utilisation (fuel, vapeur, eau, rejet, huile, pétrole, air....)
    - Manière de démarrage (manuel, TOR, régulation,)
    - Mode d'alimentation (4mA-20mA), logique, analogique, excitation a base tension 220V, excitation à tension de commande 1-5 volts.
    - Type équipement (HP, HV, WCB, RIGA, GATE).
    - Pression de refoulement ou d'aspiration.
    - Hauteur d'aspiration ou de refoulement.
    - Viscosité de produit a entré.
    - Couple, débit, nombre de tour/min.
    - Valeur de ph produit intérieur.
    - Longueur des tuyaux d'arrosage.
    - Réseaux électrique disponible, réseau pneumatique et hidrotique disponibles.
    - Type matériau équipement (inox, acier, bois, béton, cuivre, caoutchouc).

❖ Courbe phase maintenance :

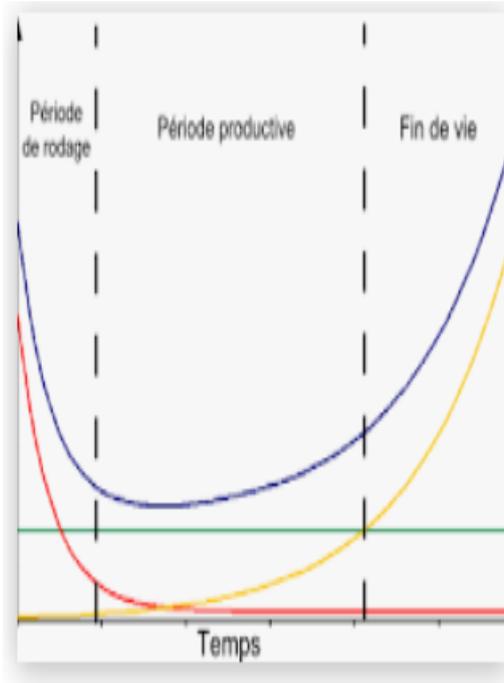


Figure 1 courbe fiabilité équipement

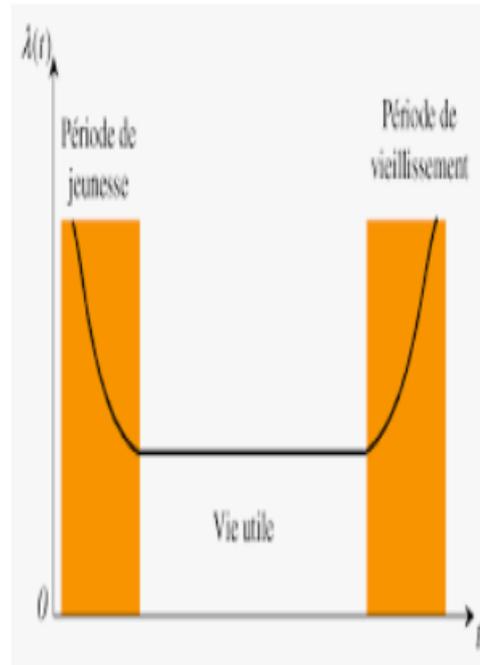


Figure 2 courbe baignoire équipement

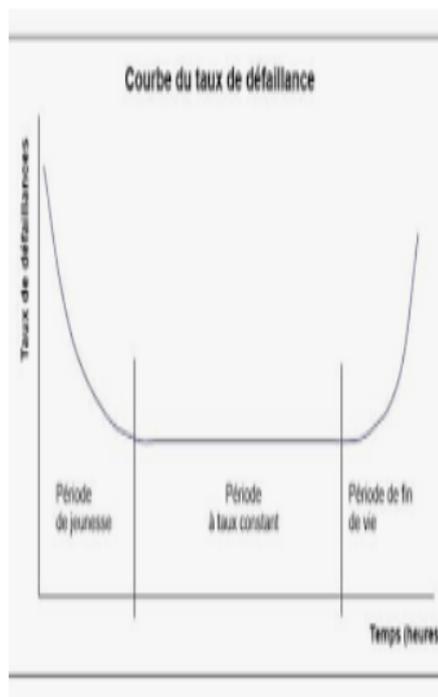


Figure 3 tache maintenance duré de vie

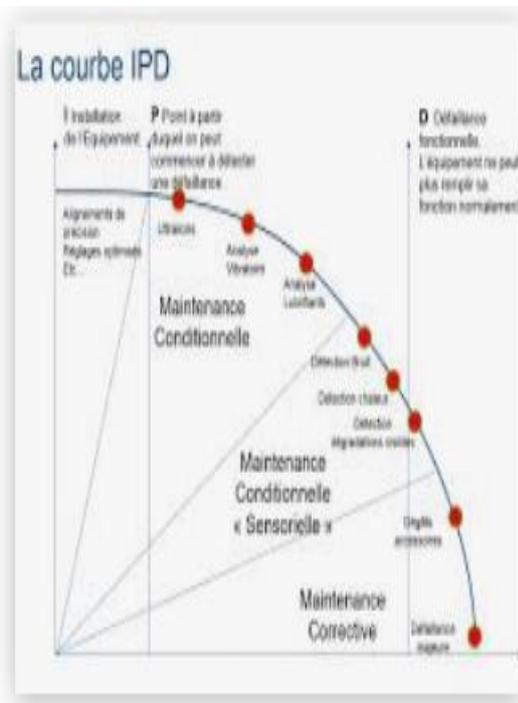


Figure 4 courbe des indicateurs

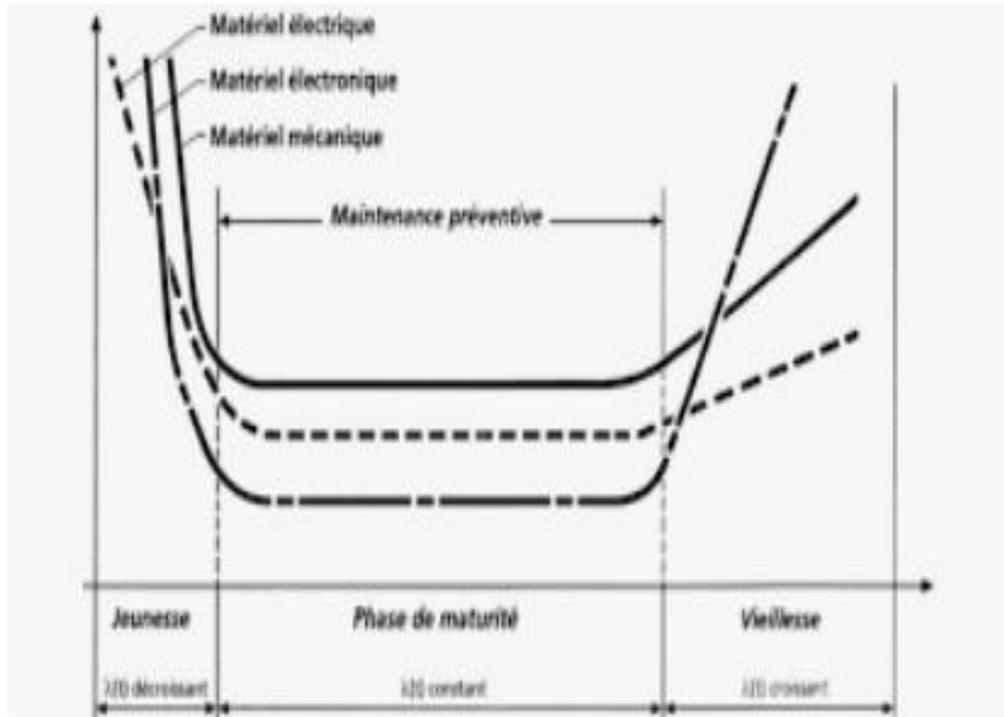


Figure 5 fiabilité équipement

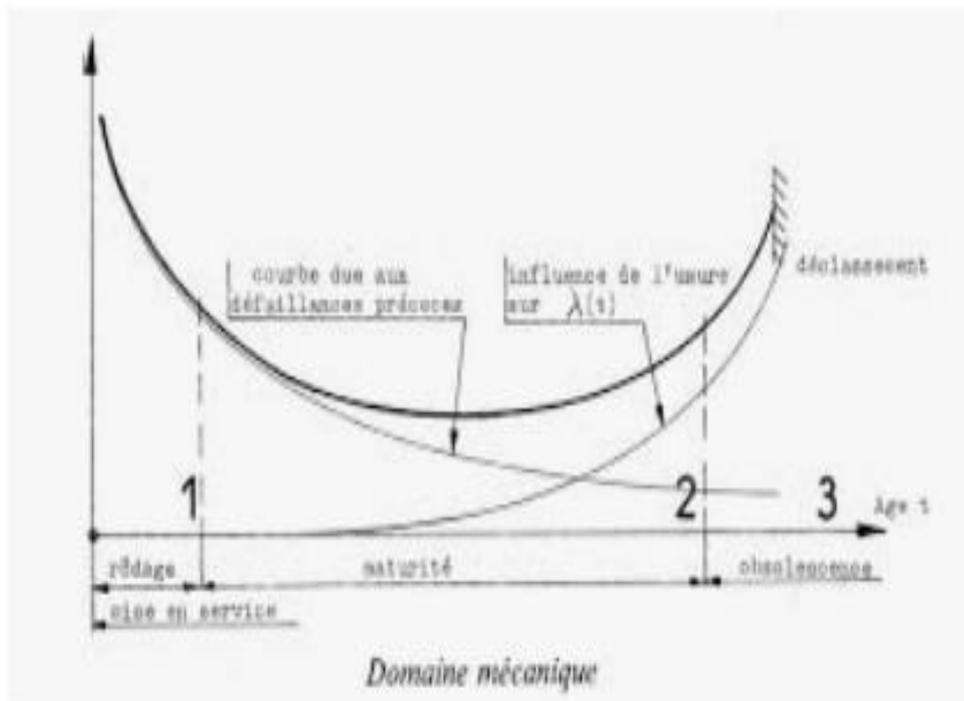


Figure 6 structure d'un système

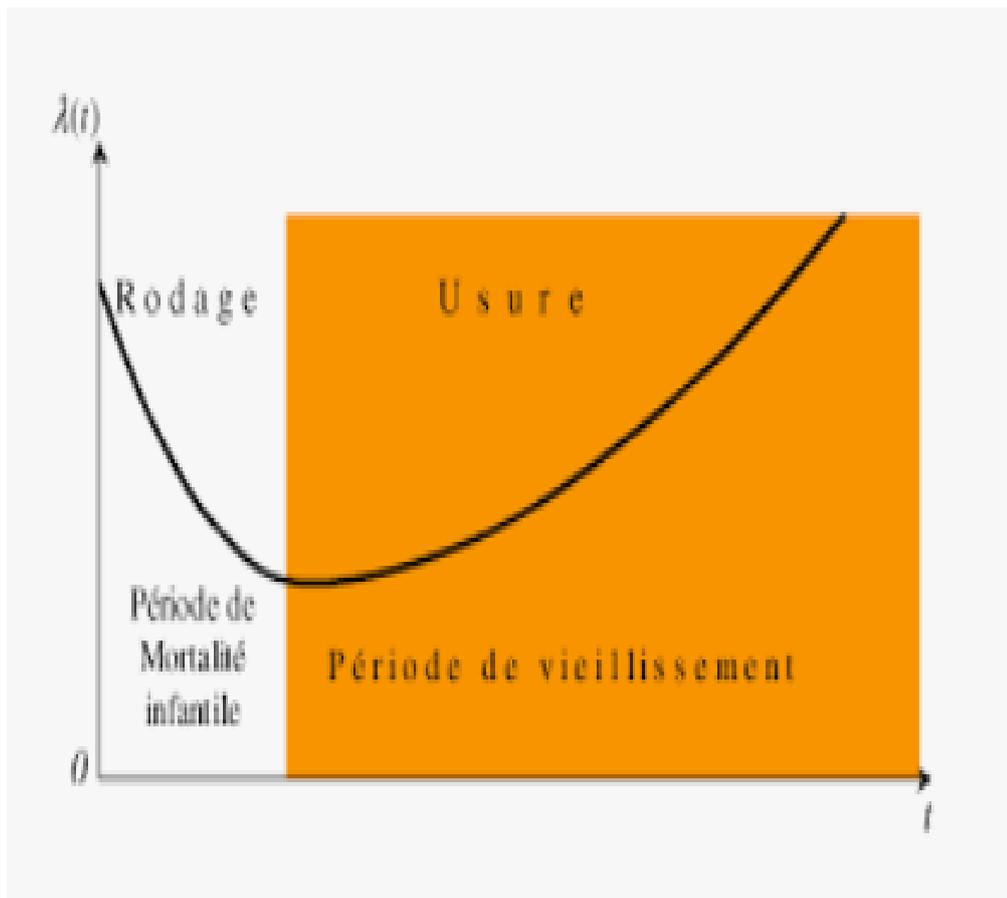


Figure 7 disponibilité

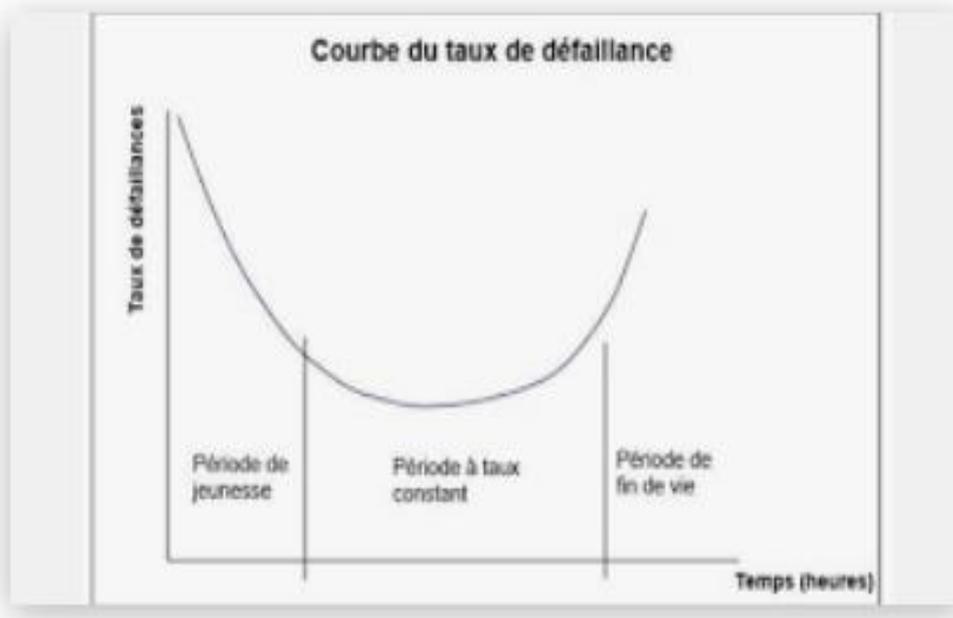


Figure 8 taux défaillance

## « Lean énergie et six '6' sigma »

### ❖ Lean six 6 sigma :

- Réduire le stock.
- Equipement (fiabilité).
- Management bon organisation des personelles.
- Elaboration de la polyvalence poly-compétence.
- Maitrise des engeant compétitives.
- Garder l'esprit qui vos clients consiste à avoir avec un prix très raisonnable.
- Suppression de la non-valeur ajoutée.
- Responsabilité et autonomie.
- Amélioration continues.
- Bonne organisation de l'atelier.
- Délimiter les zones de travail.
- Chercher les idées de l'économie (minimisée la complexité, réalisation des taches en 1 un seul scenario).
- Modification, idée, des bonnes pratiques.
- Contrôle, improuve, analyse, mesure, définie, Ishikawa, établissement d'un système d'information.

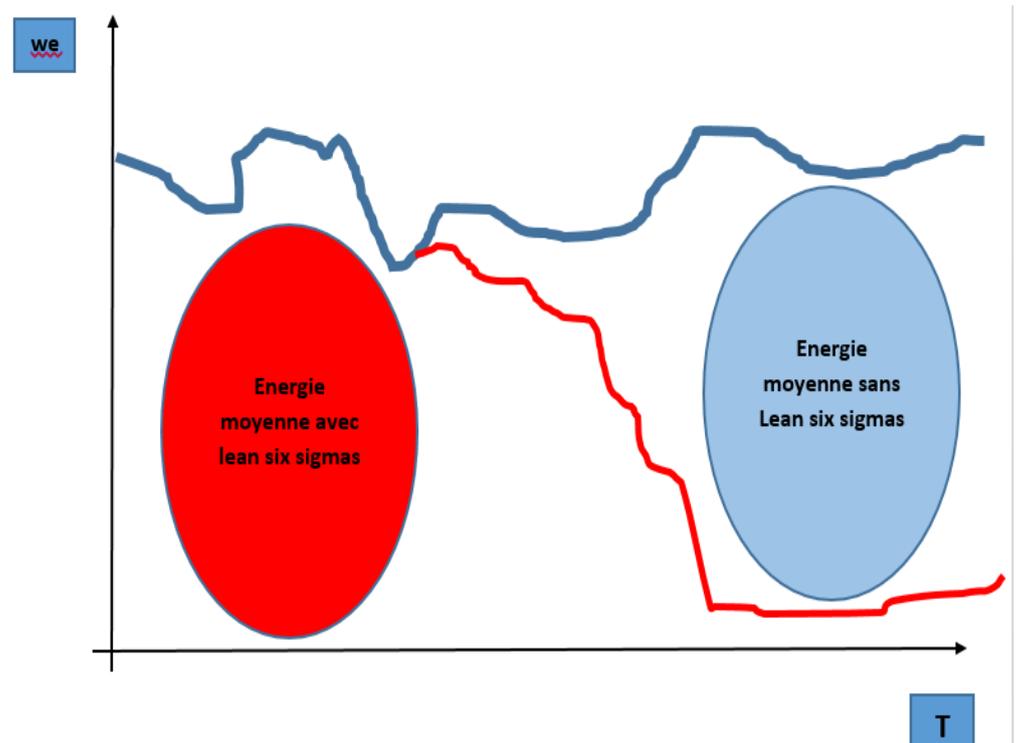


Figure 9 consommation de l'énergie avec et sans Lean six sigma

- Disponibilité des équipements en rapport avec les pannes de jeunesse l'optimisation des stocke initiaux.
- Considération des pannes technique liées à la fiabilité intrinsèques.
- La capacité des marches à court terme CP.
- Répartition des ensembles.

- TRS (taux de rendement synthétique).
- TRG (taux de rendement global).
- Gage R&R (répétabilité & reproductibilité).
- La disponibilité des équipements avec les vieillissements des composant interne et externe.
- Recherche des solutions à flux tendue.
- Pannes technique due à des usures normales.
- Capabilité des machines a moyennes termes CPK.
- La maitrise des temps de cycle sur les longs termes.
- Comportement de l'opérateur sur machines.
- Comportement de l'opérateur sur produit.
- Comportement de la machine sur produit.
- Comportement de la machine sur l'opérateur.
- Bien maitriser le ressourcé humaine, machine, outils.
- Maitrise de support technique, documentation, approvisionnement, achat.
- Réalisation des plans et cartographie.
- Bien sortir les indicateurs suivants MTTR, MTBF, taux défaillance, taux disponibilité, espérance de vie, taux de fiabilité.
- Prévention des pannes (analyse vibratoire machine tournante, maintenance systématique par calendrier, maintenance, conditionnelles si).
- Les fiches descriptives avec les cartographies.
- La politique pour qui il faut faire, la stratégie qui va le faire.
- SIPOC.

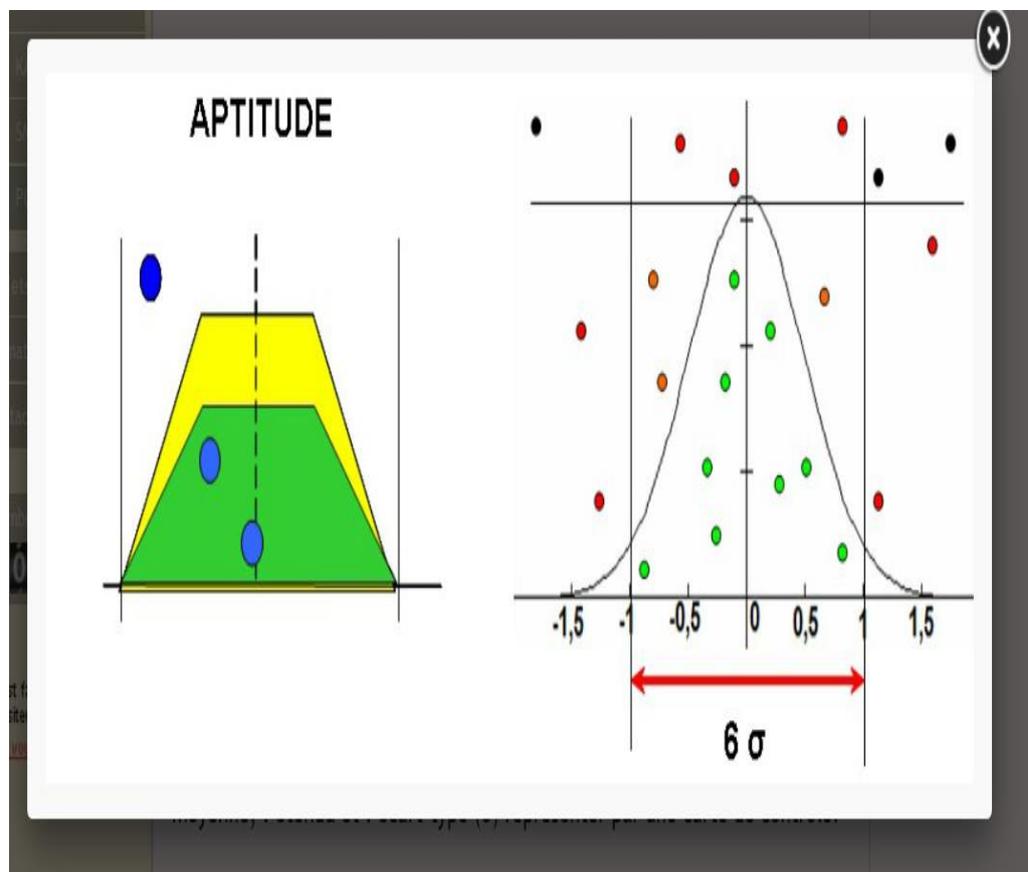


Figure 10 analyse des pièces produites avec la méthode six sigmas (les verts sont bons)

## « Maitrise des risques industriels »

### ❖ Risque industriels :

- Maitriser de déchets.
- Organisation dans tous les niveaux (humaines, équipement, industriels).
- Développement des formations, culture de sécurité.
- Diagnostique de sécurité (consommation, produit finie, déchet, maintenance).
- Amélioration continue (facteur technique, facteurs de gestion, facteur humaines).
- Comportement proactive.
- Elaboration d'un esprit collectives de travailles en coopération.
- Mise en place de la PPRT (plans de prévention des risques technologiques).
- Minimisation des délais de l'intervention équipe maintenance.
- Temps de diagnostic.
- Perte du temps (pièces de rechange, attente à la livraison, fournisseur, absence).
- Duré de la mise en état de bien.
- Localisation des indicateur suivante à chaque emplacement (symptômes, cause, effet).
- Analyse statistique, localisation des types des défauts intrinsèque ou extrinsèque).
- Réalisation des actions blanche (opérations blanche) a pour but de focaliser sur les défauts et la chose manquante.
- Facteur humaines, facteurs des organisations.
- Bien rivaliser les audits et mettre en places les normes ISO 9001, ISO 14001, 2200.
- Organisation des produits.
- Contrôle de la non-conformité produite avec la bien identification des cause machines ou humaine.
- Conception des outils de suivit de l'activité et de l'analyse (tableau de bord, graphe de performance, courbes).
- Organisation et gestion des essais de modification.
- Calcule de budgets prévisionnels et des retours sur investissement.
- Animer, motivée et mobiliser l'équipe de travail.
- Documenter chaque déroulement de services avec la sensibilisation de l'importance de la référence écrite.
- Anticipation des évènements et les besoin humaine.
- Optimisation les processus et la production des équipements.
- Développement des territoires.
- Distance raisonnable entre les industries et la population.
- Minimiser et réduire les causes risques.
- Limitation des effets d'un accident.
- Limitation des conséquences sur (usines, dépôt, atelier, chantiers)
- Maitrise flux de propagation.
- Classification des risque (naturels, industriels, conflits, professionnelles, quotidiens)
- Analyse qualitatives et quantitatives de produit finie.
- Analyse déductive, inductives.

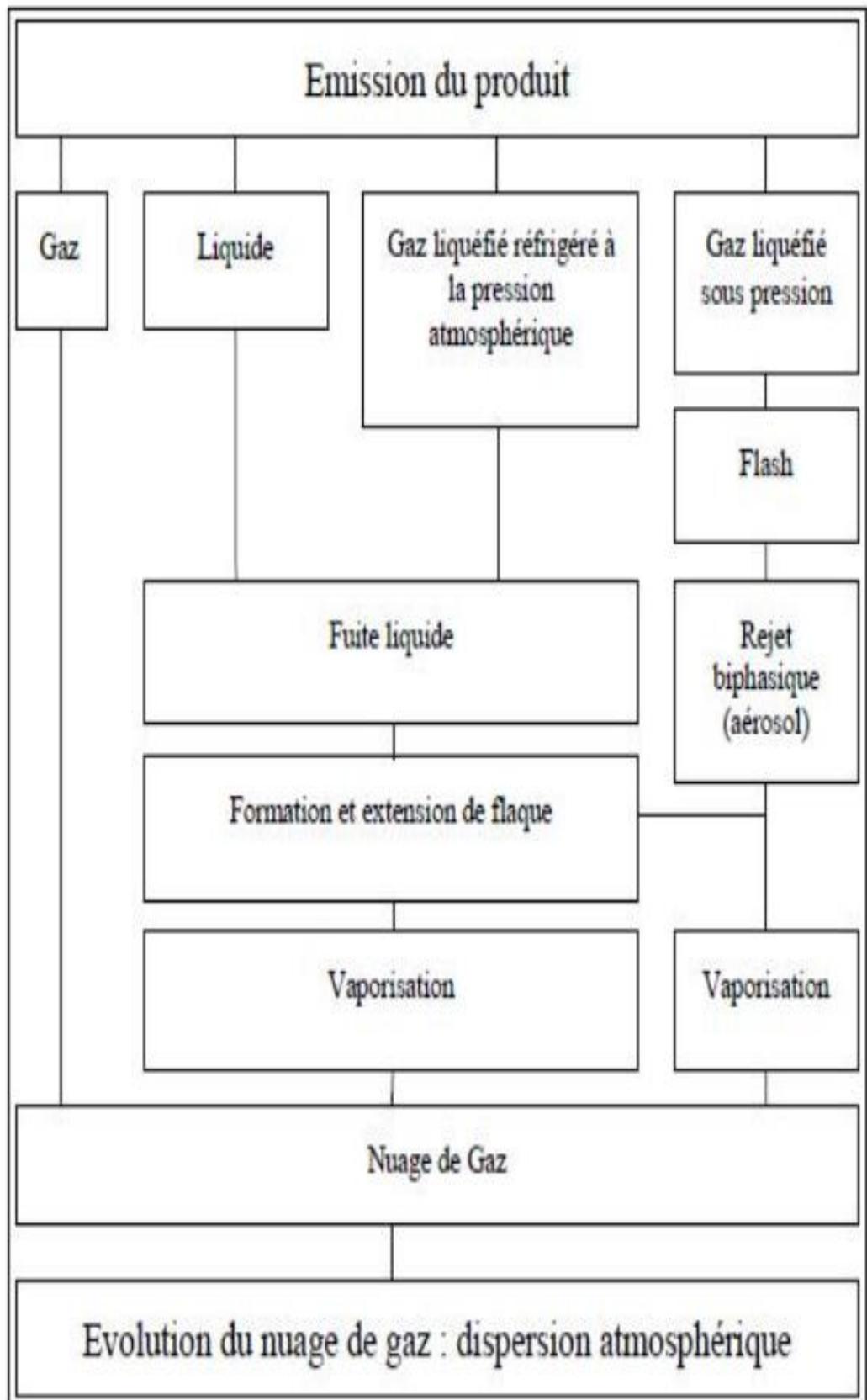


Figure 11 évaluation d'un dégagement des gaz émis par une usine

## « Maitrise des statistique de la procédés»

### ❖ Statistique procédés MSP :

- Statistique procès contrôle (SPC).
- Variabilité.
- Loi de la probabilité.
- Capabilité.
- Déviation écart entre les observations et moyenne des observations.
- Calcule d'Etendue (R) et  $R=2.1-1.6=0.5m$ .
- Calcule valeur moyenne générale des pièces  $Moy=Xbar/sigma$ .
- Causes des dispersions.

La loi binomiale est utilisée lors d'un *tirage non exhaustif*<sup>1</sup> (avec remise). Elle peut être utilisée lorsque le rapport de la taille de l'échantillon (n) sur celle du lot (N) est telle que  $n / N < 0,1$ . C'est le cas où les pièces prélevées pour l'échantillon ne sont pas remises dans le lot. La probabilité pour qu'il y ait k pièces défectueuses dans n tirages non exhaustifs (indépendants) est :

$$C_n^k = \binom{n}{k} = \frac{n!}{k!(n-k)!}$$

$$P(X = k) = C_n^k p^k (1-p)^{n-k}$$

et où p est la probabilité qu'une pièce soit défectueuse.

**Exemple :** Il s'agit d'évaluer les probabilités (P) d'observer  $X = 0, 1, 2, 3, 4, 5$  pièces défectueuses dans un échantillon de taille  $n=5$  avec  $p=0,10$  et  $q=0,90$ . La pièce est classée défectueuse si le diamètre est trop petit ou trop grand. La machine-outil fournit 10 % de pièces défectueuses dans un échantillon de taille 5.

X	P
0	0,59049
1	0,32805
2	0,0729
3	0,0081
4	0,00045
5	0,00001

Cette loi est utilisée très souvent dans le contrôle de réception par attributs ou lors du contrôle de réception d'un lot. La variable binomiale suit une distribution discrète ne pouvant prendre que les valeurs entières 0, 1,2,..., n.

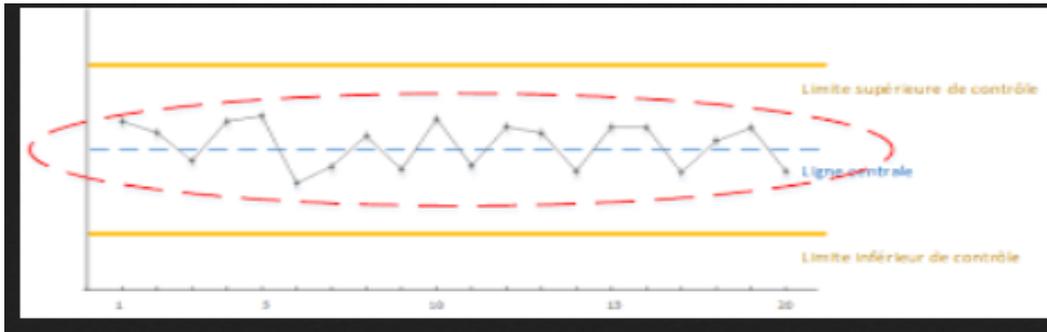


Figure 12 carte de contrôle pièces machines

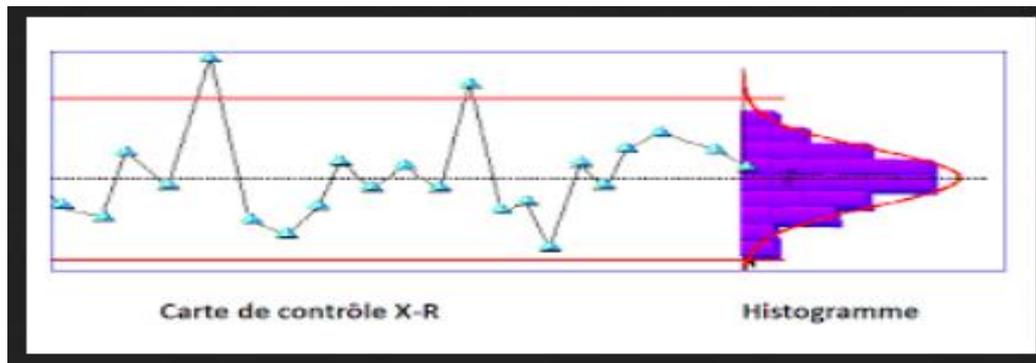


Figure 13 histogramme

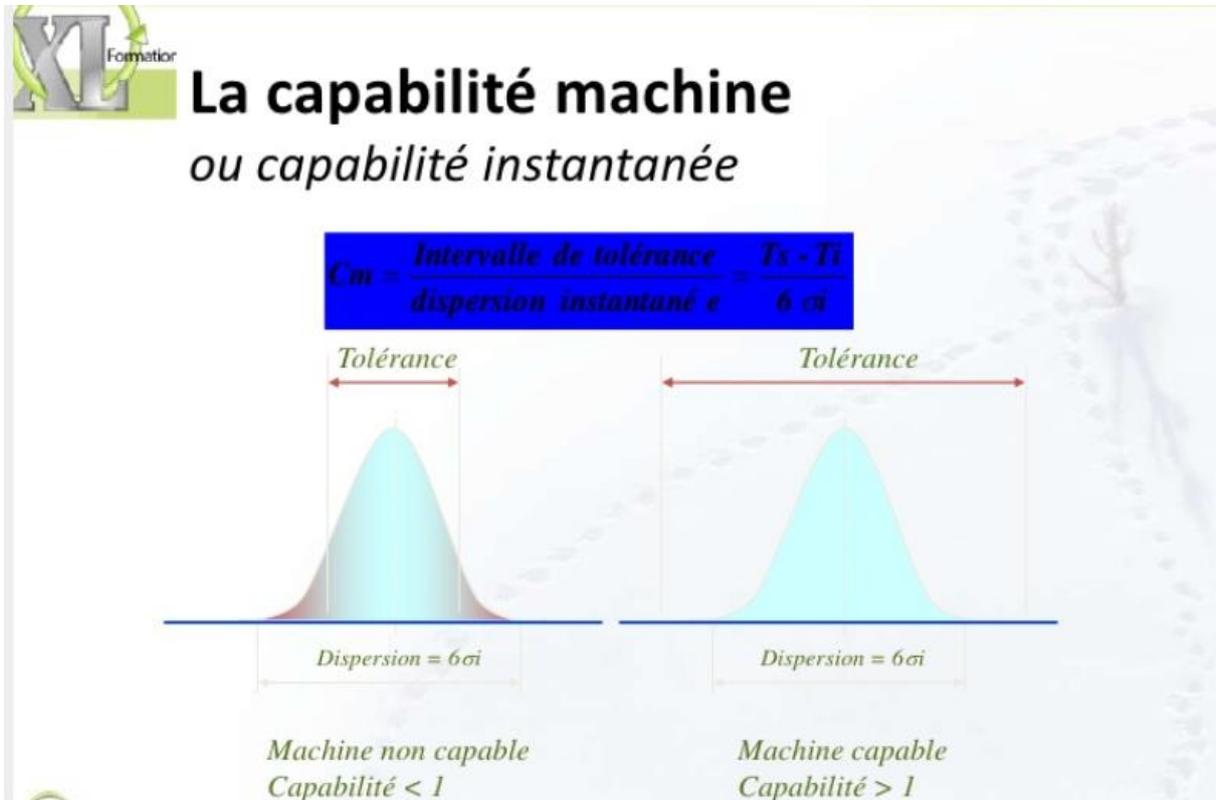


Figure 14 capacité machines

## « Pilotage de l'entreprise »

### ❖ Management de l'entreprise:

- Organisation des hommes « collaboration, commination, consigne).
- Savoir-faire (technique).
- Engagement des salarier dans l'entreprise.
- Vision + action (direction générale, estimation du bien)
- Libérations de pensée des personnes dans l'entreprise.
- Avancement et ne bloquant sur un sujet.
- Stabilité, qualification des personelles, vision générale.
- Confiance et écoute.
- Partage et écoutes.
- Développement des ides.
- Principe (motivation, confiance en soi, représentation très efficace, affirmation,bonne energie,competance,action,vision positives, engagemnt,flexibilité , disciplines).
- Analyse de flux.
- Bonne utilisation de service approvisionnement.
- Elimination des taches répétitive, pénible.
- Bien calculé les besoin de fond de roulements.
- Minimisation le maximum le prix de fonctionnement de l'entreprise.
- Planning /échange/organisation selon la priorité.
- Marketing ou niveau client.
- Améliorations multi dimensionnelles.
- Capabilité générale//analytique.
- Contrôle des activités, mission, objectifs, indicateurs (niveau, délais, prix, évolution).
- Franchise (nouveau produit, nouveaux client).
- Productivité (amélioration des couts, amélioration des actifs).
- Axe clients : (excellence opérationnels, intimité client, supériorité produit).
- Stratégie : mise à jour produit, solution, gestion efficacité opérationnelles, gestion capacité.
- Bien optimiser l'utilisation des sous-traitantes.
- Bonne planification, bonne organisation, bonne coordination entre les travaux.
- bien repartirai les travaux entre les équipes. hommes qu'il faut à la place qu'il faut.
- Date de début, date de fin des travaux, contraint des délais, élimination des pts bloquants.
- Bien manipuler les ressources et les délais de lancement de fin de chaque projet.
- les bilans réguliers des causes d'échec ainsi que la fiabilité, satisfaction clients,
- calculs de budget estimé de fin projet.
- Des diagrammes de Gantt, les courbes, graphe d'avancement.