

IND8200 – Organisation Industrielle

Cours 9 – Conception du produit et du processus & les mesures de fiabilité

par Catherine Laroche et Anis Berrada, Ing., M. Ing.

Partie 1 - Conception du produit et du processus

par Catherine Laroche et Anis Berrada, Ing., M. Ing.

Introduction

Pourquoi faut-il concevoir un processus adéquat pour chaque produit ou l'inverse ?

Il faut adopter le processus et le produit qui permet d'avoir le plus possible →

Un gain élevé dans un marché super compétitif

Donc plus de profit, réduction des coûts, plus de marché, plus d'emplois

&

Mieux s'adapter à l'évolution.

Production de biens vs prestation de services

CARACTÉRISTIQUES	BIENS	SERVICES
<input type="checkbox"/> Production	• Tangible	• Intangible
<input type="checkbox"/> Relations clients	• Moyennes	• Nombreuses
<input type="checkbox"/> Uniformité intrants	• Grande	• Grande variété
<input type="checkbox"/> Diversité tâches	• Faible	• Grande
<input type="checkbox"/> Uniformité extrants	• Grande	• Faible
<input type="checkbox"/> Mesure de productivité	• Facile	• Difficile
<input type="checkbox"/> Occasions d'amélioration avant livraison	• Fréquentes	• Rares

Facteurs à considérer pour la conception du produit et du processus

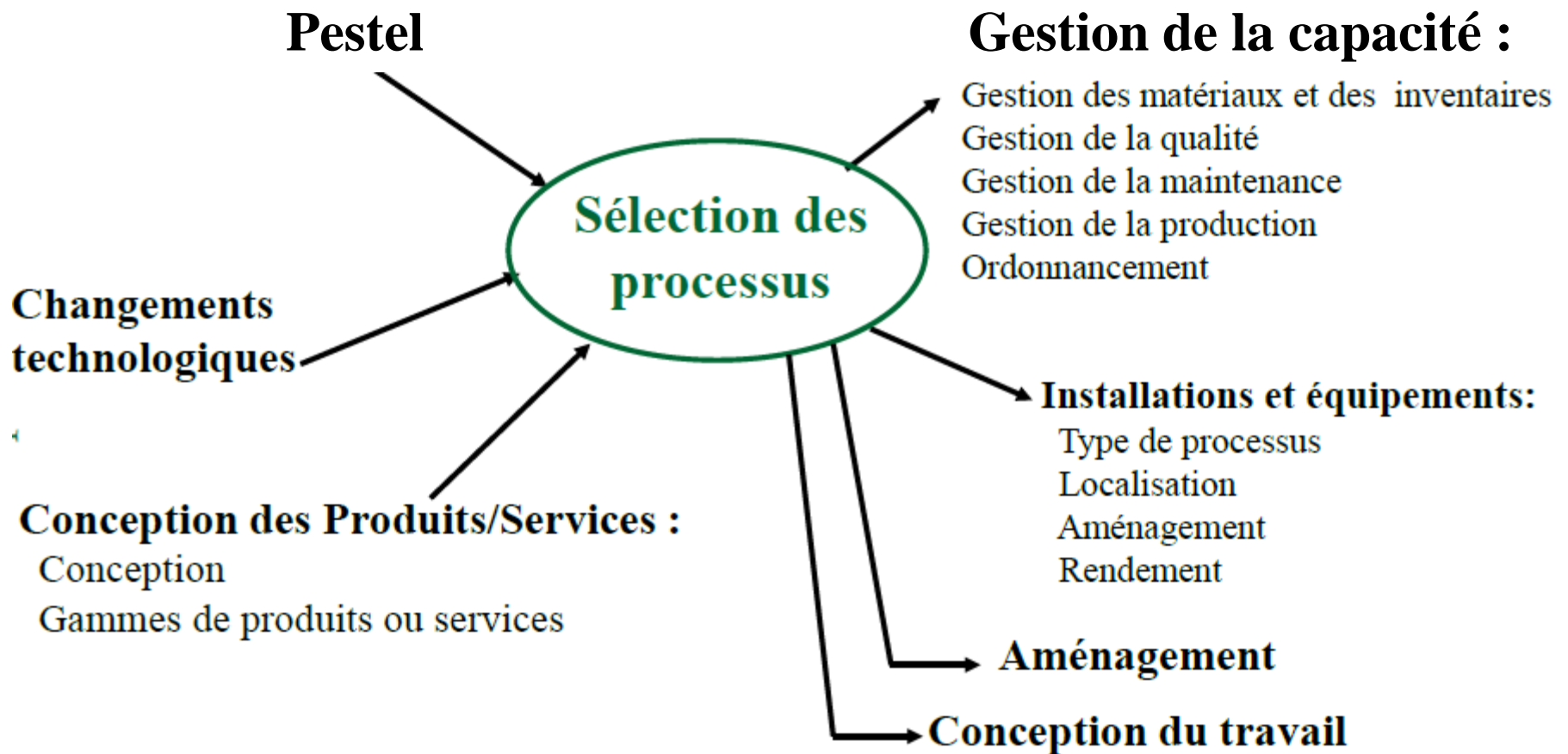
- Suggestions et plaintes des clients
- Environnement PESTEL
- Découvertes technologiques
- Cycle de vie du produit et du processus
- Conditions générales de l'Industrie

Stratégie axée sur l'innovation

Stratégie axée sur la vente et la production de produits éprouvés

Stratégie axée sur les aspects financiers

Sélection du processus et conception du système opérationnel



Les 2 types de stratégie vis-à-vis du marché

Market pull

Market push

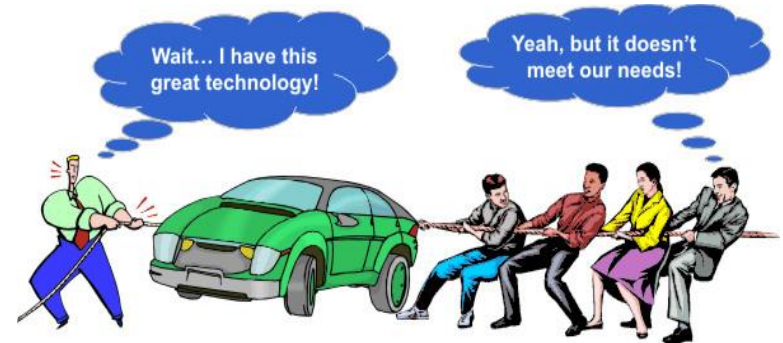
Vendre ce que le
marché exige

Tenter d'adapter le
processus

Vendre ce qui est
manufacturable

Utiliser et
développer les
compétences

Tenter de lui trouver
un marché



Il faut trouver un équilibre

Quelques approches de conception de produits

Vendre ce que le marché exige, peut importe le processus existant:market pull

- **DFR** (design for recycling) ou la conception en vue du recyclage
- **DFD** (design for dis-assembly) ou la conception en vue de désassemblage
- **Conception robuste**: produits et services développés pour être utilisés à l'intérieur d'une grande étendue de conditions

Quelques approches de conception de produits

Ne vendre que ce qui peut être fabriqué par le système opérationnel: market pull

- **DFM** (design for manufacturing) ou la conception en vue de la fabrication
- **DFA** (design for assembly) ou la conception en vue de d'assemblage
- **Conception modulaire et/ou interchangeable**: interchangeabilité des pièces
- **Refabrication**: remise à neuf du produit initial

Typologie des produits

Produit sur commande

- Non prévisible
- Quantité limitée
- Clientèle restreinte
- Délai long
- Conception moins longue

Produit Standard

- Grand volume
- Satisfaction générale
- Étapes de conception importante
- Offre rapide

Avantages/Inconvénients de la standardisation

Avantages

- Moins de pièces à entreposer et fabriquer
- Réduction des coûts et temps de formation
- Achats, manutention et inspection plus routinière
- Stock pour répondre à la demande
- Longs cycles de production et l'automatisation sont possibles
- Accroissement des dépenses consacrées à l'amélioration de la conception et des procédures de contrôle

Inconvénients

- La recherche d'un produit répondant aux besoins de l'ensemble des clients exige des investissements énormes
- Les coûts élevés des changements au produit initial découragent l'entreprise à l'améliorer.
- La diminution de la variété déplaît au consommateur
- Il est difficile de répondre adéquatement aux besoins d'un client particulier

Étapes du processus de développement des produits

1. La génération d'idées
2. L'analyse de faisabilité
3. La détermination des spécifications du produit
4. Le développement du prototype
5. Le développement du procédé de production
6. La révision
7. Le test de marché
8. Le lancement de produit et le contrôle
9. Le suivi

5 meilleures pratiques du développement du produit

- Définition des besoins-clients
- Gestion de projet de la conception du produit
- Mise sur pied d'une équipe multifonctionnelle
- Processus de développement de produits
- Gestion du portefeuille de produits

3 Approches très importantes de conception de produits

- **Ingénierie séquentielle:** processus dans lequel chaque étape du développement du produit est réalisée séparément et ou chaque étape ne peut commencer sans que l'étape précédente ne soit terminée
- **Ingénierie simultanée:** consiste à faire participer simultanément tous les acteurs, dès le début , dans la compréhension des objectifs recherchés et de l'ensemble des activités qui devront être effectuées
- **Reverse engineering:** processus de démantèlement et inspection d'un produit compétitif pour découvrir comment il a été conçu et fabriqué

Les principales méthodes de production

Unitaire: par projet, multiple produits, petites quantités

Interrompue: par lots, quelques produits, plus grands volumes

Continue: grandes quantités, produits pour commodités

D'autres méthodes combinant les trois premières ont été développées.

Typologie des processus

TYPES DE PROCESSUS

Types de processus

VARIABLES DE GESTION	Projet	Atelier	Production de masse par lot	Production de masse en continu	Process
Quantité de produits	Un seul (ou presque)	Faible	Moyenne	Élevée	Très élevée
Variété de produits	Très forte (prod. unique)	Forte	Moyenne	Réduite	Faible (forte standardisation)
Type de demande	Production sur commande				Production pour le stock
Flux d'opération	Fixe	Discontinu	Discontinu	Semi-continu	Continu

Typologie des processus: exemples

	À l'unité Projet	Interrompus Atelier-Lots	Continue Chaînes d'assemblage	Industries de traitement
Description	Produit crée sur une base unitaire	Produits créés par petits lots, opération par opération	Opérations de production placées en fonction des besoins du produit	Transformation continue de la matière
Exemples du processus:				
Manufactures	Chantiers	Boulangerie	Chaîne d'assemblage	Sidérurgie
Services	Salons de coiffure	Salles de classe	Cafétéria	Système de climatisation central
Exemples de produits:				
Manufactures	Navires	Boulangerie	Automobiles	Acier, lingots
Services	Coiffure	Éducation	Lave-auto	Climatisation
Volume	Petit, unitaire	Petit à moyen	Grand	Très élevé
Variété des produits créés	Très grande	Moyenne	Restreinte	Très restreinte
Flexibilité du processus	Très élevée	Moyenne	Rigide	Très rigide
Avantages	Capable de s'ajuster à la demande	Flexible dans son secteur	Coûts bas et haute efficacité	Très efficace et très grandes quantités
Inconvénients	Lent, coût unitaire élevé	Gestion complexe en raison d'ajustements constants	Peu flexible et coûts élevés des arrêts de production	Très peu flexible et arrêts très chers

cycle de vie du produit/processus et défis sur le système production

- Les produits ont une vie qui suit un cycle de 5 étapes
- Chaque étape pose un défi différent au système de production

Caractéristiques	Étapes du cycle			
	Démarrage	Croissance	Maturité	Déclin
Attrait concurrentiel	nouveauté	qualité et disponibilité	prix et fiabilité	prix
Volumes	faibles	croissants	stables	déclinants
Variété	élevée	standardisation accrue	un design dominant	très standardisé

Cycle de Vie et méthodes de production

- Démarrage : projet, atelier ou sur commande à l'unité, très flexibles, mais peu efficaces
- Croissance: standardisation, mécanisation et automatisation accrues
- La maturité: processus systémiques, inter reliés, plus dispendieux et plus efficaces, mais plus rigides

À chacune de ces étapes correspond une méthode de production optimale.

Le défi entre le processus et le produit

Adapter les méthodes de production au portefeuille de produits(et aussi selon si le produit est nouveau ou existant)

Chacune des méthodes sera la mieux adaptée à un environnement de produits spécifiques

Une des décisions importantes consiste à déterminer la part de la fabrication qui sera donnée en sous-traitance versus fabriquée en interne

Conclusion Partie 1

- Prise en compte de plusieurs critères(PESTEL, SWOT, 5 forces de Porter)
- Facteur clé de la satisfaction des clients
- Le niveau de standardisation/ variété est important
- Les processus sont directement liés au cycle de vie du produit
- La conception doit chercher a minimiser le nombre de composantes ou d'étapes nécessaires à la fabrication d'un produit
- La mesure de la fiabilité est très importante

Partie 2 - Les mesures de fiabilité

par Catherine Laroche et Anis Berrada, Ing., M. Ing.

La maintenance et son importance

- **Maintenance:** Ensemble des moyens nécessaires pour maintenir et remettre les facteurs de production en bon état de fonctionnement. Elle comprend l'ensemble des mesures d'entretien et leur mise en œuvre.
- Fonction liée à l'environnement du système de la gestion des opérations
- Influence toutes les activités de production et tous les objectifs de qualité, quantité, coûts, temps et lieu.

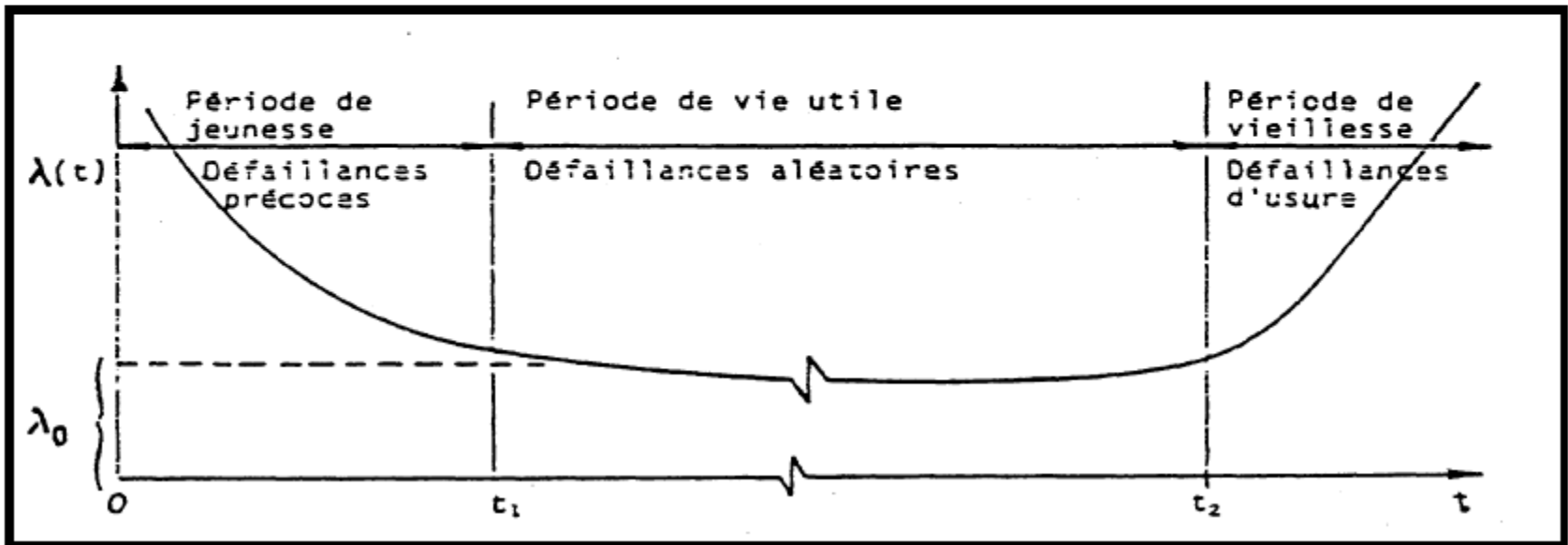
Définition de la fiabilité

- **La fiabilité se définit comme:**
“capacité, pour un matériel, un appareil, un système ou un ensemble, de fonctionner sans défaillance pendant une période déterminée et dans des conditions d'utilisation précises ”

Cette aptitude est exprimée sous forme d'une probabilité

Les courbes en “baignoire”

Soit une population homogène de composants ou d'appareils à laquelle on fait subir des tests. Si nous observons durant une période indéterminée leur défaillance, nous observerons que le comportement du taux de défaillance suit une courbe dite en «**baignoire**» à cause de sa forme particulière.



La courbe en baignoire: durée de vie d'un équipement

Jeunesse (mortalité infantile, **défaillances précoces/infantiles**):

État de fonctionnement à l'origine

Période de rodage

Maturité (période de vie utile, **défaillances aléatoires/accidentelles**):

Période de rendement optimal du matériel

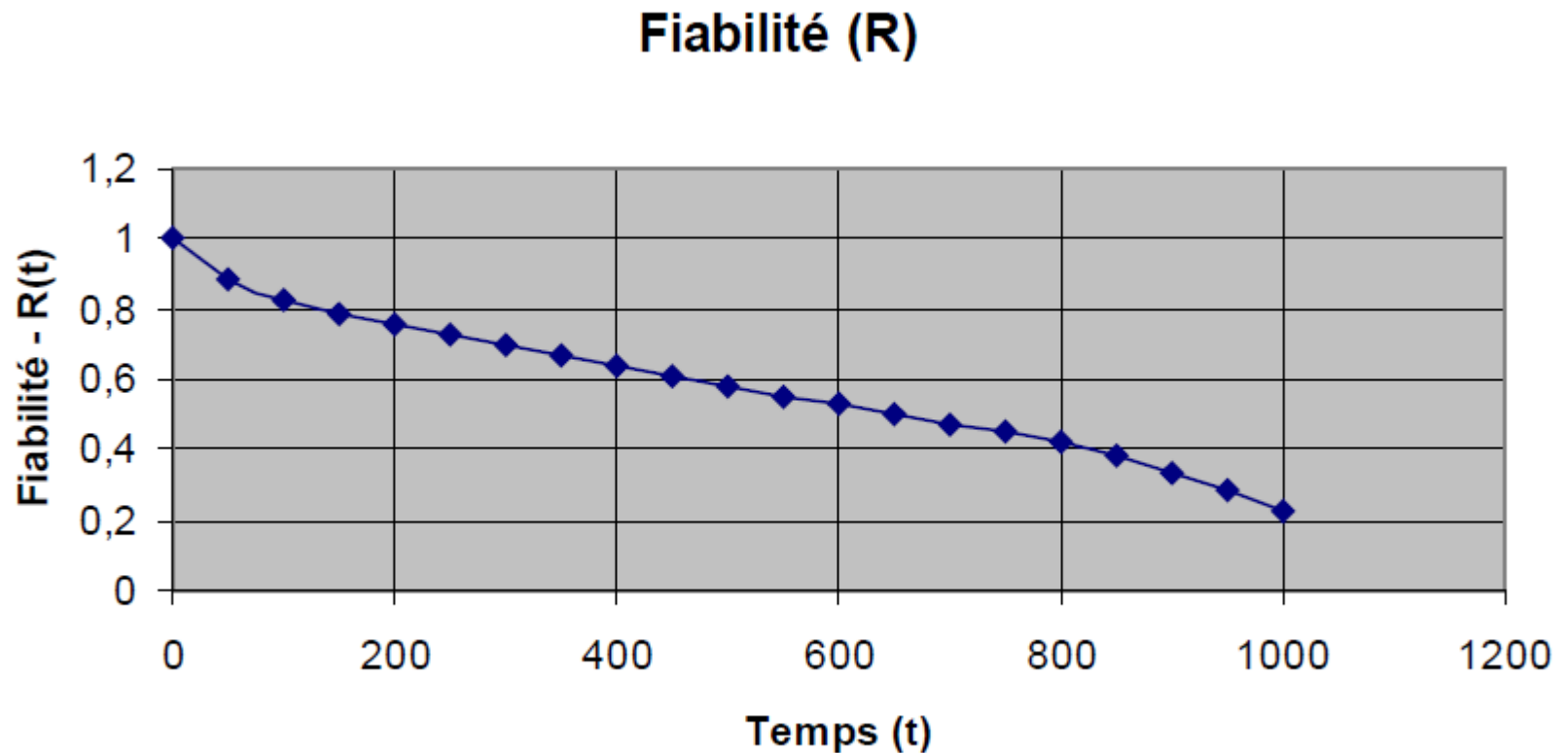
Taux de défaillance constant

Les défaillances apparaissent sans dégradations préalables visibles, par des causes diverses (défaillance aléatoires)

Obsolescence (vieillesse, **défaillance d'usure/vieillesse**)

Un mode défaillance prédominant, généralement visible, entraîne une dégradation accélérée, à taux de défaillance croissant

Les mesures de fiabilité: courbe en “baignoire”



La courbe en baignoire: durée de vie d'un équipement

Les facteurs capables de modifier une période de vie utile sont les suivants:

- Meilleur contrôle de la qualité
- Pré-conditionnement plus long et plus efficace de l'équipement
- Remplacements périodiques des composants dont on connaît le taux de défaillance et les caractéristiques d'usure
- Meilleure maintenance préventive (nettoyage, graissage, inspection périodique, vérification, étalonnage, etc.)

Lois fondamentales de la fiabilité

La fiabilité d'un système est fonction du nombre d'éléments indépendants qui le composent.

Par «**éléments indépendants**», nous entendons des éléments dont le fonctionnement n'est pas **relié** au fonctionnement des autres éléments du système.

lième règle :

Si deux ou plusieurs événements sont indépendants ou le «**succès**» est défini comme étant la probabilité que tous les événements auront lieu, alors la probabilité du succès sera égale au produit des probabilités des événements.

$$F_s = F_1 \times F_2 \times \dots F_x$$

F_s = fiabilité du système

Lois fondamentales de la fiabilité

$$F_s = F_1 + (1-F_1)F_2$$

2ième règle :

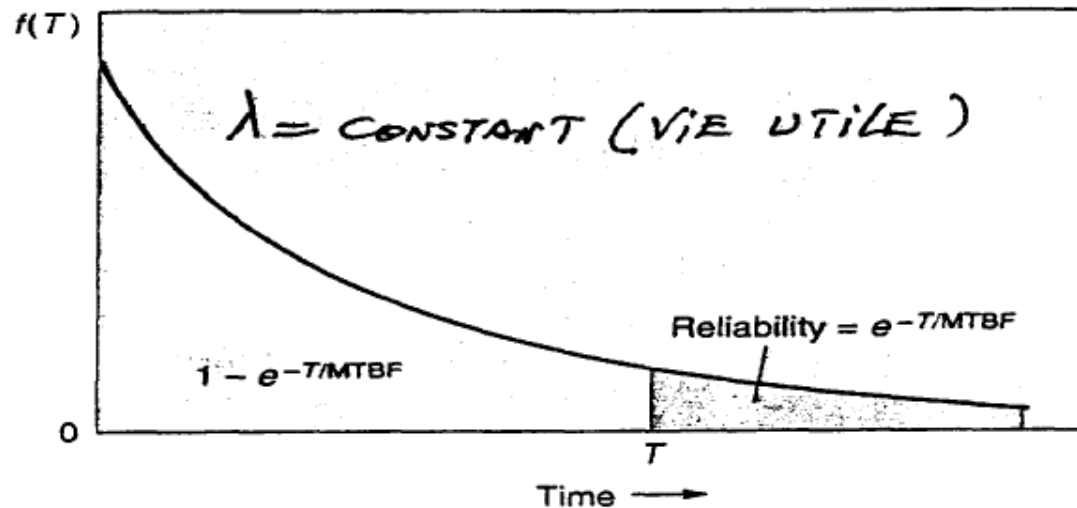
Si deux évènements sont indépendants et le «succès» est défini comme étant la probabilité qu'au moins un évènement aura lieu, alors la probabilité du succès sera égale à la probabilité de l'un des deux évènements plus (1 - cette probabilité) multiplié par l'autre probabilité.

3ième règle :

Si trois évènements ont lieu et le «succès» est défini comme étant la probabilité qu'au moins un des trois évènements aura lieu, alors la probabilité du succès sera égale à la probabilité du premier évènement plus le produit de (1 - probabilité du premier évènement) et la probabilité du deuxième évènement plus le produit de (1 - chacune des probabilités des deux premiers évènements) et la probabilité du troisième évènement.

$$F_s = F_1 + (1-F_1)F_2 + ((1-F_1)(1-F_2) F_3) + ((1-F_1)(1-F_2)(1-F_3) F_4) + \dots + ((1-F_1)(1-F_{n-1}) F_n)$$

Les mesures de fiabilité: distribution exponentielle



MTBF:
mean time
between
failure
TMD: le
temps
moyen de
défaillance

Dans le même ordre d'idée, nous estimerons la fiabilité des composants par :

$$p[\text{panne avant } T] = \int_0^T \frac{1}{MTBF} e^{-t/MTBF} dt = 1 - e^{-T/MTBF} = 1 - e^{-T/TMD}$$

$$p[\text{aucune panne avant } T] = 1 - \int_0^T \frac{1}{MTBF} e^{-t/MTBF} dt = e^{-T/MTBF} = e^{-T/TMD}$$

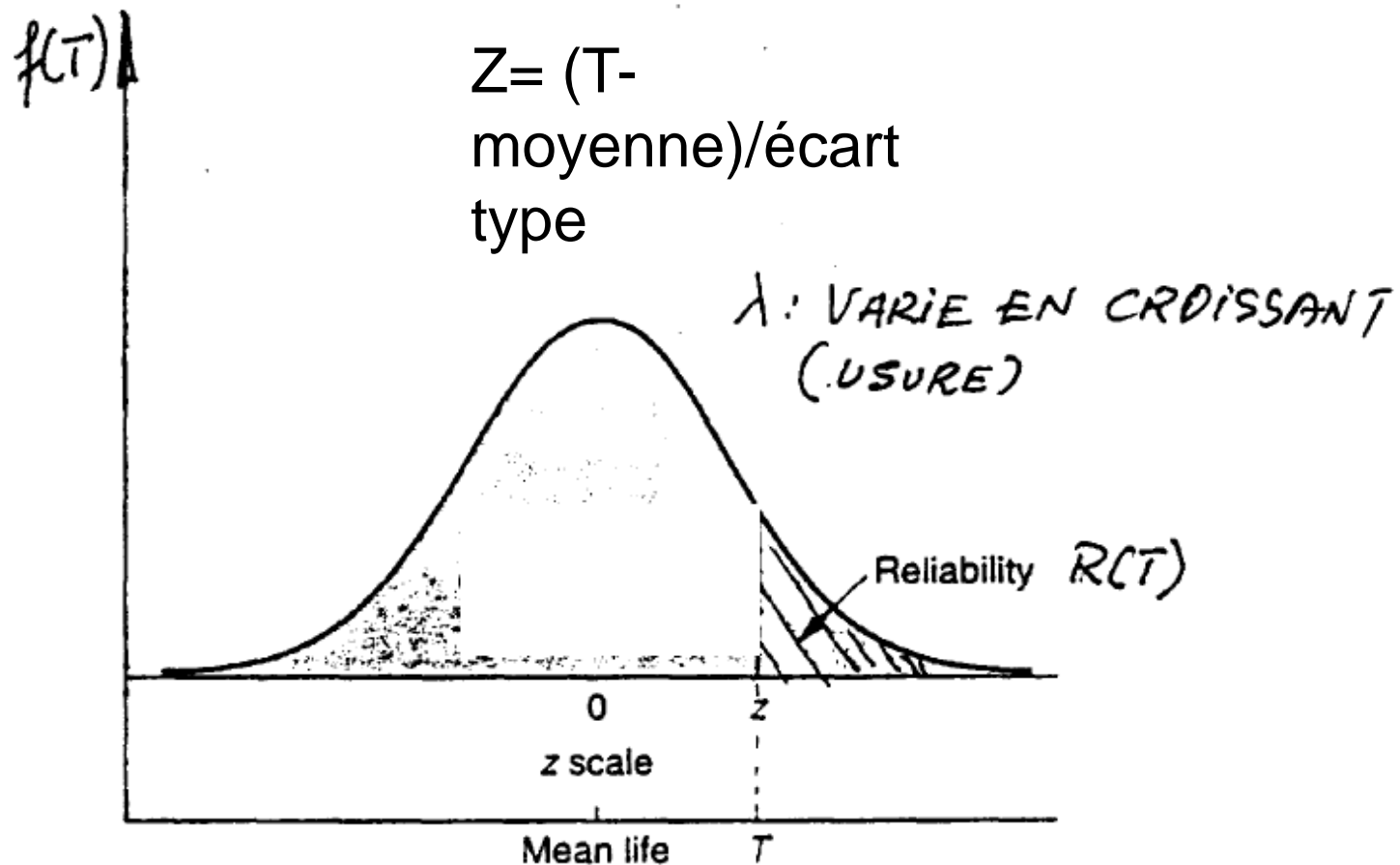
Exercices 1: mesures de fiabilité – distribution exponentielle

□ Un fabricant de balayeuses électriques a déterminé que la durée de vie moyenne d'un de ses appareil est de 4 ans et cela, en suivant une loi exponentielle de probabilité.

Il aimerait connaître la probabilité qu'un appareil tombe en panne:

- a) Durant les 4 premières années;
- b) Après 4 ans;
- c) Pas avant les 6 premières années.

Les mesures de fiabilité: distribution normale



Exercice 2: Distribution normale – mesures de fiabilité

Le gestionnaire d'un hôpital a reçu le rapport de ses consultants lui indiquant la politique de remplacement des scanners. Ce rapport indique que la durée de vie des scanners suit une loi normale de moyenne 21 mois et d'écart type 2 mois. Déterminons les probabilités pour que 2 scanners tombent en panne

- a) Avant 19 mois de service ?**
- b) Entre 20 et 23 mois ?**
- c) À ± 1 mois de la moyenne de la durée de vie utile ?**

Prochaine Séance

- Prochaine séance: lire 5, 6, 7 et supplément de 7
Exercices à faire:

Chapitre 18 (p.717): Problèmes 2, 3, 4 et 6

Références

- Notes IND5200 – Javad Sadr
- Stevenson – Benedetti