

Chapitre 01

1

Introduction à la sûreté de fonctionnement

Chapitre 01

2

Plan

- I. Définitions
- II. Historique
- III. Concepts de base
- IV. Analyse prévisionnelle

Introduction à la sûreté de fonctionnement

3

I- Définitions

- La sûreté de fonctionnement (dependability) consiste à **évaluer** les **risques** potentiels, **prévoir** l'occurrence des **défaillances** et **tenter de minimiser** les **conséquences** des situations catastrophiques lorsqu'elles se présentent

« SdF : Alain Villemeur »

Introduction à la sûreté de fonctionnement

4

I- Définitions

- La sûreté de fonctionnement d'un système informatique est **la propriété qui permet** de placer une **confiance** justifiée dans le service qu'il délivre.

Introduction à la sûreté de fonctionnement

5

II- Historiques

Les années 30

- Apparition des premières notions de **Fiabilité** en Mécanique



l'objectif : La durée de vile des roulements à billes

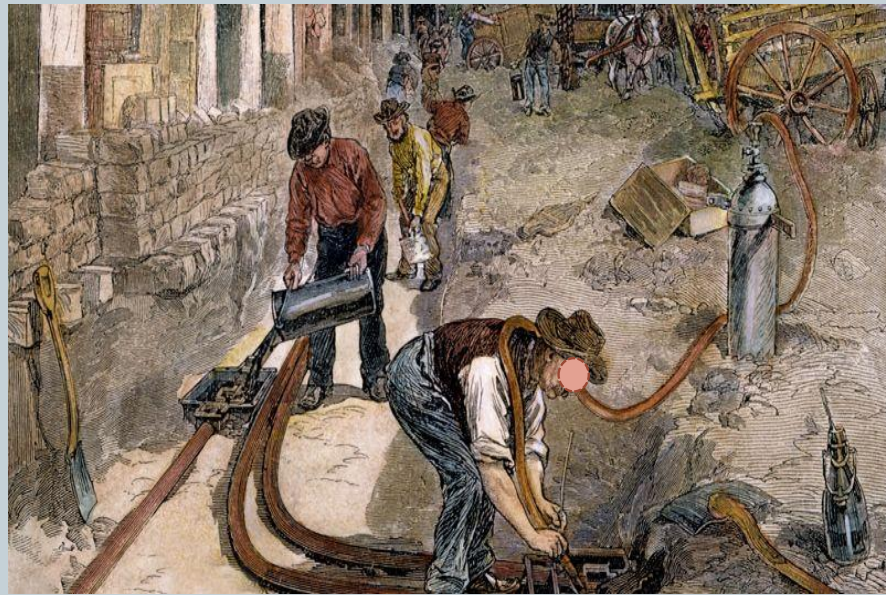
Introduction à la sûreté de fonctionnement

6

II- Historiques

Les années 30

- ❑ Après l'apparition de l'électricité



l'objectif : Assurer la fiabilité des système électrique

Introduction à la sûreté de fonctionnement

7

II- Historiques

Les années 30

- ❑ Les Premières estimation de probabilité d'accidents d'avions



l'objectif : minimiser le taux d'accident d'avion (≤ 10 par heure de vol)

Introduction à la sûreté de fonctionnement

8

II- Historiques

Les années 50

❑ Dans le domaine Electronique

l'objectif :

- Réduction des coûts de maintenance
- Augmentation de la fiabilité
- MTBF



Introduction à la sûreté de fonctionnement

9

II- Historiques

Les années 60

- Apparition des nouvelles méthodes d'analyse prévisionnelle
 - Analyses des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE)
 - Programmes de recherche spatiaux
 - Arbre de défaillance

Introduction à la sûreté de fonctionnement

10

II- Historiques

Les années 70

- La méthode d'Analyses des Risques

Les années 80

- Simulation,
 - Réseaux de PETRI
- } Outils d'aide utilisés dans la SdF

Introduction à la sûreté de fonctionnement

11

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système (Missions et fonctions)
2. Entraves
3. Attributs

Introduction à la sûreté de fonctionnement

12

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système

a- Définition

Un système est une association structurée d'éléments en **relation** entre eux de façon à former une **entité cohérente** et remplissant une ou plusieurs **fonctions**.

Introduction à la sûreté de fonctionnement

13

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système

a- Définition

Le comportement global du système dépend :

- des comportements individuels des éléments qui le composent,
- des règles d'interaction entre ces éléments (interfaces, algorithmes, protocoles),
- de l'organisation topologique des éléments (architectures).

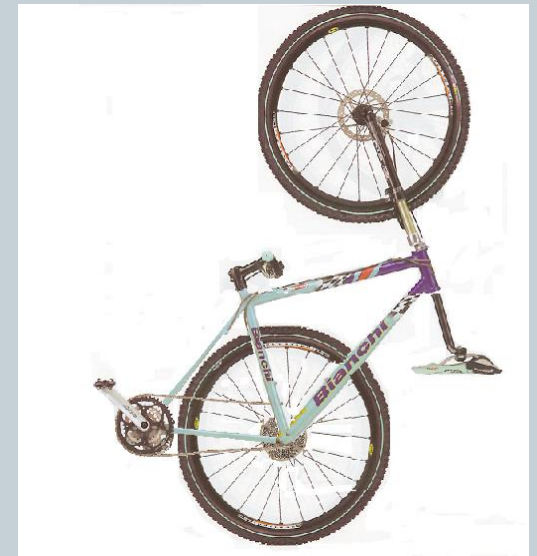
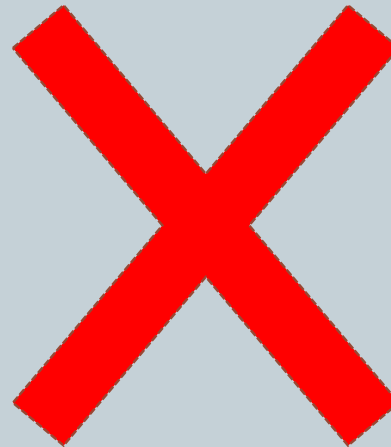
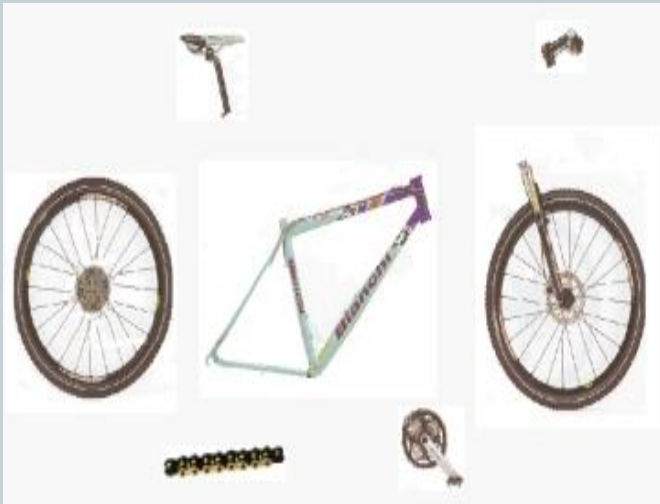
Introduction à la sûreté de fonctionnement

14

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système

a- Définition



Introduction à la sûreté de fonctionnement

15

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système

b- Fonction

Une fonction peut être définie comme **l'action** d'une entité ou de l'un de ses composants exprimée en terme de finalité

- **Fonction principale** : raison d'être d'un système
- **Fonction secondaire** : fonctions assurées en plus de la fonction principale

Introduction à la sûreté de fonctionnement

16

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système

b- Fonction

- **Fonction de protection** : moyens pour assurer la sécurité des biens, des personnes et environnement
- **Fonction Redondante** : plusieurs composants assurent la même fonction

Introduction à la sûreté de fonctionnement

17

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système

b- Fonction

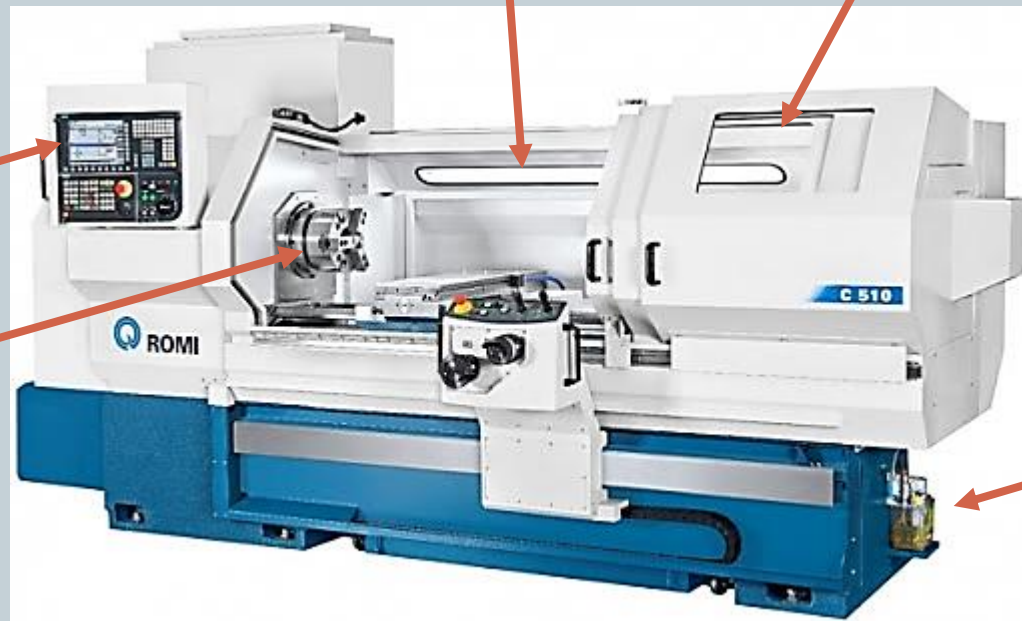
Communication

Usinage

Éclairage

Sécurité de l'utilisateur

Sécurité de la machine



Introduction à la sûreté de fonctionnement

18

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système

c- Mode de fonctionnement d'un SI

- **Les modes de fonctionnement « normaux »** : ils regroupent le mode de fonctionnement nominal qui doit être en parfaite adéquation avec la qualité de la mission.

Introduction à la sûreté de fonctionnement

19

III- Concepts de la SdF

1. Notion de Système

c- Mode de fonctionnement d'un SI

- **Les modes de fonctionnement « anormaux »** : lorsque le système est dans ce mode, la mission peut être **partiellement** remplie ou **non** remplie ; en tout état de cause, le service n'est pas **satisfaisant**.

Introduction à la sûreté de fonctionnement

20

III- Concepts de la SdF

2. Entraves

a- Défaut

Tout écart entre la caractéristique observée sur le dispositif et la caractéristique de référence



Introduction à la sûreté de fonctionnement

21

III- Concepts de la SdF

2. Entraves

b- Dégradation

Une dégradation représente une perte de performances d'une des fonctions assurées par un équipement.

Cette perte est liée généralement au temps ou à la durée d'utilisation.

Introduction à la sûreté de fonctionnement

22

III- Concepts de la SdF

2. Entraves

c- Défaillance

Une défaillance est l'altération ou la cessation de l'aptitude d'un ensemble à accomplir sa ou ses fonctions requises avec les performances définies dans les spécifications techniques.

Introduction à la sûreté de fonctionnement

23

III- Concepts de la SdF

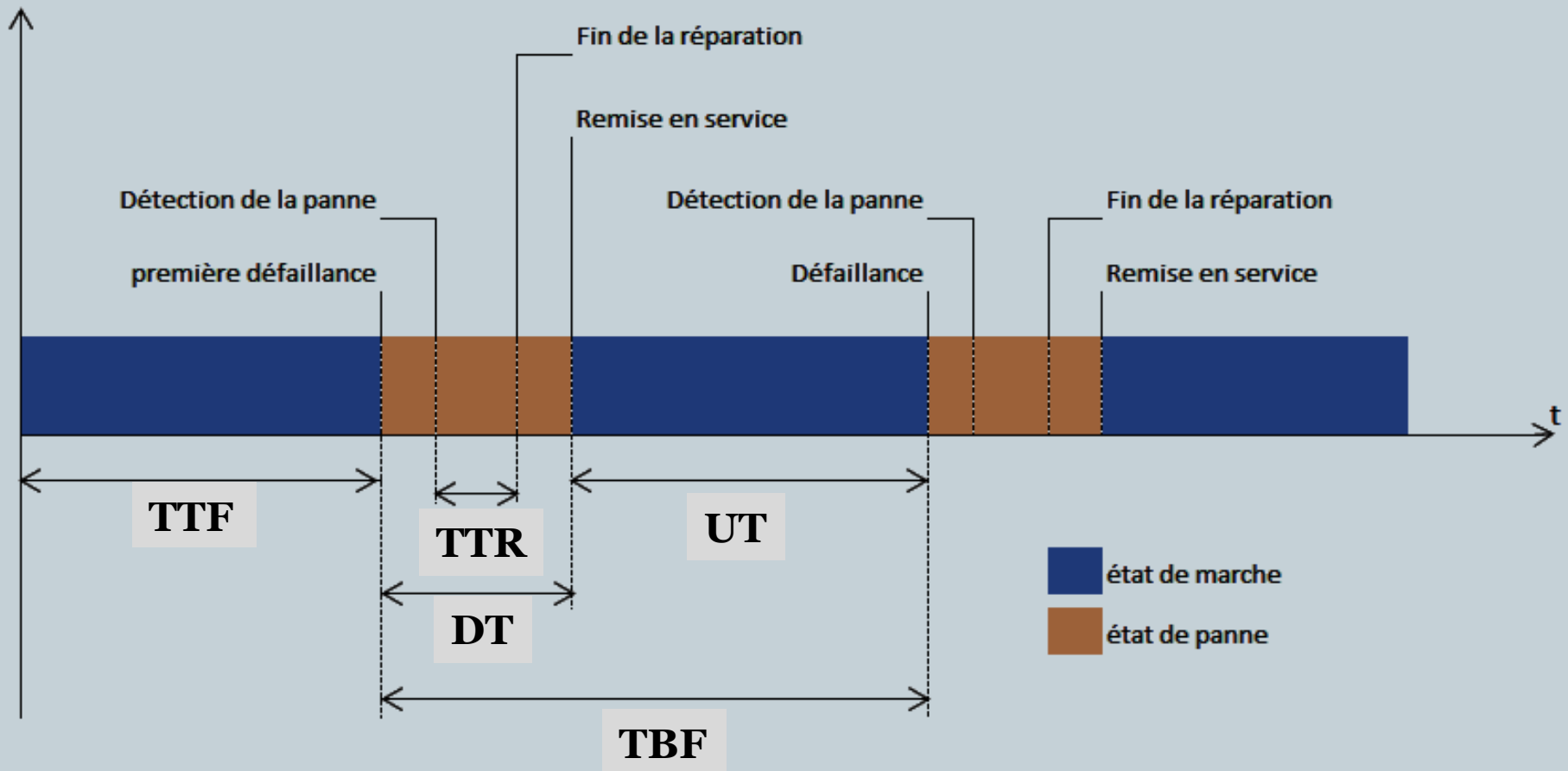
3. Attributs

Fiabilité , Maintenabilité et Disponibilité

Introduction à la sûreté de fonctionnement

24

III- Concepts de la SdF



Introduction à la sûreté de fonctionnement

25

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

a- Fiabilité

Aptitude d'une entité à accomplir une fonction requise ou à satisfaire les besoins des utilisateurs, dans des conditions données, pendant une durée donnée.

Introduction à la sûreté de fonctionnement

26

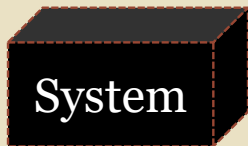
III- Concepts de la SdF

3. Attributs

a- Fiabilité

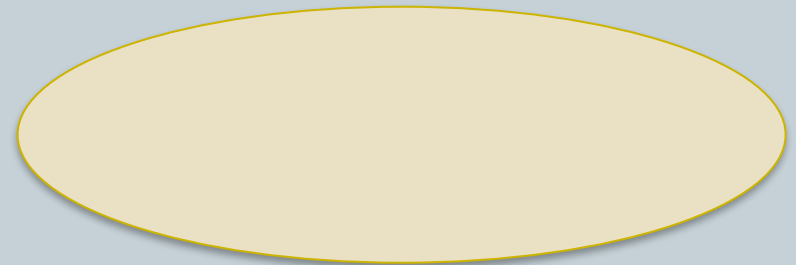


Durée



System

**Etat de Bon
fonctionnement**



Etat de Panne

Introduction à la sûreté de fonctionnement

27

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

a- Fiabilité

les deux éléments principaux caractérisant la fiabilité sont:

$R(t)$: la fonction fiabilité (la loi de survie)

$\lambda(t)$: le taux de défaillance

Introduction à la sûreté de fonctionnement

28

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

a- Fiabilité

Le taux de défaillance, noté $\lambda (t)$ est un estimateur de fiabilité.

Il représente la densité de probabilité de défaillance d'un équipement à l'instant t .

$$\lambda (t) = \frac{\text{Nombre de défaillances}}{\text{durée d'usage}}$$

Pannes / heures Pannes / km

Introduction à la sûreté de fonctionnement

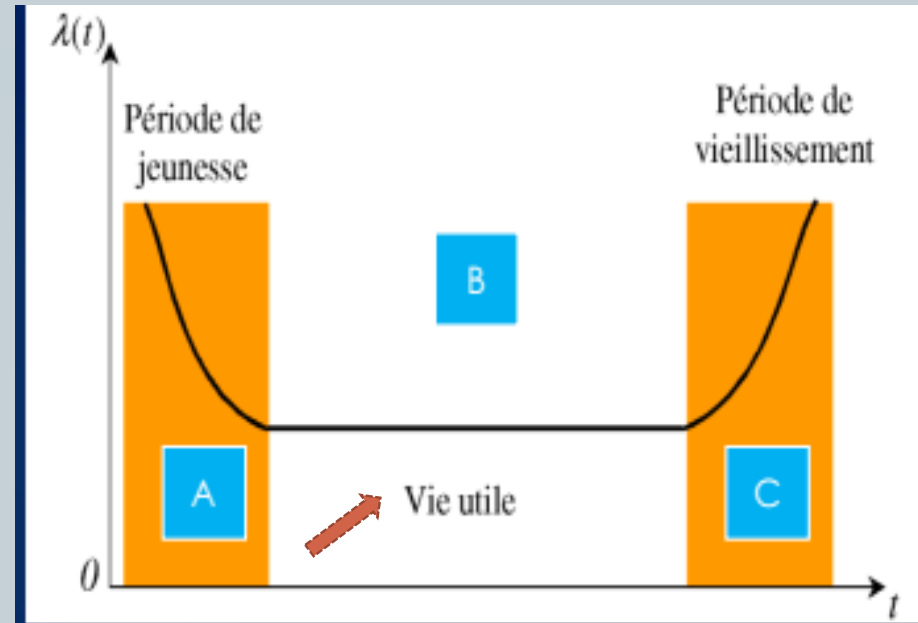
29

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

a- Fiabilité

Dans la période de maturité



$$\lambda(t) = \frac{1}{\text{MTBF}}$$

ET

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Introduction à la sûreté de fonctionnement

30

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

b- Maintenabilité

Aptitude d'une entité à être maintenue ou rétablie dans un état dans lequel elle peut accomplir une fonction requise lorsque la maintenance est accomplie dans des conditions données avec des procédures et des moyens prescrits.

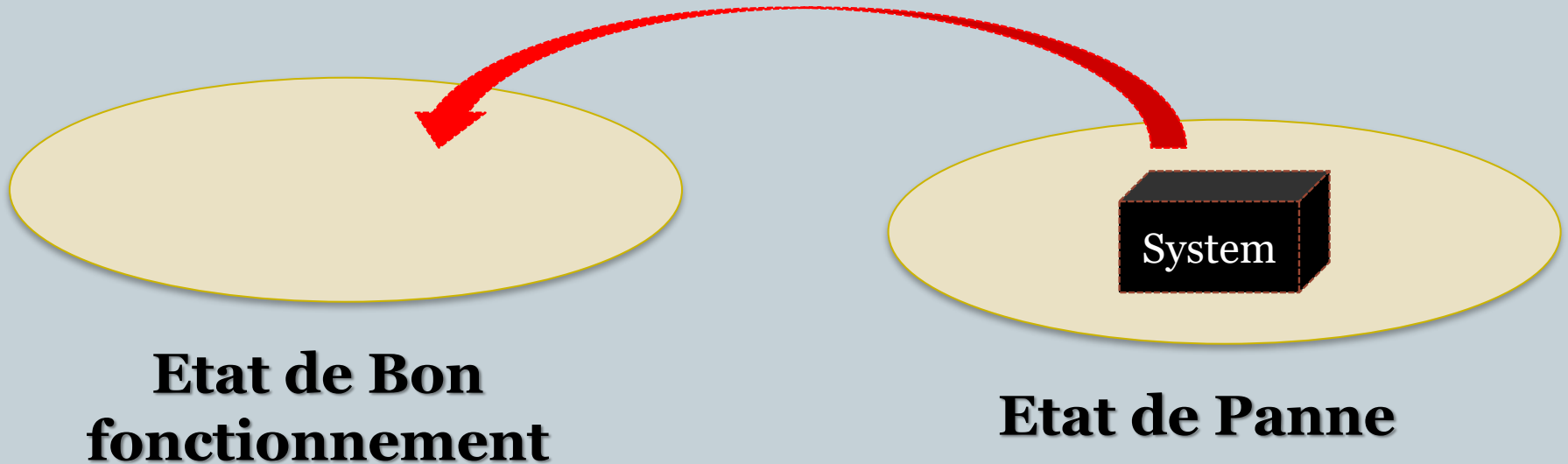
Introduction à la sûreté de fonctionnement

31

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

b- Maintenabilité



Introduction à la sûreté de fonctionnement

32

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

b- Maintenabilité

La maintenabilité peut se caractériser par :

Le taux de réparation $\mu = \frac{1}{\text{MTTR}}$

$$\text{MTTR} = \frac{\sum \text{Temps d'intervention pour n pannes}}{\text{Nombre de pannes}}$$

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

c- Disponibilité

Aptitude d'une entité à être en état d'accomplir une fonction requise dans des conditions données et à un instant donné, en supposant que la fourniture des moyens extérieurs nécessaires est assurée.

Introduction à la sûreté de fonctionnement

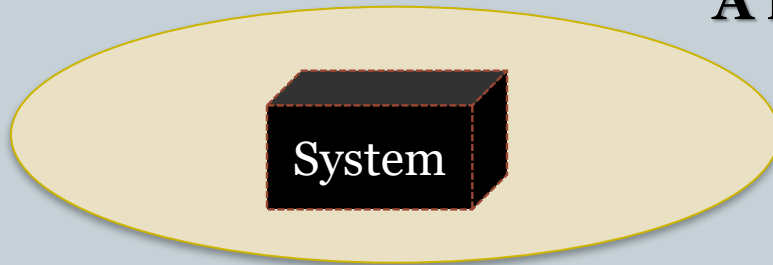
34

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

c- Disponibilité

À l'instant (t)



**Etat de Bon
fonctionnement**



Etat de Panne

Introduction à la sûreté de fonctionnement

35

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

c- Disponibilité

$$A = \frac{\text{Temps de disponibilité}}{\text{Temps de disponibilité} + \text{Temps d'indisponibilité}}$$

Introduction à la sûreté de fonctionnement

36

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

c- Disponibilité

Temps de disponibilité

C'est le temps dans lequel le système est en état de bon fonctionnement (soit en arrêt ou en fonctionnement) ainsi que tous les moyens nécessaires à la réalisation de la fonction sont présents (matières première, opérateurs,...)

Introduction à la sûreté de fonctionnement

37

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

c- Disponibilité

Disponibilité Internseque

$$A_I = \frac{\text{Temps de disponibilité}}{\text{Temps de disponibilité} + \text{TTR}}$$

TTR: temps technique de réparation

Introduction à la sûreté de fonctionnement

38

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

c- Disponibilité

Disponibilité de maintenance

$$A_m = \frac{\text{Temps de disponibilité}}{\text{Temps de disponibilité} + \underbrace{\text{TTR} + \text{TRM}}_{\text{DT}}}$$

TRM: temps relative à la maintenance

Introduction à la sûreté de fonctionnement

39

III- Concepts de la SdF

3. Attributs

c- Disponibilité

Disponibilité Opérationnelle

$$A_o = \frac{\text{Temps de disponibilité}}{\text{Temps de disponibilité} + DT + TTE}$$

TTE: temps technique d'exploitation

Introduction à la sûreté de fonctionnement

40

IV- Analyse prévisionnelle

1. Analyse de Système

a- Définition

C'est un processus orienté vers l'acquisition, l'investigation et le traitement ordonnés d'informations spécifiques au système et pertinentes vis-à-vis d'une décision ou un objectif donné ; ce processus aboutit à l'obtention d'un modèle du système

« SdF : Alain Villemeur »

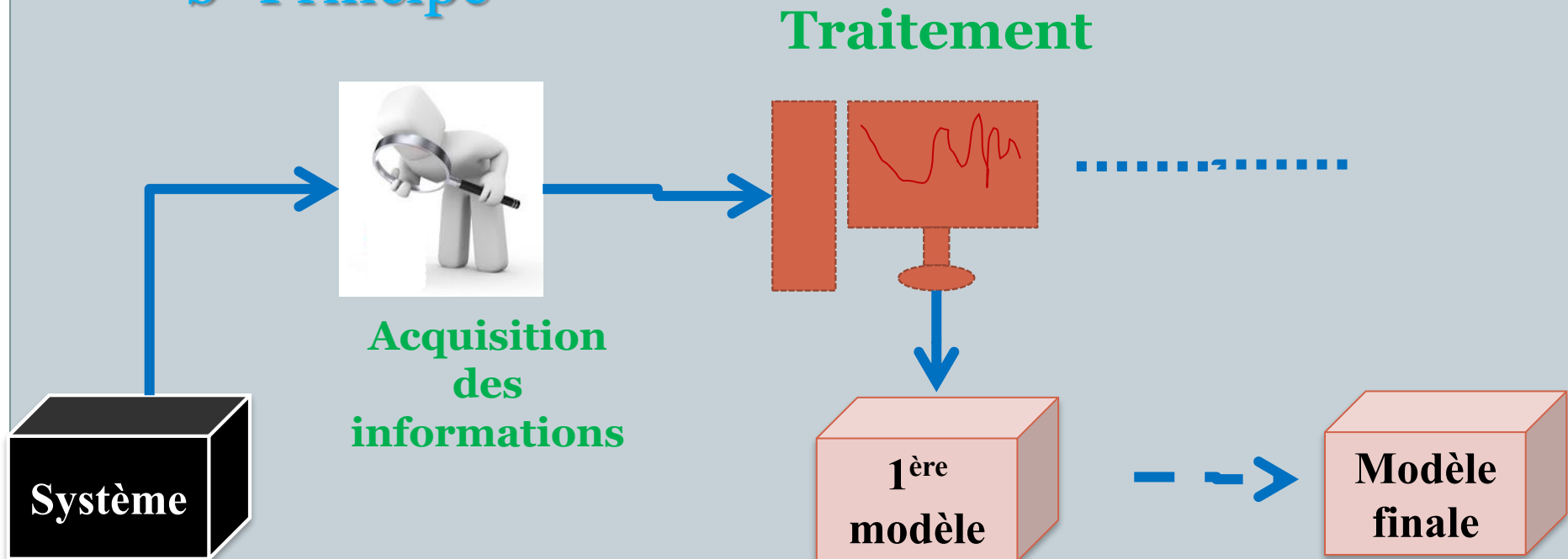
Introduction à la sûreté de fonctionnement

41

IV- Analyse prévisionnelle

1. Analyse de Système

b- Principe



Introduction à la sûreté de fonctionnement

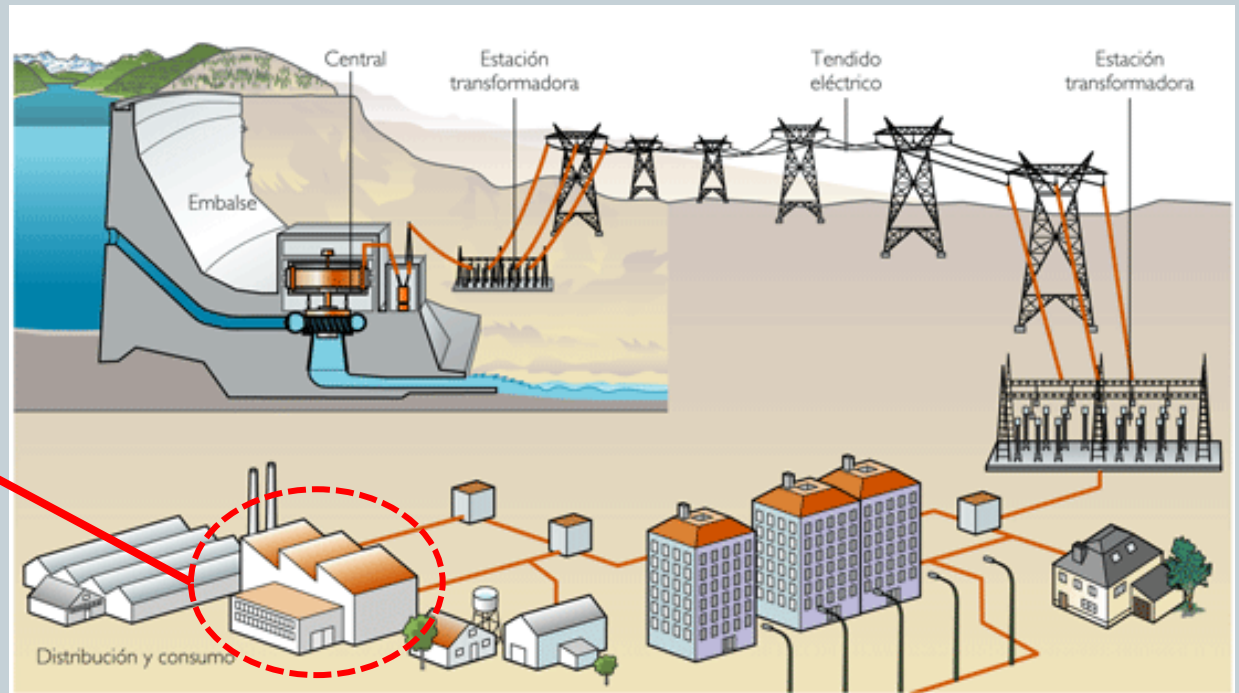
42

IV- Analyse prévisionnelle

1. Analyse de Système

**Exemple
Analyse AMDEC**

b- Principe



Introduction à la sûreté de fonctionnement

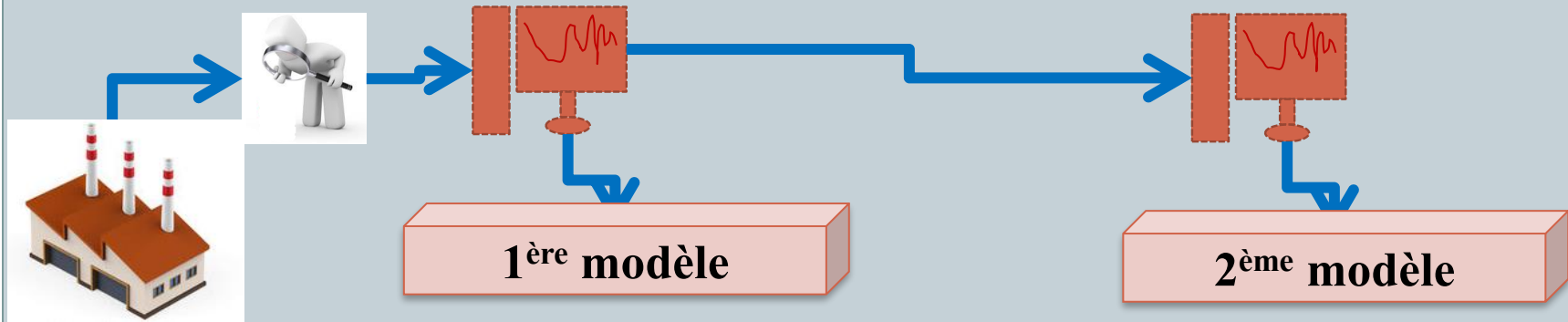
43

IV- Analyse prévisionnelle

1. Analyse de Système

b- Principe

Exemple
Analyse AMDEC



Défaillances	G
Coupure d'électricités	5
Détérioration moteur	4
Echauffement pompe	5

Défaillances	G
Coupure d'électricités	4
Détérioration moteur	4
Echauffement pompe	5

IV- Analyse prévisionnelle

2. Analyse prévisionnelle pour la Sdf

L'analyse prévisionnelle des dysfonctionnements des systèmes consiste à **identifier** les **conditions** qui peuvent conduire à des défaillances et à **prévoir** leurs **conséquences** sur la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité des systèmes en cours de conception ou déjà opérationnels.

IV- Analyse prévisionnelle

2. Analyse prévisionnelle pour la Sdf

Les informations nécessaires à l'analyse sont :

- la description du système réel : structures physiques et fonctionnelles;
- les caractéristiques des composants du système et des interactions entre eux (modes de défaillance et leurs conséquences...);
- les relations entre le système et son environnement ;
- la prise en compte des erreurs humaines en phase d'exploitation

IV- Analyse prévisionnelle

3. Types d'analyse

- **L'approche inductive** : qui correspond à un raisonnement du particulier vers le général, où l'on recherche les effets d'une défaillance sur le système ou son environnement.

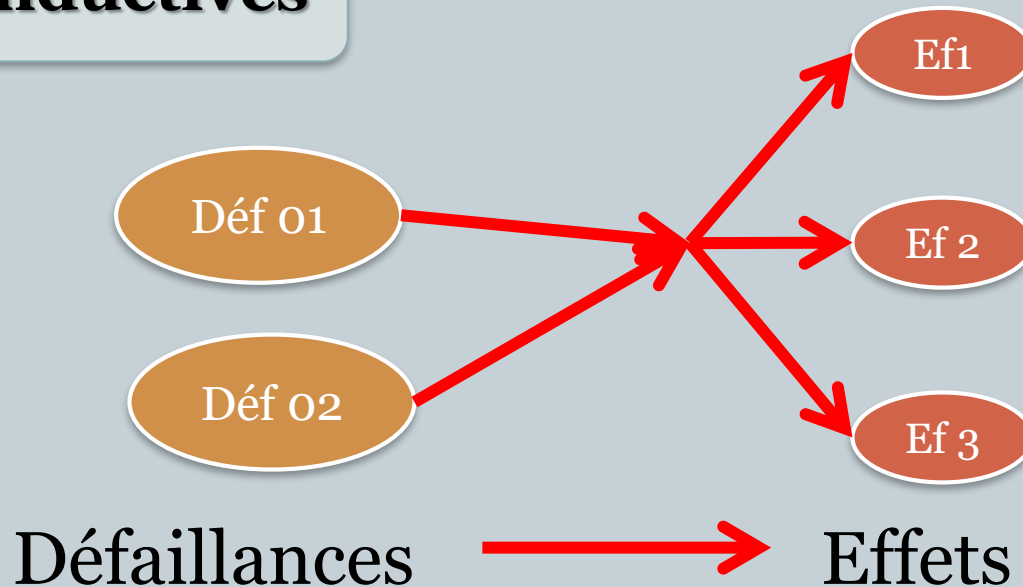
Introduction à la sûreté de fonctionnement

47

IV- Analyse prévisionnelle

3. Types d'analyse

Inductives



IV- Analyse prévisionnelle

3. Types d'analyse

- **L'approche déductive** : qui correspond à un raisonnement du général vers le particulier, où l'on recherche les causes possibles d'une défaillance

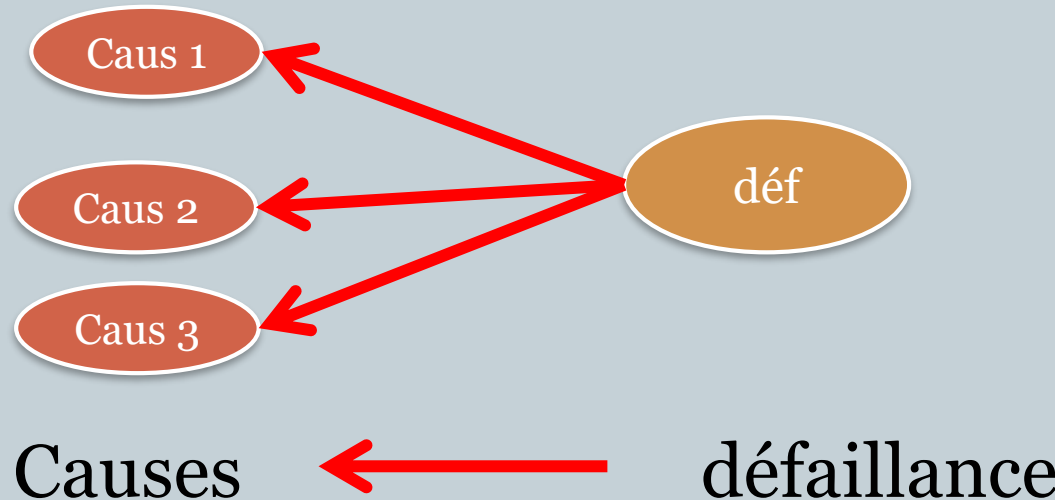
Introduction à la sûreté de fonctionnement

49

IV- Analyse prévisionnelle

3. Types d'analyse

déductives



Introduction à la sûreté de fonctionnement

50

IV- Analyse prévisionnelle

4. Etapes

**Analyse
Technique et
fonctionnelle**

- Nombre de composants
- Principe de fonctionnement
- Modes de dysfonctionnement
- ...

Introduction à la sûreté de fonctionnement

51

IV- Analyse prévisionnelle

4. Etapes

**Analyse
Technique et
fonctionnelle**



**Analyse
qualitative**

- États de système
- État des composants
- Mécanisme modes-causes-effets
- ...

Introduction à la sûreté de fonctionnement

52

IV- Analyse prévisionnelle

4. Etapes

Analyse
Technique et
fonctionnelle



Analyse
qualitative



Analyse
quantitative

- Calcul de $\mathbf{R(t)}$
- Calcul de $\lambda(t)$
- Calcul de \mathbf{D}
- ...

Introduction à la sûreté de fonctionnement

53

IV- Analyse prévisionnelle

4. Etapes

**Analyse
Technique et
fonctionnelle**



**Analyse
qualitative**



**Analyse
quantitative**



**Synthèse et
conclusion**

- Conclusions
- Historiques
- Décisions
- Statistiques
- ...



Introduction à la sûreté de fonctionnement

54

Quelques termes en Anglais

Introduction à la sûreté de fonctionnement

55

- **Sûreté de fonctionnement** == Dependability
- **Fiabilité** == == Reliability
- **Maintenabilité** == Maintainability
- **Disponibilité** == Availability
- **Défaillances** == Failures
- **Défaut** == Fault
- **Risques** == Risks
- **Modes de fonctionnement** == Operating mode