

## Risques industriels et techniques de sécurité

### Chapitre 2 : Méthodes d'analyse des risques

- 2.1 Méthode d'analyse des risques - Principe
- 2.2 Méthode d'analyse des risques – Mise en œuvre
- 2.3 AMDE
- 2.4 Arbres de défaillance des causes et des événements

### 2.1 – Principe des méthodes d'analyse des risques

#### 2.1.1 Définition

L'**analyse des risques** est une **démarche structurée** permettant d'identifier :

- les **dangers potentiels**,
  - les **scénarios d'accidents possibles**,
  - leurs **causes, conséquences, et probabilités**,
- afin de **proposer des mesures de prévention ou de protection adaptées**.

**Objectif** : comprendre comment un événement indésirable peut survenir et comment l'éviter.

#### 2.1.2 Objectifs de l'analyse des risques

1. **Identifier** tous les dangers d'un système ou d'un procédé.
2. **Évaluer** leur probabilité et leurs conséquences.
3. **Prioriser** les risques pour concentrer les efforts sur les plus critiques.
4. **Déterminer** les actions préventives et correctives nécessaires.
5. **Aider à la décision** pour la conception, l'exploitation et la maintenance.

#### 2.1.3 Concepts de base

Terme	Définition	Exemple
<b>Danger</b>	Source potentielle de dommage	Réservoir sous pression
<b>Événement redouté</b>	Accident susceptible de se produire	Explosion
<b>Scénario d'accident</b>	Enchaînement d'événements conduisant à un accident	Fuite → Inflammation → Explosion
<b>Barrière de sécurité</b>	Mesure technique ou organisationnelle de prévention	Soupape, détecteur de gaz, procédure
<b>Gravité</b>	Importance des conséquences	Dommage matériel ou humain
<b>Probabilité</b>	Fréquence d'occurrence de l'événement	Fréquent / Rare

#### 2.1.4 Types d'approches

Approche	Description	Exemples
<b>Qualitative</b>	Analyse descriptive, basée sur l'expérience	Méthode AMDEC, HAZOP
<b>Quantitative</b>	Évaluation chiffrée du risque (probabilité, gravité)	Arbres de défaillance, Monte Carlo
<b>Mixte</b>	Combinaison des deux approches	Études de sûreté complexes

## 2.2 – Mise en œuvre d'une méthode d'analyse des risques

### 2.2.1 Démarche générale (selon ISO 31000 et INRS)

La mise en œuvre suit une logique en **6 étapes principales** :

Étape	Description	Exemple
1	<b>Définition du périmètre et du contexte</b>	Atelier, machine, procédé, système
2	<b>Identification des dangers</b>	Substances chimiques, énergie, pression
3	<b>Analyse des scénarios d'accidents</b>	Panne → Fuite → Explosion
4	<b>Évaluation des risques</b>	Cotation selon probabilité × gravité
5	<b>Traitements des risques</b>	Suppression, réduction, protection
6	<b>Suivi et réévaluation</b>	Mise à jour périodique et amélioration continue

### 2.2.2 Grille de cotation du risque

L'évaluation repose sur la **probabilité (P)** et la **gravité (G)** :

$$\text{Criticité (C)} = P \times G$$

Gravité (G)	Description	Note
Mineure	Dommages mineurs, sans arrêt de travail	1
Significative	Blessure avec arrêt temporaire	2
Grave	Hospitalisation, dégâts importants	3
Critique	Décès ou perte majeure	4

Probabilité (P)	Description	Note
Rare	Très improbable	1
Occasionnelle	Peut se produire	2
Fréquente	Se produit régulièrement	3
Très fréquente	Presque certaine	4

$$\text{Niveau de risque} = C = P \times G$$

Niveau C	Catégorie	Décision
1 – 3	Faible	Acceptable
4 – 6	Modéré	Surveiller
8 – 12	Élevé	Réduire
16	Critique	Inacceptable – action immédiate

### 2.2.3 Outils utilisés

- Fiches de poste et d'analyse de tâches
- Arbres de défaillance (FTA)
- AMDEC (FMEA)
- HAZOP (Hazard and Operability Study)
- Checklists et audits
- Retours d'expérience (REX)

## 2.3 – Méthode AMDE / AMDEC

### 2.3.1 Définition

L'**AMDEC** (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est une méthode prévisionnelle et systématique visant à identifier les défaillances potentielles d'un système, à en analyser les effets, et à hiérarchiser les risques.

Elle est très utilisée dans les domaines industriels, mécanique, électronique et maintenance.

### 2.3.2 Objectifs

- Identifier les modes de défaillance possibles.
- Évaluer leurs effets sur le système.
- Déterminer les causes probables.
- Hiérarchiser les risques via l'**IPR** (Indice de Priorité du Risque).
- Définir des actions correctives.

### 2.3.3 Démarche AMDEC

Étape	Description
1 <input type="checkbox"/>	Définir le système et ses fonctions
2 <input type="checkbox"/>	Identifier les modes de défaillance (comment ça peut tomber en panne)
3 <input type="checkbox"/>	Analyser les effets et les causes
4 <input type="checkbox"/>	Noter chaque défaillance selon : F (Fréquence), G (Gravité), D (Déetectabilité)
5 <input type="checkbox"/>	Calculer l' <b>IPR</b> = $F \times G \times D$
6 <input type="checkbox"/>	Classer les défaillances selon l'IPR
7 <input type="checkbox"/>	Proposer des actions préventives et correctives
8 <input type="checkbox"/>	Réévaluer l'IPR après action

### 2.3.4 Exemple de grille AMDEC

Fonction	Mode de défaillance	Effet	Cause	F	G	D	IPR
Pompe à huile	Débit insuffisant	Surchauffe moteur	Fuite, usure	3	4	3	<b>36</b>
Capteur température	Valeur erronée	Mauvais contrôle	Panne électronique	2	3	4	<b>24</b>

Les risques à IPR élevé (ex. > 40) doivent être traités en priorité.

### 2.3.4 Avantages et limites

Avantages	Limites
Vision préventive et hiérarchisée	Analyse parfois longue
Améliore la fiabilité du système	Nécessite une bonne connaissance technique
Facilite la communication entre services	Méthode qualitative (soumise au jugement)

## 2.4 – Arbres de défaillance et d'événements

### 2.4.1 Arbre de défaillance (Fault Tree Analysis – FTA)

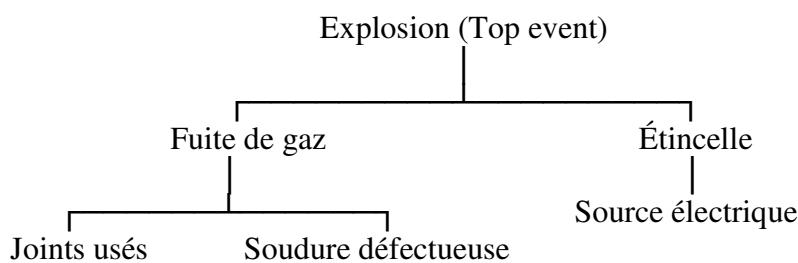
Méthode **déductive** : on part d'un **événement redouté** pour remonter à ses **causes possibles**.

**Question posée :** Pourquoi cet accident peut-il survenir ?

**Étapes :**

1. Définir l'événement redouté (ex : explosion).
2. Identifier les causes directes et indirectes.
3. Relier les causes par des **portes logiques** :
  - o **ET (AND)** : toutes les causes doivent se produire.
  - o **OU (OR)** : une seule cause suffit.
4. Évaluer la probabilité d'occurrence.

**Exemple simplifié :**



Si les deux causes ("fuite de gaz" ET "étincelle") sont réunies → explosion probable.

### 2.4.2 Arbre d'événements (Event Tree Analysis – ETA)

Méthode **inductive** : on part d'un **événement initiateur** et on étudie les **scénarios possibles** selon le fonctionnement ou non des barrières de sécurité.

**Question posée :** Que se passe-t-il si tel événement se produit ?

**Étapes :**

1. Identifier l'événement initiateur (ex : fuite de gaz).
2. Identifier les barrières de sécurité (détecteur, ventilation, alarme).
3. Construire l'arbre avec toutes les combinaisons possibles.
4. Évaluer la probabilité de chaque scénario et ses conséquences.

**Exemple :**

<b>Événement initiateur : Fuite de gaz</b>
Détection fonctionne → arrêt automatique → pas d'explosion.
Détection échoue → accumulation → inflammation → explosion.

#### **2.4.3 Différences entre FTA et ETA**

<b>Méthode</b>	<b>Approche</b>	<b>Point de départ</b>	<b>Objectif</b>
<b>FTA</b>	Déductive	Accident final	Identifier les causes
<b>ETA</b>	Inductive	Événement initial	Identifier les conséquences possibles

#### **2.4.4 Avantages et utilisations**

- Analyse systématique et visuelle.
- Application en industrie pétrolière, chimique, nucléaire, aéronautique.
- Complémentaire à l'AMDEC pour une étude complète de sûreté de fonctionnement.

#### **2.5 Conclusion**

L'analyse des risques repose sur une **démarche scientifique et préventive**, combinant :

- la **structuration** (AMDEC),
- la **modélisation logique** (FTA, ETA),
- et la **hiérarchisation** des priorités d'action.

**Bien analyser les risques, c'est anticiper les accidents.**