**4. L'AMDEC**

L'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) est une méthode essentielle utilisée dans l'automatique et de nombreux autres domaines pour identifier, analyser et hiérarchiser les défaillances potentielles dans un système, un processus ou un produit. Cette méthode permet d'améliorer la fiabilité, la sécurité et la qualité des systèmes tout en réduisant les coûts liés aux défauts.

**Application de l'AMDEC en automatique**

1. **Objectif :**
   * Identifier les défaillances potentielles dans les systèmes automatisés (ex. robots, PLC, lignes de production automatisées).
   * Comprendre leurs effets sur le fonctionnement global.
   * Proposer des actions correctives ou préventives pour réduire les risques.
2. **Étapes principales de la méthode AMDEC :**
   * **Définir le système ou le processus étudié** : Identifier les sous-systèmes, composants ou étapes critiques.
   * **Lister les modes de défaillance possibles** : Par exemple, une panne moteur, un capteur défectueux, ou une erreur de communication dans un réseau industriel.
   * **Analyser les effets de chaque défaillance** : Identifier les impacts sur le système, comme une interruption de production ou un risque pour les opérateurs.
   * **Identifier les causes des défaillances** : Exemples : usure des composants, erreurs de programmation, ou conditions environnementales extrêmes.
   * **Évaluer la criticité** : Cette évaluation repose sur trois critères principaux :
     + **Gravité (G)** : Impact sur le système ou la sécurité.
     + **Probabilité d'occurrence (O)** : Fréquence estimée de la défaillance.
     + **Détectabilité (D)** : Capacité à détecter la défaillance avant qu'elle n'affecte le système.
     + Le **nombre de priorité des risques (NPR)** est calculé : NPR=G×O×DNPR = G \times O \times DNPR=G×O×D.
   * **Proposer des actions correctives** : Réduction du NPR par des solutions comme le choix de composants plus fiables, la redondance, ou la maintenance préventive.
3. **Outils complémentaires utilisés :**
   * Analyse fonctionnelle pour décrire le fonctionnement attendu.
   * Diagrammes de causes et effets (Ishikawa) pour identifier les causes potentielles.
   * Méthodes de simulation (ex. logiciels CAO/FAO ou outils de modélisation) pour prédire les comportements.
4. **Avantages dans l'automatique :**
   * **Réduction des temps d'arrêt** : Identifier et résoudre les points faibles avant leur occurrence.
   * **Sécurité renforcée** : Prévenir les risques pour les opérateurs et l'environnement.
   * **Amélioration continue** : Intégrer les retours d'expérience pour optimiser les systèmes futurs.
   * **Conformité réglementaire** : Répondre aux exigences des normes (par ex. ISO 9001, ISO 13849 pour la sécurité machine).
5. **Exemple pratique :** Une ligne de production automatisée utilise des convoyeurs, des capteurs et des bras robotisés. Une analyse AMDEC peut révéler que :
   * Le convoyeur a une probabilité élevée de panne (O).
   * Les conséquences d'une panne sont modérées (G).
   * Mais la détection est difficile (D élevé). Une action corrective serait d'installer des capteurs de surveillance d'usure ou de vibration, avec des alertes prédictives.

L'AMDEC est donc un outil stratégique dans la conception, l'exploitation et la maintenance des systèmes d'automatisation, favorisant leur performance et leur fiabilité à long terme.

**Exemple pratique d'une AMDEC appliquée à une ligne de production automatisée**

**Contexte :**  
Une usine utilise une ligne de production automatisée comprenant des convoyeurs, des capteurs de position, et des bras robotisés pour assembler des produits. L'objectif est d'analyser les défaillances possibles et de proposer des solutions pour améliorer la fiabilité et la productivité.

**1. Définition du périmètre**

* **Système étudié :** Ligne de production.
* **Sous-systèmes inclus :**
  + Convoyeurs (transport des pièces).
  + Capteurs (position, présence, ou défauts des pièces).
  + Bras robotisés (assemblage des composants).
* **Objectifs principaux :**
  + Réduire les temps d'arrêt.
  + Éviter les défauts de production.
  + Améliorer la détection des anomalies.

**2. Identification des modes de défaillance**

| **Sous-système** | **Mode de défaillance** | **Cause potentielle** | **Effet sur le système** |
| --- | --- | --- | --- |
| Convoyeur | Panne moteur | Usure ou surcharge | Arrêt du transport des pièces |
| Capteur de position | Détection erronée | Saleté, mauvais alignement | Assemblage incorrect |
| Bras robotisé | Mauvaise saisie des pièces | Programmation ou pince endommagée | Défauts d'assemblage |
| Convoyeur | Bande cassée | Usure ou surcharge | Arrêt total de la production |

**3. Évaluation de la criticité**

Pour chaque défaillance, calculons le **Nombre de Priorité des Risques (NPR)** avec :

* **G (Gravité)** : Impact sur la sécurité, la production (de 1 à 10).
* **O (Occurrence)** : Fréquence d’apparition (de 1 à 10).
* **D (Détectabilité)** : Capacité à identifier la défaillance (de 1 à 10).

| **Sous-système** | **Mode de défaillance** | **G** | **O** | **D** | **NPR** |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Convoyeur | Panne moteur | 8 | 6 | 5 | 240 |
| Capteur de position | Détection erronée | 6 | 7 | 4 | 168 |
| Bras robotisé | Mauvaise saisie des pièces | 7 | 5 | 3 | 105 |
| Convoyeur | Bande cassée | 9 | 4 | 6 | 216 |

**4. Proposition des actions correctives**

Pour chaque défaillance, des actions correctives ou préventives sont définies pour réduire le **NPR**.

| **Mode de défaillance** | **Action corrective proposée** | **Impact attendu** |
| --- | --- | --- |
| Panne moteur (convoyeur) | Plan de maintenance préventive, installation d’un capteur d’usure. | Réduction d'O et D (NPR < 100). |
| Détection erronée (capteur) | Nettoyage régulier, protection des capteurs contre la saleté. | Réduction d’O (NPR < 120). |
| Mauvaise saisie (bras robotisé) | Calibration régulière, amélioration de la conception de la pince. | Réduction de G et D. |
| Bande cassée (convoyeur) | Changement des bandes à intervalles prédéfinis, redondance. | Réduction d’O et G. |

**5. Résultats attendus**

* Réduction des arrêts imprévus de la production.
* Meilleure qualité des produits assemblés grâce à une détection précoce.
* Diminution des coûts de maintenance corrective en favorisant la maintenance préventive et prédictive.

**Conclusion :**  
L'analyse AMDEC permet de cibler les défaillances critiques de la ligne de production. En mettant en œuvre les actions correctives proposées, il est possible de renforcer la fiabilité et la disponibilité des systèmes tout en assurant une production de meilleure qualité.