

# E 45

## AMDEC

Objectif

### 1 Démarche AMDEC

- 1.1 Historique
- 1.2 Application
- 1.3 Types
- 1.4 Principes
- 1.5 Bienfaits
- 1.6 Étapes

### 2 Normes, définitions, livres

- 2.1 Normes
- 2.2 Définitions
- 2.3 Livres

### 3 Approche processus

- 3.1 Processus
- 3.2 Cartographie
- 3.3 Approche processus
- 3.4 Cycle PDCA

### 4 Planification et préparation

- 4.1 Objectif
- 4.2 Planification
- 4.3 Préparation

### 5 Analyse structurale

- 5.1 Objectif
- 5.2 Activités
- 5.3 Outils

### 6 Analyse fonctionnelle

- 6.1 Objectif
- 6.2 Activités
- 6.3 Outils

### 7 Analyse de défaillance

- 7.1 Objectif
- 7.2 Activités
- 7.3 Outils

### 8 Analyse de risque

- 8.1 Objectif
- 8.2 Activités

### 9 Optimisation

- 9.1 Objectif
- 9.2 Activités

### 10 Documentation

- 10.1 Objectif
- 10.2 Activités

Annexes

**Objectif du module** : Maîtriser la démarche AMDEC pour pouvoir :

- identifier, analyser et réduire les risques techniques
- améliorer la fiabilité et la performance des processus
  - éviter les coûts des effets de défaillance

## 1 Démarche AMDEC

### La prévention est l'affaire de tous

#### 1.1 Historique

Le premier guide pour l'utilisation d'une AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité) fut publié par l'armée américaine en 1949 :

- "MIL-P-1629 "Procedures for performing a failure mode, effects and criticality analysis" (Procédures pour l'analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité)

L'AMDEC s'est vite répandue dans l'industrie aérospatiale et automobile comme un outil essentiel de l'amélioration continue. Elle est devenue indissociable de tout système de management de la qualité performant.

Depuis 1994 (première édition du QS 9000) l'AMDEC est une des exigences spécifiques du le secteur automobile, cf. figure 1-1.

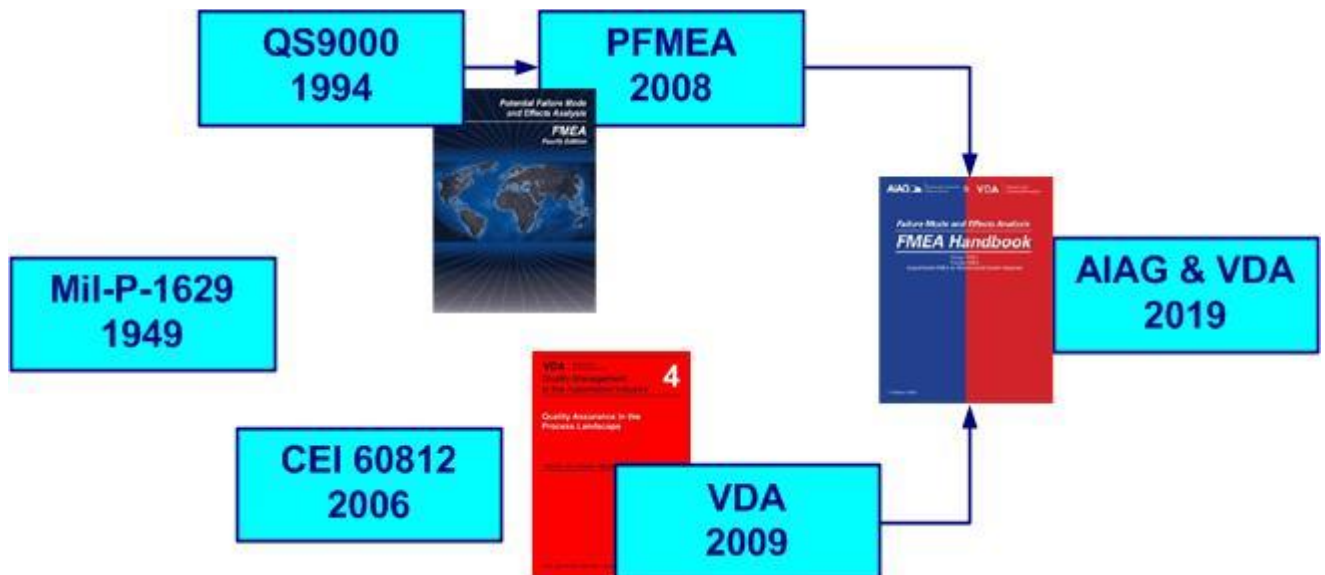


Figure 1-1. Historique de la démarche AMDEC

Le présent module est basé sur le manuel AMDEC (*AIAG & VDA FMEA Handbook*) de 2019, publié par l'AIAG - USA (*Automotive Industry Action Group*, Groupe d'action de l'industrie automobile) et la VDA - Allemagne (*Verband der Automobilindustrie*, Association de l'industrie automobile). Ce manuel commun réunit les exigences et les attentes des AMDEC pour de nombreux fournisseurs d'Europe et d'Amérique.

#### 1.2 Application

L'objectif essentiel de l'AMDEC est, par un travail d'équipe en amont, de vous aider à prendre les bonnes décisions afin :

- d'améliorer vos produits et processus
- de réduire les risques de défaillance

Un exemple de procédure est montré dans l'[annexe 01](#). Pour cela il faut identifier les actions préventives prioritaires et les appliquer.

L'AMDEC est une démarche :

- anticipative (c'est de la prévention par excellence)
- systématique (toutes les étapes de l'entité sont étudiées)
- participative (travail d'équipe)
- exhaustive (mode, effet, cause)
- gagnante (les coûts à moyen terme seront diminués)
- d'aide à la conception (risques détectés)
- d'aide à l'industrialisation (problèmes écartés)
- critique (différentes thèses s'affrontent)
- formalisée (les résultats sont enregistrés)

L'AMDEC est une méthode d'analyse préventive pour réduire les défaillances potentielles d'un processus, produit, système ou composant d'un système. Autrement dit c'est de la prévention des risques techniques pouvant avoir des conséquences sur la :

- fiabilité
- maintenabilité
- disponibilité
- sécurité

Les 4 questions clés pour une AMDEC sont :

- quels sont les modes de défaillances potentielles ?
- quels sont les effets potentiels de la défaillance ?
- quelles sont les causes potentielles de la défaillance ?
- quelles sont les préventions à recommander ?

En d'autres termes ces questions peuvent devenir :

- qu'est-ce qui pourrait mal tourner ?
- quels effets ?
- quelles causes ?
- quel plan d'action ?

Bien prétentieux est celui qui pense pouvoir répondre tout seul aux 4 questions clés en 5 minutes ! Surtout quand on sait qu'une AMDEC demande beaucoup d'heures de travail, requiert des compétences multidisciplinaires et doit avoir le support inconditionnel de la direction.

**Les coûts de réparation d'un défaut sont multipliés par dix pour chaque étape de production**

Comme on voit sur la figure 1-2 le coût des effets de défaillance est sur une échelle logarithmique (exponentielle).

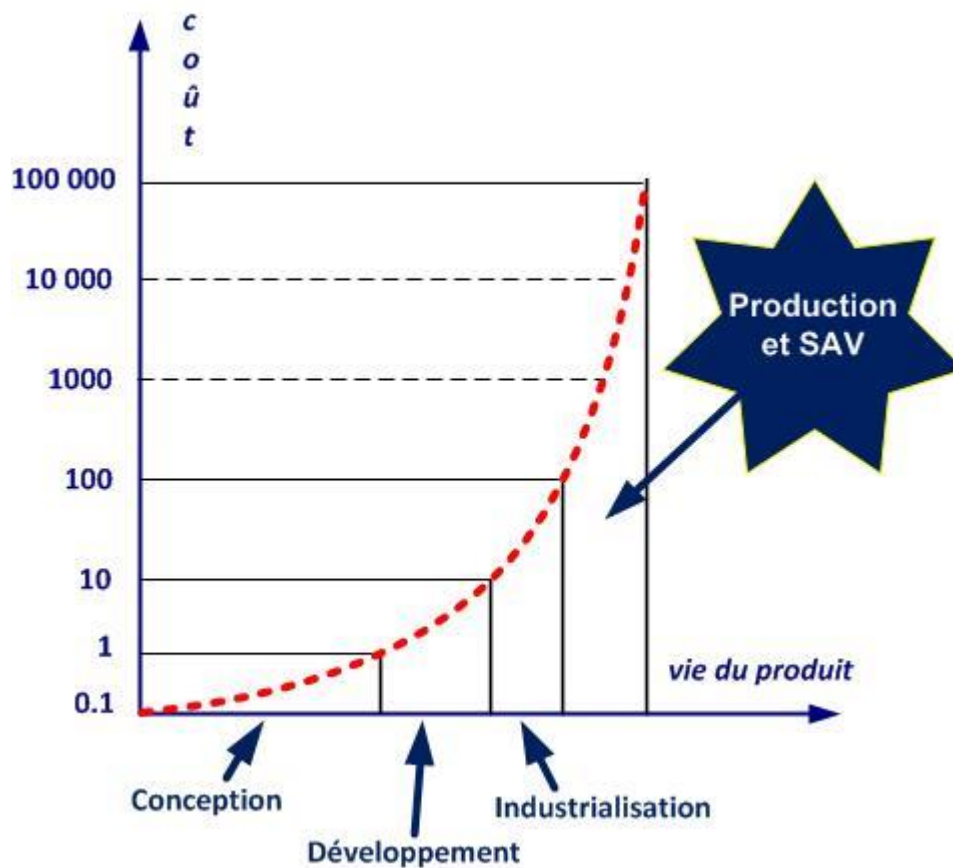


Figure 1-2. Le coût de défaillance par rapport à la durée de vie du produit

Les résultats de l'AMDEC seront le plus bénéfique quand elle aura été faite au plus tôt au cours de la conception, du développement et de l'industrialisation du produit ou du processus.

La méthode est générique car applicable à toute entreprise, sans aucune contrainte relative à la taille, l'activité ou le type.

L'AMDEC est une analyse principalement qualitative pour évaluer :

- les causes de défaillance
- les modes de défaillance
- les effets de défaillance
- les risques techniques
- la sévérité de l'effet de défaillance

On peut analyser un système (ou structure), un sous-système ou un composant (comme : système d'airbag, airbag et capteur).

Pour chaque AMDEC un champ d'application est établi avec des limites définies. Les causes de défaillance sont réalistes et raisonnables. Des causes comme désastres naturels ou arrêt de ressources générales (électricité ou autres) n'entrent pas dans le domaine d'application des AMDEC.

Pour certaines étapes communes (achats, stockage, vente) il est recommandé d'établir des parties d'AMDEC génériques. Ne pas oublier de mettre à jour ces parties génériques suite à des modifications intervenues.

Les résultats d'une AMDEC sont souvent la validation de :

- la conception
- la gamme d'un nouveau produit
- l'amélioration et l'optimisation d'un système ou processus
- la documentation

Des AMDEC (cf. figure 1-3) suivront les plans :

- de validation de la conception
- d'action de prévention
- de surveillance
- de maintenance des moyens de production

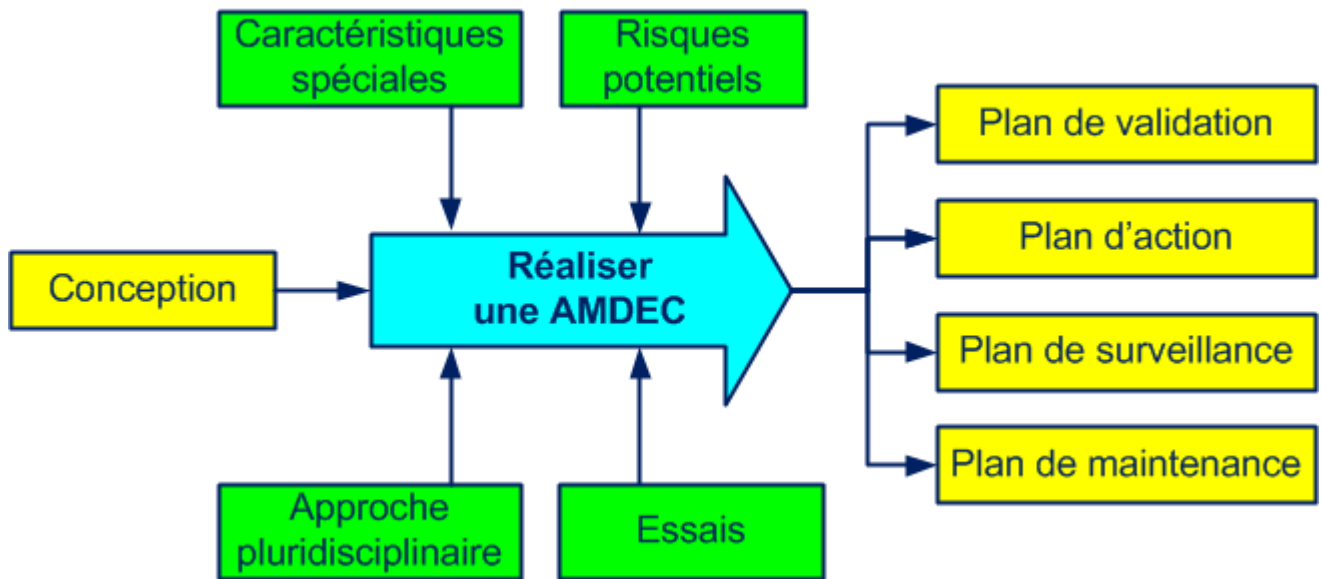


Figure 1-3. Le processus réaliser une AMDEC

L'AMDEC est un document vivant, constamment mis à jour même après le début de la production, car de nouvelles informations sont souvent arrivées.

L'AMDEC est un outil de prévention par excellence à usage interne. Si un client vous demande une AMDEC vous pouvez lui transmettre le plan d'action, souvent c'est amplement suffisant.

Par contre l'AMDEC **n'est pas** :

- une analyse quantitative
- une analyse de combinaisons de défaillance
- une méthode de résolution de problèmes
- un moyen pour construire votre système documentaire
- une analyse pour réduire les risques financiers et stratégiques
- un outil pour gagner en propreté et en sécurité
- une règle pour faire respecter l'ordre

### 1.3 Types

Les types d'AMDEC les plus répandus sont de :

- produit (cf. feuille DFMEA AMDEC produit, [annexe 02](#)), en anglais *design FMEA (DFMEA)*, montré dans la figure 1-4
- processus (cf. feuille PFMEA AMDEC processus, [annexe 03](#)), en anglais *process FMEA (PFMEA)*, montré dans la figure 1-5
- surveillance et de réponse du système, en anglais *monitoring and system response (FMEA-MSR)*
- moyen de production, en anglais *means of production FMEA (MP-FMEA)*

DFMEA - AMDEC produit (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité)																
Planification et préparation (étape 1)																
Entreprise :				Objet :			Début AMDEC :									
Location de l'entreprise :				Revision AMDEC :			Équipe :									
Client :				Cf. la liste de l'équipe												
Modèle année/Programme :																
Amélioration continue	Analyse structurelle (étape 2)			Analyse fonctionnelle (étape 3)			Analyse de défaillance (étape 4)									
N°	Histoire/ Autorisation de changement (si applicable)	1. Niveau supérieur suivant	2. Élément de travail	3. Niveau inférieur suivant ou type de caractéristique	1. Fonction et exigence de niveau supérieur suivant	2. Fonction et exigence de l'élément de travail	3. Fonction et exigence ou caractéristique de niveau inférieur suivant	1. Effets de défaillance (ED) de l'élément de niveau supérieur suivant et/ou utilisateur final du véhicule	Sévérité (S) des ED	2. Mode de défaillance (MD) de l'élément de travail	3. Cause de défaillance (CD) de l'élément de niveau inférieur ou caractéristique					
1																
Référence AMDEC :																
Responsable du produit :																
Niveau de confidentialité :																
Analyse de risque (étape 5)				Optimisation (étape 6)												
Inspection de prévention (IP) existante de la CD	Apparition (A) de CD	Inspection de détection (ID) existante de la CD ou du MD	Détection (D) de la CD/MD	DFMEA priorité d'action (PA)	Action de prévention AMDEC produit	Action de détection AMDEC produit	Personne responsable	Échéance cible	Statut	Action prise avec le pointeur vers la preuve	Échéance	Sévérité (S)	Apparition (A)	Détection (D)	DFMEA priorité d'action (PA)	Remarques
				Code du filtre (optionnel)												

Figure 1-4. AMDEC produit

Pour l'AMDEC produit les principaux efforts sont orientés vers l'ensemble des fonctions du produit et le plan de surveillance.

Pour l'AMDEC processus les principaux efforts sont orientés vers les activités du processus (opérations, tâches) et la gamme de production.

PFMEA - AMDEC processus (Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité)												
Planification et préparation (étape 1)												
Entreprse :				Objet :								
Location de l'entreprse :				Début AMDEC :				Revision AMDEC :				
Client :				Équipe :				Cf. la liste de l'équipe				
Modèle année/Programme :												
Amélioration continue		Analyse structurelle (étape 2)			Analyse fonctionnelle (étape 3)			Analyse des défaillances (étape 4)				
N°	Histoire/ Autorisation de changement (si applicable)	1. Élément du processus Système, sous-système, élément partiel ou nom du processus	2. Étape du processus N° de poste de travail et nom de l'élément de travail	3. Élément de travail du processus 4M type	1. Fonction de l'élément du processus Fonction du système, du sous-système, de l'élément de travail ou du processus	2. Fonction de l'étape du processus et caractéristique du produit (Valeur quantitative optionnelle)	3. Fonction de l'élément de travail et caractéristique du produit	1. Effets de défaillance (ED)	Sévérité (S) des ED		2. Mode de défaillance (MD) de l'étape du processus	3. Cause de défaillance (CD) de l'élément de travail
1												

Référence AMDEC :		
Pilote du processus :		
Niveau de confidentialité :		

Analyse de risque (étape 5)					Optimisation (étape 6)														
Inspection de prévention (IP) existante de la CD	Apparition (A) de CD	Inspection de détection (ID) existante de la CD ou du MD	Détection (D) de la CD/MD	PFMEA priorité d'action (PA)	Caractéristiques spéciales	Code du filtre (optionnel)	Action de prévention	Action de détection	Personne responsable	Échéance cible	Statut	Action prise avec le pointeur vers la preuve	Échéance	Sévérité (S)	Apparition (A)	Détection (D)	Caractéristiques spéciales	PFMEA priorité d'action (PA)	Remarques

Figure 1-5. AMDEC processus

Pour l'AMDEC surveillance et réponse du système les principaux efforts sont orientés vers ce qui peut arriver dans des conditions opérationnelles chez le client final.

Pour l'AMDEC moyen de production les principaux efforts sont orientés vers la capacité des machines et les activités de réparation.

Les colonnes des étapes de l'analyse structurelle, de l'analyse fonctionnelle et de l'analyse de défaillance sont liées par les chiffres (1, 2 et 3), par les couleurs et par la logique comme montré dans la figure 1-5. L'analyse structurelle permet de situer l'élément dans la structure, l'analyse fonctionnelle permet de connaître la fonction de l'élément, tandis que l'analyse de défaillance permet de comprendre pourquoi l'élément n'a pas rempli sa fonction.

La chaîne de défaillance (chapitre 7 du présent module, figure 7-3) montre les liens entre la cause, le mode et l'effet de défaillance d'un élément de travail.

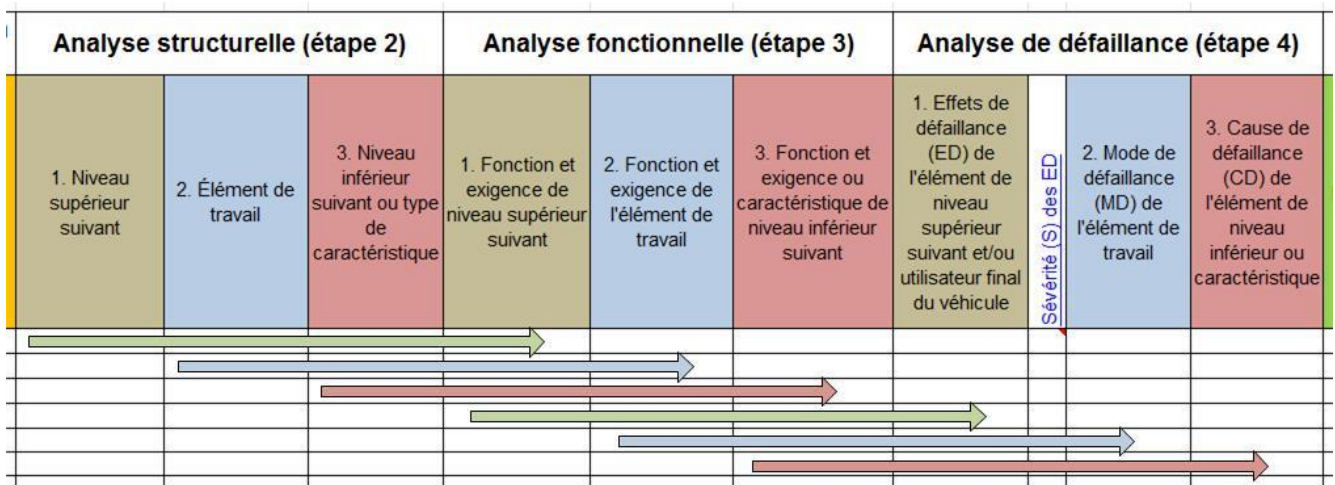


Figure 1-6. Les liens entre les 3 analyses

L'AMDEC permet de répondre à la question suivante :

- Comment le processus pourrait produire des défaillances inacceptables, avec des effets perceptibles et détectables, suite à des causes possibles et quels seraient les actions pour éliminer ces problèmes potentiels ?

Certains clients ont des exigences spécifiques AMDEC qu'il faut respecter.

De par leurs structures les différentes AMDEC sont très similaires. Afin d'éviter les redondances utiliser dès que possible des AMDEC par familles de produits.

Les objectifs sont, entre autres :

- d'évaluer les modes de défaillance potentielles pour :
  - diminuer les risques d'apparition de défaillances
  - trouver des solutions pour diminuer les coûts
- d'établir les points critiques
- de garantir que le produit pendant sa production et son utilisation répondra aux exigences et contraintes
- de fiabiliser le processus de production
- de réduire le temps d'arrêt des machines et équipements (*MTBF - Mean Time Between Failures* pour moyenne de temps entre deux défaillances)

Pour définir les limites d'une AMDEC (quand ce n'est pas évident) il faut décomposer le système, organe ou processus et identifier tout ce qui concerne cette analyse et tout ce qui reste en dehors.

## 1.4 Principes

Pour atteindre les objectifs fixés il faut respecter certains principes :

- favoriser la prévention par rapport aux actions correctives
- assurer une équipe pluridisciplinaire et apprendre à travailler ensemble
- commencer par le plus simple et le plus connu
- décomposer en activités (composants) élémentaires
- obtenir des données objectives



- utiliser votre support AMDEC maison (logo, indices personnalisés)
- respecter toutes les étapes
- enregistrer les analyses
- utiliser les résultats comme base de décisions
- évaluer le coût des actions
- chercher les causes le plus en amont possible

Recommandations :

- utiliser des termes techniques précis pour les modes de défaillance
- chercher des causes réalistes
- examiner de véritables conséquences
- terminer l'AMDEC dans des délais raisonnables

N'oublier à aucun moment certaines contraintes :

- objectifs :
  - qualité
  - coût
  - délai
- un risque est soit accepté, soit réduit
- moyens assurés
- critères à satisfaire
- responsabilités et autorités à assumer
- incertitudes techniques à surmonter



Pièges à éviter :

- réaliser une AMDEC quand c'est trop tard
- ne pas réviser une AMDEC à temps
- laisser l'équipe s'éparpiller dans des discussions hors sujet (souvent très intéressantes)
- utiliser des termes comme :
  - dangereux
  - risqué
  - intolérable
- se perdre dans les détails
- utiliser de différentes définitions et interprétations pour les :
  - modes de défaillance
  - causes
  - effets
  - risques
- ne pas suivre la mise en place des actions proposées

## 1.5 Bienfaits

Bienfaits par type d'AMDEC :

- produit :
  - concevoir bien du premier coup
  - améliorer la conception pour assurer la fiabilité du produit

- processus :
  - fabriquer bien du premier coup
  - améliorer les opérations de production pour assurer la qualité du produit
- surveillance et réponse du système :
  - évaluer la réduction du risque de défaillance en conditions réelles
  - améliorer la détection de défauts chez l'utilisateur final
- moyen de production :
  - diminuer le temps des arrêts
  - améliorer l'exploitation et la maintenance pour assurer la disponibilité et la sécurité des moyens de production

### La prévention coûte toujours moins cher

Certains des bienfaits universels de la démarche AMDEC :

- diminuer les coûts (détection et évitement des défaillances le plus en amont)
- réduire les coûts de prévention du COQ (coûts d'obtention de la qualité)
- améliorer la fiabilité et la sécurité des produits et processus
- réduire les délais d'analyse
- augmenter la satisfaction des clients
- obtenir des processus stables
- accroître les connaissances et les compétences des membres de l'équipe
- réduire les faux pas en conception et en développement
- définir efficacement les étapes de mesure et de surveillance
- optimiser les plans de surveillance et de maintenance
- établir, tenir à jour et partager la documentation liée aux défaillances potentielles
- améliorer la communication en interne et en externe

Le succès d'une AMDEC dépend, entre autres, de :

- la planification précise et la préparation active
- la bonne définition de l'objectif et du domaine d'application
- la taille de l'équipe, l'esprit d'équipe et la compétence de ses membres
- la qualification du chef de projet (facilitateur, animateur, modérateur)
- le temps imparti
- le suivi rigoureux des actions entreprises

## 1.6 Étapes

Les 7 étapes d'une AMDEC (cf. figure 1-7) sont les suivantes :

- **planification et préparation (étape 1) :**
  - identification du projet :
    - finalité
    - échéance
    - équipe
    - tâches
    - outils
    - limites
- **analyse structurelle (étape 2) :**
  - domaine d'application de l'analyse :
    - diagramme de flux
    - modèle physique

- composants
- interfaces de conception
- interactions
- étapes du processus
- **analyse fonctionnelle (étape 3) :**
  - identification des fonctions :
    - analyse fonctionnelle des besoins
    - cahier des charges fonctionnel
    - analyse fonctionnelle technique
    - exigences des fonctions
- **analyse de défaillance (étape 4) :**
  - chaîne de défaillance :
    - mode de défaillance
    - effet de défaillance
    - cause de défaillance pour chaque fonction
    - diagramme d'Ishikawa
- **analyse de risque (étape 5) :**
  - affectation des mesures et niveau :
    - actions de prévention
    - mesures de détection des causes et modes de défaillance
    - indices de :
      - sévérité
      - d'apparition
      - de détection et
      - de priorité d'action
- **optimisation (étape 6) :**
  - identification des actions de réduction des risques :
    - attribution des responsabilités
    - échéance d'application des actions
    - application des actions et :
      - efficacités des actions
      - évaluation des risques après l'action
- **documentation des résultats (étape 7) :**
  - communication des résultats et conclusions de l'analyse :
    - établissement du contenu de la documentation
    - enregistrement des actions et :
      - efficacités des actions
      - évaluation des risques après l'action
    - communication de la réduction des risques :
      - en interne
      - si approprié :
        - aux clients
        - aux fournisseurs
  - enregistrement de :
    - l'analyse de risque
    - la réduction des risques à des niveaux acceptables

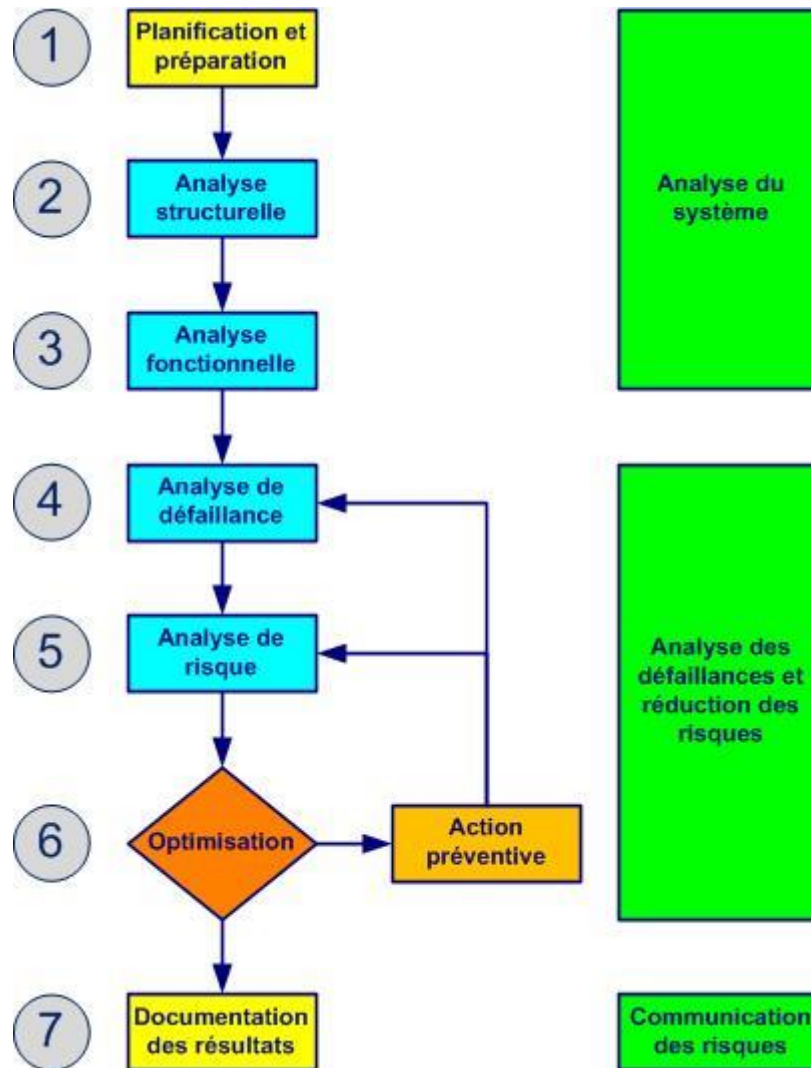


Figure 1-7. Les 7 étapes de l'AMDEC

Toute décision est prise en tenant compte des coûts des actions proposées par l'équipe AMDEC et des orientations stratégiques du processus (produit).

L'AMDEC est un outil vivant qui ne s'arrête pas avec la fin de la conception ni de l'industrialisation. L'information réunie servira pour la validation de la conception et pour l'amélioration continue du composant ou système analysé.



Minute de détente. Cf. blague « [Manque de communication](#) ».

## 2 Normes, définitions et livres

**Il ne peut y avoir d'améliorations là où il n'existe pas de normes. Masaaki Imai**

### 2.1 Normes



Référentiels sur lesquels ce module est basé :

- [Potential Failure Mode and Effects Analysis](#) (Analyse des Modes de Défaillance Potentielles et de leurs effets), AIAG, 2008
- J 1739 : [Potential Failure Mode and Effects Analysis in Design \(Design FMEA\), Potential Failure Mode and Effects Analysis in Manufacturing and Assembly Processes \(Process FMEA\)](#), SAE, 2009 [Analyse des modes de défaillance potentiels et de leurs effets lors de la conception (AMDE conception), Analyse des modes de défaillance potentiels et de leurs effets lors des processus de fabrication et d'assemblage (AMDE processus)]
- NF X50-100 : [Management par la valeur - Analyse fonctionnelle, caractéristiques fondamentales - Analyse fonctionnelle : analyse fonctionnelle du besoin \(ou externe\) et analyse fonctionnelle technique/produit \(ou interne\) - Exigences sur les livrables et démarches de mise en œuvre](#), AFNOR, 2011
- NF EN 16271 : [Management par la valeur - Expression Fonctionnelle du Besoin et cahier des charges fonctionnel - Exigences pour l'expression et la validation du besoin à satisfaire dans le processus d'acquisition ou d'obtention d'un produit](#), AFNOR, 2013
- NF EN 1325 : [Management de la Valeur, Vocabulaire, Termes et définitions](#), AFNOR, 2014
- ISO 9001 : [Systèmes de management de la qualité](#). Exigences, AFNOR, 2015
- [IATF 16949 : 2016 - Exigences pour les systèmes de management de la qualité applicables aux organismes pour la production de série et de pièces de rechange dans l'industrie automobile](#), AFNOR, 2016
- [NF EN IEC 60812](#), Analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE et AMDEC), AFNOR, 2018
- [AIAG & VDA FMEA Handbook](#), AIAG, 2019 (manuel AMDEC)

La norme IATF 16949, version 2016 comprend les exigences spécifiques pour l'industrie automobile.

Certaines de ces exigences (cf. annexe B de la norme) :

- plan stratégique
- caractéristiques spéciales
- planification avancée de la qualité du produit (PAQP/APQP)
- analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC/FMEA)
- plan de surveillance ([annexe 04](#))
- maîtrise laboratoire
- processus d'homologation des pièces de production (PHPP/PPAP)

Beaucoup d'autres normes et ouvrages peuvent être commandées sur le site de l'[AFNOR](#) (Association française de normalisation) dans la rubrique boutique.

Plus de 28000 normes (en anglais et autres langues) sont disponibles gratuitement sur le site [Public.Resource.Org](#).

## 2.2 Définitions

### Le début de la sagesse est la définition des termes. Socrate

Certains termes, sigles et définitions utilisés dans ce module :

**Action corrective** : action pour éliminer les causes d'une non-conformité ou tout autre événement indésirable et empêcher leur réapparition

**Action préventive** : action pour éliminer les causes potentielles d'une non-conformité ou tout autre événement indésirable et empêcher leur apparition

**AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (en anglais FMEA)

**APQP** : Advanced Product Quality Planning (en français PAQP)

**Caractéristique spéciale** : caractéristique d'un produit ou processus qui pourrait concerner la sécurité du produit ou la conformité avec la réglementation ou pourrait diminuer la satisfaction du client

**Client** : celui qui reçoit un produit

**Criticité** : niveau d'un risque potentiel

**Défaillance** : écart d'aptitude d'une unité fonctionnelle à satisfaire une fonction spécifiée

**Dispositif anti-erreurs** : système permettant la prévention des erreurs en éliminant le facteur humain

**Entreprise (organisation)** : structure qui satisfait un besoin

**Exigence** : besoin ou attente implicite ou explicite

**FMEA** : Failure Mode and Effects Analysis (en français AMDEC)

**Fournisseur** : celui qui procure un produit

**PAQP** : Planification Avancée de la Qualité du Produit (en anglais APQP)

**PHPP** : Processus d'Homologation des Pièces de Production (en anglais PPAP)

**Plan de surveillance** : document décrivant les dispositions spécifiques pour effectuer la maîtrise du produit ou processus

**PPAP** : Product Part Approval Process (en français PHPP)

**Problème** : écart qu'il faut réduire pour obtenir un résultat

**Processus** : activités qui transforment des éléments d'entrée en éléments de sortie

**Produit (ou service)** : tout résultat d'un processus ou d'une activité

**Qualité** : aptitude à satisfaire des exigences

**Risque** : vraisemblance d'apparition d'une menace ou d'une opportunité

**Système de management de la qualité** : tout ce qui est nécessaire pour le management de la qualité d'une entreprise

Dans la terminologie utilisée ne pas confondre :

- anomalie, défaut, défaillance, dysfonctionnement, gaspillage, non-conformité et rebut :
  - l'anomalie est une déviation par rapport à ce qui est attendu
  - le défaut est la non-satisfaction d'une exigence liée à une utilisation prévue
  - la défaillance c'est quand une fonction est devenue inapte
  - le dysfonctionnement est un fonctionnement dégradé qui peut entraîner une défaillance
  - le gaspillage c'est quand il y a des coûts ajoutés mais pas de valeur
  - la non-conformité est la non-satisfaction d'une exigence spécifiée en production
  - le rebut est un produit non conforme qui sera détruit
- cause et symptôme
  - la cause est la circonstance entraînant une défaillance
  - le symptôme est le caractère lié à un état
- danger, problème et risque

- le danger c'est l'état, la situation, la source qui peut aboutir à un accident
- le problème c'est l'écart entre la situation réelle et la situation souhaitée
- le risque est la mesure, la conséquence d'un danger et c'est toujours un problème potentiel
- maîtriser et optimiser
  - la maîtrise est le respect des objectifs (faire bien du premier coup)
  - l'optimisation est la recherche des meilleurs résultats possibles
- procédure, processus, procédé, produit, activité et tâche
  - la procédure est la description comment on devrait se conformer aux règles
  - le processus est comment on satisfait le client en utilisant le personnel pour atteindre les objectifs
  - le procédé est la façon d'exécuter une activité
  - le produit est le résultat d'un processus
  - l'activité est un ensemble de tâches
  - la tâche est une suite d'opérations élémentaires

*Remarque 1 : le mot anglais "control" a plusieurs sens. Il peut être traduit par maîtrise, autorité, commande, gestion, contrôle, surveillance, inspection. Pour éviter des malentendus notre préférence est pour maîtrise et inspection au détriment de contrôle.*

*Remarque 2 : entre processus et procédé notre préférence est pour processus (en anglais "process").*

*Remarque 3 : le client peut être aussi l'utilisateur, le bénéficiaire, le déclencheur, le donneur d'ordres, le consommateur.*

*Remarque 4 : l'utilisation des définitions de l'ISO 9000 est recommandée. Le plus important est de définir pour tous dans l'entreprise un vocabulaire commun et sans équivoques.*

*Remarque 5 : organisme est le terme utilisé dans l'ISO 9001 pour l'entité entre le fournisseur et le client (en anglais organization). Pour éviter la confusion avec organisme de certification et organisation (structure) notre préférence est pour le terme entreprise.*

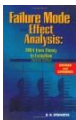
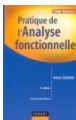
Vous pouvez trouver plus de définitions dans [l'annexe 06](#).



## 2.3 Livres

**Quand je pense à tous les livres qu'il me reste encore à lire, j'ai la certitude d'être encore heureux. Jules Renard**



Pour aller plus loin quelques livres :

-  D H Stamatis, [Failure Mode and Effect Analysis](#), ASQ, 2003 (Analyse des modes de défaillances et de leurs effets)
-  Robert Tassinari, [Pratique de l'analyse fonctionnelle](#), Dunod, 2006

- 
 • Raymond Mikulak et al, [The Basics of FMEA](#), CRC Press, 2008 (Les bases de l'AMDEC)
- 
 • Jean Faucher, [Pratique de l'AMDEC](#), Dunod, 2009
- 
 • Gérard Landy, [AMDEC - Guide pratique](#), AFNOR, 2011
- 
 • Jacques Bernard-Bouissières, [Expression du besoin et cahier des charges fonctionnel](#), AFNOR, 2012
- 
 • Fulbodh Chaudhary, [Concept and case study FMEA and control plan](#), Independently published, 2016
- 
 • Ali Abdoulaye, [AMDEC des ensacheuses CPL 85 STIAVELLI](#), Univ Européenne, 2018
- 
 • D.H. Stamatis, [Risk Management Using Failure Model and Effect Analysis \(FMEA\)](#), ASQ Quality Press, 2019 (Gestion du risqué en utilisant l'AMDEC)
- 
 • Gerardus Blokdyk, [FMEA A Complete Guide](#) - 2020 Edition, 5starcooks, 2019 (AMDEC, Un guide complet)
- 
 • Mohammed Hamed Ahmed Soliman, [Practical Guide to FMEA](#) : A Proactive Approach to Failure Analysis, Independently published, 2020 (Guide pratique AMDEC : une approche proactive de l'analyse de défaillance)




### 3 Approche processus

**Si vous ne pouvez pas décrire ce que vous faites en tant que processus, vous ne savez pas ce que vous faites. Edwards Deming**

#### 3.1 Processus

Le mot processus vient de la racine latine *procedere* = marche, développement, progrès (Pro = en avant, *cedere* = aller). Chaque processus transforme les éléments d'entrée en éléments de sortie en créant de la valeur ajoutée et des nuisances potentielles.

Un processus a trois éléments de base : entrées, activités, sorties. 

Un processus peut être très complexe (lancer une fusée) ou relativement simple (auditer un produit).

Un processus est :


- répétable
- prévisible
- mesurable
- définissable
- dépendant de son contexte
- responsable de ses prestataires externes

Un processus est défini entre autres par :

- son intitulé et son type
- sa finalité (pourquoi ?)
- son bénéficiaire (pour qui ?)
- son domaine et activités
- ses déclencheurs
- ses informations documentées
- ses éléments d'entrée
- ses éléments de sortie (intentionnels et non intentionnels)
- ses contraintes
- son personnel
- ses ressources matérielles
- ses objectifs et indicateurs
- son responsable (pilote) et ses acteurs (intervenants)
- ses moyens d'inspection (surveillance, mesure)
- sa cartographie
- son interaction avec les autres processus
- ses risques et écarts potentiels
- ses opportunités d'amélioration continue

Une revue de processus est conduite périodiquement par le pilote du processus (cf. [annexe 05](#)).

**Revue :** examen d'un dossier, d'un produit, d'un processus afin de vérifier l'atteinte des objectifs fixés

Les composantes d'un processus sont montrées dans la figure 3-1 : 

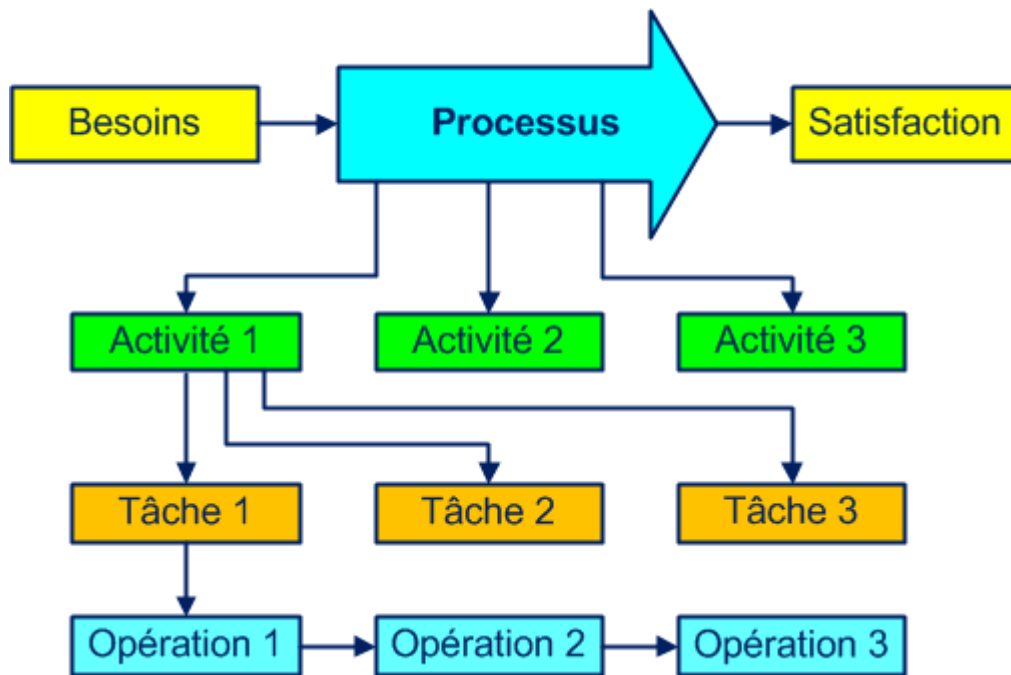


Figure 3-1. Les composantes d'un processus

La figure 3-2 montre un exemple qui aide à répondre aux questions :

- quelles matières, quelles informations documentées, quels outils ? (entrées)
- quel intitulé, quelle finalité, quelles activités, exigences, contraintes ? (processus)
- quels produits, quelles informations documentées ? (sorties)
- comment, quelles inspections ? (méthodes)
- quel est le niveau de la performance ? (indicateurs)
- qui, avec quelles compétences ? (personnel)
- avec quoi, quelles machines, quels équipements ? (ressources matérielles)

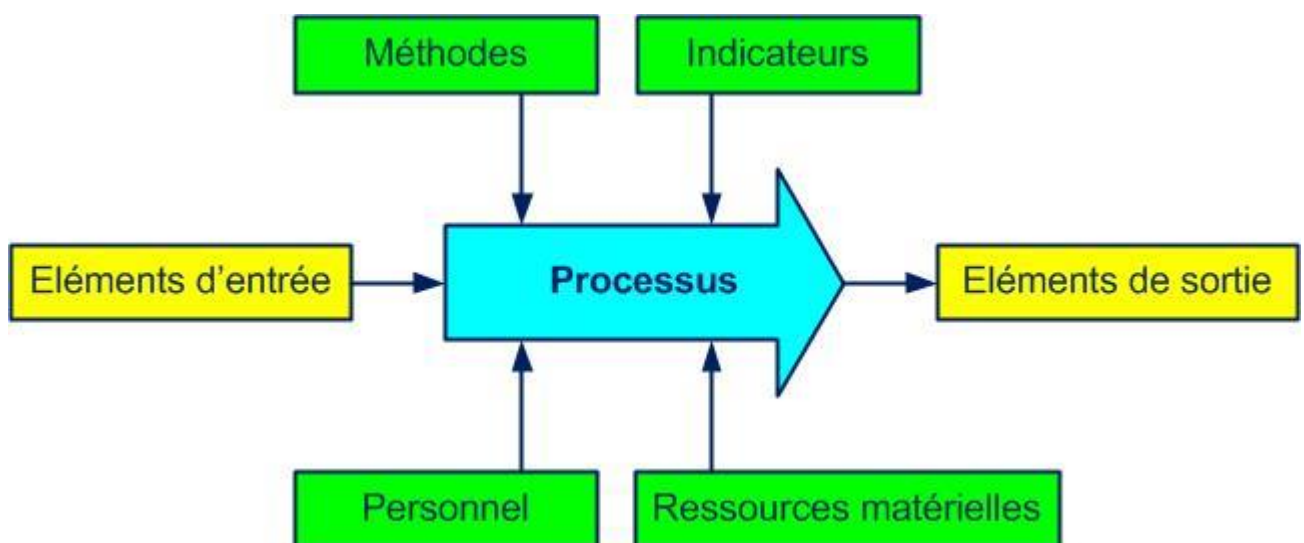


Figure 3-2. Certains éléments d'un processus

Souvent l'élément de sortie d'un processus est l'élément d'entrée du processus suivant.

Vous pouvez trouver quelques exemples de fiches processus dans l'ensemble de documents [E 02](#) et une liste de processus dans [l'annexe 07](#).

Toute entreprise peut être considérée comme un macro processus, avec sa finalité, ses éléments d'entrée (besoins et attentes clients) et ses éléments de sortie (produits/services pour satisfaire aux exigences des clients).

Notre préférence pour déterminer un processus est l'utilisation d'un verbe (acheter, produire, vendre) à la place d'un nom (achats, production, vente) pour différencier le processus du département de l'entreprise ou de l'information documentée et rappeler la finalité du processus.

Les processus sont (comme nous allons voir dans les paragraphes suivants) de type management, réalisation et support. Ne pas attacher trop d'importance au classement des processus (parfois c'est très relatif) mais bien vérifier que toutes les activités de l'entreprise entrent dans un des processus.

### **3.1.1. Les processus de management**

Aussi appelés de direction, de pilotage, de décision, clés, majeurs. Ils participent à l'organisation globale, à l'élaboration de la politique, au déploiement des objectifs et à toutes les vérifications indispensables. Ils sont les fils conducteurs de tous les processus de réalisation et de support.

Les processus suivants peuvent intégrer cette famille :

- élaborer la stratégie
- développer la politique
- déployer les objectifs
- planifier le SMQ
- acquérir et gérer le personnel
- faire face aux risques
- piloter les processus
- auditer
- réaliser la revue de direction
- communiquer
- réaliser la revue de contrat
- améliorer
- respecter les exigences
- mesurer la satisfaction des parties intéressées

### **3.1.2 Les processus de réalisation**

Les processus de réalisation (opérationnels) sont liés au produit, augmentent la valeur ajoutée et contribuent directement à la satisfaction du client.

Ils sont principalement :

- concevoir et développer
- acheter
- produire
- maintenir les équipements
- réceptionner, stocker et expédier

- inspecter
- maîtriser les non-conformités
- réaliser les actions correctives
- appliquer la traçabilité (identifier et garder l'historique)
- vendre

### 3.1.3 Les processus de support

Les processus de support (soutien) fournissent les ressources nécessaires au bon fonctionnement de tous les autres processus. Ils ne sont pas liés directement à une contribution de la valeur ajoutée du produit mais sont toujours indispensables.

Les processus support sont souvent :

- gérer la documentation
- acquérir et maintenir les infrastructures
- dispenser la formation
- gérer les moyens d'inspection
- fournir l'information
- tenir la comptabilité
- administrer le personnel

## 3.2 Cartographie des processus

La cartographie des processus est par excellence un travail pluridisciplinaire. Ce n'est pas une exigence formelle de la norme ISO 9001 mais est toujours bienvenue.

Les 3 types de processus et quelques interactions sont montrés dans la figure 3-3.

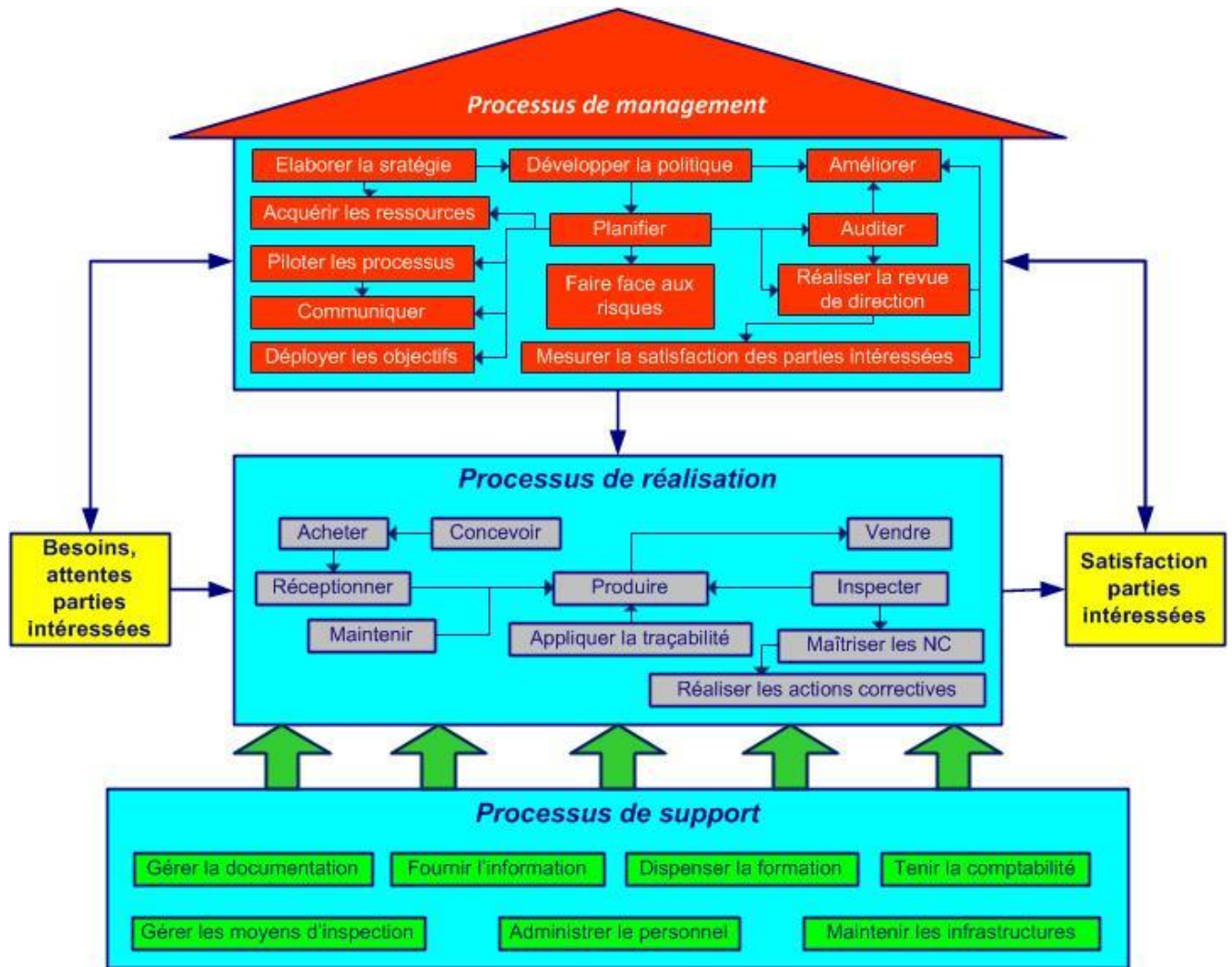


Figure 3-3. La maison des processus

Dans les éléments de sortie il ne faut pas sous-estimer les produits non voulus tels les déchets, nuisances, rejets.

La cartographie permet, entre autres :

- d'obtenir une vision globale de l'entreprise
- d'identifier les bénéficiaires (clients), les flux et les interactions
- de définir des règles (simples) de communication entre les processus

Pour obtenir une image plus claire on peut simplifier en utilisant au total une quinzaine de processus essentiels. Un processus essentiel peut contenir quelques sous-processus, comme dans un processus « développer le SMQ » peuvent entrer les processus :

- élaborer la stratégie
- développer la politique
- faire face aux risques
- planifier le SMQ
- déployer les objectifs
- acquérir les ressources
- piloter les processus
- améliorer

Deux autres exemples de processus (concevoir, figure 3-4 et produire, figure 3-5) :

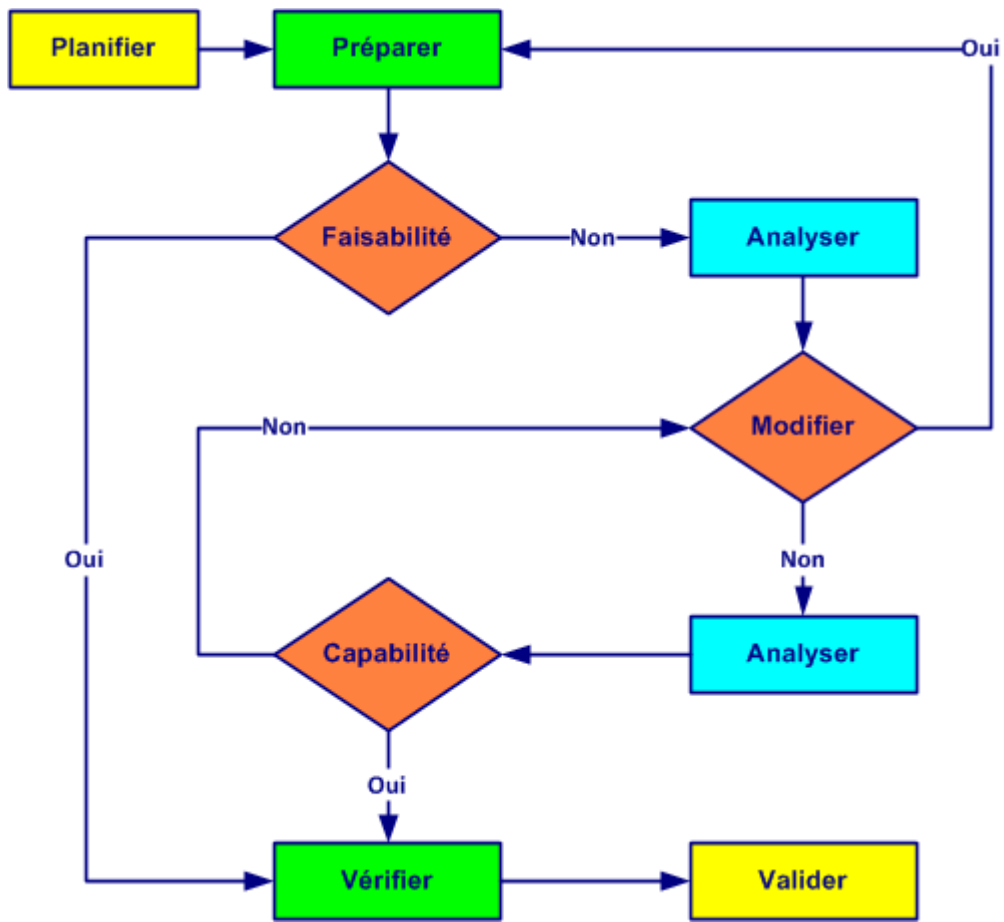


Figure 3-4. Un processus concevoir

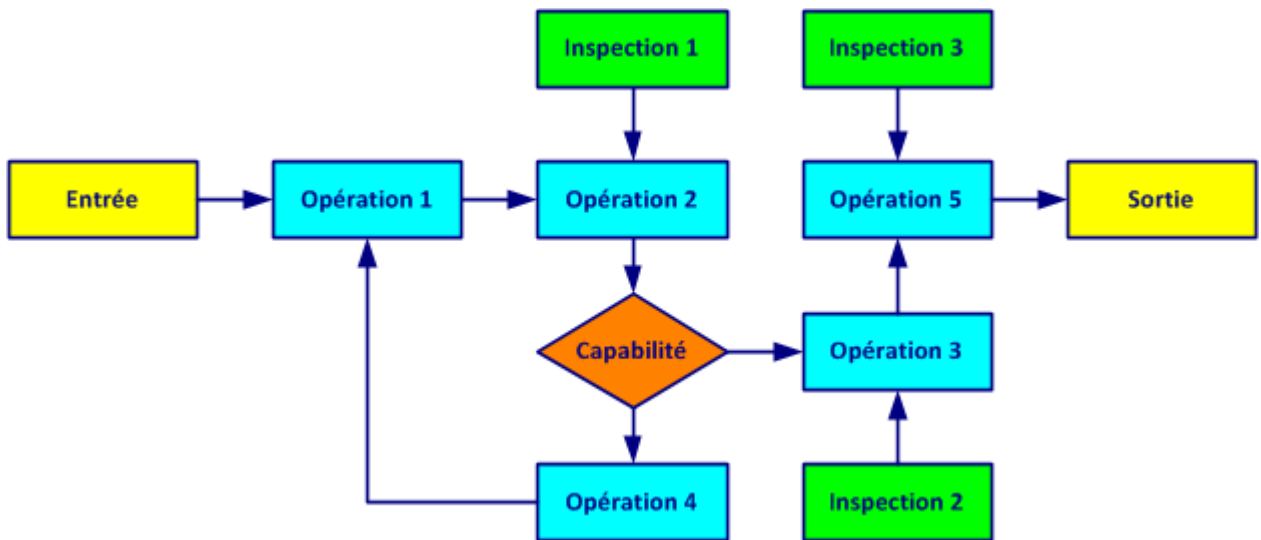


Figure 3-5. Un processus produire

### 3.3 Approche processus

Les solutions simples pour maintenant, la perfection pour plus tard

**Approche processus** : management par les processus pour mieux satisfaire les clients, améliorer l'efficacité de tous les processus et augmenter l'efficacité globale

L'approche processus contribue énormément à la gestion efficace de l'entreprise (cf. [annexe 08](#)).

L'approche processus incluse au cours du développement, la mise en œuvre et l'amélioration continue d'un système de management de la qualité permet d'atteindre les objectifs liés à la satisfaction des parties intéressées comme le montre la figure 3-6.

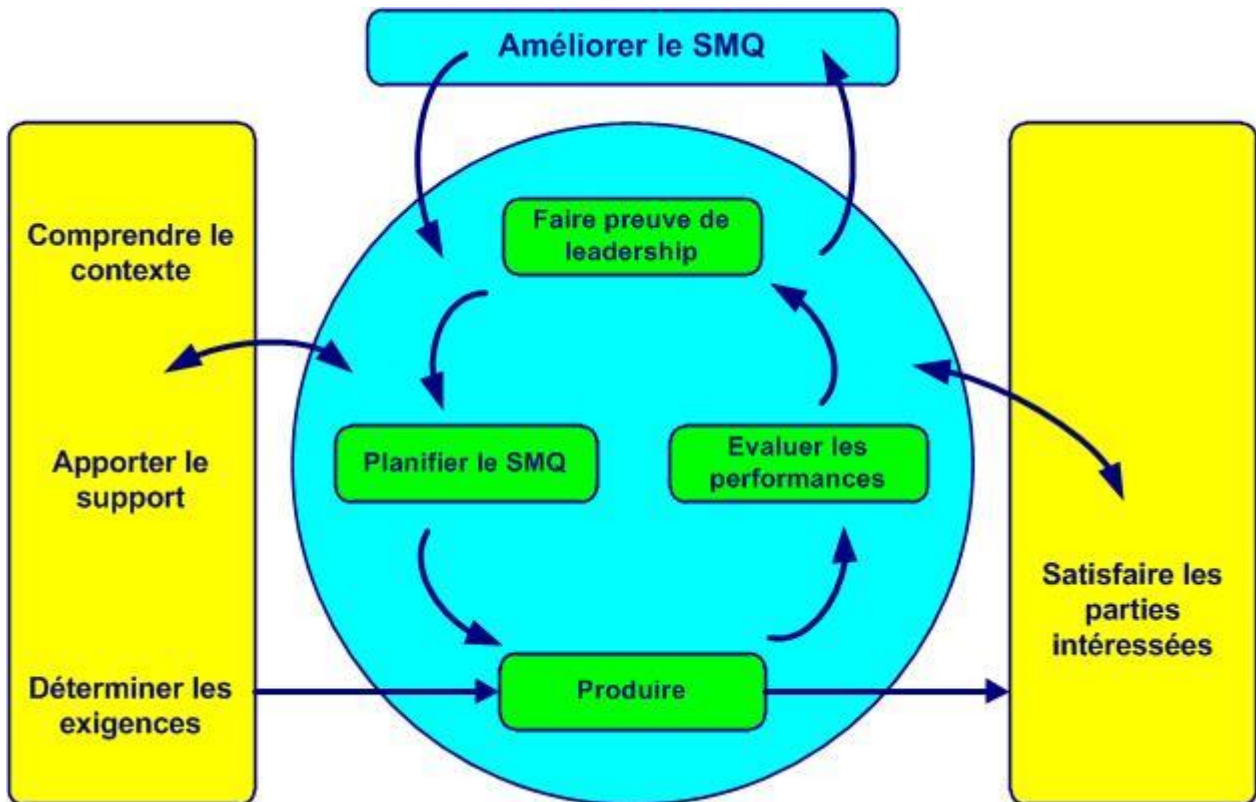


Figure 3-6. Modèle d'un SMQ basé sur l'approche processus et l'amélioration continue

L'approche processus :

- souligne l'importance :
  - de comprendre et de satisfaire aux exigences des parties intéressées
  - de la prévention pour réagir sur les éléments non voulus comme :
    - retours client
    - rebuts
  - de mesurer la performance, l'efficacité et l'efficacité des processus
  - d'améliorer en permanence ses objectifs sur la base de mesures objectives
  - de la valeur ajoutée des processus
- repose sur :
  - l'identification méthodique
  - les interactions
  - la séquence et
  - le management des processus qui consiste à :
    - déterminer les objectifs et leurs indicateurs
    - piloter les activités associées
    - analyser les résultats obtenus

- entreprendre des améliorations en continu
- permet :
  - de mieux visualiser les éléments d'entrée et de sortie et leurs interactions
  - de clarifier les rôles et responsabilités exercées
  - d'affecter judicieusement les ressources nécessaires
  - de faire tomber des barrières entre les départements
  - de diminuer les coûts, les délais, les gaspillages
- et assure à long terme :
  - la maîtrise
  - la surveillance et
  - l'amélioration continue des processus

L'approche processus **ce n'est pas** :

- la gestion de crise (« On ne résout pas les problèmes en s'attaquant aux effets »)
- blâmer le personnel (« La mauvaise qualité est le résultat d'un mauvais management ». Masaaki Imai)
- la priorité aux investissements (« Utilisez vos méninges, pas votre argent ». Taiichi Ohno)

### 3.4 Cycle PDCA

Le cycle de Deming (figure 3-7) s'applique à la maîtrise de tout processus. L'AMDEC est un processus par excellence. Les cycles PDCA (de l'anglais Plan, Do, Check, Act ou Planifier, Dérouler, Comparer, Agir) sont une base universelle de l'amélioration continue.

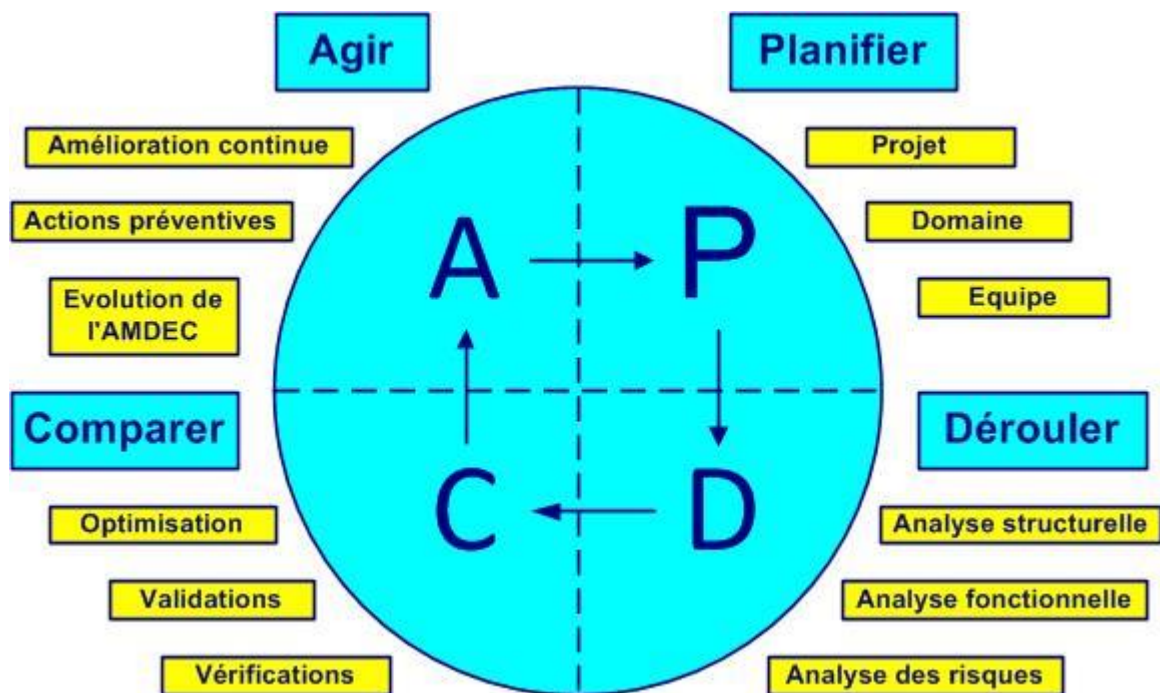


Figure 3-7. Le cycle de Deming et l'AMDEC

*Plan* – Planifier, définir le projet, délimiter le domaine d'activité, réunir l'équipe, délais à ne pas dépasser

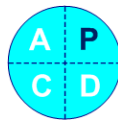
*Do* – Dérouler, réaliser l'analyse structurelle, fonctionnelle, de défaillance, des causes, des risques



*Check* – Comparer, vérifier si les objectifs sont atteints, valider les actions, optimiser, plan de surveillance

*Act* – Agir, ajuster, adapter, améliorer, réagir avec des actions préventives, trouver de nouvelles améliorations (nouvelle AMDEC ou nouveau PDCA)

Plus d'informations sur le cycle de Deming et ses 14 points de la théorie du management vous pouvez trouver dans l'ouvrage classique "Hors de la crise" W. Edwards Deming, Economica, 2002.



## 4 Planification et préparation (étape 1)

**En omettant de vous préparer, vous préparez votre échec. Benjamin Franklin**

### 4.1 Objectif

L'objectif de la première étape est de déterminer quelle AMDEC sera réalisée pour le projet (produit, processus ou autre). La planification et la préparation permettent :

- d'identifier le projet (remplir les en-têtes)
- de répondre aux 5T : *InTent, Timing, Team, Tasks, Tools* (intention, temps, équipe, tâches, outils)
- de définir le domaine d'application (ce qui entre et n'entre pas dans l'analyse)
- de prioriser les systèmes, les fonctions ou les processus
- de préparer l'analyse structurelle

### 4.2 Planification

Les entrées de l'étape 1 peuvent être :

- les spécifications client
- les exigences légales
- les documents concernant le domaine d'application
- les AMDEC similaires

Une des premières tâches à entreprendre est de remplir l'entête de l'AMDEC produit (cf. feuille DFMEA AMDEC produit, [annexe 02](#)) et l'AMDEC processus (cf. feuille PFMEA AMDEC processus, [annexe 03](#)), montrés dans les figures 4-1 et 4-2 :

<b>Planification et préparation (étape 1)</b>			
Entreprise :		Objet :	
Location de l'entreprise :		Début AMDEC :	
Client :		Revision AMDEC :	
Modèle année/Programme :		Équipe :	Cf. la liste de l'équipe
		Référence AMDEC :	
		Responsable du produit :	
		Niveau de confidentialité :	

Figure 4-1. En-tête AMDEC produit

<b>Planification et préparation (étape 1)</b>			
Entreprise :		Objet :	
Location de l'entreprise :		Début AMDEC :	
Client :		Revision AMDEC :	
Modèle année/Programme :		Équipe :	Cf. la liste de l'équipe
		Référence AMDEC :	
		Pilote du processus :	
		Niveau de confidentialité :	

### Figure 4-2. En-tête AMDEC processus

La seule différence entre AMDEC produit et processus étant dans la nomination du Responsable du produit et Pilote du processus.

Une AMDEC est réalisée dans les cas suivants :

- nouveau produit, processus, technologie
- nouvelle application d'un processus, produit, technologie
- amélioration d'un processus, produit, technologie
- production dans un environnement modifié
- nouvelles exigences réglementaires
- questions d'ergonomie
- défaillance du processus pouvant conduire à des dangers
- problème interne ou retour client

Avant de commencer une AMDEC il faut répondre aux questions suivantes :

- pourquoi faire cette AMDEC ?
- est-ce demandé par le client ?
- quels sont les souhaits, besoins, attentes du client ?
- quelle est la valeur ajoutée pour le client ?
- qui fera partie de l'équipe ?
- est-ce que l'analyse portera sur un système, un sous-système ou un composant ?
- quelle est la complexité de la conception ?
- quand commencer l'AMDEC ?
- quel travail sera fait ?
- quelles sont les contraintes ?
- y a-t-il de nouvelles exigences ?
- comment l'analyse sera faite ?
- que va-t-on évaluer ?

**Il n'est jamais trop tôt pour démarrer l'AMDEC, il est parfois trop tard pour qu'elle présente encore un réel intérêt. Gérard Landy**

Les AMDEC sur des produits, processus et moyens similaires déjà réalisés seront utilisés comme base de connaissances. L'outil Déploiement de la fonction qualité - QFD (*Quality Function Deployment*) peut apporter une aide précieuse, cf. [annexe 09](#).

La planification des AMDEC doit être effectuée au plus tôt dans le démarrage des produits. Ceci de manière à permettre de déceler le plus en amont possible du planning d'industrialisation d'un produit les modes de défaillances. Et donc à apporter une solution autant que possible avant l'envoi de la cotation au client (de manière à ce que les coûts des Poka-Yoké et autres systèmes anti-erreurs spécifiques au produit soient inclus dans la cotation et payés par le client).

### 4.3 Préparation

La personne désignée par la direction comme pilote de l'AMDEC est responsable de la constitution de l'équipe pluridisciplinaire AMDEC qui peut inclure un :

- facilitateur
- responsable :

- conception
- développement
- QSE (qualité, sécurité, environnement)
- fabrication
- système
- logistique
- sécurité
- test
- projet
- achats
- commercial
- composants
- maintenance
- expert technique
- technicien
- opérateur
- consultant
- représentant du client

La première réunion de l'équipe (nombre optimal entre 5 à 7 personnes) permet de définir :

- le sujet
- le champ et les limites (le domaine d'application)
- les termes utilisés
- les règles du jeu à respecter (tableaux des indices)
- les objectifs à atteindre
- les ressources assurées
- le délai à respecter (l'échéance de l'analyse)
- les responsabilités à assumer

Si le pilote est différent de l'animateur, celui-ci sera responsable de l'application sur le terrain de l'AMDEC, du respect du délai et coût fixés. Des personnes externes peuvent être invitées pour conseils ou expertises.

Le domaine d'application de l'AMDEC est défini, les exigences client sont clarifiées, les AMDEC similaires sont passées en revue.

Tous les documents apportant des données objectives sur le ou les produits (processus) étudiés sont une base essentielle pour le déroulement des AMDEC, et il est donc impératif qu'ils soient collectés par l'animateur avant la première réunion ou amenés par les participants lors de la réunion.

Parmi ces documents, on peut noter de manière non exhaustive :

- le diagramme de flux (synoptique, en anglais *flowchart* ou *flow diagram*) décrivant avec précision toutes les étapes du produit (processus) ainsi que les composants et outils associés à chaque étape
- les plans, spécifications, caractéristiques spéciales, exigences techniques, tableaux d'indices et nomenclatures du client permettant d'identifier, entre autres, les paramètres critiques, réglementaires ou sécuritaires du produit (processus)
- le cahier des charges fonctionnel
- les résultats de l'évaluation des risques
- les normes réglementaires exigées pour le produit (processus)

- les exigences légales
- les spécifications des équipements et machines
- le dossier de maintenance générique ou similaire
- les relevés de surveillance et de mesure permettant de quantifier les résultats qualité obtenus avec le produit (processus) ou avec un produit (processus) similaire
- les études de capacité effectuées sur le processus
- le résultat d'études comparatives effectuées sur un produit (processus) similaire de l'entreprise
- les exigences de dispositifs anti-erreurs
- l'historique des résultats des autres sites sur un produit (processus) similaire
- l'historique des clients/fournisseurs/concurrents sur un produit (processus) similaire
- les AMDEC génériques relatives au produit (processus)
- les AMDEC similaires
- le support AMDEC à remplir et enregistrer

Les sorties de l'étape 1 peuvent être :

- le domaine d'application défini
- les objectifs fixés
- l'échéance déterminée
- la liste des membres de l'équipe
- les exigences client validées



Minute de détente. Cf. blague « [Contrat en or](#) ».