

### LA MÉTHODE AMDEC HACCP

Technique spécifique de la sûreté de fonctionnement, l'Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité (AMDEC) est avant tout une méthode d'analyse de systèmes (systèmes au sens large composé d'éléments fonctionnels ou physiques, matériels, logiciels, humains ...), statique, s'appuyant sur un **raisonnement inductif** (*causes conséquences*), pour l'étude organisée des causes, des effets des défaillances et de leur criticité.

#### Présentation

Historiquement, la méthode initiale est appelée Analyse des modes de défaillances et de leurs effets (AMDE). Il s'agit d'une méthode d'analyse préventive de la sûreté de fonctionnement (fiabilité, disponibilité, maintenabilité, sécurité). Développée aux Etats-Unis, dans l'industrie aéronautique, au début des années soixante, elle a pris son essor en Europe au cours des années soixante-dix dans l'industrie automobile, chimique, nucléaire. La méthode AMDEC a ajouté l'estimation de la dimension critique des risques.

Le principe de la prévention repose sur le recensement systématique et l'évaluation des risques potentiels d'erreurs susceptibles de se produire à toutes les phases de réalisation d'un système.

Les aspects originaux de la méthode sont les suivants :

- l'AMDEC a pour but d'évaluer l'impact, ou la criticité, des modes de défaillances des composants d'un système sur la fiabilité, la maintenabilité, la disponibilité et la sécurité de ce système,
- appliquée en groupe de travail pluridisciplinaire, elle est recommandée pour la résolution de problèmes mineurs dont on veut identifier les causes et les effets,
- la démarche AMDEC consiste à recenser les modes de défaillance des composants, d'en évaluer les effets sur l'ensemble des fonctions de ce système, d'en analyser les causes,
- en phase de conception, l'AMDEC est associée à l'Analyse fonctionnelle pour la recherche des modes de défaillances spécifiques à chaque fonction ou contrainte des composants. Elle peut intervenir à titre correctif pour l'amélioration de systèmes existants,
- cette méthode est qualifiée d'inductive au sens où elle s'appuie, pour l'analyse des défaillances, sur une logique de décomposition d'un système en sous-ensembles successifs pour parvenir au niveau des composants élémentaires. On s'intéresse alors aux défaillances liées au mauvais fonctionnement de ces composants et à leurs répercussions aux niveaux supérieurs du système,
- on établit une distinction entre l'AMDEC produit, centrée sur l'amélioration, en conception, des performances du produit, et l'AMDEC procédé, qui s'intéresse aux moyens de production (machines, lignes, installations), ainsi qu'au processus de production (gammes de fabrication). D'autres applications sont possibles, notamment dans le domaine de l'organisation, de la sécurité, et plus généralement des services.

L'AMDEC a été employée pour la première fois à partir des années 1960 dans le domaine de l'aéronautique pour l'analyse de la sécurité des avions. La mise en œuvre s'est longtemps limitée à l'utilisation dans le cadre d'études de fiabilité sur du matériel.

Bien qu'ayant subi de nombreuses critiques dues au coût et à la lourdeur de son application, elle reste néanmoins une des méthodes les plus répandues et l'une des plus efficaces. Elle est en effet de plus en plus utilisée en sécurité, maintenance et disponibilité non seulement sur le matériel, mais aussi sur le système, le fonctionnel et le logiciel.

Aussi est-elle maintenant largement recommandée au niveau international et systématiquement utilisée dans toutes les industries à risque, comme le nucléaire, le spatial et la chimie, dans le but de faire des analyses préventives de la sûreté de fonctionnement.

Dans le ferroviaire, la méthode a été expérimentée sur le logiciel critique dans le cadre des projets SACEM de la RATP et MAGGALY de SEMALY. Une adaptation de cette méthode a donné naissance à la méthode AEEL (Analyse des Effets des Erreurs du Logiciel) qui ressemble beaucoup à l'AMDEC.

#### Méthodologie

Avant de se lancer dans la réalisation proprement dite des AMDEC, il faut connaître précisément le système et son environnement. Ces informations sont généralement les résultats de l'analyse fonctionnelle, de l'analyse des risques et éventuellement du retour d'expériences.

Il faut également déterminer comment et à quel fin l'AMDEC sera exploitée et définir les moyens nécessaires, l'organisation et les responsabilités associées.

Dans un second temps, il faut évaluer les effets des modes de défaillance. Les effets de mode de défaillance d'une entité donnée sont étudiées d'abord sur les composants directement interfacés avec celui-ci (effet local) et de proche en proche (effets de zone) vers le système et son environnement (effet global).

Il est important de noter que lorsqu'une entité donnée est considérée selon un mode de défaillance donné, toutes les autres entités sont supposées en état de fonctionnement nominal.

Dans un troisième temps, il convient de classer les effets des modes de défaillance par niveau de criticité, par rapport à certains critères de sûreté de fonctionnement préalablement définis au niveau du système en fonction des objectifs fixés (fiabilité, sécurité, etc.).

Les modes de défaillance d'un composant sont regroupés par niveau de criticité de leurs effets et sont par conséquent hiérarchisés.

Cette typologie permet d'identifier les composants les plus critiques et de proposer alors les actions et les procédures " justes nécessaires " pour y remédier. Cette activité d'interprétation des résultats et de mise en place de recommandations constitue la dernière étape de l'AMDEC.

### **Conclusion**

Bien que simple, la méthode s'accompagne d'une lourdeur certaine et la réalisation exige un travail souvent important et fastidieux.

Une des difficultés est dans l'optimisation de l'effort entre le coût de l'analyse AMDEC (dépendant de la profondeur de l'analyse) et le coût de l'amélioration à apporter.

La solution pour surmonter le volume des entités à étudier est de conduire des AMDEC fonctionnelles. Cette approche permet de détecter les fonctions les plus critiques et de limiter ensuite l'AMDEC " physique " aux composants qui réalisent tout ou partie de ces fonctions.

La cohérence entre d'une part la gestion des AMDEC et des améliorations préconisées et d'autre part, les différentes versions du système est l'une des autres principales difficultés à résoudre.

Aussi, la méthode n'est pas bien adaptée aux projets en temps réel car elle ne permet pas de bien appréhender l'aspect temporel des scénarios.

Néanmoins l'AMDEC fournit :

- une autre vision du système,
- des supports de réflexion, de décision et d'amélioration,
- des informations à gérer au niveau des études de sûreté de fonctionnement et des actions à entreprendre.

Sources : [http://perso.wanadoo.fr/olivier.albenge/page\\_site/methode/amdec.htm](http://perso.wanadoo.fr/olivier.albenge/page_site/methode/amdec.htm)  
<http://www.iae.univ-lille1.fr/project/mdp/Method/M1.htm>

---

## **LA MÉTHODE ANALYSE DE LA VALEUR**

Méthode qui vise à rapprocher les coûts des solutions des services qu'elles rendent

### **Présentation**

La norme NF X 50-150 définit l'Analyse de la Valeur comme étant une " méthode de compétitivité, organisée et créative, visant la satisfaction du besoin de l'utilisateur par une démarche spécifique de conception à la fois fonctionnelle, économique et pluridisciplinaire ".

Fonctionnelle parce que l'AV formalise le problème en termes de finalités et non en terme de solutions.

A caractère économique parce que l'AV estime les coûts liés aux fonctions ou solutions retenues.

Pluridisciplinaire parce que l'AV associe les intervenants grâce à la constitution d'un groupe de travail appuyé si nécessaire par les services opérationnels et piloté par un animateur. Les choix appartiennent au décideur.

Cette démarche permet de prendre en compte les opportunités du marché, l'évolution de l'environnement et les techniques possibles.

Elle se caractérise par :

- un examen critique des éléments existants,
- une progression itérative,
- l'intégration d'outils et moyens pour l'évaluation,
- un plan de travail adoptant une démarche systématique, organisée et participative,
- l'adhésion des participants.

### **Méthodologie**

Le plan de travail est issu de l'expérience des experts en Analyse de la Valeur. Il comprend 7 phases qui doivent être scrupuleusement respectées conformément à la norme NF X 50-152.

La démarche est progressive et prend en compte les résultats issus de la phase amont. Elle est itérative dans la phase active (optimisation des résultats). Chaque phase peut être remise en cause par celles qui la suivent.

Une action AV se déroule à raison d'une réunion par semaine ou par quinzaine. Un compte rendu rédigé à chaque séance permet de conserver en mémoire ce qui a été fait et décidé. Il informe le décideur sur l'évolution de l'étude.

Le plan de travail est le suivant :

### ***Orientation de l'action AV***

Elle est la phase de concertation entre le MOA et le responsable de la mise en œuvre de la méthode AV : l'animateur.

Ils passent en revue l'objet de l'étude (besoin à satisfaire) et les causes originelles de son déclenchement. Ils examinent les objectifs (performance, coût,...) et les enjeux économiques (gains financiers, accession à un nouveau marché, ...) fixés par le demandeur.

Ils précisent les limites du système à étudier. Ils constituent le groupe de travail et vérifient l'adéquation entre les ressources allouées (compétences, aptitudes) et la nature de l'étude. Ils estiment le budget nécessaire pour assurer l'action AV ainsi que le planning prévisionnel.

A l'issue des travaux, un dossier regroupant les éléments étudiés est soumis à l'approbation du demandeur :

- définition du sujet,
- objet et causes de son déclenchement,
- objectifs et enjeux économiques,
- limites du système,
- moyens associés (budget, ressources)
- planning.

Ce dossier est contractuel. L'animateur le présente au groupe de travail une fois qu'il a été validé.

### ***Recherche de l'information***

La recherche de l'information est réalisée par le groupe de travail et les services opérationnels. Ils recensent les facteurs économiques, techniques, commerciaux et sociaux qui entrent en jeu dans l'environnement de l'étude.

Les données proviennent de deux sources :

- la première, interne, est issue des études réalisées par l'organisme, de la documentation des données techniques et des dossiers antérieurs,
- la seconde, externe, est accessible auprès des organismes professionnels et des banques de données.

Le groupe de travail évalue la pertinence des données, identifie la source et contrôle la validité actuelle. Puis les informations sont synthétisées et diffusées.

Au cours des phases 3 à 5, les intervenants sont susceptibles de demander un complément d'informations à des experts n'appartenant pas au groupe de travail pluridisciplinaire.

### ***Analyse des fonctions et des coûts - Validation des besoins et des objectifs***

Cette phase est reconnue comme étant le moteur de la méthode.

Elle a pour objet :

- de déterminer et d'analyser les fonctions à assurer (analyse fonctionnelle) afin de concevoir le Cahier des Charges Fonctionnel
- d'estimer la répartition des coûts et des gains,
- de valider les besoins et les objectifs.

### ***Recherche d'idées et de voies de solutions***

Pour développer des solutions satisfaisant la fonction ou un ensemble de fonctions, la recherche est faite suivant trois axes :

- le marché : l'écoute et l'observation des futurs utilisateurs / exploitants,
- les expériences : l'étude des similitudes entre les cas traités et la fonction à développer,
- les centres de recherche : l'exploration des domaines technologiques et des combinaisons pour élaborer les solutions.

Pour mener à bien cette phase, le groupe de travail se réunit en séance créativité.

### ***Etude et évaluation des solutions***

L'examen critique des suggestions permet de dégager une ou plusieurs propositions. Le groupe de travail confie aux services opérationnels l'étude technico-économique et vérifie la faisabilité en passant en revue les contraintes répertoriées lors de l'action AV.

En outre, ils veillent à minimiser le coût de cette étape en limitant la précision au juste nécessaire pour valider la faisabilité et la pondération des solutions.

Grâce à la démarche AV, les intervenants construisent une première série de solutions et peuvent sélectionner les propositions les plus pertinentes (solution = Performance / Coût).

Dans un second temps, grâce au critère itératif de la démarche, les intervenants se focalisent sur une ou plusieurs propositions retenues. Des techniques qualitatives et quantitatives et des outils d'aide à la décision sont utilisés pour évaluer les solutions.

L'examen aboutit à une hiérarchisation objective des propositions formalisée au travers d'un outil " l'arbre des voies technologiques " (outil reconnu par la méthode APTE), qui amène la solution la plus adaptée en conséquence de celles qui ne sont pas adaptées pour telle ou telle raison.

## **Bilan prévisionnel - Présentation des solutions retenues - Décision**

L'animateur regroupe les propositions retenues et dresse un bilan prévisionnel composé :

- du dossier contractuel établi en première instance,
- du Cahier des Charges Fonctionnel Besoin,
- des documents ayant servi à l'évaluation des solutions techniques,
- du récapitulatif budgétaire de l'action AV.

Pour chaque solution retenue, il est présenté :

- le niveau estimé et la flexibilité accordée pour chaque critère, l'évaluation économique et les règles appliquées (amortissements, fiscalités, ...)
- les avantages et les inconvénients,
- les menaces et les opportunités liées à l'environnement externe,
- les conditions à respecter pour réaliser l'opération.

L'animateur, assisté du groupe de travail, présente au décideur les propositions et remet les documents. Cet acte clôt la mission du groupe de travail.

### **Réalisation**

Généralement confiée à l'animateur ou à un chef de projet, cette phase nécessite un suivi rigoureux et constant des délais et du budget.

### **Conclusion**

L'utilisateur final d'un système ou d'un produit est satisfait que si le système ou le produit convient parfaitement à ses besoins. Les paramètres à prendre en compte pour satisfaire l'attente d'un utilisateur sont interdépendants, parfois complexes, et souvent différents de ceux d'un autre utilisateur (besoins fondamentaux, psychologiques, esthétiques,...).

Dès lors, nous mesurons toute la difficulté de traduire concrètement les besoins des utilisateurs en une solution unique, surtout que s'ajoutent trois grands vecteurs : l'association des technologies de pointe, l'ouverture aux marchés mondiaux, la puissance des supports d'information.

C'est pour répondre au double objectif satisfaction et compétitivité que l'Analyse de la Valeur a été élaborée. Elle s'applique dans toutes les situations impliquant utilisateur et concepteur.

La pratique de la méthodologie donne des résultats continus et favorise le développement des idées et crée une situation motivante : le succès partagé.

Sources : <http://www.iae.univ-lille1.fr/project/mdp/Method/M2.htm>

---

## **LA MÉTHODE ANALYSE DU RISQUE**

### **Présentation**

Le risque est défini comme la possibilité qu'un projet ne s'exécute pas conformément aux prévisions de dates d'achèvement, de coût et de spécifications, ces écarts par rapport aux prévisions étant considérés comme difficilement acceptables, voire inacceptables.

L'analyse du risque est l'ensemble des méthodes qui concourent à quantifier les risques du projet et à permettre l'éclairage des décisions ou l'identification des domaines générant le risque global principal.

Le risque est à prendre en compte dès la définition du projet par le chef d'avant projet, puis par l'équipe entière et remis à jour en cours d'exécution du projet. En effet, plus un risque est détecté tardivement, plus ses conséquences peuvent être graves et difficilement réversibles et donc, moins les solutions à mettre en œuvre seront négociables.

L'analyse du risque permet aux principaux acteurs concernés, de mieux appréhender les risques afférents au projet, de mieux les maîtriser tout au long du cycle de vie du projet et d'en réduire les effets sans pour autant les éliminer totalement.

On distingue l'analyse quantitative de l'analyse qualitative du risque :

#### **- Analyse quantitative**

Elle ne fournit que peut d'indication pour guider l'action du décideur car elle permet de quantifier la dispersion de la réalisation prévisionnelle d'un objectif de durée ou de coût.

On utilise l'approche simulatoire de l'ordonnancement ( méthode de Monte-Carlo pour plusieurs scénarios d'ordonnancement ) ou l'évaluation du risque-coût et du risque-délai ( méthode de Monte-Carlo ).

Il est important que les responsables ne focalisent pas leur attention sur le risque-délai, perdant de vue les objectifs de coût et de performance ainsi que l'importance de la gestion des ressources.

#### **- Analyse qualitative**

Elle utilise des grille d'analyse du risque. Ces listes non exhaustives servent d'aide mémoire et aident le responsable à passer en revue les causes connues de dysfonctionnement.

Cette base de diagnostic peut bien sûr s'enrichir au fur et à mesure que l'expérience est capitalisée et/ou que des situations inconnues apparaissent. Il est important que les responsables aient conscience des potentialités de risques qui demeurent actives. La grille permet de s'assurer d'une maîtrise suffisante des événements.

Elle distingue les risques encourus en phase d'élaboration du projet de ceux encourus en phase d'exécution. L'enjeu consiste à trouver un compromis entre l'augmentation du niveau d'information du responsable, l'externalisation des risques et l'organisation de la réactivité

### Méthodologie

- 1- recueillir les informations disponibles ( listes des tâches, ébauche de planning, dates significatives )
- 2- construire un premier planning compatible avec l'objectif délai, mettant en évidence plusieurs chemins critiques. La principale difficulté consiste à amener les acteurs à raisonner début et fin au plus tôt/tard, durée probable.
- 3- validation par l'ensemble des acteurs des prestations de leur responsabilité et proposition de jalons permettant un pilotage plus précis des tâches sur le chemin critique et prise de contact sur les objectifs.
- 4- l'analyse qualitative permet des actions préventives pour éliminer les risques identifiés avec un suivi intégré dans le planning et des plans d'actions préparés pour mise en application immédiate dans le cas d'un risque potentiel qui se confirmerait ( pontage dans le planning en attente...)

RISQUE	CONSÉQUENCES	PROBABILITÉ	ACTIONS PRÉVENTIVES OU CORRECTRICES	TAUX D'EFFICACITÉ

### Conclusion

La réussite de l'identification des risques nécessite:

- un objectif commun clairement affirmé
- des interlocuteurs responsables et bien identifiés, prenant des contrats
- une conduite de l'interview adaptée au profil de l'interlocuteur : il faut savoir s'écarter du questionnaire mais y revenir pour la synthèse
- la confiance des interlocuteurs ( connaissance du sujet et exploitation des résultats de l'enquête) : les dysfonctionnements conduisent à une recherche commune des solutions

Il faut noter l'importance des jalons et de l'utilisation du planning pour animer et piloter les séquences, ainsi que le caractère indispensable de la construction préventive de plans d'actions, véritables scénarios catastrophes qui permettent de tenir le délai final sans panique

Sources : <http://www.iae.univ-lille1.fr/project/mdp/Method/M4.htm>

## LA MÉTHODE ANALYSE FONCTIONNELLE

### Présentation

D'après la norme AFNOR NF X 50-151, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et / ou valoriser les fonctions du produit attendu par l'utilisateur.

L'analyse fonctionnelle s'applique à la création ou à l'amélioration d'un produit, elle est dans ce cas l'étape fondamentale de l'analyse de la valeur. Appliquée au seul besoin, elle est la base de l'établissement du Cahier des Charges Fonctionnel Besoin.

### Méthodologie

L'analyse fonctionnelle s'effectue en plusieurs étapes :

#### 1. Déterminer le profil de vie du système

Il convient dans un premier temps de rechercher l'information nécessaire pour identifier les différentes phases du cycle de vie du produit depuis son stockage jusqu'à son retrait de service, en passant par son utilisation "pure". Pour chaque situation, il est recommandé de lister les éléments, personnes, matériels, matières qui constituent l'environnement du produit.

Les activités qui suivent vont être réalisées pour chacune des phases du cycle de vie du produit au sein du groupe de travail qui a été mis en place.

#### 2. Recenser les fonctions

La recherche des fonctions s'effectue en étudiant les relations du futur produit ou système avec son environnement. Elle s'effectue selon une méthodologie axée sur le recensement exhaustif des fonctions : ne pas en oublier, ne pas inventer de faux services.

Chaque fonction devra être exprimée exclusivement en terme de finalité et être formulée par un verbe à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs compléments.

Il faut distinguer les fonctions de service des fonctions techniques.

## **LES FONCTIONS DE SERVICE**

Elles se déclinent en deux catégories.

**LES FONCTIONS PRINCIPALES :** Pour chaque phase du cycle de vie, il s'agit d'identifier les relations créées par l'objet entre deux ou plusieurs éléments de son milieu d'utilisation. Il faut ensuite exprimer le but de chaque relation créée, chaque but détermine ainsi une fonction principale.

**LES FONCTIONS CONTRAINTES :** Pour chaque position d'utilisation, il s'agit de définir les contraintes imposées au produit par son milieu extérieur d'utilisation. Cela revient à identifier les relations entre l'objet et un élément du milieu extérieur.

## **LES FONCTIONS TECHNIQUES**

Chronologiquement, elles ne sont identifiées qu'une fois les fonctions de service clairement exprimées.

Elles sont issues de solutions techniques pressenties. L'architecture du système est composée d'éléments existants plus ou moins standardisés : le projet consiste alors à les organiser de façon nouvelle ou créer des relations nouvelles entre ces éléments.

Dans le cas du système voiture, par exemple, on sait qu'il y aura un sous système Carrosserie, un sous-système Motorisation, un autre de Transmission. Renault arrive ainsi à décomposer une voiture en 17 sous ensembles.

Ces fonctions de service font alors être relayées par des fonctions techniques reliant les diverses solutions techniques pressenties. Les fonctions techniques reflètent l'organisation entre les différentes voies de solutions.

### **3. Ordonner les fonctions**

Les fonctions identifiées précédemment ont été notées sans respecter un ordre particulier. Il est important d'établir une décomposition logique entre ces diverses fonctions.

Le groupe de travail créera ainsi le diagramme fonctionnel qui ordonne les fonctions identifiées, vérifie la logique fonctionnelle, contrôle l'exhaustivité du recensement des fonctions et sert de support à la recherche de nouvelles fonctions.

Les débats suscités au sein du groupe de travail pendant la construction du diagramme fonctionnel, et surtout pour obtenir un consensus, permettent de clarifier la situation et augmentent l'efficacité du groupe.

### **4. Caractériser et quantifier les fonctions**

Une fois les fonctions identifiées, il faut définir les critères qui nous permettront d'effectuer le choix d'une solution technique : Cela consiste à énoncer pour chaque fonction de service :

**LES CRITÈRES D'APPRECIATION :** Caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée.

**LES NIVEAUX DE CHAQUE CRITÈRE :** Grandeur repérée dans l'échelle adoptée pour un critère d'appréciation d'une fonction. Cette grandeur peut être celle recherchée en tant qu'objectif ou celle atteinte par une solution proposée. Le niveau quantifie le critère et représente ainsi la performance attendue du service à rendre.

**LA FLEXIBILITÉ DE CHAQUE NIVEAU :** Ensemble d'indications exprimées par le demandeur sur les possibilités de moduler le niveau recherché pour un critère d'appréciation.

**LE TAUX D'ÉCHANGE ASSOCIÉ :** Rapport déclaré acceptable par le demandeur entre la variation du prix (ou du coût) et la variation correspondante du niveau d'un critère d'appréciation ou entre les variations de niveau de deux critères d'appréciation.

Il s'agit de se préparer à négocier une variation de performances par rapport au besoin initial. Pour chaque couple critère/niveaux de satisfaction, on fixera alors un taux d'échange.

### **5. Hiérarchiser les fonctions**

Il faut pouvoir indiquer aux futurs prestataires, les services essentiels sur lesquels il faudra concentrer leurs savoir-faire ; pour cela, il est possible de hiérarchiser les fonctions soit en associant directement un coefficient à chaque fonction, soit en comparant chaque fonction à toutes les autres en jugeant si elle est "plus importante" ou "moins importante".

## **Conclusion**

L'analyse fonctionnelle révèle les fonctions associées au besoin réel, ce qui permet de limiter les évolutions ultérieures du besoin exprimé aux seules évolutions du besoin réel.

L'analyse fonctionnelle laisse ouvert le choix des solutions. On permet ainsi une meilleure adéquation entre les concepts de solution qui apparaîtront et le besoin exprimé.

L'analyse fonctionnelle encourage la créativité en ne limitant pas les recherches aux seules solutions existantes. A partir d'un groupe de travail, l'analyse fonctionnelle organise les échanges entre acteurs d'un projet et limite les contentieux ultérieurs.

Pour mener à bien l'analyse fonctionnelle, il convient de :

- bien choisir le groupe de travail qui doit être composé de 4 à 8 participants permanents,
- choisir un rapporteur de séance,
- établir le calendrier des réunions,
- organiser la communication à l'intérieur du groupe de travail : comptes-rendus de réunion, diffusion du résultat.

Sources : <http://www.iae.univ-lille1.fr/project/mdp/Method/M5.htm>