

# AMDEC & AEEL

**PRÉSENTÉ PAR :**

**Kévin ANNE**

**Guillaume LE GUYADER**

**Ludovic PLANCHOT**

# INTRODUCTION

**A**nalyse des  
**M**odes de  
**D**éfaillance, de leurs  
**E**ffets et de leur  
**C**riticité

**F**ailure  
**M**ode,  
**E**ffect and  
**C**riticality  
**A**nalysis

# INTRODUCTION

- D'abord très utilisé dans les secteurs automobile et aéronautique
  - ❖ Aujourd'hui, utilisé dans tous les secteurs d'activité
- Technique spécifique de la sûreté de fonctionnement
- Méthode d'analyse de systèmes
- Raisonnement Causes / Conséquences

# INTRODUCTION

## **I° - Principes généraux de l'AMDEC**

### **1 – Objectifs et domaines d'application**

### 2 – Démarche de l'AMDEC

## II° - Fonctionnement d'une AMDEC

### 1 – Objectifs, participants, documents nécessaires

### 2 – Quelques questions à se poser

### 3 – Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## III° - Déroulement d'une AEEL

### 1 – Préparation de l'analyse et analyse

### 2 – Synthèse et suivi

# CONCLUSION

# Principes généraux de l'AMDEC : Objectifs et domaines d'application

QUOI ?

AMDEC = Démarche standardisée

QUI ?

Un groupe de travail pluridisciplinaire

OU ?

Généralement effectué en interne

QUAND ?

Lors de la conception d'un produit  
Lors de la mise en place d'un process  
Lors d'une demande client

COMMENT ?

Démarche structurée et rigoureuse

POURQUOI ?

Identifier les modes de défaillance potentiels  
Orienter les choix techniques dès la phase de conception

# Principes généraux de l'AMDEC : Objectifs et domaines d'application

*3 types d'AMDEC différents :*

## AMDEC PRODUIT :

Recherche des modes de défaillances du produit engendrés par sa conception

*Étudier les plans d'un produit afin de détecter préventivement les situations qui peuvent conduire à une fonction non réalisée ou mal réalisée*

## AMDEC PROCESS :

Recherche des défauts engendrés par le procédé sur le produit

*Rechercher dans une gamme de fabrication l'ensemble des situations qui peuvent engendrer des produits défectueux*

# Principes généraux de l'AMDEC : Objectifs et domaines d'application

*3 types d'AMDEC différents :*

## AMDEC MOYEN DE PRODUCTION :

Recherche des modes de défaillances du procédé engendrés par sa conception

*Se focaliser sur un moyen de production afin de :*

- *diminuer le nombre de rebuts*
- *diminuer le taux de panne*
- *augmenter la capabilité*

# Principes généraux de l'AMDEC : Objectifs et domaines d'application

---

Dans tous les cas, on cherchera à :

- ✓ identifier les causes de défaillances
- ✓ identifier leurs effets
- ✓ hiérarchiser les défaillances par une notation
- ✓ apporter des actions correctives

# Principes généraux de l'AMDEC : Objectifs et domaines d'application

Notion de mode de défaillance :

CAUSE

MODE

EFFET



# INTRODUCTION

## I° - Principes généraux de l'AMDEC

1 – Objectifs et domaines d'application

### **2 – Démarche de l'AMDEC**

## II° - Fonctionnement d'une AMDEC

1 – Objectifs, participants, documents nécessaires

2 – Quelques questions à se poser

3 – Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## III° - Déroulement d'une AEEL

1 – Préparation de l'analyse et analyse

2 – Synthèse et suivi

# CONCLUSION

# Principes généraux : Démarche de l'AMDEC

---

Étape 1 : Choix précis du système et des objectifs

Étape 2 : Analyse fonctionnelle du système

Étape 3 : Application de la méthode AMDEC

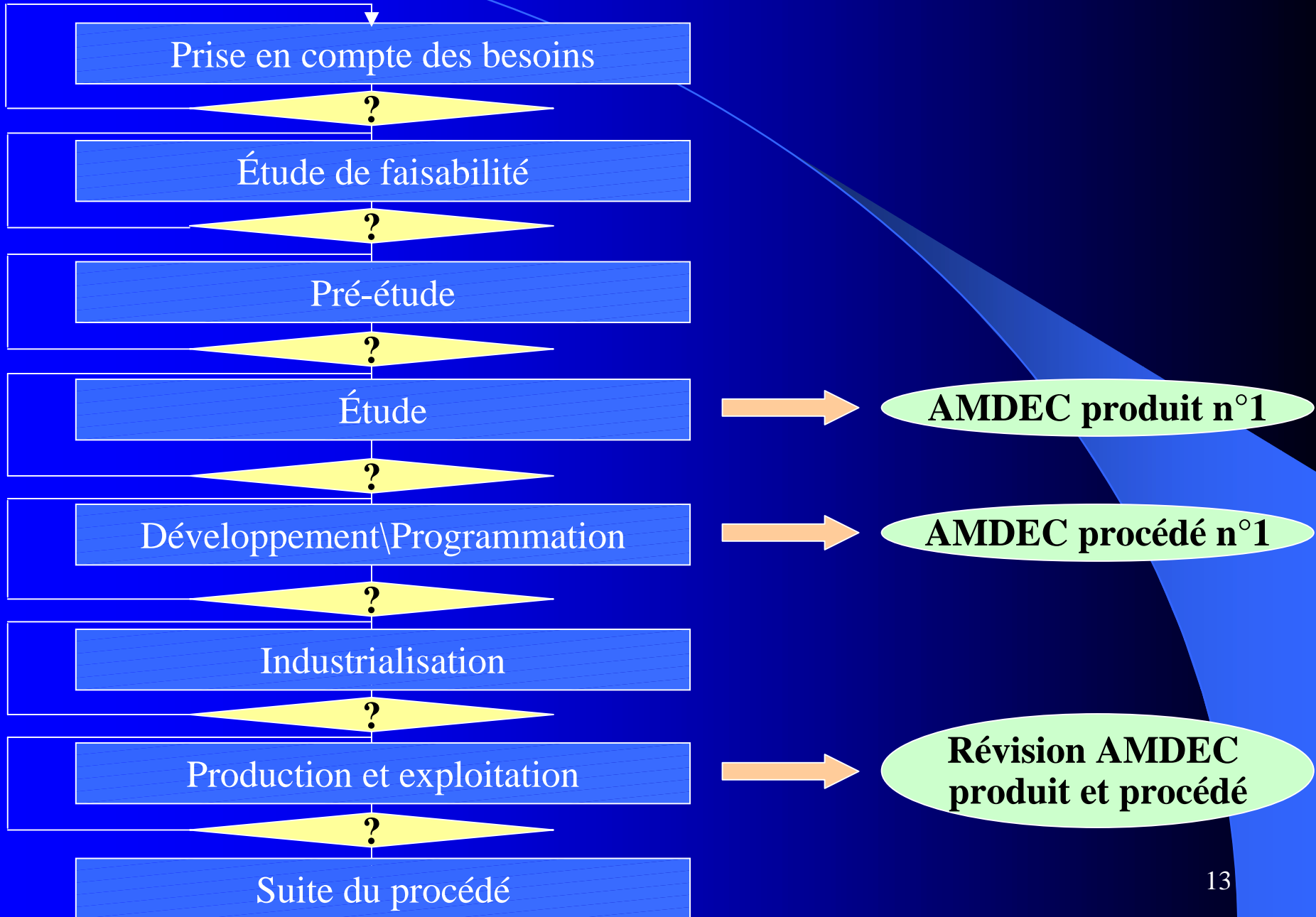
# Principes généraux : Démarche de l'AMDEC

---

Étape 4 : Mise en place des plans d'actions correctifs préalablement décidés

Étape 5 : Suivi des actions correctives et bouclage de l'analyse

# Place de l'AMDEC dans un projet



# INTRODUCTION

## I° - Principes généraux de l'AMDEC

1 – Objectifs et domaines d'application

2 – Démarche de l'AMDEC

## **II° - Fonctionnement d'une AMDEC**

**1 – Objectifs, participants, documents nécessaires**

2 – Quelques questions à se poser

3 – Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## III° - Déroulement d'une AEEL

1 – Préparation de l'analyse et analyse

2 – Synthèse et suivi

# CONCLUSION

# Fonctionnement d'une AMDEC : Objectifs, participants, documents nécessaires

## ● Objectifs

AMDEC produit	AMDEC processus	AMDEC moyen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Concevoir bon du premier coup.</li><li>• Faciliter et formaliser l'examen critique de la conception du produit.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fabriquer bon du premier coup</li><li>• Faciliter et formaliser l'examen critique de la conception du processus</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Assurer une MTBF du moyen</li><li>• Faciliter et formaliser l'examen critique d'un moyen de production</li></ul>

# Fonctionnement d'une AMDEC : Objectifs, participants, documents nécessaires

## ● Participants

AMDEC produit	AMDEC processus	AMDEC moyen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Études-essais</li><li>• Laboratoire</li><li>• Méthode fabrication</li><li>• Assurance qualité</li><li>• Spécialistes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Études-essais</li><li>• Maintenance</li><li>• Méthode fabrication</li><li>• Assurance qualité</li><li>• Fabrication</li><li>• Logistique</li><li>• Spécialistes</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Fabrication</li><li>• Méthode fabrication</li><li>• Assurance qualité</li><li>• Maintenance</li><li>• Spécialistes</li></ul>

# Fonctionnement d'une AMDEC : Objectifs, participants, documents nécessaires

## ● Documents

AMDEC produit	AMDEC processus	AMDEC moyen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Analyse fonctionnelle</li><li>• Cahier des charges,</li><li>• Normes</li><li>• Nomenclatures, Plans</li><li>• Prototypes</li><li>• Résultats d'essais</li><li>• Suivi qualité</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Synoptique des opérations du processus</li><li>• Gammes de fabrication, de réglage, et de contrôle standards</li><li>• Procédures de conditionnement</li><li>• Étude de capabilité sur produit similaires</li><li>• Suivi qualité</li><li>• AMDEC produit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Analyse fonctionnelle du moyen</li><li>• Cahier des charges</li><li>• Étude de capabilité sur produits similaires</li><li>• Suivi qualité</li><li>• AMDEC process</li></ul>

# Fonctionnement d'une AMDEC : Objectifs, participants, documents nécessaires

## ● Grille d'évaluation

ANALYSE DES MODES DE DEFAILLANCE, DE LEURS EFFETS ET DE LEUR CRITICITE

Page : /

NOM DU PRODUIT :  
 NOM / REFERENCE DU COMPOSANT :  
 NOM DU (DES) FOURNISSEUR(S) :

NOM DU PRODUIT :  
 DATE (ORIGINE) :  
 ( REVISION) :

COMPOSANT			ANALYSE DES DEFAILLANCES								MESURES CORRECTIVES							
N°	DESIGNATION	FONCTION	MODE	EFFET	CAUSES	DETECTION	F	G	ND	C	MESURES PRECONISEES	PILOTE	MESURES PRISES	F	G	ND	C	

# INTRODUCTION

## I° - Principes généraux de l'AMDEC

1 – Objectifs et domaines d'application

2 – Démarche de l'AMDEC

## II° - Fonctionnement d'une AMDEC

1 – Objectifs, participants, documents nécessaires

**2 – Quelques questions à se poser**

3 – Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## III° - Déroulement d'une AEEL

1 – Préparation de l'analyse et analyse

2 – Synthèse et suivi

# CONCLUSION

# Fonctionnement d'une AMDEC : Quelques questions à se poser

AMDEC produit	AMDEC processus	AMDEC moyen
<b>Mode de défaillance ou défaut</b>		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Comment la défaillance peut ou pourrait-elle se manifester ?</li><li>• De quelles manières, le composant peut-il s'écarter des spécifications ou ne plus remplir ses fonctions ?</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quels défauts sur le produit , le processus peut-il générer à cette opération ?</li><li>• Comment le produit peut-il être en dehors des spécifications ?</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• De quelles manières, l'élément (ou le moyen) peut-il s'écarter des spécifications ou ne plus remplir ses fonctions</li><li>• Comment la défaillance peut-elle survenir ?</li></ul>

# Fonctionnement d'une AMDEC : Quelques questions à se poser

Effet du mode de défaillance		
<ul style="list-style-type: none"><li>• Quels sont les effets du mode de défaillance sur le produit ?</li><li>• Qu'est ce qui pourrait gêner l'utilisateur ?</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quels sont les effets maximum du défaut sur le produit ?</li><li>• Qu'est ce qui pourrait gêner l'utilisateur</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Quels sont les effets du mode de défaillance sur le moyen ?</li><li>• Qu'est-ce qui pourrait gêner le fonctionnement d'autres machines, des opérateurs...?</li><li>• Quels sont les effets sur les moyens de détection de cette défaillance ?</li></ul>

# Fonctionnement d'une AMDEC : Quelques questions à se poser

## Cause du mode de défaillance

- Quels paramètres ou variables sont susceptible de générer ce mode de défaillance ?

- Quels paramètres du process sont susceptible de générer des défauts ?

- Quels paramètres ou variables sont susceptible de générer ce mode de défaillance ?

# INTRODUCTION

## I° - Principes généraux de l'AMDEC

1 – Objectifs et domaines d'application

2 – Démarche de l'AMDEC

## II° - Fonctionnement d'une AMDEC

1 – Objectifs, participants, documents nécessaires

2 – Quelques questions à se poser

**3 – Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives**

## III° - Déroulement d'une AEEL

1 – Préparation de l'analyse et analyse

2 – Synthèse et suivi

# CONCLUSION

# Fonctionnement d'une AMDEC : Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## ● Type de contrôle

AMDEC produit	AMDEC processus	AMDEC moyen
<ul style="list-style-type: none"><li>• Validation par des essais</li><li>• Vérification des chaînes de côtes</li><li>• Calculs de RDM</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrôle d'entrée</li><li>• Contrôle en cours de fabrication</li><li>• Poka Yoké</li><li>• SPC</li><li>• Audit sur produit</li><li>• Contrôle paramètre process</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>• Contrôle de prévention sur les moyens (réglage régulier, application d'une gamme de maintenance préventive, nettoyage...)</li></ul>

# Fonctionnement d'une AMDEC : Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## ● Cotation

AMDEC produit	AMDEC processus	AMDEC moyen
<b>L'occurrence (F)</b>		
•Probabilité que la cause identifiée entraîne le mode de défaillance	•Probabilité que la cause identifiée entraîne le défaut	•Probabilité que la cause identifiée entraîne le mode de défaillance machine

# Fonctionnement d'une AMDEC : Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

- Cotation

La Sévérité (G)

- L'évaluation de la gravité de l'effet

# Fonctionnement d'une AMDEC : Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## ● Cotation

La Non Détection (ND)		
•Correspond au niveau de validation de la solution assurant que la cause identifiée ne sera pas à l'origine du mode de défaillance.	•Probabilité de détection du défaut	•Probabilité de diagnostiquer le problème au plus tôt

# Fonctionnement d'une AMDEC : Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

- Criticité

- $C = G \times F \times D$

- Seuil de criticité

# Fonctionnement d'une AMDEC : Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## ● Type d'actions correctives

AMDEC produit	AMDEC processus	AMDEC moyen
<ul style="list-style-type: none"><li>•Modification des plans</li><li>•Changement de procédé d'élaboration</li><li>•Définition de caractéristiques à suivre en SPC</li><li>•Définition d'un « détrompage » produit</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Modification du processus de fabrication</li><li>•Amélioration du plan de surveillance</li><li>•Définition de Poka Yoké process</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>•Améliorer les diagnostics des pannes</li><li>•Améliorer les consignes de maintenance préventive</li><li>•Améliorer la sécurité vis à vis des opérateurs</li><li>•Diminuer le risque de panne</li></ul>

# INTRODUCTION

## I° - Principes généraux de l'AMDEC

1 – Objectifs et domaines d'application

2 – Démarche de l'AMDEC

## II° - Fonctionnement d'une AMDEC

1 – Objectifs, participants, documents nécessaires

2 – Quelques questions à se poser

3 – Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## **III° - Déroulement d'une AEEL**

**1 – Préparation de l'analyse et analyse**

2 – Synthèse et suivi

# CONCLUSION

# Déroulement d'une AEEL : Préparation de l'analyse et analyse

**A**nalyse des  
**E**ffets des  
**E**rreurs des  
**L**ogiciels

# Déroulement d'une AEEL : Préparation de l'analyse et analyse

## • Origines de l'AEEL

- Augmentation du nombre de systèmes informatiques
- Augmentation de leurs fonctionnalités
- Augmentation des responsabilités

d'où :

- ✓ Augmentation de la complexité
- ✓ Augmentation des fautes
- ✓ Augmentation des défaillances

# Déroulement d'une AEEL : Préparation de l'analyse et analyse

- Définition

- ✓ Naissance de l'AEEL : Application de l'AMDEC sur un logiciel critique ( Projet SACEM de la RATP )
- ✓ Méthode d'analyse prévisionnelle
- ✓ Utilisée lors de la phase de développement du logiciel

- Principe

- ✓ Envisager des hypothèses d'erreurs dans le logiciel, puis examiner les conséquences de ces erreurs

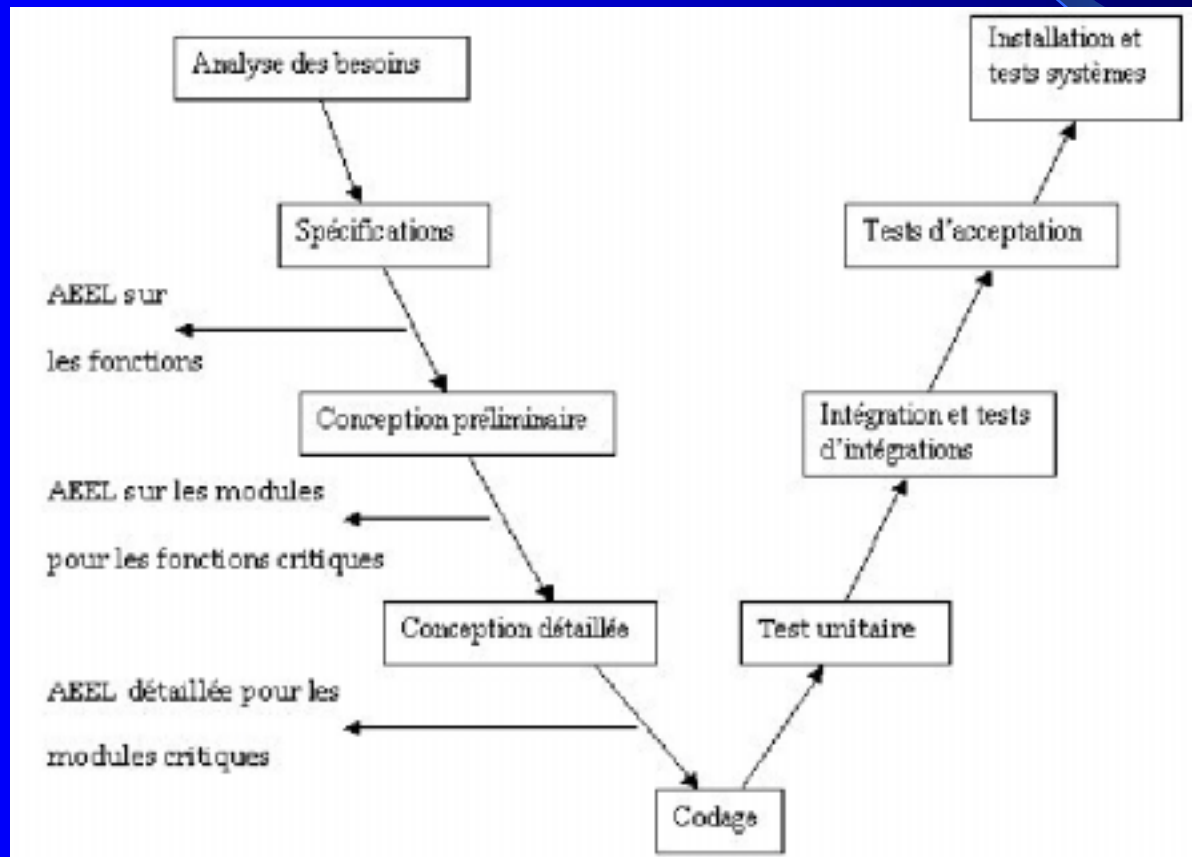
# Déroulement d'une AEEL : Préparation de l'analyse et analyse

- Objectifs

- ✓ Mettre en évidence les points critiques identifiés au cours des phases de développement du logiciel
- ✓ Proposer aux personnes chargées des tests de validation une synthèse de la criticité des modules du logiciel analysé (afin d'affiner leur démarche)

# Déroulement d'une AEEL : Préparation de l'analyse et analyse

- Cycle en « V »



# INTRODUCTION

## I° - Principes généraux de l'AMDEC

1 – Objectifs et domaines d'application

2 – Démarche de l'AMDEC

## II° - Fonctionnement d'une AMDEC

1 – Objectifs, participants, documents nécessaires

2 – Quelques questions à se poser

3 – Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## III° - Déroulement d'une AEEL

1 – Préparation de l'analyse et analyse

**2 – Synthèse et suivi**

# CONCLUSION

L'AEEL se déroule en 3 étapes :

Étape 1 : Définition des travaux d'analyse

- ↳ Évaluation de l'importance des thèmes d'étude par rapport aux contraintes et aux exigences du cahier des charges
- ↳ Définition d'échelles de gravité vis à vis des thèmes d'étude
- ↳ Détermination des types d'erreurs (erreur de calcul, erreur d'algorithme, erreur d'interface..)

### Étape 2 : Classement préparatoire des modules



Caractériser les contraintes de sûreté de fonctionnement associées à chacune des fonctions logicielles par un classement



Identifier et constituer les correspondances fonctions \ modules



Affiner le classement des modules par rapport aux contraintes

### Étape 3 : Réalisation des AEEL

- ↳ Déterminer les effets des erreurs envisageables, au niveau local et global
- ↳ Classer les erreurs selon l'échelle de gravité fixée précédemment
- ↳ Recommander des actions afin de détecter et d'éliminer les erreurs et leur propagation

# Déroulement d'une AEEL : Synthèse et suivi

Les résultats de l'AEEL sont résumés dans le tableau suivant :

<b>Analyse des Effets des Erreurs du Logiciel</b>					Réalisé par :		
Nom du programme :					Date :		
Calculeur :					Dernière révision :		
Langage :							
<b>Module</b>	<b>Fonction</b>	<b>Erreur</b>	<b>Type d'erreur</b>	<b>Effet sur le composant</b>	<b>Effet sur le système</b>	<b>Mesure préconisée</b>	<b>Remarques</b>

# INTRODUCTION

## I° - Principes généraux de l'AMDEC

1 – Objectifs et domaines d'application

2 – Démarche de l'AMDEC

## II° - Fonctionnement d'une AMDEC

1 – Objectifs, participants, documents nécessaires

2 – Quelques questions à se poser

3 – Type de contrôle, cotation et type d'actions correctives

## III° - Déroulement d'une AEEL

1 – Préparation de l'analyse et analyse

2 – Synthèse et suivi

# CONCLUSION

# CONCLUSION

---

**Adaptation de l'AMDEC**

**2 méthodes proches**

**Déterminer les points faibles du système et y apporter des corrections**

**Méthodes plus ou moins faciles à mettre en place**

**Évite de nombreuses défaillances**

**Prend en compte le facteur humain**

**Y a t-il des  
questions ?**



<b>CONTRAINTES</b>	<b>FONCTIONS LOGICIELLES</b>			
	<b>F1</b>	<b>F2</b>	<b>...</b>	<b>Fn</b>
Sécurité	3	2	...	2
Fiabilité	1	3	...	4
Ergonomie	2	1	...	1



LOGICIEL		FONCTIONS LOGICIELLES			
		F1	F2	...	F <sub>n</sub>
Modules	M 1	+	-	...	+
	...	...	...	...	...
	M k	-	+	...	+



<b>SECURITE</b>		<b>FONCTIONS LOGICIELLES</b>			
		<b>F1</b>	<b>F2</b>	...	<b>F<sub>n</sub></b>
Modules	M1	3	-	...	2
	...	...	...	...	...
	M <sub>k</sub>	-	2	...	2

