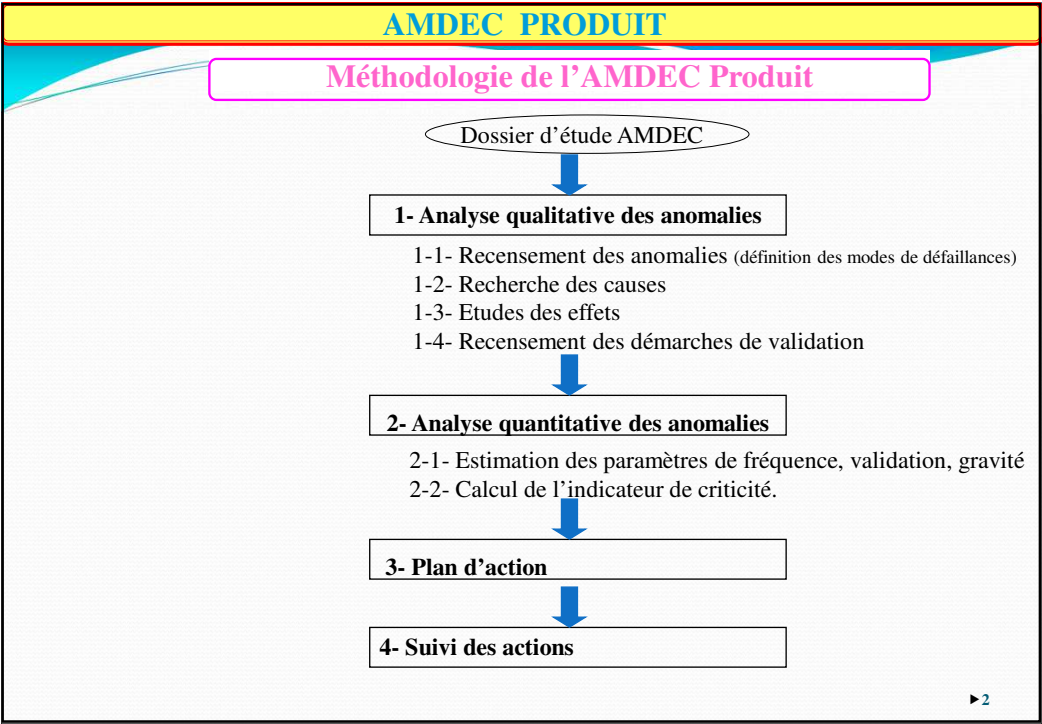


AMDEC PRODUIT

(Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leur Criticité)

2^{ème} partie

►1



►2

AMDEC PRODUIT

Questions à se poser pour l'analyse qualitative

Modes de défaillance potentielle	Effets Potentiels	Causes possibles	Plan de validation
Qu'est ce qui pourrait aller mal ?	Quels pourraient être les effets ?	Quelles pourraient être les causes ?	Qu'avons nous prévu pour voir ça ?

SITUATION DE VIE : dans quelle situation de vie analyse-t-on le produit ?

FONCTIONS		PRODUIT			CLIENT	CONCEPTION
Fonction	Mode de défaillance	Composants liaisons	Anomalie	Cause de l'anomalie	Effet du défaut	Démarche de validation
Liste des fonctions - principales - contraintes du produit (analyse fonctionnelle du besoin)	Fonction non satisfaite AB : absence de fonction A : arrêt de la fonction D : fonction dégradée I : fonction intempestive	Liste des composants et des liaisons entre composants qui permettent d'assurer la fonction (schéma fonctionnel)	L'anomalie est le caractère perceptible de la défaillance sur le produit	Quelles sont les causes possibles liées à la conception pouvant entraîner cette anomalie ? (possibilité de plusieurs causes)	Quels sont les effets de cette anomalie ou de cette défaillance sur le client : •aval -interne -externe •final ? (possibilité de plusieurs effets)	Quelles sont les démarches de validation prévues durant la conception pour détecter cette anomalie ? (essais, calculs...)

►3

►3

AMDEC PRODUIT

☞ L'AMDEC produit doit être réalisée par situation de vie.

☞ Les fonctions identifiées doivent être hiérarchisées, car, comme on le croit trop souvent, la cotation de gravité qu'on attribuera par la suite ne suffit pas à déterminer des priorités.

►4

►4

AMDEC PRODUIT- Modes de défaillance potentielle

➤ Modes de défaillance potentielle

est la manière dont un dispositif peut venir à ne pas fonctionner ou à mal fonctionner

≡

*de quelle manière une fonction prévue peut ne pas être satisfaite
(la manière par laquelle la défaillance se manifeste)*

↓

Réponse à la question:
" Qu'est ce qui pourrait aller mal pour cette fonction ? "

Les réponses à cette question sont relativement simples pour l'AMDEC produit lorsque l'analyse fonctionnelle a été réalisée, puis validée.

Elles seront essentiellement du type, **non atteintes des seuils de flexibilité** définis dans le cahier des charges fonctionnel.

►5

►5

AMDEC PRODUIT- Modes de défaillance potentielle

Pour répondre à la question " Qu'est ce qui pourrait aller mal pour cette fonction ? ",

on ne doit jamais perdre de vue les grandes possibilités à envisager :

- Absence de la fonction (AB) : la fonction ne se réalise pas au moment où on la sollicite.
- Arrêt de la fonction (A) : la fonction cesse de se réaliser.
- Dégradation de la fonction (D) : altération des performances.
- Déclenchement intempestif (I) : la fonction se réalise lorsqu'elle n'est pas sollicitée.

☞ Il y a au moins autant de modes de défaillance potentielle que de critères de valeurs identifiées dans l'analyse fonctionnelle.

☞ Un critère de valeur exprimé en tolérance aura à fortiori deux modes de défaillance potentielle.

►6

►6

AMDEC PRODUIT- Modes de défaillance potentielle

Exemple :

* critère de valeur : température = $20^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$
⇒ mode 1 : température $< 10^{\circ}\text{C}$
⇒ mode 2 : température $> 30^{\circ}\text{C}$

Un mode de défaillance doit être décrit en termes physiques. Il ne doit pas être décrit sous forme d'altération de la fonction (conséquence) telle que perçue par le client.

Exemple : d'un feutre

* le critère de valeur pour la mèche est :

- résister à un effort de 5m.kg

* le mode de défaillance doit être :

- ne résiste pas à un effort de 5m.kg
- dire que la mèche fléchie est une conséquence perçue par le client et en aucun cas un mode de défaillance.

►7

►7

AMDEC PRODUIT- Modes de défaillance potentielle

Exemple :

Fonction de service : assurer l'étanchéité entre l'huile à l'intérieur du carter et le milieu environnant en prenant appui sur le carter et sur l'arbre

Critère de valeur :

- résister à la pression de l'huile du carter : 2 bars
- résister à une température de fonctionnement maximum : 150°C
- résister aux agressions chimiques : type d'huile...

Mode de défaillance = ne résiste pas à 2 bars
Effet client = fuite d'huile

►8

►8

AMDEC PRODUIT- Effets possibles de défaillance

➤ **Effets possibles de défaillance**

Effets perçus par le client suite à l'apparition d'un mode de défaillance.

Réponse à la question : **"Quelles sont les conséquences du mode de défaillance ?"**

On se place ici, au niveau du client utilisateur,

et son environnement dans la situation de vie utilisation,

puis dans les différentes situations de vie définies lors de la D. F.
(transport, stockage, vente, entretien, recyclage, destruction,...)

►9

►9

AMDEC PRODUIT- Effets possibles de défaillance

☞ Les effets listés seront communiqués au fabricant ou au sous-traitant afin de les aider à réaliser leurs AMDEC procédé, en particulier pour les effets liés à la sécurité.

☞ Le concepteur du produit se doit de communiquer les informations qui font le lien entre l'AMDEC produit et l'AMDEC procédé, à savoir :

- les fonctions du produit ou du sous-ensemble sur lequel on travaille.
- les effets potentiels négatifs imaginés en usage client dans l'AMDEC produit
- la cotation de gravité pour chaque effet listé

►10

►10

AMDEC PRODUIT- Causes possibles de défaillance

➤ Causes possibles de défaillance

Origine du mode de défaillance

Réponse à la question :
"Quelles sont les causes qui pourraient générer le mode de défaillance potentielle?"

☞ L'existence d'un mode peut être produit par **plusieurs causes** et chaque cause par **plusieurs sous causes**.

➡ L'objectif est de construire une chaîne causale suffisamment élaborée pour que les sous-causes élémentaires trouvées soient suffisamment simples et que les solutions à mettre en œuvre soient les plus efficaces.

► 11

► 11

AMDEC PRODUIT- Causes possibles de défaillance

EFFET CLIENT Conséquence pour le client

Fonction MAL ou NON REALISEE

CRITERE DE VALEUR non respecté

MODE DE DEFAILLANCE

Cause produit (celle qui génère directement le mode de défaillance)

Cause

Sous cause

Sous sous cause

SOLUTION PREVENTIVE

Fourniture Conception fabrication Contrôle

Chaîne causale

La solution préventive ou corrective pour supprimer le mode de défaillance sera
d'autant plus pertinente, économique et efficace que la chaîne des causes
aura été bien déclinée au niveau des sous causes élémentaires

► 12

► 12

(c) Harry RANAIVOARISON, FRAMATECH

6

AMDEC PRODUIT- Causes possibles de défaillance

☞ Les relations composants/fonctions (obtenues lors de la décomposition fonctionnelle) permettront de **rechercher pour chaque fonction les composants qui pourraient être en cause** dans la défaillance imaginée.

☞ La recherche des causes possibles est **indispensable au calcul d'occurrence**, dans l'AMDEC produit. Pour trouver leur probabilité d'apparition, on doit lister toutes les causes possibles liées à la phase de conception par exemple : mauvais calcul de cote, matières incompatibles, assemblage difficile à cause d'une erreur de cotation, erreur de calcul...

⬇

⬇

Pour cette étape on pourra se servir de l'expérience, de l'historique qualité, des informations sur les retours clients, des informations du service après-vente et des AMDEC produits précédentes sur des produits comparables.

► 13

► 13

AMDEC PRODUIT- Causes possibles de défaillance

Exemple : Soit un carter monté sur un corps de machine mécanique contenant un lubrifiant liquide

Dressons la liste des causes qui génèrent le mode "Fuite "

Fuite

Joint (cause produit n°1)

Matière

Vieillesissement

Qualité fourniture

Carter (cause produit n°2)

Déformation

Raideur

Points de fixation

La solution préventive pour supprimer :

- la cause produit n°1 sera d'agir auprès du fournisseur.

- la cause produit n°2 sera d'augmenter la raideur du carter et/ou de rajouter des points de fixation afin d'assurer un bon plaquage du joint

Le mode de défaillance "Fuite " sera supprimé par l'élimination de l'ensemble des causes produit.

► 14

► 14

AMDEC PRODUIT- Plan de validation

➤ Plan de validation

Lister le plan de validation prévu, avec tous les tests, les essais, les contrôles, les calculs...

Réponse à la question :
" Quelles actions de validation sont faites ou prévues, avant la sortie
de la phase de conception? "

↻ Les actions de validation définies doivent permettre de **détecter la cause**
qui **entraîne le mode de défaillance**.

↻ Le souci prioritaire restera de tout faire pour assurer que la cause ne se manifestera pas.
La réalité de cette étape est qu'on cherche à détecter l'apparition d'un couple
mode de défaillance/cause...

► 15

► 15

AMDEC PRODUIT- Plan de validation

Exemple des moyens de détection :

- calculs de structure
- procédures de contrôles des prototypes
- plan d'expériences, essais de fiabilité
- tests de fatigue, brouillard salin
- tests de compatibilité électromagnétique

► 16

► 16

AMDEC PRODUIT- Démarche de l'analyse

1- Produit : Anomalie ou mode défaillance (potentielle ou constatée)

2- Conception : Causes

3- Usage : Effet chez le client aval final

4- Démarche de validation

⇒ Fréquence « O »

⇒ Gravité « G »

⇒ Validation « V »

⇔ FIABILITE

⇔ FONCTION

⇔ ORGANISATION

► 17

► 17

AMDEC PRODUIT

Exercice :

*Utiliser cette grille dans la situation de vie normale d'un rasoir

*Prendre comme composants : Manche, lame, support de lame

SITUATION DE VIE : dans quelle situation de vie analyse-t-on le produit ?

FONCTIONS		Composants liaisons	PRODUIT		CLIENT	CONCEPTION
Fonction	Mode de défaillance		Anomalie	Cause de l'anomalie	Effet du défaut	Démarche de validation
Liste des fonctions - principales - contraintes du produit (analyse fonctionnelle du besoin)	Fonction non satisfaite AB : absence de fonction A : arrêt de la fonction D : fonction dégradée I : fonction intempestive	Liste des composants et des liaisons entre composants qui permettent d'assurer la fonction (schéma fonctionnel)	L'anomalie est le caractère perceptible de la défaillance sur le produit	Quelles sont les causes possibles liées à la conception pouvant entraîner cette anomalie ? (possibilité de plusieurs causes)	Quels sont les effets de cette anomalie ou de cette défaillance sur le client : •aval -interne -externe •final ? (possibilité de plusieurs effets)	Quelles sont les démarches de validation prévues durant la conception pour détecter cette anomalie ? (essais, calculs...)

► 18

► 18

(c) Harry RANAIVOARISON, FRAMATECH

9

AMDEC PRODUIT - Occurrence ou Fréquence

➤ Occurrence ou Fréquence

Probabilité d'apparition de la cause possible qui entraînera le mode de défaillance

Réponse à la question :
"Quelle est la probabilité relative d'apparition de la cause qui entraînera ce mode de défaillance ? "

► 21

► 21

AMDEC PRODUIT - Occurrence ou Fréquence

➤

Pour commencer, il faudra attribuer une cotation de 1 à 10 à chaque couple cause/mode de défaillance listé:

10 si la cause apparaît de manière certaine, entraînant le mode de défaillance.
1 si la cause n'a aucun risque de se produire, le zéro n'existe pas dans ces échelles

➤

Tous les essais, les tests, les validations, les prototypes....aideront à déterminer la probabilité d'apparition du couple cause/mode de défaillance.

➤

Cette étape permet de prendre une première décision sur la priorité (avant même d'aller jusqu'au calcul d'IPR). En effet, les causes avec des occurrences élevées devront être envisagées en priorité.

► 22

► 22

AMDEC PRODUIT - Occurrence ou Fréquence

Les diverses cotations

Plusieurs cotations existent et sont utilisées par les entreprises :

- ☞ Une cotation à 3 ou 4 niveaux suivant le degré de risque, c’est la plus ancienne, essentiellement utilisée aux USA (hors automobile) et dans l’aérospatial.
- ☞ Une cotation à 6 niveaux pour les entreprises chimiques.
- ☞ Une cotation à 10 niveaux, issue de la cotation proposée par FORD, et qui tend à se généraliser dans le monde automobile.

► 23

► 23

AMDEC PRODUIT - Occurrence ou Fréquence

Exemples de grille de cotation

Occurrence des causes "O "

Critères	Occurrence	Notation
<ul style="list-style-type: none">• Anomalie apparue fréquemment sur des produits similaires.• Produit d'une conception nouvelle avec des composants inconnus.• Nombreux incidents connus en clientèle.	Fréquent	10
<ul style="list-style-type: none">• Anomalie apparue occasionnellement sur des produits similaires.• Quelques incidents connus en clientèle.	Occasionnel	7
<ul style="list-style-type: none">• Anomalie apparue rarement sur des produits similaires.• Très peu d'incidents connus en clientèle.	Rare	4
<ul style="list-style-type: none">• Anomalie pratiquement inexistante sur des produits similaires.• Aucun incident connu en clientèle.	Pratiquement inexistant	1

► 24

► 24

AMDEC PRODUIT - Occurrence ou Fréquence

Exemples de grille de cotation

Occurrence des causes "O "

Occurrence	Cotation
• Probabilité quasi certaine d'apparition	9 - 10
• Apparition déjà constatée de manière régulière	7 - 8
• Pouvant apparaître, ou déjà apparue	5 - 6
• Apparue rarement	3 - 4
• Jamais apparue, ou très rarement	1 - 2

► 25

► 25

AMDEC PRODUIT - Gravité (ou sévérité) des effets

➤ Gravité (ou sévérité) des effets

Hierarchisation des effets entre eux

Réponse à la question :
"Quelle est la gravité relative de cet effet ? "

↻

Pour commencer, il faudra attribuer une cotation de 1 à 10 à chaque effet listé :

10 si l'effet porte sur la sécurité.

1 si l'effet est sans aucune gravité.

► 26

► 26

AMDEC PRODUIT - Gravité (ou sévérité) des effets

Exemples de grille de cotation

Gravité "G "

Critères	Gravité	Notation
<ul style="list-style-type: none">• Coût de non qualité produit important.• Danger pour la vie des personnes.• Conséquence catastrophique pour l'utilisateur.	Catastrophique	10
<ul style="list-style-type: none">• Coût de non qualité produit significatif.• Tri en clientèle.• Forte gêne pour l'utilisateur	Majeur	7
<ul style="list-style-type: none">• Reprise ou rebut du produit.• Dégradation des performances du produit.• Légère gêne pour l'utilisateur	Mineur	4
<ul style="list-style-type: none">• Le client aval ne s'en aperçoit pas.	Infime	1

► 27

► 27

AMDEC PRODUIT - Gravité (ou sévérité) des effets

Exemples de grille de cotation

Gravité "G "

Effets client	Cotation
<ul style="list-style-type: none">• Problème de sécurité pour le client utilisateur final	10
<ul style="list-style-type: none">• Non-respect de la réglementation	9
<ul style="list-style-type: none">• Perte de fonction totale	7 - 8
<ul style="list-style-type: none">• Désagrément important perçu par l'utilisateur	5 - 6
<ul style="list-style-type: none">• Gêne perceptible par le client, mais sans désagrément trop important, la solution peut être trouvée rapidement	3 - 4
<ul style="list-style-type: none">• Faible gêne pour le client	2
<ul style="list-style-type: none">• Sans effet ou effet non perceptible par le client	1

► 28

► 28

AMDEC PRODUIT - Validation

➤ Validation

Probabilité de ne pas détecter la cause, avant que le plan du produit ne quitte la phase conception

Réponse à la question :
"Si la cause se manifeste, quelle est l'efficacité relative des actions de validation ? "

↻

Il faut coter ici l'efficacité du plan de validation prévu ou envisagé.

Pour commencer, il faudra attribuer une cotation de 1 à 10 à chaque action de validation :

10 s'il n'existe aucun moyen de détecter le problème pendant les tests de validation.

1 si la détection est certaine.

► 29

► 29

AMDEC PRODUIT - Validation

Exemples de grille de cotation

Validation "V"

Critères	Gravité	Notation
• Aucune démarche de validation n'est prévue	Inexistante	10
Les démarches de validation sont prévues mais : <ul style="list-style-type: none">• sur un échantillon insuffisant• dans des conditions fortement différentes de l'utilisation• avec des moyens de tests non performants	Peu pertinente	7
Les démarches de validation sont prévues mais : <ul style="list-style-type: none">• sur un échantillon insuffisant et/ou• dans des conditions légèrement différentes de l'utilisation	Insuffisamment importante	4
• Toutes les démarches de validation prévues au CdC sont faites et les résultats confirment les choix de conception	Très efficace	1

► 30

► 30

AMDEC PRODUIT - Validation

Exemples de grille de cotation

Validation "V"

Validation	Cotation
• Pas de tests, ni d'essais permettant la détection, ou point non détectable	9 - 10
• La détection est difficile	7 - 8
• Les tests et les essais planifiés ne garantissent pas la détection	5 - 6
• La détection par les tests et les essais planifiés n'est pas certaine	3 - 4
• Les tests et les essais planifiés permettront une détection certaine	1 - 2

Si les gravités et les occurrences sont faibles, il ne faut pas hésiter d'alléger les plans de validation.

► 31

► 31

AMDEC PRODUIT - Validation

Liens entre les cotations d'occurrence et de validation dans l'AMDEC produit

la cotation d'occurrence sera liée à l'efficacité des actions de validation effectuées

↓

☞ plus l'occurrence sera forte, plus la cotation de validation devra être faible,

☞ plus la cotation de validation deviendra faible, plus la cotation d'occurrence aura des chances d'être précise.

☞ et par voie de conséquence, cette cotation d'occurrence deviendra faible si le travail de validation est bien fait.

► 32

► 32


AMDEC PRODUIT - Indice de criticité "C"

➤ Indice de criticité "C" ou indice de priorité de risque "IPR"


C'est le produit des trois critères Occurrence, Gravité et Validation

C = IPR = O x G x V

Les valeurs d'IPR les plus élevées seront à traiter en priorité.



Le groupe AMDEC se fixe une note limite appelée SEUIL DE CRITICITE au-dessus de laquelle toute note est considérée comme critique et une action préventive/corrective est indispensable.



Certains clients préconisent des valeurs d'IPR au-dessus desquelles un action corrective est indispensable, 125 pour les uns, 100 pour d'autres, 90 quelques fois...

► 33


► 33


AMDEC PRODUIT - ACTIONS CORRECTIVES ET/OU PREVENTIVES


➤ ACTIONS CORRECTIVES ET/OU PREVENTIVES


Pour toutes les actions, il est indispensable de désigner **un service responsable** de son étude et/ou de sa mise en œuvre, une **personne responsable** et une **date** en terme d'objectifs à atteindre, afin de pouvoir suivre la **mise en place de cette action** et de **mesurer son état d'avancement**.

En résumé, il faut répondre aux questions :

 Qui ?

 Fait quoi ?

 Quand ?

 Avec quels moyens ?

► 34

► 34

(c) Harry RANAIVOARISON, FRAMATECH

17

AMDEC PRODUIT - ACTIONS CORRECTIVES ET/OU PREVENTIVES

Trois grands types d'actions sont à envisager suite à une AMDEC

1- la gravité est le critère le plus élevé des trois

Gravité égale à 10, on a une préoccupation en matière de sécurité pour le client

↓

☞ On doit impérativement décider si ce risque est inhérent au produit qu'on vient de concevoir.

☞ Il faut **l'accepter et l'identifier** pour que **les fabricants**, en particulier, **soient conscients de ce risque** et mettent tout en œuvre pour que **le problème n'apparaisse jamais**, et/ou **qu'il puisse être détecté** efficacement lors **des étapes de fabrication**.

☞ Si cette gravité doit **être diminuée** ou **éliminée** par une **re-conception** partielle, ou totale du produit, car le **risque est jugé totalement inacceptable**, l'information doit être remontée jusqu'au décideur de l'AMDEC produit (AMDEC est un outil d'aide à la décision).

On pourra aussi imaginer d'**agir sur la conception** du produit de manière à ce que **l'occurrence soit la plus faible possible**, dans le cas où il ne serait pas possible d'agir sur la gravité des effets.

►35

►35

AMDEC PRODUIT - ACTIONS CORRECTIVES ET/OU PREVENTIVES

Gravité élevée mais inférieure à 10, pas de préoccupation de sécurité

↓

☞ On doit faire le **rapport** entre le **risque pris** et les **moyens à mettre en œuvre** pour **diminuer** ce risque

☞ Suffit-il d'avoir une **occurrence faible**, ou bien est-il plus intéressant **de travailler pour diminuer la gravité** en re-concevant, tout ou partie du produit ?

►36

►36

AMDEC PRODUIT - ACTIONS CORRECTIVES ET/OU PREVENTIVES

2- l'occurrence est le critère le plus élevé des trois

Si l'occurrence est forte, la probabilité d'apparition du mode de défaillance est quasi certaine

☞ il faut agir pour diminuer la probabilité d'apparition en intervenant sur les causes possibles identifiées,
(seules les actions préventives permettront de diminuer l'occurrence)

↓

Il s'agira, dans la majorité des cas, d'un effort supplémentaire sur la conception du produit.

► 37

► 37

AMDEC PRODUIT - ACTIONS CORRECTIVES ET/OU PREVENTIVES

3- la validation est le critère le plus élevé des trois

☒ Si la gravité et l'occurrence sont faibles, on a raison d'en faire le moins possible en matière de validation pour des raisons économiques

☒ Si la gravité est relativement élevée, il faut faire le rapport entre le risque pris et le coût de validation.

↻ On sera, éventuellement, amené à modifier la conception.

↓

Le décideur devra choisir avec les éléments que le groupe AMDEC lui fournira pour l'aider à décider

► 38

► 38

AMDEC PRODUIT - ACTIONS CORRECTIVES ET/OU PREVENTIVES

⊠

Si l'occurrence est relativement élevé, là encore il faudra faire le rapport entre :

• le coût et l'efficacité d'une action de validation supplémentaire

et

• le coût et l'efficacité de la mise en place de mesures préventives,

↪

L'idéal étant la 2^{ème} solution, mais peut être pas à n'importe quel prix.

Là encore une re-conception même partielle peut s'imposer,

↓

le décideur de l'étude choisira grâce aux éléments fournis par le groupe AMDEC.

► 39

► 39

AMDEC PRODUIT - ACTIONS CORRECTIVES ET/OU PREVENTIVES

La logique du travail sur les IPR

Sélectionner les IPR les plus élevés

Analyser les cotations
Gravité, Occurrence, Validation

Choisir des actions pour diminuer
la ou les cotation(s) les plus élevée(s)

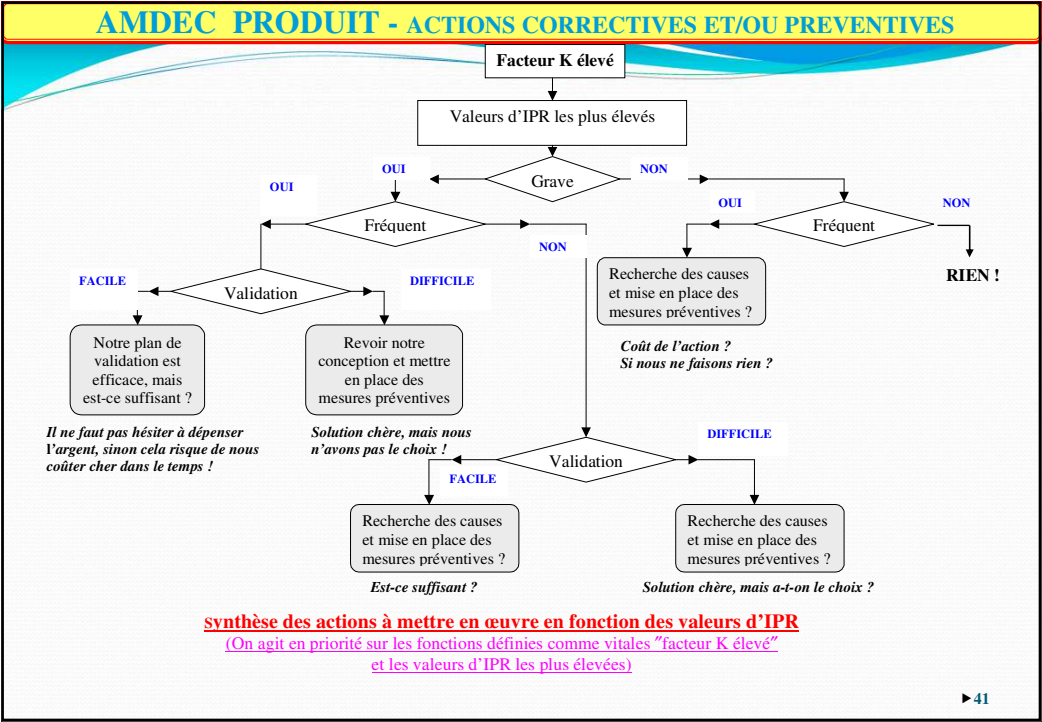
Faire une nouvelle cotation
Gravité, Occurrence, Validation

Recalculer l'IPR prévisionnel

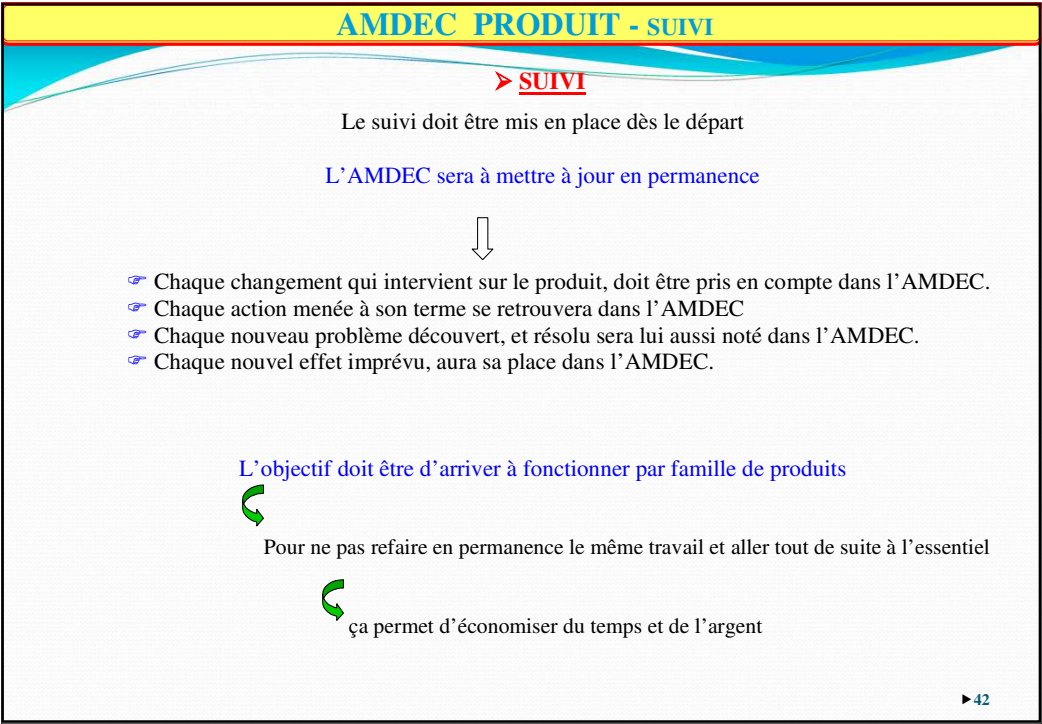
Continuer sur l'IPR suivant si le résultat est,
Provisoirement, satisfaisant

► 40

► 40



► 41



► 42

AMDEC PRODUIT - SUIVI

Exercice : *Compléter la grille AMDEC dans la situation de vie normale d'un rasoir

[illegible]

▶ 43

▶ 43