



LA METHODOLOGIE AMDEC

1. L'ANALYSE FONCTIONNELLE

Définition

Le système dont on étudie les défaillances doit d'abord être "décortiqué".

A quoi sert-il ? Quelles fonctions doit-il remplir ? Comment fonctionne-t-il ?

L'analyse fonctionnelle doit répondre à ces questions, de façon rigoureuse.

Le système est analysé sous ses aspects :

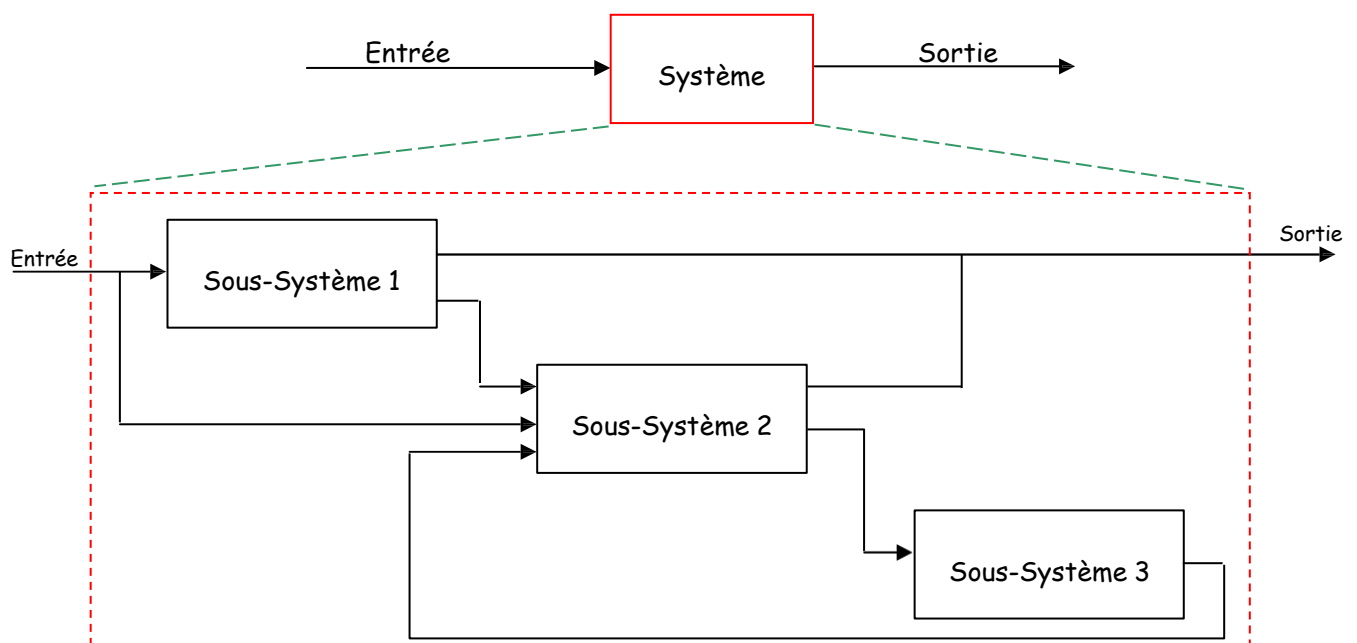
- externes : relations avec le milieu extérieur (qu'est ce qui rentre, qu'est ce qui sort, ...)
- internes : analyse des flux et des activités au sein du procédé ou de la machine

Les différentes techniques d'analyse fonctionnelle sont citées mais non développées dans la suite de ce document.

Outils

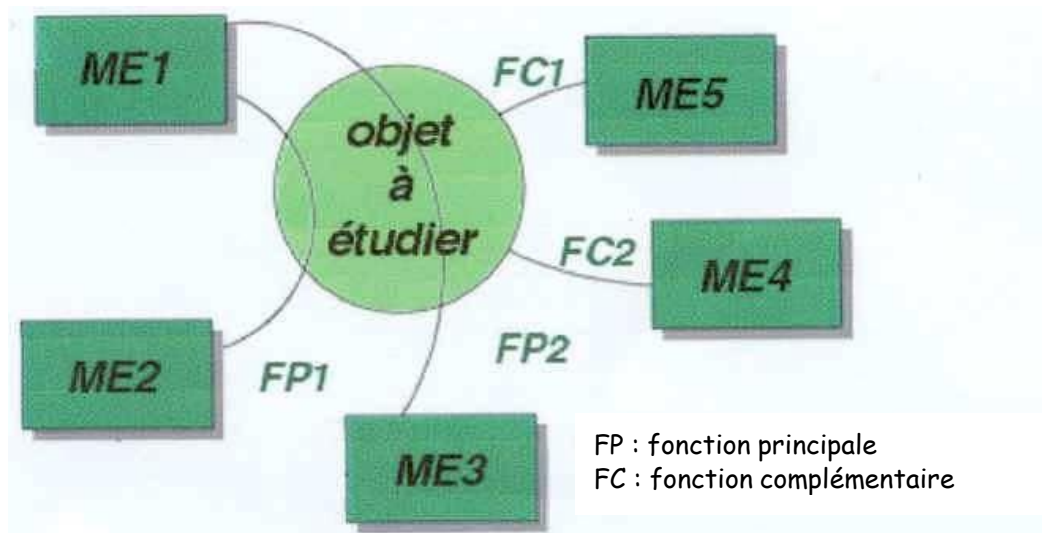
- l'analyse descendante

Tout problème peut être décomposé en sous-problèmes plus simples : on résout plusieurs petits problèmes plutôt qu'un gros.



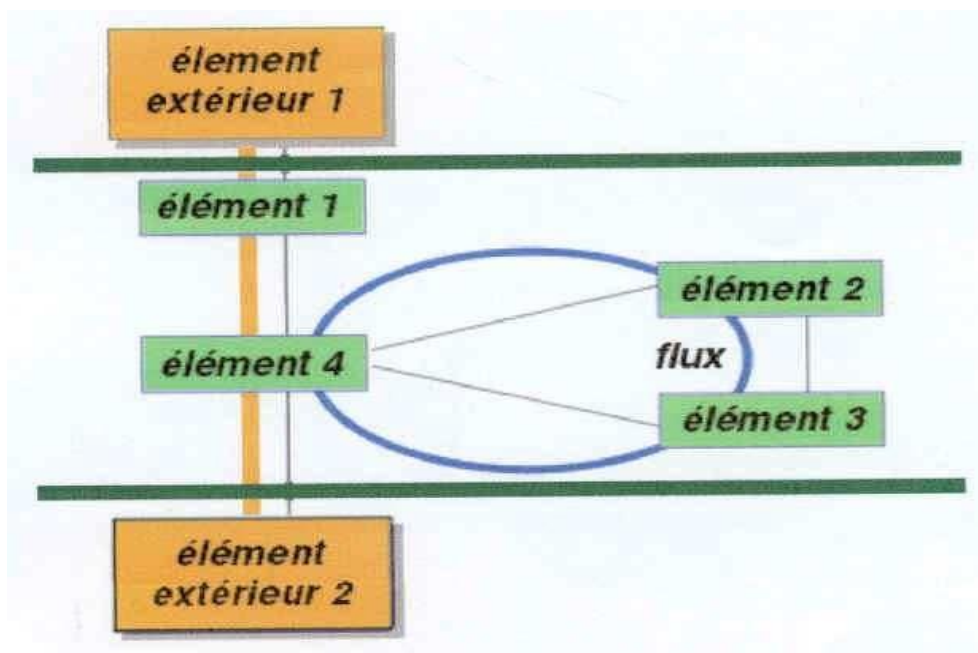
- la méthode de la pieuvre

elle est utilisée principalement pour décrire les relations du système avec le milieu extérieur



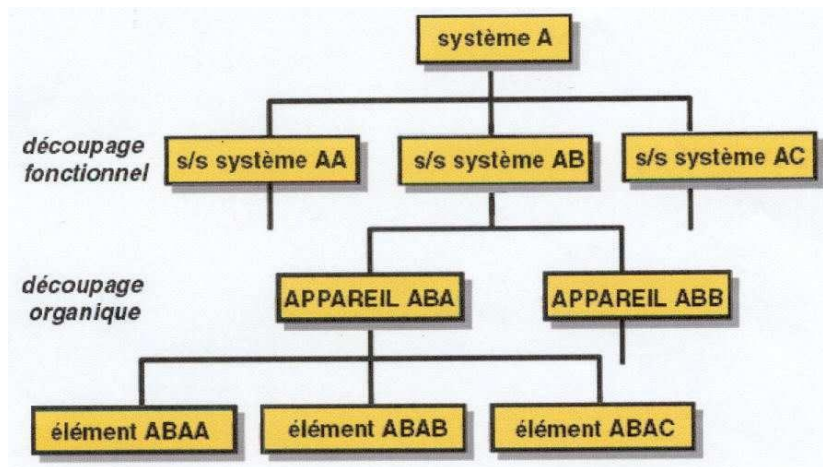
- les diagrammes de flux

méthode plus appropriée pour l'analyse interne



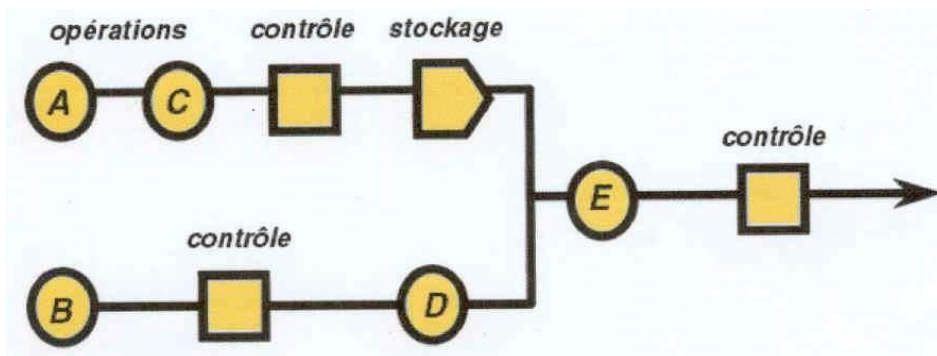
- l'arborescence

méthode utilisée pour décrire la structure matérielle d'une machine (analyse structurelle)



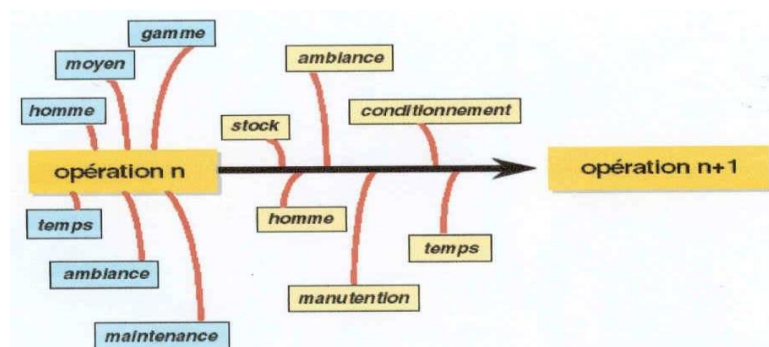
- le diagramme processus

méthode utilisée pour décrire la structure séquentielle d'un procédé



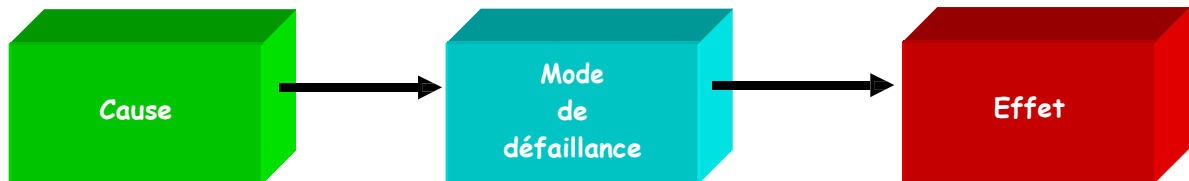
- influence de l'environnement sur le procédé

détail du diagramme précédent indiquant entre 2 étapes l'influence du moyen de production, de l'homme, de l'ambiance, de la maintenance, des gammes de fabrication, ...



2. L'ANALYSE DES DEFAILLANCES

Il s'agit d'identifier les schémas du type :



Le mode de défaillance

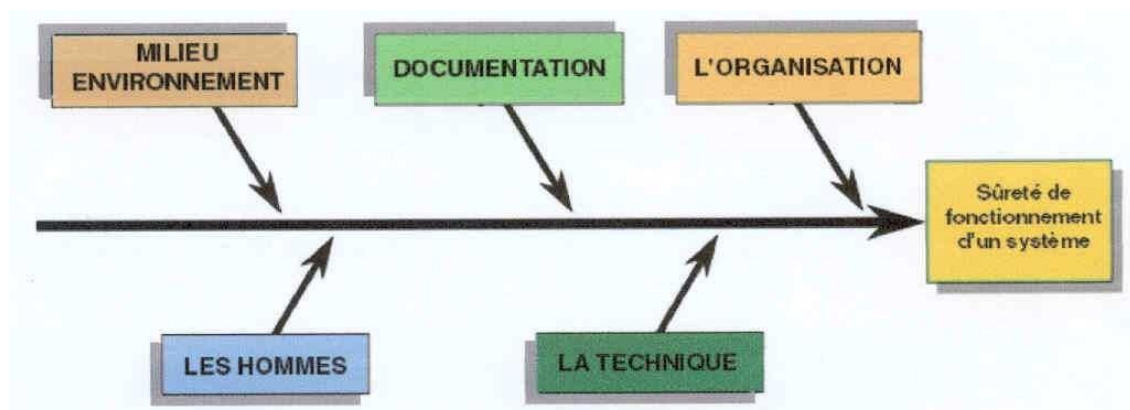
Il concerne la fonction et exprime de quelle manière cette fonction ne fait plus ce qu'elle est sensée faire. L'analyse fonctionnelle recense les fonctions, l'AMDEC envisage pour chacune d'entre-elles sa façon (ou ses façons car il peut y en avoir plusieurs) de ne plus se comporter correctement.

La cause

C'est l'anomalie qui conduit au mode de défaillance.

La défaillance est un écart par rapport à la norme de fonctionnement.

Les causes trouvent leurs sources dans cinq grandes familles. On en fait l'inventaire dans des diagrammes dits "diagrammes de causes à effets"



Chaque famille peut à son tour être décomposée en sous-famille

Un mode de défaillance peut résulter de la combinaison de plusieurs causes

Une cause peut être à l'origine de plusieurs modes de défaillances

L'effet

L'effet concrétise la conséquence du mode de défaillance.

Il dépend du point de vue AMDEC que l'on adopte :

- effets sur la qualité du produit (AMDEC procédé)
- effets sur la productivité (AMDEC machine)
- effets sur la sécurité (AMDEC sécurité)

Un effet peut lui-même devenir la cause d'un autre mode de défaillance

La synthèse (grille AMDEC)

La grille est le support de discussion du groupe ainsi que le document rédigé par l'animateur.

Élément	Fonction	Mode	Cause	Effet	Evaluation	Détection	Action

L'élément indique la partie du procédé (ou de la machine) qui est concerné

La fonction est celle à laquelle cet élément participe

L'évaluation consiste à noter et hiérarchiser les chaînes cause / mode / effet (voir chapitre 6)

La détection explique comment on prend conscience du problème

L'action est la solution envisagée pour remédier au problème

3. L'EVALUATION

L'évaluation se fait selon 3 critères principaux :

- la gravité
- la fréquence
- la non-détection

Ces critères ne sont pas limitatifs, le groupe de travail peut en définir d'autres plus judicieux par rapport au problème traité.

Chaque critère est évalué dans une plage de notes.
Cette plage est déterminée par le groupe de travail.

Exemple : de 1 à 4
de 1 à 10

Plus la note est élevée, plus sa sévérité est grande.

Une plage d'évaluation large oblige à plus de finesse dans l'analyse, ce qui peut donner lieu à des controverses au sein du groupe.

Le nombre de niveaux d'évaluation doit être pair pour éviter le compromis moyen systématique sur une note centrale (exemple : éviter les plages telles que 1 à 5 car la note 3 aura tendance à être adoptée trop souvent au titre du compromis)

La gravité

Elle exprime l'importance de l'effet sur la qualité du produit (AMDEC procédé) ou sur la productivité (AMDEC machine) ou sur la sécurité (AMDEC sécurité).

Le groupe doit décider de la manière de mesurer l'effet.

exemple :

effet sur la dimension d'un produit :

note 1 :	écart inférieur à 0,5%
note 2 :	écart inférieur à 1%
note 3 :	écart inférieur à 5%
note 4 :	écart supérieur à 5%

effet sur le temps d'arrêt de production

note 1 :	inférieur à 4 heures
note 2 :	inférieur à 24 heures
note 3 :	inférieur à 1 semaine
note 4 :	supérieur à une semaine

La fréquence

On estime la période à laquelle la défaillance est susceptible de se reproduire

exemple :

- note 1 : moins d'une fois par an
- note 2 : moins d'une fois par mois
- note 3 : moins d'une fois par semaine
- note 4 : plus d'une fois par semaine

La non-détection

Elle exprime l'efficacité du système permettant de détecter le problème

exemple :

- note 1 : détection efficace permettant une action préventive
- note 2 : système présentant des risques de non-détection dans certains cas
- note 3 : système de détection peu fiable
- note 4 : aucune détection

La criticité

Lorsque les 3 critères ont été évalués dans une ligne de la synthèse AMDEC, on fait le produit des 3 notes obtenues pour calculer la criticité.

$$C = G * F * N$$

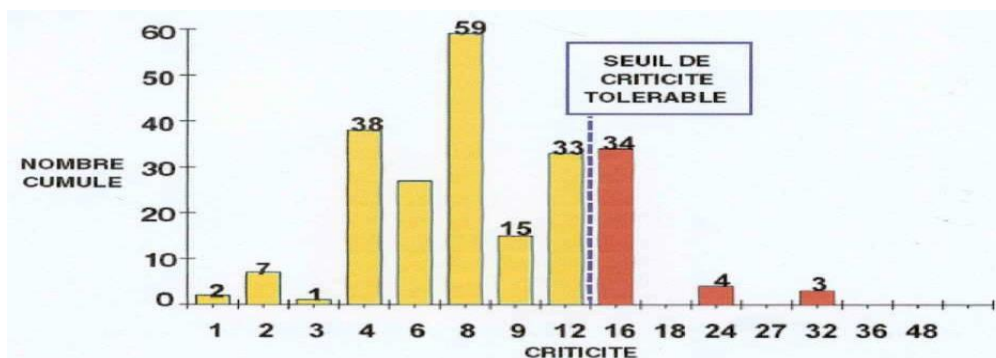
↙
↑
↑
↑

criticité gravité fréquence non-détection

Le groupe de travail doit alors décider d'un seuil de criticité.

Au delà de ce seuil, l'effet de la défaillance n'est pas supportable. Une action est nécessaire.

Un histogramme permet de visualiser les résultats.



4. LES ACTIONS

La finalité de l'analyse AMDEC, après la mise en évidence des défaillances critiques, est de définir des actions de nature à traiter le problème identifié.

Les actions sont de 3 types :

Actions préventives : on agit pour prévenir la défaillance avant qu'elle ne se produise, pour l'empêcher de se produire. Ces actions sont planifiées. La période d'application d'une action résulte de l'évaluation de la fréquence.

Actions correctives : lorsque le problème n'est pas considéré comme critique, on agit au moment où il se présente. L'action doit alors être la plus courte possible pour une remise aux normes rapide.

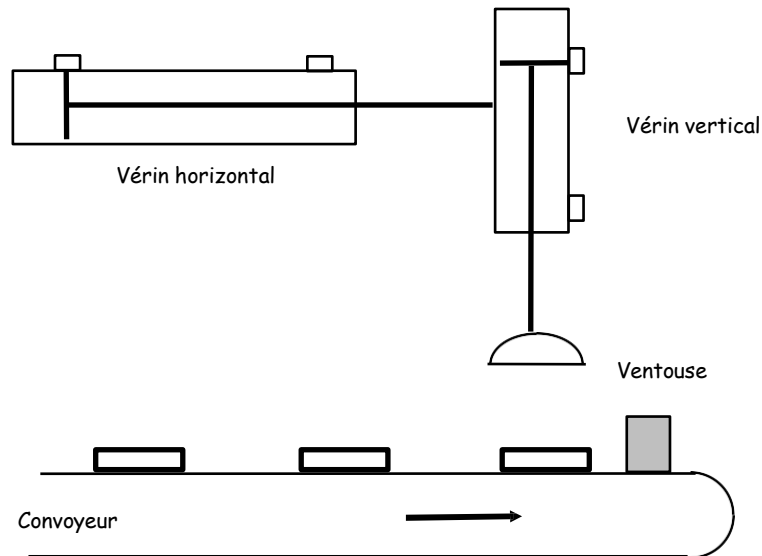
Actions amélioratives : il s'agit en général de modifications de procédé ou de modifications technologiques du moyen de production destinées à faire disparaître totalement le problème. Le coût de ce type d'action n'est pas négligeable et on le traite comme un investissement.

Les actions, pour être efficaces, doivent faire l'objet d'un suivi :

- plan d'action
- désignation d'un responsable de l'action
- détermination d'un délai
- détermination d'un budget
- révision de l'évaluation après mise en place de l'action et retours des résultats

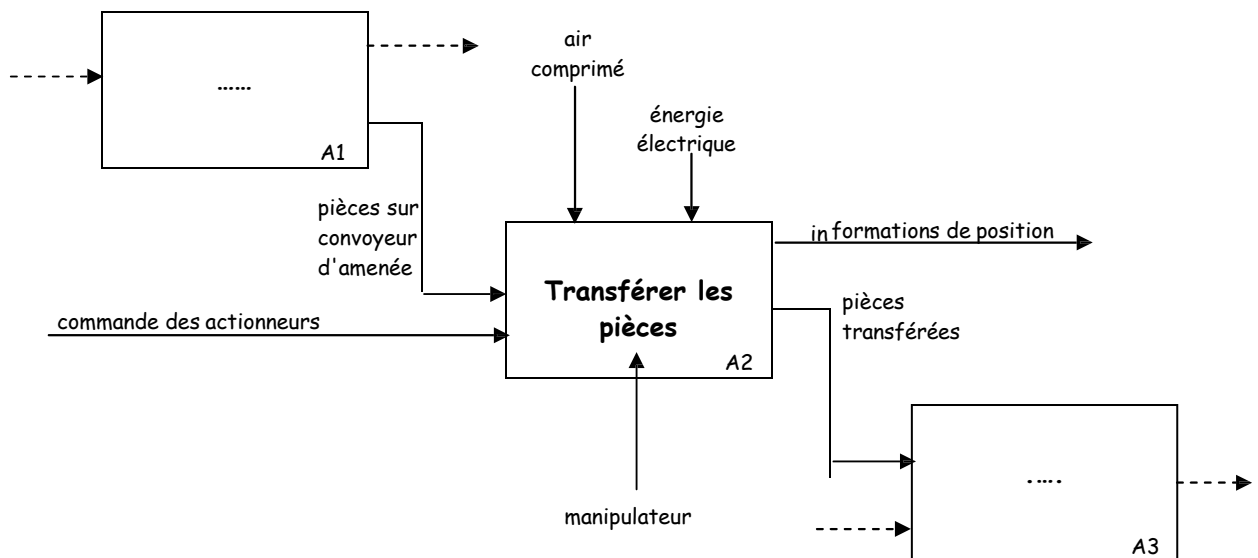
5. EXEMPLE

On considère une fonction de transfert de pièces réalisée par un manipulateur pneumatique. Cette fonction est elle-même intégrée dans une fonction de production.



Analyse fonctionnelle descendante

niveau 0



La fonction A2 "Transférer les pièces" peut elle-même être décomposée en sous fonctions

Analyse structurelle

La référence à un dossier technique (électrique, pneumatique, mécanique) est nécessaire.

Manipulateur	Unité verticale (la commande de ce vérin est monostable)	Distributeur électropneumatique de montée Tubes Vérin Limiteurs de débit Capteur vérin haut Capteur vérin bas
	Unité horizontale (la commande de ce vérin est bistable)	Distributeur électropneumatique de sortie Distributeur électropneumatique de rentrée Tubes Vérin Limiteurs de débit Capteur vérin rentré Capteur vérin sorti
	Aspiration (l'aspiration n'est pas contrôlée)	Distributeur électropneumatique d'aspiration Tubes Venturi Ventouse

Remarque : pour que l'analyse soit complète, il faudrait y intégrer toute l'interface électrique entre le manipulateur et l'automate programmable : entrées et sorties automate, liaisons filaires, bornes, relais de commande

Dans l'exemple on se limitera au matériels listés ci-dessus

On peut imaginer que l'automate sache détecter un dysfonctionnement des capteurs et l'opérateur peut alors passer en mode dégradé en basculant un commutateur. Dans ce mode dégradé, l'état des capteurs est ignoré et ce sont des temporisations qui gouvernent le cycle.

Définition des critères

Les critères ci-après répondent à une AMDEC de type machine orientée maintenance

La gravité

- note 1 : arrêt production inférieur à 1 heure
- note 2 : arrêt production inférieur à 4 heures
- note 3 : arrêt production inférieur à 1 jour
- note 4 : arrêt production supérieur à 1 jour

La fréquence

- note 1 : moins d'une fois par an
- note 2 : moins d'une fois par mois
- note 3 : moins d'une fois par semaine
- note 4 : plus d'une fois par semaine

La non-détection

- note 1 : détection efficace permettant une action préventive
- note 2 : système présentant des risques de non-détection dans certains cas
- note 3 : système de détection peu fiable
- note 4 : aucune détection

La criticité

$$C = G * F * N$$

Le seuil de criticité est fixé à

8

Fonction	Matériel ou sous-ensemble	Mode de défaillance	Cause	Effet	G	F	D	C	Détection	Action
Transférer les pièces	Distributeurs électropneumatiques	Le distributeur ne bascule pas quand il est commandé	Bobine grillée	Cycle bloqué	1	2	3	6	Alarme automate	
			Mauvaise connexion		1	1	3	6	Alarme automate	
			Tiroir bloqué		1	1	3	3	Alarme automate	
	Tubes	L'air passe mal	Rupture ou pliure	Cycle ralenti	1	1	4	4	Visuel	
	Vérins (vertical et horizontal)	Le vérin ne bouge pas ou très lentement	Vérin grippé	Cycle ralenti	2	2	4	16	Visuel	Contrôle périodique
			Vérin usé (perte d'étanchéité)		2	2	4	16	Visuel	Contrôle périodique
	Limiteurs de débit	L'air passe mal	Limiteur bouché ou mal réglé	Cycle ralenti	1	1	4	4	Visuel	
		Le débit n'est pas réduit	Mal réglé	Course du vérin trop rapide	1	1	4	4	Visuel	
	Capteurs	Non détection de la position	Mauvais réglage	Cycle bloqué Marche dégradée	1	3	2	6	Alarme automate	
			Capteur grillé		1	3	2	6	Alarme automate	
			Mauvaise connexion		1	1	2	2	Alarme automate	
		Détection permanente	Capteur en court-circuit	Cycle désordonné	3	2	4	24	Visuel	Contrôle par automate
	Ventouse	Pas d'aspiration	Vent. bouchée	Pas de transfert	1	3	4	12	Visuel	Contrôle périodique
			Vent. usée	Pas de transfert	1	1	4	4	Visuel	
	Venturi	Pas d'aspiration	Encrassement	Pas de transfert	1	2	4	8	Visuel	