

# *La gestion de maintenance*

## **1 - INTRODUCTION À LA GESTION DE MAINTENANCE : \_\_\_\_\_ 6**

**1.1 : Quels sont les objectifs du cours de Gestion de Maintenance ? \_\_\_\_\_ 6**

**1.2 : Préambule : \_\_\_\_\_ 6**

**1.3 : Définition de la maintenance : \_\_\_\_\_ 7**

**1-4 : Maîtrise au maximum des événements : \_\_\_\_\_ 7**

1.4.1 : Quand nous décidons d'entretenir un véhicule, quel est le pourcentage d'événements subis et d'événements maîtrisés ? \_\_\_\_\_ 8

1.4.2 : Étude des critères de choix \_\_\_\_\_ 8

**1.5 : Un peu d'histoire : \_\_\_\_\_ 9**

**1.6 : Quelques remarques : \_\_\_\_\_ 9**

## **2 - TYPOLOGIE DE LA MAINTENANCE \_\_\_\_\_ 10**

**2.1 : Différents types de mce : \_\_\_\_\_ 11**

**2.2 : Arborescence des différents types de maintenance : \_\_\_\_\_ 12**

**2.4 : La complémentarité des maintenances correctives et préventives : \_\_\_\_\_ 13**

**2.5 : Les niveaux de maintenance : \_\_\_\_\_ 14**

**2.5 : Les 3 fonctions de la maintenance : \_\_\_\_\_ 15**

**2.6 : En guise de conclusion partielle : \_\_\_\_\_ 15**

## **3 - DÉTERMINATION DES ACTIONS PRIORITAIRES : \_\_\_\_\_ 15**

**3.1 : Méthode ABC : \_\_\_\_\_ 15**

3.1.1 : Visualisation de la courbe : voir ci-dessus \_\_\_\_\_ 16

3.1.2 : Exploitation de la courbe : \_\_\_\_\_ 16

3.1.3 : Cas particulier de courbes : \_\_\_\_\_ 16

3.1.4 : Méthodologie : \_\_\_\_\_ 16

3.1.5 : Exercice : \_\_\_\_\_ 17

**3.2 : Diagramme de Paréto : \_\_\_\_\_ 20**

3.2.1 : Introduction : \_\_\_\_\_ 20

3.2.2 : Méthodologie : \_\_\_\_\_ 20

3.2.3 : Exemple : \_\_\_\_\_ 20

## **4 - IMPORTANCE DE L'HISTORIQUE : \_\_\_\_\_ 22**

**4.1 : Base de temps : \_\_\_\_\_ 22**

**4.2 : Constitution de l'inventaire du parc matériel : \_\_\_\_\_ 22**

4.2.1 : Liste du matériel : \_\_\_\_\_ 22

4.2.2 : Documentation & Outillage : \_\_\_\_\_ 23

4.2.3 : Constitution d'un historique : \_\_\_\_\_ 23

4.2.4 : En guise de conclusion partiel : \_\_\_\_\_ 24

**4.3 : Exploitation des historiques : \_\_\_\_\_ 24**

4.3.1 : Exploitation en Fiabilité : \_\_\_\_\_ 24

4.3.2 : Exploitation en Disponibilité : \_\_\_\_\_ 24

4.3.3 : Exploitation en méthodes : \_\_\_\_\_ 24

4.3.4 : Exploitation en gestion de stock : \_\_\_\_\_ 24

4.3.5 : Exploitation en politique de maintenance : \_\_\_\_\_ 24

## **5 - COMPORTEMENT DU MATÉRIEL : \_\_\_\_\_ 25**

**5.1 : Etude des défaillances : \_\_\_\_\_ 25**

5.1.1 : Définition : \_\_\_\_\_ 25

5.1.2 : Connaissance d'une défaillance : \_\_\_\_\_ 25

5.1.2.1 : Etat d'un système : \_\_\_\_\_ 25

5.1.2.2 : Analyse d'une défaillance : \_\_\_\_\_ 26

5.1.2.3 : Hiérarchisation des défaillances : \_\_\_\_\_ 26

5.1.3 : Evolution d'une défaillance : \_\_\_\_\_ 27

5.1.3.1 : Vitesse de propagation : \_\_\_\_\_ 27

5.1.3.2 : Processus d'évolution : \_\_\_\_\_ 27

5.1.4 : Principaux modes de défaillance : \_\_\_\_\_ 27

**5.2 : Le taux de défaillance :  $\lambda$  : \_\_\_\_\_ 28**

5.2.1 : Définition : \_\_\_\_\_ 28

5.2.2 : Durée de vie d'un équipement : \_\_\_\_\_ 28

5.2.3 : Calcul du taux de défaillance : \_\_\_\_\_ 30

**5.3 : Durée de vie d'un matériel : \_\_\_\_\_ 31**

5.3.2 : Durabilité : \_\_\_\_\_ 31

5.3.1 : Outil d'aide à la décision : Le Tableau d'Actuariat : \_\_\_\_\_ 32

5.3.3 : Coût de possession d'un équipement : Le LCC et son utilisation \_\_\_\_\_ 45

## **6 : COÛTS DE DÉFAILLANCE : \_\_\_\_\_ 48**

**6.1 : DÉCOMPOSITION DES COÛTS : \_\_\_\_\_ 49**

6.1.1 : COÛTS DE MAINTENANCE : \_\_\_\_\_ 49

6.1.2 : COÛTS DE PERTE DE PRODUCTION : \_\_\_\_\_ 50

6.1.3 : COÛT DE DÉFAILLANCE : \_\_\_\_\_ 50

**6.2 : EXEMPLE D'UN CLIENT PARTICULIER : TAXI \_\_\_\_\_ 51**

**6.3. : ÉTUDE DE CAS D'UN CAMION FRIGORIFIQUE: \_\_\_\_\_ 52**

**6.4. : Conclusion partielle : \_\_\_\_\_ 53**

**6.5 : Association des coûts de maintenance et de l'actuariat : \_\_\_\_\_ 53**

**6.6 : Conclusion : \_\_\_\_\_ 54**

## **7 : LA FONCTION ORDONNANCEMENT : \_\_\_\_\_ 55**

**71 : MISSION : \_\_\_\_\_ 55**

**72 : PAR QUI ? : \_\_\_\_\_ 55**

721 : Atelier concession : \_\_\_\_\_ 55

722 : Service de Maintenance de flotte de véhicules : \_\_\_\_\_ 55

**73 : POURQUOI : \_\_\_\_\_ 55**

731 : Atelier concession : \_\_\_\_\_ 56

732 : Service de Maintenance de flotte de véhicules : \_\_\_\_\_ 56

**74 : VOCABULAIRE INDISPENSABLE : \_\_\_\_\_ 56**

741 : Fonction Méthode : \_\_\_\_\_ 56

742 : Fonction Ordonnancement : \_\_\_\_\_ 56

|                                                                                                |           |                                                                                          |           |
|------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| 743 : Fonction Réalisation :                                                                   | 57        | 8.4.1 : Analyse fonctionnelle :                                                          | 83        |
| 744 : Notion de charge et de capacité de charge :                                              | 57        | 8.4.2 : Méthode apte ou diagramme pieuvre :                                              | 83        |
| 745 : Capacité réelle :                                                                        | 57        | 8.4.3 : Diagramme FAST :                                                                 | 84        |
| 746 : Notion de tâche :                                                                        | 57        | 8.4.4 : Analyse de la valeur :                                                           | 84        |
| 747 : Sur-charge et Sous-charge :                                                              | 57        | 8.4.5 : Méthode AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances et de leurs Effets Critiques : | 85        |
| 748 : Chemin critique :                                                                        | 58        | 8.4.6 : Arbres de défaillances :                                                         | 86        |
| 749 : Délai :                                                                                  | 58        |                                                                                          |           |
| <b>75 : PAR QUELS MOYENS :</b>                                                                 | <b>58</b> | <b>8.5 : Graphes utilisés pour la gestion des projets :</b>                              | <b>87</b> |
| 751 : Les plannings :                                                                          | 58        | 8.5.1 : P.E.R.T. :                                                                       | 87        |
| 752 : Les graphes de Gantt :                                                                   | 62        | 8.5.2 : Graphe de Gantt :                                                                | 87        |
| 753 : La méthode PERT : Program Evaluation and Review Technic .                                | 63        | 8.5.3 : Diagramme Pareto ou méthode ABC :                                                | 87        |
| 7531 : Méthodologie :                                                                          | 63        | 8.5.4 : Diagramme Ichikawa ou Diagramme en arêtes de poisson :                           | 88        |
| 7532 : Glossaire :                                                                             | 63        | 8.5.5 : Diagramme d'Euler – Venn :                                                       | 88        |
| 7533 : Recherche du réseau :                                                                   | 64        | 8.5.6 : Les axes de notation :                                                           | 89        |
| 7534 : Etablissement du calendrier d'exécution :                                               | 65        | 8.5.7 : Cartes de contrôle :                                                             | 90        |
| 7535 : Les tableaux de charge :                                                                | 66        |                                                                                          |           |
| <b>76 : CRITIQUES DES METHODES D'ORDONNANCEMENT:</b>                                           | <b>67</b> | <b>Méthode de choix d'un projet ou d'un produit :</b>                                    | <b>91</b> |
| <b>77 : LIMITES DE L'ORDONNANCEMENT :</b>                                                      | <b>67</b> | QQOCCP :                                                                                 | 91        |
| <b>8 - NOTIONS SUR LA QUALITE :</b>                                                            | <b>71</b> | 8.6.2 : Les 5M :                                                                         | 91        |
| 8.1 : Généralités :                                                                            | 71        | 8.6.3 : Le brain storming ou remue méninges :                                            | 92        |
| 8.1.1 : Définition :                                                                           | 71        | 8.6.4 : Le vote pondéré :                                                                | 92        |
| 8.1.2 : Qui s'occupe de la qualité :                                                           | 72        | 8.6.5 : L'analyse multi-critères :                                                       | 93        |
| 8.1.3 : Le diagnostic qualité ou l'audit qualité : (sensiblement équivalent, voir définitions) | 73        |                                                                                          |           |
| 8.1.4 : La mise en place :                                                                     | 75        | <b>8.7 : Synthèse d'une partie de ces outils dans la démarche de projet :</b>            | <b>93</b> |
| 8.1.5 : La prévention de la qualité :                                                          | 75        | <b>8.8 : Graphiques :</b>                                                                | <b>94</b> |
| 8.1.6 : Le coût de la non-qualité :                                                            | 75        | <b>8.9 : Contre exemple de graphique inutilisables :</b>                                 | <b>95</b> |
| 8.1.7 : Indicateur de qualité :                                                                | 75        | <b>8.10 : En guise de conclusion :</b>                                                   | <b>96</b> |
| <b>8.2 : Norme de qualité :</b>                                                                | <b>76</b> | <b>10 – ATELIER &amp; RECEPTION:</b>                                                     | <b>97</b> |
| <b>8.3 : Les outils méthodologiques :</b>                                                      | <b>76</b> | 9.1 : Atelier : Comment l'aménager... :                                                  | 97        |
| <b>8.4 : Et après ?</b>                                                                        | <b>77</b> | 9.2 : La réception dans un garage :                                                      | 97        |
| <b>8.5 : La qualité en Garage :</b>                                                            | <b>77</b> |                                                                                          |           |
| <b>8.6 : En guise de Conclusion :</b>                                                          | <b>79</b> |                                                                                          |           |
| <b>9 - NOTIONS DE PROJET:</b>                                                                  | <b>80</b> |                                                                                          |           |
| 8.1 : Démarche de projet :                                                                     | 80        |                                                                                          |           |
| 8.1.1 : Phase initiale – Définition du besoin :                                                | 80        |                                                                                          |           |
| 8.1.2 : Conceptualisation – Phase de créativité :                                              | 80        |                                                                                          |           |
| 8.1.3 : Avant-projet – Phase de développement :                                                | 81        |                                                                                          |           |
| 8.1.4 : Phase de développement :                                                               | 81        |                                                                                          |           |
| <b>8.2 : Notion de produit :</b>                                                               | <b>81</b> |                                                                                          |           |
| <b>8.3 : Notion de cahier des charges :</b>                                                    | <b>82</b> |                                                                                          |           |
| 8.3.1 : Rôle du Cahier des Charges :                                                           | 82        |                                                                                          |           |
| 8.3.2 : Composition du cahier des charges :                                                    | 82        |                                                                                          |           |
| 8.3.3 : Processus d'élaboration du CdC : voir graphique ci-contre.                             | 83        |                                                                                          |           |
| 8.3.4 : Cadre du cahier des charges : les acteurs :                                            | 83        |                                                                                          |           |
| <b>8.4 : Fonctions d'un produit ou d'un service :</b>                                          | <b>83</b> |                                                                                          |           |

## Gestion de Maintenance :

### A - BUT :

Il s'agit de donner à l'étudiant les outils méthodologiques et cognitifs nécessaires à l'appropriation des compétences du référentiel du diplôme. Le cadre d'emploi et les limites d'utilisation de ces outils méthodologiques doivent être définis par l'équipe pédagogique de l'établissement de formation.

### B - Méthodologie :

Dans la mesure du possible l'enseignant s'appuiera sur des situations réelles tirées de l'environnement industriel de l'établissement de formation.

Il y a lieu de montrer que l'amélioration de la qualité totale diminue les coûts d'exploitation. L'optimisation de la maintenance est un élément clé de la compétitivité de l'entreprise.

Toute activité de maintenance doit se solder par un bilan financier positif.

Cet enseignement sera dispensé dans le cadre des travaux pratiques d'atelier. L'horaire global, réparti sur les deux années sera de l'ordre de 60h.

### C - Programme associés aux compétences :

#### 1 - Compétences

##### 1.1 La disponibilité d'un véhicule

- les défaillances (norme X60010)
- le taux de défaillance et la courbe en « baignoire »
- la dégradation : l'usure, courbe d'usure, la corrosion, la fatigue.

##### 1.2 Les composantes de la disponibilité :

- la fiabilité,
- la maintenabilité,
- prise en compte des conditions d'utilisation des matériels : conditions hivernales,...

##### 1.3 L'organisation des suivis statistiques des incidents

- les lois d'échantillonnage.

##### 1.4 Étude statistique de la fiabilité d'un organe

- déf. d'une périodicité de changement systématique,
- les conséquences sur la gestion des stocks.

#### 2 - Compétence

##### 2.1 Les différentes méthodes de maintenance (X60 010) :

- maintenance corrective
- maintenance préventive : systématique & conditionnelle

##### 2.2 Les outils d'analyse et de mesure qui conduisent à mettre en place et optimiser une stratégie de maintenance préventive :

- demande d'intervention : interprétation de la demande client,

- compte rendu d'intervention, fiches de suivi, fiches d'expertises,
- élaboration de documents de suivi de véhicule permettant de constituer le dossier historique,
- prélèvement automatique d'informations sur l'état de fonctionnement d'un organe, détermination des grandeurs significatives, installation de capteurs, chaînes de mesure.

##### 2.3 L'analyse des informations techniques et économiques :

- dossier historique (modifications, interventions réalisées, expertises ),
- dossier technique,
- dossier de suivi des coûts,
- loi de Pareto
- utilisation d'un logiciel de gestion de maintenance

##### 2.4 Les conclusions associées

- les actions de maintenance correctives et l'amélioration de la maintenabilité,
- les changements systématiques et le suivi du paramètre définissant la périodicité,
- les changements conditionnels et le suivi de l'indicateur d'usure ou de fatigue,
- les actions d'amélioration de la fiabilité
- les systèmes experts : participer à la création d'une base de faits et d'une base de données.

#### 3 - Compétence

Les coûts spécifiques de la maintenance (NF X60 020)

- analyse des charges fixes et variables
- les coûts de maintenance et leur suivi
- les coûts de non-maintenance,
- les coûts d'indisponibilité d'un véhicule,
- les conséquences des coûts sur l'optimisation de la maintenance,
- les conséquences des coûts sur la politique d'achat,
- notions sur le suivi économique d'un cycle de vie d'un matériel
- l'établissement d'un devis : réparation, échange standard.

#### 4 - Compétence

L'ordonnement de l'activité de maintenance

- préparation des travaux de maintenance en fonction de leur durée et de coût,
- notion sur le réseau PERT
- le diagramme de GANTT
- les tableaux de charges - capacités,
- le lissage des charges.

#### 5 - Compétence

La gestion de stock

- les différentes catégories d'articles,
- définition des paramètres de gestion : stock mini, stock de sécurité, quantité économique,...
- l'approvisionnement,

<http://www.ista.ma>

- le coût de stockage et d'approvisionnement (coût de passation, coût de possession, coût de pénurie).

## **1 - INTRODUCTION À LA GESTION DE MAINTENANCE :**

### **1.1 : Quels sont les objectifs du cours de Gestion de Maintenance ?**

Au regard des débouchés du TSDEE, on se rend compte que l'ensemble des élèves issus du DEE sont confrontés de près ou de loin à la Gestion de Maintenance. Que ce soit en "garage", à l'usine de production ou de mise au point de moteurs, en passant par les flottes de véhicules (VL, utilitaires ou Poids- lourds) ou dans les réparations rapides (Feux Vert, Norauto, Middas...) dans tous les secteurs de l'automobile, la gestion de maintenance est présente. Beaucoup de personnes, en place dans ces entreprises, font de la gestion de maintenance sans véritablement s'en rendre compte... ou en ayant simplement entendu le mot... comme M. Jourdain faisait de la prose sans le savoir !

Ce cours n'a pas la volonté de faire de vous des professionnels de la Gestion de Maintenance d'une usine de production, mais simplement de vous faire connaître des outils qui vous permettront dans votre futur métier de maîtriser votre action de maintenance plutôt que de la subir.

De même, tout au long de l'année, les différentes notions évoquées vous serviront pour mettre en place votre projet technique de 2<sup>ème</sup> année.

Ce cours passera par 5 axes :

- 1 - Amélioration de la qualité et de la Fiabilité du véhicule et/ou du service.
- 2 - Gestion d'une flotte de véhicules / camions / bus dans le but de maîtriser plutôt que de subir.
- 3 - Comprendre les outils des "concepteurs" pour mettre en place les maintenances des véhicules de "Monsieur tout le monde".
- 4 - La qualité du service apporté par une bonne compréhension de la gestion d'équipe, une bonne communication et la connaissance du milieu de l'automobile et de sa clientèle.
- 5 - La notion de projet et les outils nécessaires pour résoudre un problème.

### **1.2 : Préambule :**

C'est avant de foncer et de prendre sa clef à mollette : réfléchissez sur le travail que vous avez à faire ;  
Dans le but de : **TRAVAILLER POUR MOINS TRAVAILLER...**

C'est-à-dire: mettre en place une stratégie, ou utiliser des "outils intellectuels" pour diminuer la masse de travail.

Mais pour arriver à diminuer son temps de travail, il va d'abord falloir acquérir des notions de base sur la maintenance et les critères qui vont permettre un choix sur le type de maintenance à utiliser.

### **1.3 : Définition de la maintenance :**

Définition de la norme AFNOR n° NF X 60010 :

**" Ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé."**

Le terme maintenir contient la notion de prévention sur le système en fonctionnement.

Rétablir contient la notion de correction consécutive à une perte de fonction de ce système.

A cette définition, il convient d'ajouter une dimension économique, lacune comblée par la norme X60.000 :

**" Bien maintenir c'est assurer ces opérations au coût global optimal."**

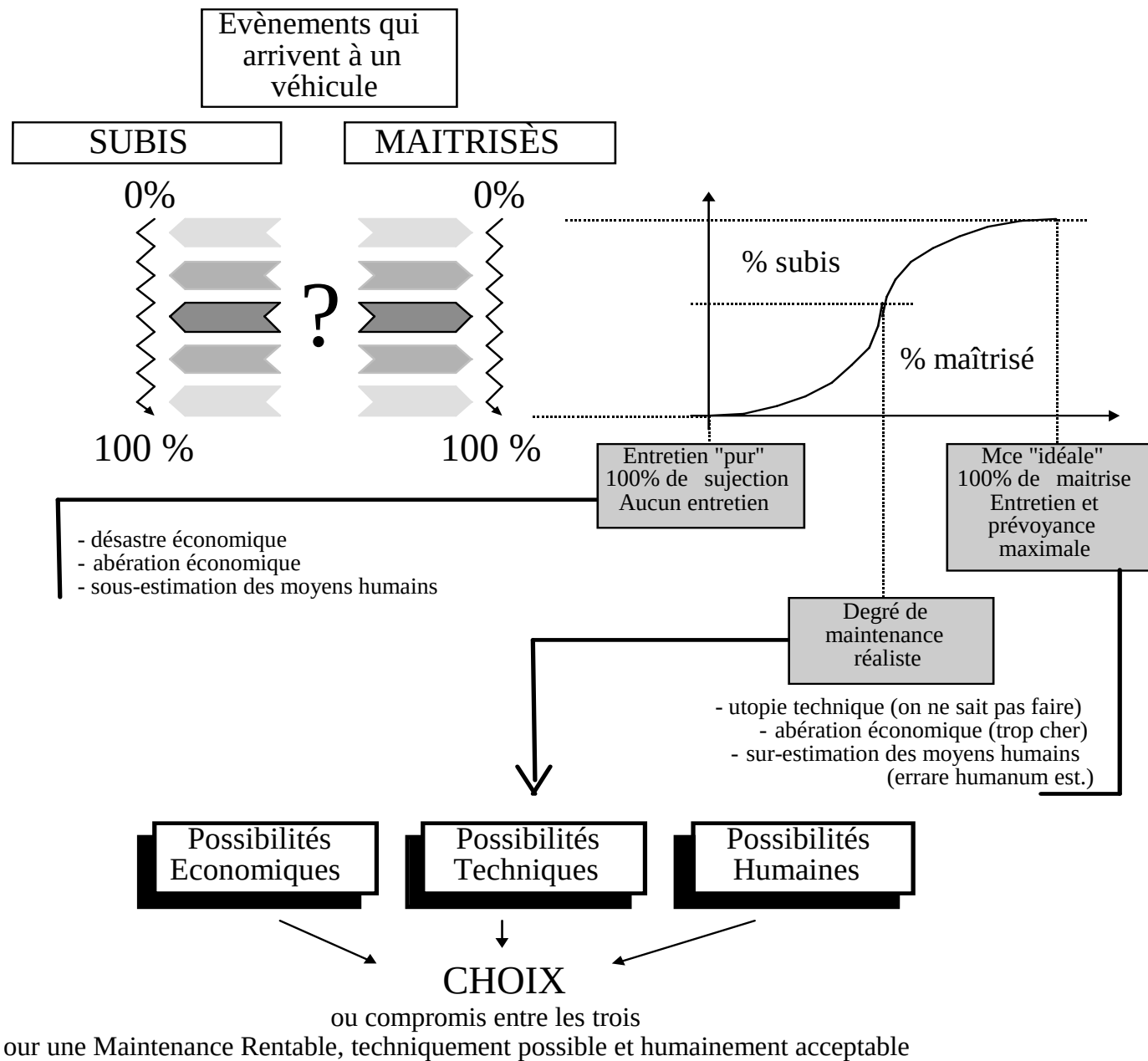
Optimal ne veut pas dire forcément le moins cher. Cela peut inclure une marge bénéficiaire, ou des pertes financières comme produits d'appel. On peut traduire optimal par "le meilleur possible pour l'entreprise et pour le client !"

En mécanique auto, on se rend compte de la nécessité de rajouter **la durée du service** pendant laquelle le système doit être en bon fonctionnement, incluant immédiatement une notion de TBF ou Temps de Bon Fonctionnement comprise entre deux vidanges.

A l'heure actuelle en l'an 2000, c'est cette durée de service qui est la plus controversée : faut-il un véhicule qui dure le temps de la durée du crédit et ne rentrant jamais dans un garage, ou un véhicule éternel soumis à des révisions permanentes, voire un acharnement thérapeutique ? Tout est affaire de point de vue !

### **1-4 : Maîtrise au maximum des événements :**

#### 1.4.1 : Quand nous décidons d'entretenir un véhicule, quel est le pourcentage d'événements subis et d'événements maîtrisés ?



#### 1.4.2 : Étude des critères de choix

- critères économiques :
  - moindre coût direct de la prestation, (satisfaction du réparateur car le bénéfice est plus important ou satisfaction du client car moindre coût pour son portefeuille)
  - moindre coût de défaillance lorsque la réparation est de qualité (éviter de "rater" une intervention).
  - nombre de véhicule client pour un garage ? nombre de véhicule par client ? associé à la gestion des stocks de pièces détachées (vente et SAV).



- critères humains :
  - conditions de travail,
  - niveau technique du personnel,
  - motivation du personnel,
  - motivation de la direction pour choisir un certain type de maintenance,
  - stratégies commerciale et publicitaire (payer plus cher chez certaines marques mais avec une qualité d'intervention supposée supérieure )
- critères techniques ou matériels :
  - matériel spécifique à disposition,
  - véhicule réparable ou non (maintenance prévue dès la conception.

Ces trois critères, une fois définis, font un état des lieux de l'entreprise et du type de client qui transitent dans l'entreprise. Il est nécessaire, une fois que ce constat est fait, de prévoir un **objectif global** de l'entreprise qui va privilégier l'un des trois critères ou deux critères en commun, (et dans une moindre partie: les trois critères).

### **1.5 : Un peu d'histoire :**

Le terme de maintenance à son origine dans le vocabulaire militaire, dans le sens de " maintien dans des unités de combat, de l'effectif et du matériel à un niveau constant".

L'apparition du terme de "maintenance" dans l'entreprise a eu lieu aux USA en 1950. En France, le terme se superpose progressivement à " l'entretien". La transition en automobile a commencé dans les années 60-70 pour arriver à son apogée dans les années 1990 où les notions de service clientèle et de qualité sont apparues. (BTS EVM vers BTS MAVA)

Au-delà du vocabulaire c'est une profonde mutation que recouvrent ces deux termes. En schématisant :

- entretenir, c'est dépanner et réparer un parc ou une voiture  
Entretien c'est subir le matériel.
- maintenir c'est choisir le moyen de prévenir, de corriger de systématiser la maintenance d'un parc ou d'une voiture  
Maintenir c'est maîtriser.

### **1.6 : Quelques remarques :**

- La technologie actuelle implique une compétence technique polyvalente : la "frontière" entre mécanique, électrique, électronique, hydraulique, pneumatique, ... n'est pas évidente.
- Il n'existe pas une bonne maintenance dans l'absolu, mais une maintenance économique et efficace, à un moment donné, sur un véhicule donné, avec du personnel donné...
- La maintenance est une tâche ingrate : si les réussites sont visibles et naturelles (ça marche !), les difficultés sont criardes : "ma voiture... elle marche plus !"... voir viscérales pour certaines personnes.
- La maintenance coûte cher, il faut donc pouvoir la justifier. Posez- vous la question : J'achète un véhicule très cher, pour qu'il fonctionne. Il tombe en panne, pourquoi c'est à moi de payer la malfaçon du constructeur... puisque le postulat de base est que le véhicule doit fonctionner ?
- Plus l'indisponibilité est coûteuse, plus la maintenance est économique : plus la sécurité est en jeu, plus la maintenance s'avère obligatoire.

## **2 - TYPOLOGIE DE LA MAINTENANCE**

Typologie : étude des caractéristiques.

## 2.1 : Différents types de mce :

### • Maintenance corrective :

Maintenance effectuée après défaillance.

### • Maintenance préventive :

Maintenance effectuée dans l'intention de réduire une probabilité de défaillance.

La mesure de(s) TBF(s) permet au fil du temps de calculer une moyenne :

Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement :  
 $MTBF = \sum TBF / \text{nbre TBF}$ .

### • Maintenance systématique :

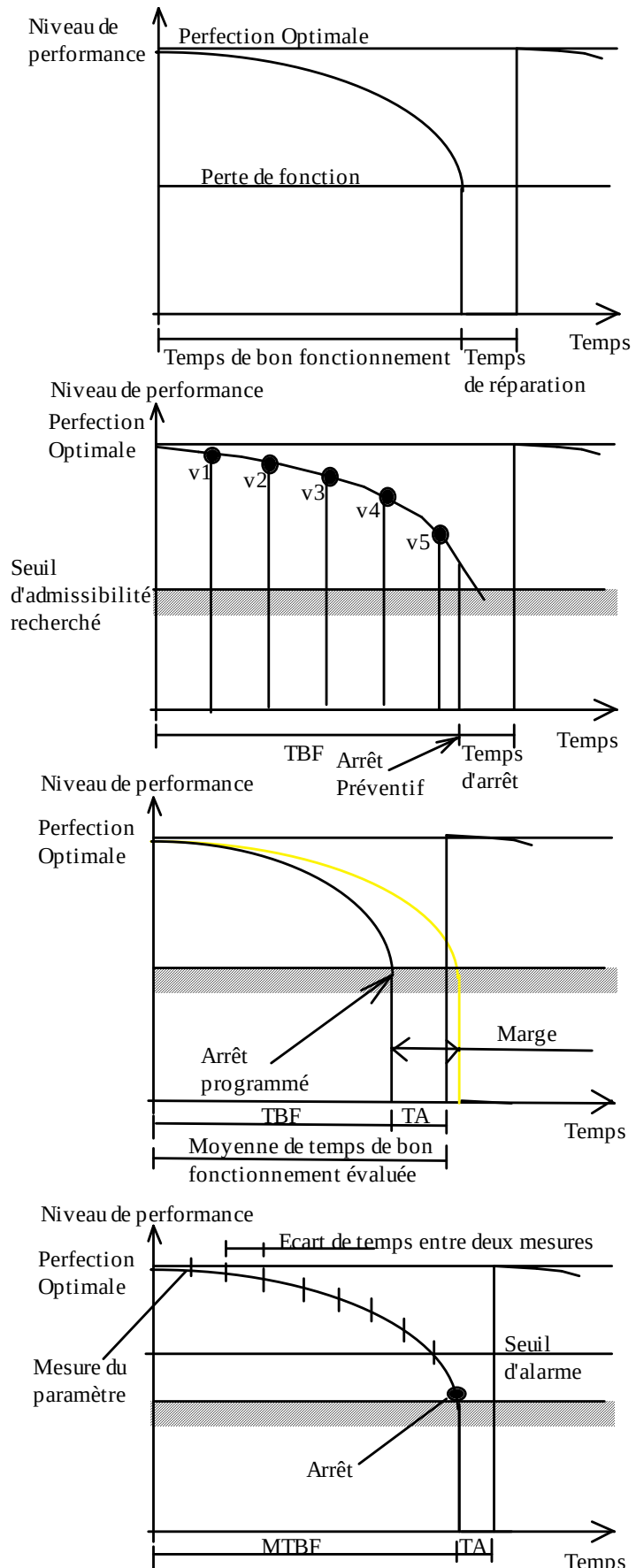
Maintenance effectuée selon un échéancier établi selon le temps (ou le nombre d'unité d'usage - le kilomètre par exemple)

La MTBF est connue, c'est-à-dire que l'on maîtrise les défaillances et la durée entre deux défaillances.

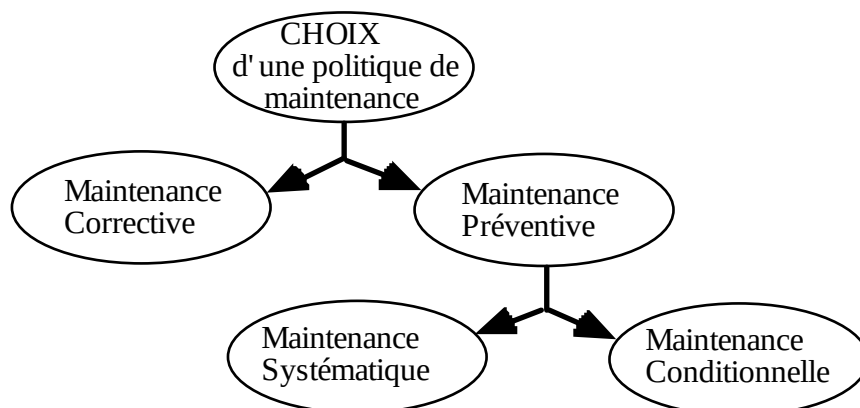
### • Maintenance conditionnelle :

Maintenance subordonnée à un type événement prédéterminé.

La MTBF n'est pas connue, ou non calculés, ou le MTBF a un écart type très important, mais le système est "critique" : Il faut donc lui éviter une panne.



## 2.2 : Arborescence des différents types de maintenance :

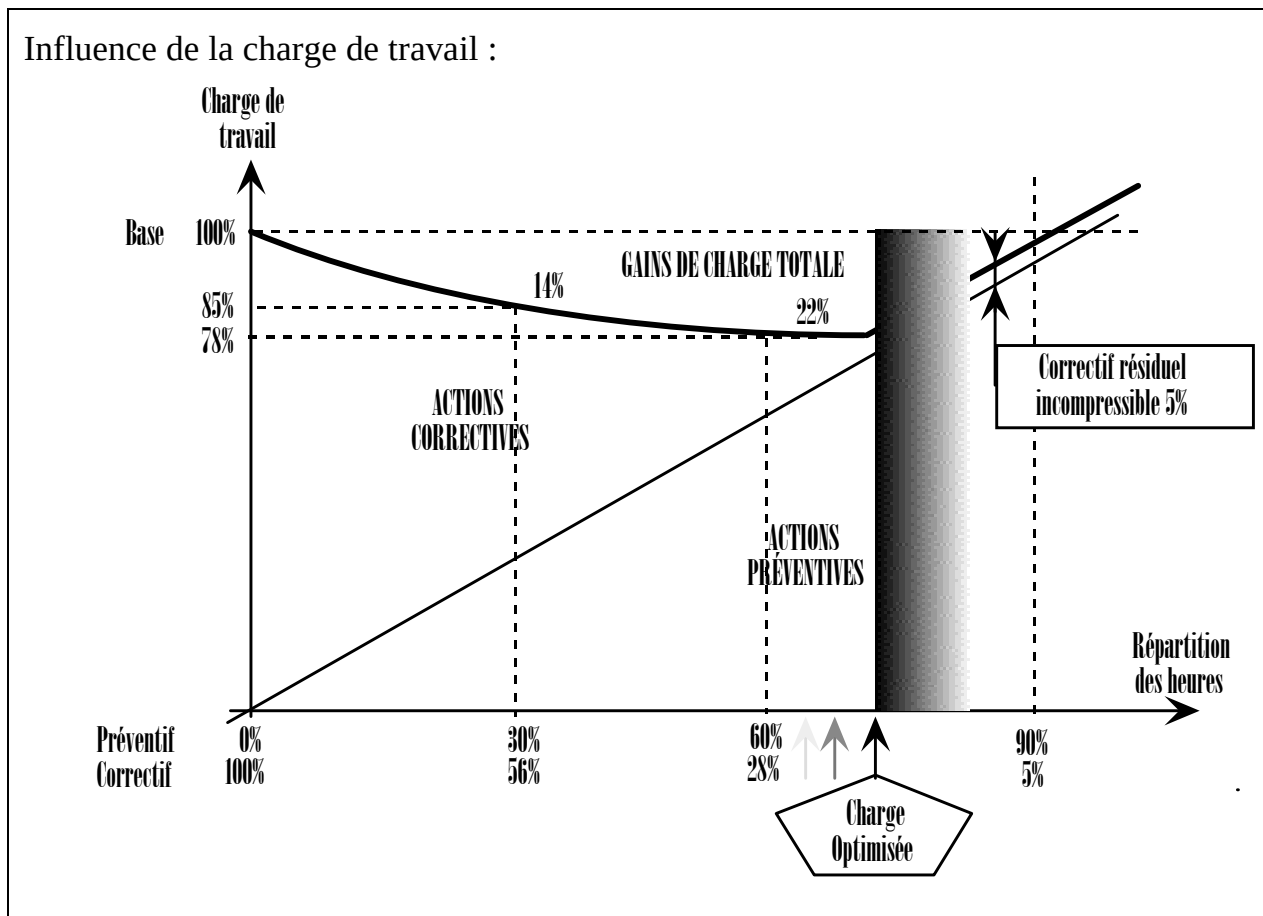


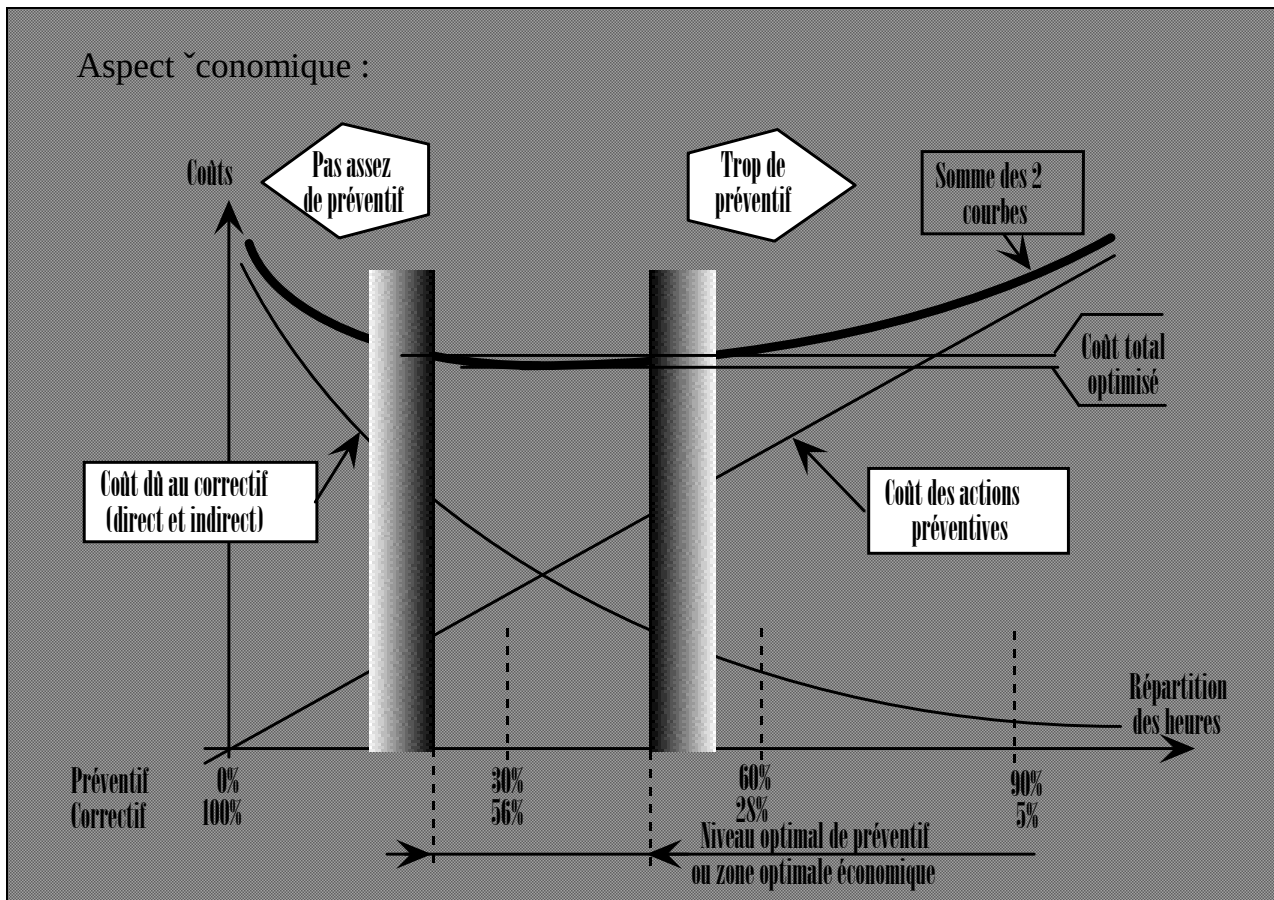
## 2.3 : Tableau récapitulatif :

|                            | VÉHICULE PERSONNEL                                                                                                                                                                     | FLOTTE DE VÉHICULES                                                                                                                                                          |
|----------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| OBJECTIF                   | satisfaction du client<br>service commercial                                                                                                                                           | maintenir un outil<br>de production                                                                                                                                          |
| Mce<br>CORRECTIVE          | Le client appelle = on répare<br><br>Il faut une organisation de l'atelier<br>pour que le client soit satisfait.                                                                       | même chose mais beaucoup<br>plus cher qu'un particulier<br><br>• seuil de criticité différent                                                                                |
| Mce<br>PRÉVENTIVE          | ex: niveau d'huile, "état" des pneus...<br><br>Mise en place par le constructeur<br>du:<br>CARNET                                                                                      | • visites périodiques pour prévenir les<br>"gros pépins"                                                                                                                     |
| Mce<br>SYSTÉMATIQUE        | D'ENTRETIEN<br><br>ex: vidange /10000km<br>Bougies/Filtre à air/huile                                                                                                                  | • remplacement systématique<br>d'éléments<br>Plus optimisés.                                                                                                                 |
| Mce<br>CONDITION-<br>NELLE | ex: • dialogue valise/calculateur<br>• Dialogue réceptionnaire / clients.<br>• Lors d'un choc important<br>remplacement élément de sécurité :<br>ceinture...<br>Gérer à la conception. | • analyse d'huile :<br>prélèvement d'huile moteur pour<br>évaluer l'état du moteur<br>• Ajout d'indicateurs supplémentaires<br>(pression pneus, conso. huile, essence<br>... |

**Exercice personnel :** trouver 5 exemples pour chaque type de maintenance, dans le monde de l'automobile (autres que cités dans le tableau).

## 2.4 : La complémentarité des maintenances correctives et préventives :





## 2.5 : Les niveaux de maintenance :

Définition d'après la norme AFNOR n° NF X 60011 :

- 1er niveau :** Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessibles sans aucun Démontage d'équipement, ou échange d'éléments accessibles en toute sécurité.
- 2<sup>ème</sup> niveau :** Dépannage par échange standard d'éléments prévus à cet effet, ou d'opérations mineures de Maintenance préventive (rondes).
- 3<sup>ème</sup> niveau :** Identification et diagnostic de pannes, réparation par échange de composants fonctionnels, Réparation mécanique mineure.
- 4<sup>ème</sup> niveau :** Travaux importants de maintenance corrective ou préventive.
- 5<sup>ème</sup> niveau :** Travaux de rénovation, de reconstruction, ou réparations importantes confiées à un atelier Central.

En maintenance automobile, le 5<sup>ème</sup> niveau est souvent confié uniquement au constructeur.

Les deux premiers niveaux de maintenance correspondent à 80% des pannes sur une automobile.

Le premier niveau est le plus souvent effectué par les utilisateurs.

Le deuxième niveau est de plus en plus assuré par les utilisateurs pour une question de prix ; c'est pourquoi les constructeurs cherchent à fidéliser les clients aux services après-vente par des moyens

incitatifs (prix d'entretien inclus dans le prix d'achat) ou contraignant (témoin de vidange à éteindre par un appareil de diagnostic constructeur).

### **2.5 : Les 3 fonctions de la maintenance :**

D'après la définition de la norme AFNOR n° NF X 60010 :

La maintenance regroupe trois fonctions :

- Fonction MÉTHODES : Rôle de préparation. Qualité d'observation et d'analyse du travail.
- Fonction d'ORDONNANCEMENT : Rôle de coordination. Qualité de communication.
- Fonction EXÉCUTION : Rôle d'intervention. Qualité professionnelle (formation, expérience).

Dans certaines grosses entreprises, on peut retrouver trois services séparés pour les trois fonctions. Cette décomposition en fonction n'a pour but que de montrer toutes les facettes de la gestion de maintenance.

### **2.6 : En guise de conclusion partielle :**

Nous avons vu les différents types de maintenance qui existent et étudié leurs caractéristiques, mais nous ne sommes toujours pas capables de faire un choix entre ces différents types de maintenance : qu'est-ce qui dans une entreprise de maintenance coûte cher ? Sur quoi doit-on porter nos efforts pour gagner de l'argent ? C'est que nous allons essayer de voir

## **3 - DÉTERMINATION DES ACTIONS PRIORITAIRES :**

Dégager l'important dans une masse de d'information, faire apparaître objectivement ce qui est confusément perçu, voilà des préoccupations importantes du gestionnaire de maintenance. L'efficacité de ses actions dépendra pour une part de la manière dont il les aura sélectionnées.

De même pour appréhender l'ensemble des éléments nécessaires à votre projet technique, vous serez aussi obligé de trier bon nombre d'informations et d'établir quelles sont celles qui sont les plus importantes.

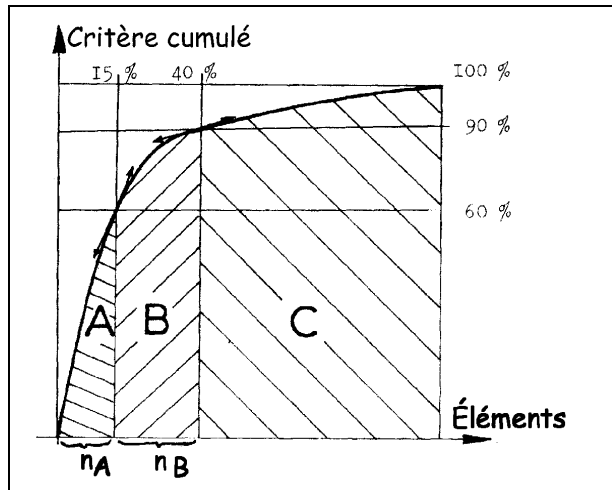
Nous allons donc étudier différentes méthodes d'analyse.

Avant toute chose il faudra récupérer l'ensemble des informations dont on a besoin... et ce ne sera pas quelque fois une mince affaire... On évoquera ces problèmes dans le chapitre suivant.

### **3.1 : Méthode ABC :**

Il s'agit d'une méthode de choix qui permet de déceler, entre plusieurs problèmes, ceux qui doivent être abordé en priorité. Une mise sous forme graphique permet de distinguer de façon claire les éléments importants de ceux qui le sont moins.

Cette méthode est issue des travaux de Wilfredo Pareto (1848-1923) économiste italien, né à Paris. En étudiant la répartition des impôts fonciers aux U.S.A., il a constaté que 15% des contribuables payaient 85% du total. Cette méthode se nomme aussi loi de Paréto (ambiguë), loi des 15-85 ou des 20-80.

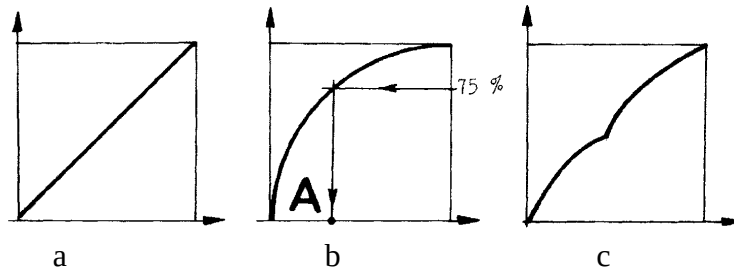


### 3.1.1 : Visualisation de la courbe : voir ci-dessus

### 3.1.2 : Exploitation de la courbe :

- Les " $n_A$ " éléments de la classe A (soit ici 15% des éléments étudiés) représentent 60% du critère cumulé. Ils sont donc à étudier en priorité.
- Par contre, les éléments de la classe C (soit ici 60% du total ne représentent que 10% du critère cumulé. Ils sont donc à négliger.
- Les " $n_B$ " éléments ne seront pris en compte que si nous avons le temps et l'argent !

### 3.1.3 : Cas particulier de courbes :



- Courbe a : il n'y a pas de priorité puisque tous les éléments ont la même valeur.
- Courbe b : Les zones ne sont pas définies : il faut donc les définir a priori ou à l'aide d'un autre facteur de priorité.
- Courbe c : vous vous êtes planté dans l'ordre croissant des classements.

### 3.1.4 : Méthodologie :

- Déterminer le cadre et les limites de l'étude :
  - Quels choix veut-on faire ? Dans quel but est effectuée cette étude ?
  - Définir la nature des éléments à classer.
  - Choisir le critère de classement (coût ou temps le plus souvent).
  - Rechercher la période représentative pour le caractère étudié.
- Faire un tableau de classement :

|        |       |  |
|--------|-------|--|
| Numéro | Temps |  |
|--------|-------|--|



| Intervention | d'Indisponibilité | Classement      |
|--------------|-------------------|-----------------|
| 234          | 2h                | 43 <sup>e</sup> |
| 235          | 14h               | 5 <sup>e</sup>  |
| 236          | 8h                | 11 <sup>e</sup> |
| 237          | 3h                | 31 <sup>e</sup> |
| ...          | ...               | ...             |

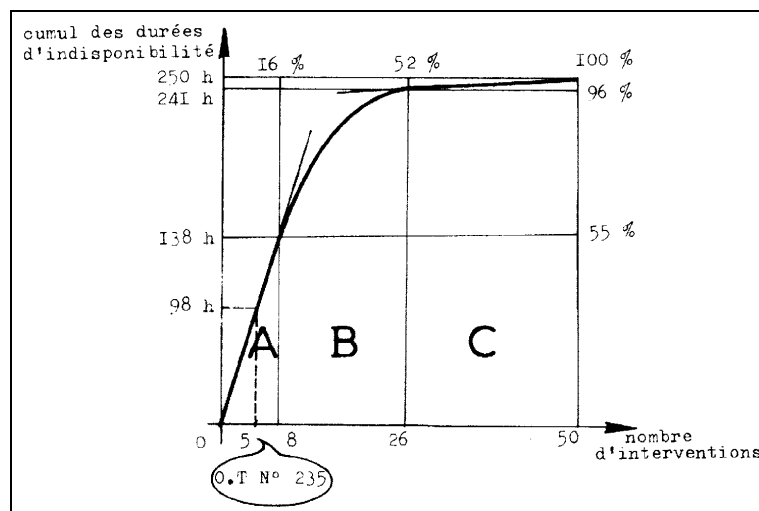
- Faire un tableau ordonné :

Les éléments sont classés par valeur décroissante. Le temps cumulé est comme son nom l'indique, la somme de chaque intervention (repérée par son numéro) additionnée du cumul précédent.

| Classement | Numéro Intervention | Temps Cumulés |
|------------|---------------------|---------------|
| 1          | 196                 | 28h           |
| 2          | 268                 | 50h           |
| 3          | 224                 | 69h           |
| 4          | 254                 | 84h           |
| ...        | ...                 | ...           |

- Tracer la courbe :

- Choisir l'échelle (papier millimétré conseillé ou minimum à carreaux)
- En abscisse : porter les éléments dans l'ordre décroissant.
- En ordonnée : porter les valeurs cumulées du critère retenu.



### 3.1.5 : Exercice :

Cette étude porte sur l'exploitation d'un historique d'un robot de peinture sur une chaîne de production de prototype d'automobile CITRÖEN.

| Repère | Désignation                    |
|--------|--------------------------------|
| A      | Electrovanne pistolet          |
| B      | A-coup dans vérin              |
| C      | Equilibrage du bras horizontal |
| D      | Poignée de programmation       |
| E      | Nez robot                      |
| F      | Fin de course du support bras  |

|                  |                                                               |
|------------------|---------------------------------------------------------------|
| G<br>H<br>I<br>J | Manque de pression<br>Disquette<br>Carte DH<br>Carte(s) Servo |
|------------------|---------------------------------------------------------------|

| Date     | H arrêt | Nature Travail/défaut                                                                       | Repère | Date     | H arrêt | Nature Travail/défaut                                                                        | Repère |
|----------|---------|---------------------------------------------------------------------------------------------|--------|----------|---------|----------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| 18/08/98 | 20mn    | Mauvaise trajectoire en cours de W. Régala vitesse. Pistolet arrêté - continue à peindre.   | E      | 11/10/99 | 25mn    | Mauvaise projection de peinture Echange EV                                                   | A      |
| 22/11/98 | 45mn    | Départ cycle défaillant                                                                     | E      | 18/10/99 | 50mn    | Mauvaise reproduction du cycle                                                               | E      |
|          |         | Difficulté programmation                                                                    |        | 19/10/99 | 35mn    | Difficulté de reproduction du cycle                                                          | E      |
| 13/01/99 | 25mn    | Avance du bras saccadée                                                                     | E      | 26/10/99 | 20mn    | Pas d'arrêt rotation, bras robot coincé.                                                     | F      |
| 18/01/99 | 95mn    | Changer disquette et lecteur                                                                |        |          |         | Pas d'arrêt rotation mandrin après enregistrement (contact bloqué par projection plastique). | F      |
|          |         | Mauvaise trajectoire après enregistrement Réglage du temps d'amortissement sur carte CH4 n1 | I      | 07/11/99 | 20mn    | Mauvais recopiage. Jeu important dans la tête et vibrations. Contrôles servo.                | E      |
| 18/01/99 | 10mn    | Avance par saccade (carte servo)                                                            | J      | 07/11/99 | 80mn    | Arrêt en cours de production (plastique).                                                    | F      |
| 27/01/99 | 10mn    | Réglage gain du servo1 carte 4.                                                             | F      |          |         | Pas d'arrêt rotation mandrin                                                                 |        |
|          |         | Pas de départ de cycle                                                                      |        | 17/11/84 | 10mn    | Contact fin de course non relâché (trop enfoncé)                                             | F      |
| 09/03/99 | 30mn    | Refixer tôle support de bras robot.                                                         | H      | 19/11/99 | 20mn    | Pas d'arrêt rotation fin de course non libérée.                                              | F      |
|          |         | Fin de course déplacé.                                                                      |        | 20/11/99 | 15mn    | Mauvaise reproduction du cycle                                                               | F      |
| 28/03/99 | 20mn    | Départ campagne, mauvaise trajectoire (échange disquette)                                   | A      |          |         | Décalage de la reproduction du cycle (1,5cm à gauche).                                       | E      |
| 18/04/99 | 10mn    | Câble électrovane de pulvérisation arraché.                                                 | G      | 22/11/99 | 10mn    | Jeu sur rotule pendant changement.                                                           | E      |
|          |         | Plus de reproduction de l'enregistrement. Fin de course coincé par la peinture.             |        | 28/11/99 | 20mn    | Contact support bras collé.                                                                  | F      |
| 30/05/99 | 15mn    | Mauvaise trajectoire après enregistrement. Echange carte.                                   | B      | 29/11/99 | 120mn   | Jeu dans la tête. Servos bloqués.                                                            | E      |
| 14/06/99 | 15mn    | Echange EV de commande de pistolet.                                                         | A      |          |         | Pas de rotation après enregistrement (permuter poignées enregistrement)                      | F      |
| 14/06/99 | 30mn    | Arrêt pendant cycle. Contact poignée collées par la peinture.                               | D      | 01/12/99 | 25mn    | Pas de rotation, actionné "n" fois bras support                                              | E      |
| 15/06/99 | 225mn   | Plus de rotation trompe (nettoyage)                                                         | E      | 11/12/99 | 170mn   | Débit d'air faible (EV pistolet)                                                             |        |
| 28/06/99 | 80mn    | Cycle trop long (poignées nettoyage et vérification fonctionnement)                         | D      | 19/12/99 | 60mn    | Pas de retour en position Init. Carte mémoire du bras.                                       | D      |
| 29/06/99 | 30mn    | Mauvais enregistrement                                                                      | D      | 03/01/00 | 20mn    | Mauvaise reproduction, trompe bouge, rotule cassée sur côté bras.                            | F      |
| 29/06/99 | 320mn   | Pas de fin d'enregistrement.                                                                | D      | 11/01/00 | 15mn    | Arrêt en cours de cycle.                                                                     | A      |
| 07/09/99 | 10mn    | Prise d'enregistrement pleine de peinture.                                                  | D      | 15/01/00 | 35mn    |                                                                                              | E      |
| 14/09/99 | 100mn   | Mauvais contact avec câble d'alimentation EV du pistolet.                                   | A      | 18/01/00 | 60mn    |                                                                                              | E      |
|          |         |                                                                                             |        | 24/01/00 | 30mn    |                                                                                              | E      |

**Questions :** 1 - Etablir le tableau des critères cumulés à l'aide de l'historique ci-dessus.  
2 - Tracer la courbe ABC.  
3 - Conclusions.

Tableau des cumuls :

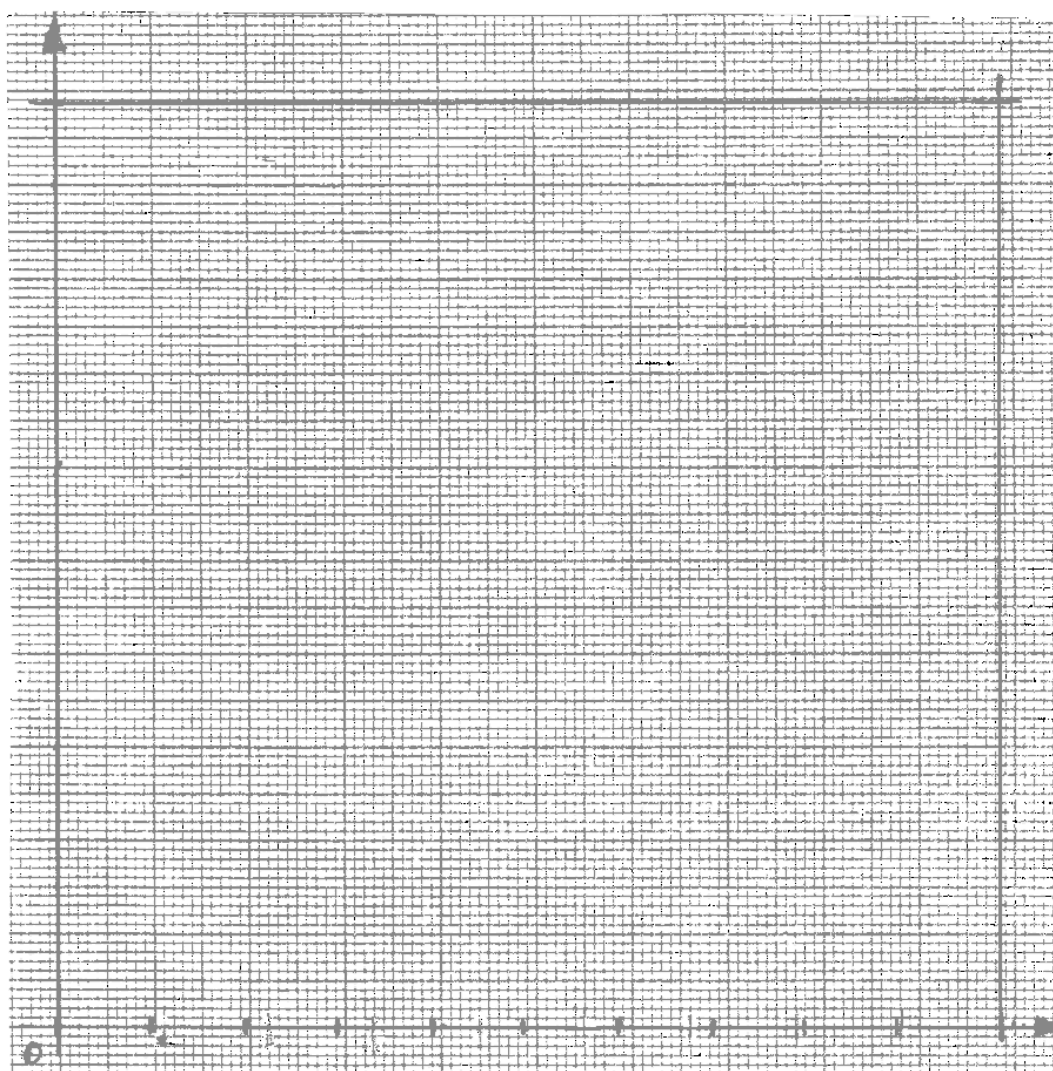
|  |
|--|
|  |
|  |

|  |
|--|
|  |
|  |

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

|  |
|--|
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |
|  |

Graphe :



### 3.2 : Diagramme de Paréto :

#### 3.2.1 : Introduction :

La méthode ABC est utilisée pour une analyse globale d'un ou plusieurs équipements mais elle est trop "lourde" pour analyser chaque sous-ensemble ou module constituant ces équipements.

La méthode ABC ne permet pas non plus aisément de faire l'analyse sur deux données en même temps, et essentielles en maintenance :

- nombre de défaillances enregistrées, noté n
- moyenne des durées d'intervention, noté t

Nous utiliserons donc une autre méthode : les diagrammes de Paréto en "nt".

Ces diagrammes ont le même but que la méthode ABC, c'est d'optimiser la connaissance des causes de pannes pour augmenter la fiabilité des matériels et diminuer les coûts de non-production ou de non-utilisation.

#### 3.2.2 : Méthodologie :

A l'aide d'un historique nous allons tracer 3 graphes :

- un graphe en "n" dit de fiabilité ; il montre les éléments du matériel étudié qui tombent le plus souvent en panne,

- un graphe en "t" dit de maintenabilité ; il montre l'aptitude de ces éléments à être maintenus,

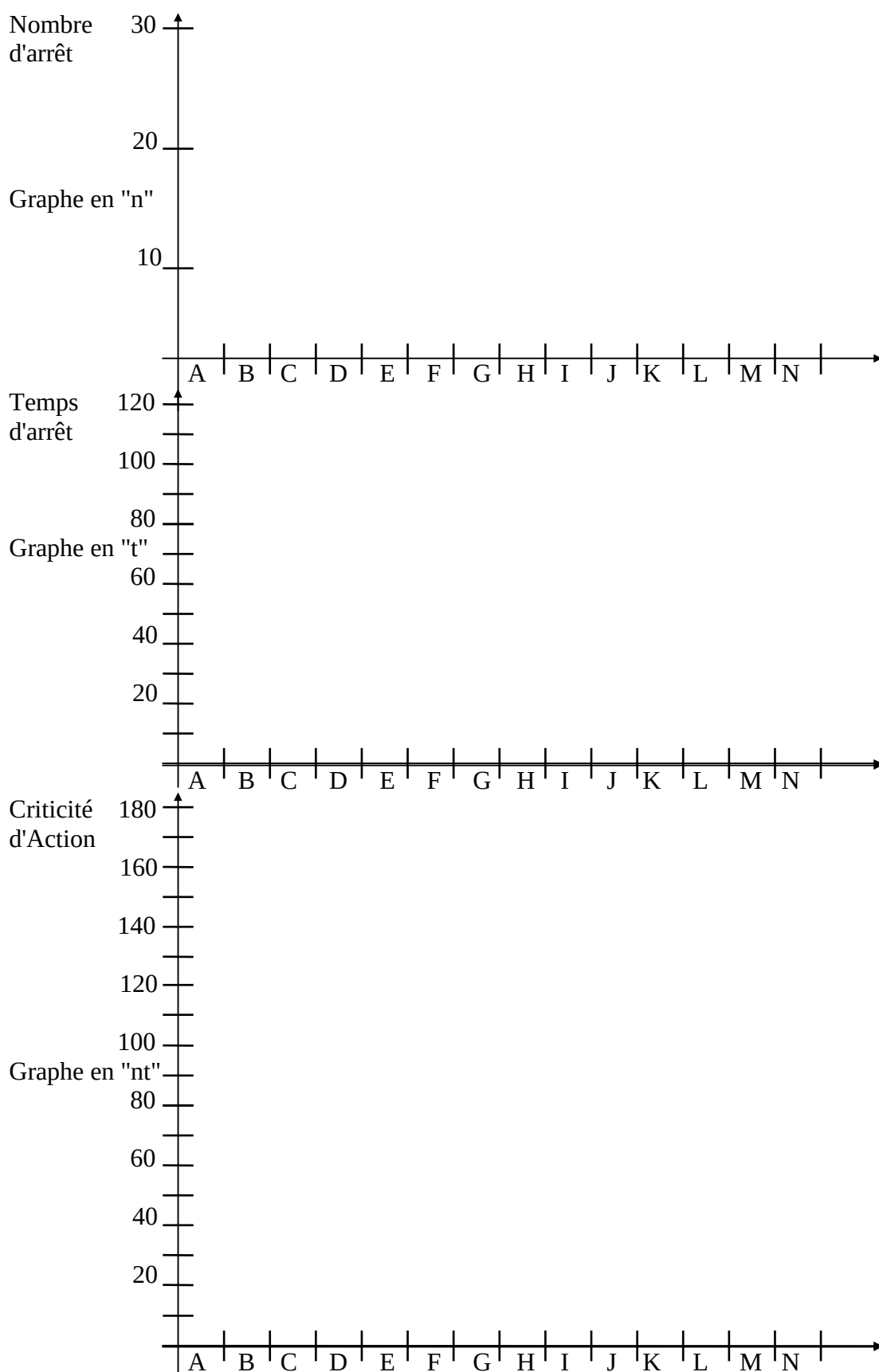
- et enfin un graphe en "nt" dit de disponibilité en faisant le produit artificiel des données en n et t.

Nous obtenons un histogramme qui nous permet de sélectionner l'ordre de mise en charge des éléments défaillants en fonction de leur criticité.

#### 3.2.3 : Exemple :

Historique :

| Repère | Nombre d'arrêt | Moyenne des temps d'arrêt | Multiplication de n.t |
|--------|----------------|---------------------------|-----------------------|
| A      | 12             | 1                         |                       |
| B      | 6              | 1                         |                       |
| C      | 1              | 120                       |                       |
| D      | 18             | 1                         |                       |
| E      | 5              | 1                         |                       |
| F      | 12             | 15                        |                       |
| G      | 22             | 4                         |                       |
| H      | 2              | 20                        |                       |
| I      | 6              | 1                         |                       |
| J      | 8              | 4                         |                       |
| K      | 30             | 1                         |                       |
| L      | 12             | 1                         |                       |
| M      | 2              | 1                         |                       |
| N      | 1              | 55                        |                       |



## 4 - IMPORTANCE DE L'HISTORIQUE :

L'ensemble des documents d'exploitation et de maintenance d'un véhicule obéit à un objectif fondamental du responsable de la maintenance, que l'on peut résumer ainsi :

### **Mieux connaître pour mieux maîtriser le matériel.**

Pour remplir cet objectif, il est indispensable que l'inventaire du parc, les dossiers véhicules, les historiques des interventions... soient en mémoire et qu'ils soient opérationnels, c'est-à-dire :

- bien conçus et tenus à jour,
- proportionnés à la criticité de l'élément d'un véhicule,
- rapide à consulter,
- facile à exploiter.

La qualité de ces documents est une condition nécessaire à la mise en œuvre d'une politique de maintenance efficace.

L'historique est un fichier relatif à chaque véhicule inventorié, décrivant chronologiquement toutes les informations correctives subies par le véhicule depuis sa mise en service. Ces informations peuvent être obtenues par les réparations correctives effectuées sur le véhicule ou les visites préventives.

### **4.1 : Base de temps :**

Le plus difficile dans la création d'un historique c'est de mettre en place un indicateur fiable qui va correspondre réellement au fonctionnement d'un véhicule.

#### **Posez-vous la question :**

Est-ce que le compteur kilométrique est un indicateur fiable de l'usure d'un moteur et d'un véhicule ?

Quelle que soit votre réponse à cette question, essayez de comparer un véhicule utilisé par une auto-école, un VRP, la voiture de "M. tout le monde" et la voiture de votre Grand-père qui affiche laborieusement les 5000 Km au compteur au bout de 10 ans d'utilisation ! Le compteur kilométrique est-il toujours aussi fiable ?

Malheureusement, vous n'aurez comme indicateur de base de temps que le compteur **kilométrique** associé à la **date** (Jour / Mois / Année ) comme indicateur de "fiabilité".

Cette base de temps apparaît souvent dans les normes AFNOR (X60010) sous la forme "d'unité d'usage".

### **4.2 : Constitution de l'inventaire du parc matériel :**

#### **4.2.1 : Liste du matériel :**

Bien maintenir est une chose... encore faut-il savoir ce qu'il y a à maintenir !

L'inventaire dans une entreprise peut-être très simple dans une entreprise qui comporte un parc de matériel homogène (constitué du même type de véhicule ou de camion ), mais devient rapidement un casse-tête dans une entreprise composée d'un parc de matériels divers.

Le parc de ces grosses flottes de véhicules s'est composé au fil de l'accroissement de l'entreprise par

l'achat effectué en fonction des besoins de véhicules divers. C'est l'hétérogénéité des véhicules à entretenir qui posera le plus de problème pour gérer la maintenance de toute la flotte.

Un parc de véhicules peut se composer de tout ce qui a un moteur ou qui roule ! Malheureusement ! Vous pouvez être amené à maintenir de front aussi bien des VL, PL, Utilitaire, Commerciale, ... , Moto, ... , Tondeuse, ... , Tracteur, Tracto-Pelle, ... , Clark, Compresseur, ... , ou la voiture du patron... D'où l'importance d'en faire la liste pour évaluer la masse de travail à fournir !

#### 4.2.2 : Documentation & Outillage :

Pour l'ensemble de ces véhicules il va falloir essayer de trouver ou de négocier au moment de l'achat les documents pour en assurer la maintenance ( Manuels de réparation, Nomenclature des pièces...). De la même manière, il va être nécessaire de composer une boîte à outils pour permettre la maintenance de la flotte de véhicules, d'où l'importance d'avoir une flotte la plus homogène possible.

#### 4.2.3 : Constitution d'un historique :

A cette documentation il va falloir constituer en parallèle un historique des pannes ou des interventions effectuées sur le véhicule.

Exemple de modèle d'historique :

| HISTORIQUE du véhicule :<br><i>Immatriculation</i> |                   |                 |               | Indice de criticité :<br>Date de mise en service : |  |  |
|----------------------------------------------------|-------------------|-----------------|---------------|----------------------------------------------------|--|--|
| Code de découpage fonctionnel :                    |                   |                 |               |                                                    |  |  |
| A : Moteur                                         | E : Transmissions | I : Démarreur   | M : Injection |                                                    |  |  |
| B : Freinage                                       | F : Direction     | J : Alternateur | N : Allumage  |                                                    |  |  |
| C : Géométrie trains                               | G : Suspension    | K : Electricité | O : Vidange   |                                                    |  |  |
| D : Carrosserie                                    | H : Pneumatiques  | L : Carrosserie | P :           |                                                    |  |  |

| Date     | Km    | N° OT  | Code<br>fonctionnel | Description<br>Interventions | Durées  |       | Codes Imputation |   |   |
|----------|-------|--------|---------------------|------------------------------|---------|-------|------------------|---|---|
|          |       |        |                     |                              | Interv. | Arrêt | a                | b | c |
| 3/2/2000 | 85230 | 99-125 | A                   | Remplace Joint de culasse    | 5h00    | 7h30  | 3                | 1 | 2 |

Les "imputations" n'ont pas pour rôle de se débarrasser des responsabilités ou de désigner le responsable, mais de savoir sur quoi il faut travailler pour éviter de reproduire ce défaut. Il peut y avoir moins ou plus de trois colonnes d'imputation.

| Colonne a :                                                                                                                                                                                                                                                                   | Colonne b :                                                                                    | Colonne c :                                                                                              |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 0 accident imprévisible<br>1 cause intrinsèque détectable<br>2 cause intrinsèque non détectable<br>3 défaut d'entretien<br>4 mauvaises interventions antérieures<br>5 mauvaise conduite<br>6 consignes non respectées<br>7 défaillance seconde (non directe)<br>8 autre cause | 1 origine mécanique<br>2 origine électrique<br>3 origine électronique<br>4 origine hydraulique | 0 défaillance critique<br>1 défaillance majeure<br>2 défaillance mineure<br><br>Voir table de criticité. |

#### 4.2.4 : En guise de conclusion partiel :

Lorsque vous allez arriver dans une entreprise, vous n'aurez pas tout à créer. Une bonne partie sera déjà présente puisque le service de maintenance fonctionne ! Le monde tournait avant vous ?

Un des travail de votre stage de première année en BTS pourra être de mettre en place un historique de pannes pour pouvoir l'exploiter en deuxième année.

### 4.3 : *Exploitation des historiques :*

L'exploitation de l'historique peut se faire suivant 4 niveaux :

- Analyse d'un parc de véhicules standardisés ;
- Analyse globale d'un véhicule ;
- Analyse par groupe fonctionnel (moteurs identiques de modèles différents)
- Etude des modules et/ou organes fragiles.

#### 4.3.1 : Exploitation en Fiabilité :

Exploitation pour déterminer la probabilité de bon fonctionnement :

- Exploitation par les lois de WEIBULL : ou lois de fiabilité, pour déterminer si le système est dans une période de début de vie ou de fin de vie.
- Taux de défaillance  $\lambda(t)$  : pour savoir si le véhicule est le plus souvent en panne ou en utilisation.
- MTBF : moyenne des temps de bon fonctionnement.
- Durée de vie Nominale d'un véhicule : combien de temps en moyenne vie un véhicule ? Quand faut-il remplacer le véhicule
- Calculs des durées de maintenance systématique : écart entre les différents arrêts programmés de maintenance systématique.

Elle implique la mise en mémoire des Temps de Bon Fonctionnement (= intervalles entre pannes) et donc la saisies des différentes pannes par les dates et le Kilométrage.

#### 4.3.2 : Exploitation en Disponibilité :

$$D = \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

Cette exploitation implique la mise en mémoire des Temps Techniques de Réparation, soit la durée réelle à imputer à la maintenance.

Pourquoi faudrait-il dire que pour le véhicule arrêté pendant 10 h 00, on accuse la "maintenance" alors que celle-ci n'a travaillé que pendant 2 h00 sur le véhicule et qu'il a fallut 8 h 00 pour l'avertir de la panne !

#### 4.3.3 : Exploitation en méthodes :

Sélection et amélioration des organes fragiles (nt) par des choix des organes les plus "chers" ou les plus critiques.

Préparation des pannes les plus fréquentes et les plus coûteuses. Planning de charge...

#### 4.3.4 : Exploitation en gestion de stock :

L'historique peut fournir des éléments de consommation des pièces. (Voir cours de gestion de stocks)

#### 4.3.5 : Exploitation en politique de maintenance :

Nécessite une ventilation des coûts de maintenance par véhicules, par types de défaillance, par type



d'intervention pour déterminer le choix d'une politique globale de maintenance pour une flotte de véhicule.

Elle implique la saisie des temps et des coûts d'interventions ( à chaque OT son coût direct de Mains d'œuvre et de la matière).

Elle permet la tenue d'un "tableau de bord de gestion" permettant le choix d'une méthode de Maintenance adapté aux véhicules dont on possède l'historique.

## 5 - COMPORTEMENT DU MATÉRIEL :

### 5.1 : Etude des défaillances :

**Il serait illusoire de vouloir opérer un dépannage ou une réparation sur un matériel sans avoir au préalable élucidé la nature de la défaillance pour y remédier.**

#### 5.1.1 : Définition :

**Défaillance** : altération ou cessation d'un bien à accomplir une fonction requise.

Il existe plusieurs types de défaillances, extraits de la norme X 60010 :

- défaillance partielle : altération du fonctionnement ,
- défaillance complète = panne : cessation de fonctionnement,
- défaillance catalectique : défaillance soudaine et complète,
- défaillance par dégradation : progressive et partielle, ...

D'autres formes de défaillances existent, mais notre objectif ici n'est pas de faire un catalogue de toutes les défaillances, mais de comprendre pourquoi elles apparaissent et comment y remédier.

#### 5.1.2 : Connaissance d'une défaillance :

##### 5.1.2.1 : Etat d'un système :

Tout système peut prendre trois états :

Etat 1 : bon fonctionnement

Etat 2 : mode dégradé

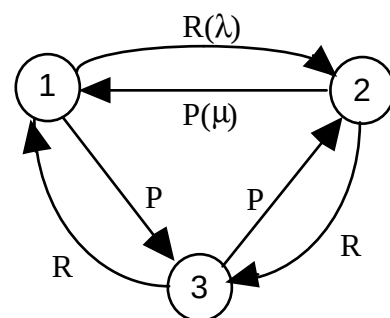
Etat 3 : panne.

Ces états tirés de la modélisation de Markov permettent 6 transitions représentées par des arcs

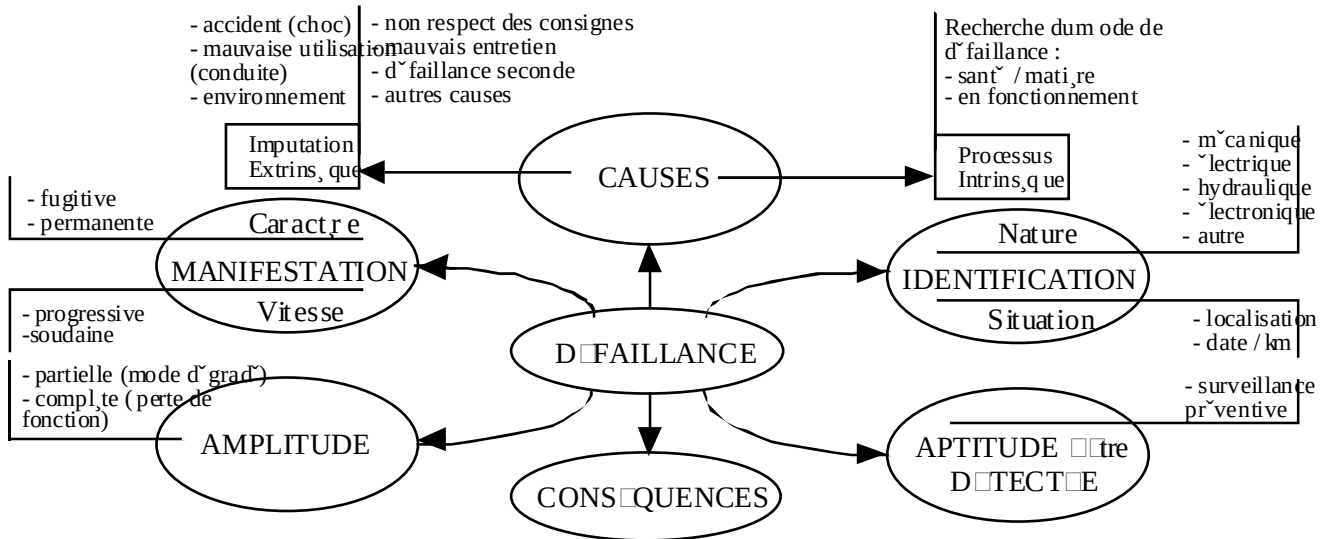
**P** : panne associé à  $\lambda$  (taux de défaillance)

**R** : Réparation associée à  $\mu$  (taux de réparation)

$$\lambda = \frac{1}{MTBF} \quad \mu = \frac{1}{MTTR}$$



### 5.1.2.2 : Analyse d'une défaillance :



### 5.1.2.3 : Hiérarchisation des défaillances :

Nous avons vu apparaître dans l'importance de l'historique la notion de criticité, sous la forme "d'indice de criticité". Cet indice n'est pas une notion calculée ou mesurée, c'est une notion discutée au sein de l'entreprise et établie en fonction de l'importance du véhicule ou de l'élément sur un véhicule.

**Question** : qu'est-ce qui est le plus grave : une défaillance sur le circuit de refroidissement, le circuit de freinage ou la boîte à gants ?

Tout dépend du point de vue suivant lequel on se place !

D'une manière générale pour mesurer l'importance d'une défaillance, on la situe sur une matrice de criticité.

Exemple de matrice de criticité :

#### La gravité des effets :

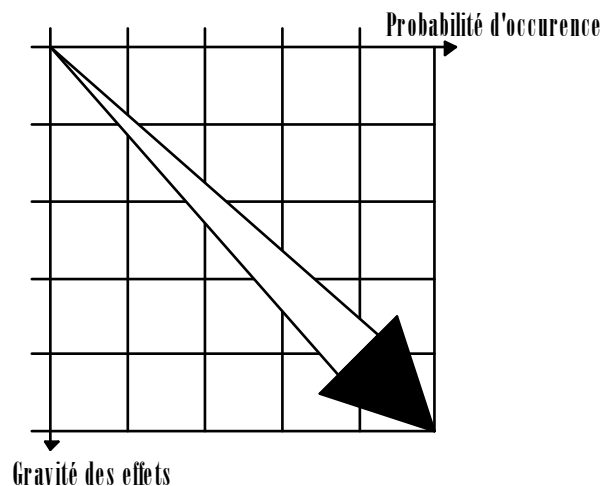
Gradation de la gravité, de la plus mineure à la plus critique.

#### Probabilité d'occurrence :

Probabilité que le risque apparaît, du plus faible au plus fort.

Certaines entreprises intègrent déjà des matrices de criticité pour leur matériel... ou à l'opposé l'ensemble des véhicules ou les éléments ont la même criticité. Les deux solutions se "valent" dans la mesure où c'est une question de moyens mis en œuvre, de capacité de travail des ouvriers et de l'importance de chaque véhicule.

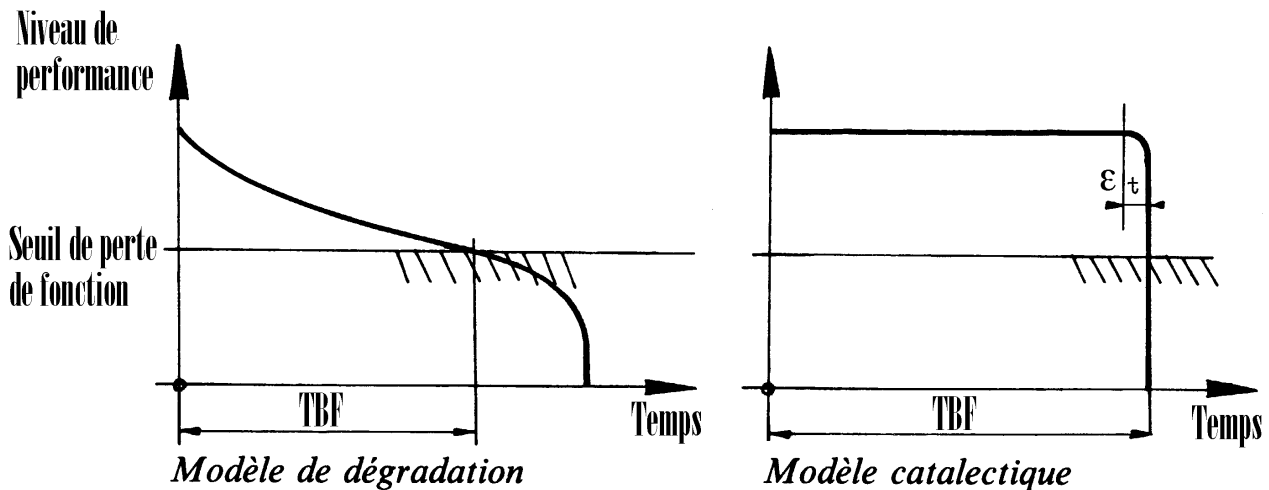
Une hiérarchisation des défaillances touchant un système est ainsi possible, permettant de dégager des priorités d'action.



### 5.1.3 : Evolution d'une défaillance :

#### 5.1.3.1 : Vitesse de propagation :

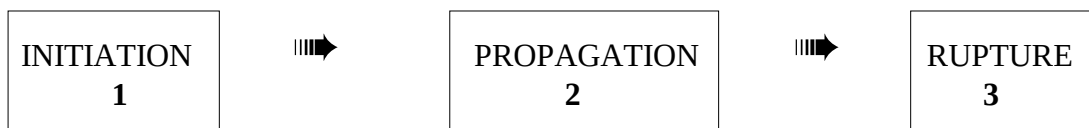
Les défaillances se manifestent suivant l'un des deux modèle ci-dessous :



Le premier modèle va caractériser plutôt les éléments mécaniques et le deuxième modèle plutôt les éléments électroniques.

#### 5.1.3.2 : Processus d'évolution :

Chaque mode de défaillance dégrade un organe mécanique de façon spécifique. Cependant, ils s'enchaînent pratiquement tous suivant le schéma suivant :



1 : A l'initiation se trouvent souvent un défaut "santé-matière", un défaut de conception, de fabrication, une usure programmée ou/et une cause extrinsèque (choc, surcharge fugitive...)

2 : La propagation s'opère souvent par des modes de défaillances en fonctionnement, tels que la fatigue, l'usure...

3 : La perte de bon fonctionnement intervient généralement de façon accélérée, consécutive à la propagation dans le temps, ou de façon soudaine.

### 5.1.4 : Principaux modes de défaillance :

- Problème de conception : on entend assez de marques qui rappellent des véhicules (obligation légale) pour comprendre que personne n'est infaillible, et que le « zéro défaut » est illusoire...

- Défaillance de la matière première ou de malfaçon :

- défauts lors de l'élaboration de la matière (micro-fissures...)
- défauts lors de l'élaboration de la pièce finie (surchauffe de soudure, écrouissage d'usinage...)
- défauts de montage (chocs sur roulement...)

- Défaillance mécanique en fonctionnement :

Choc, surcharge, fatigue excessive des structures, fatigue thermique, fluage (déformation permanente sous contraintes mécaniques), usure, abrasion, érosion, corrosion.

- Défaillance électriques :

Rupture de liaison électrique (pb connecteurs...), usure ou collage des contacts, claquage d'un composant. A l'inverse des problèmes mécaniques ou plus généralement lorsque la dégradation est lente, les défaillances électriques ont un caractère catalytique, difficilement mesurable et prévisible. Mais il est possible de prévenir et d'agir sur les phénomènes extérieurs qui génèrent les défaillances (vibrations, actions thermiques, rayonnement...).

Lorsque les systèmes ont un degré de criticité important, le déverminage a pour but d'éliminer les composants ayant un point faible risquant d'apparaître dans le début du fonctionnement.

- Les corrosions électrochimiques :

- Corrosion électrochimique : affecte les métaux principalement ferreux en milieux aqueux.
- Corrosions galvaniques : 2 métaux de nature différentes sont réunis par une solution aqueuse conductrice et formant une pile...d'où l'importance d'éviter autant que possible de mettre que de l'eau dans un circuit de refroidissement.

- Les corrosions chimiques :

Mise en contact d'éléments avec des produits agressifs entraînant une corrosion chimique, avec perte régulière de matière. Une prolifération de bactéries peut dans un milieu aqueux créer une formation d'acide.

- La corrosion électrique : abrasion par arc électrique ou cratérisation.

- La cavitation : se manifeste sur les pièces en contact avec une zone de turbulence liquide. (Implosion des bulles de liquide générant une onde de choc ; elles sont produites par la rupture de l'écoulement laminaire)

## **5.2 : Le taux de défaillance : $\lambda$ :**

### **5.2.1 : Définition :**

Le taux de défaillance, noté ( $\lambda$ ) est un estimateur de fiabilité. En effet, il représente une proportion de d'éléments survivants à l'instant  $t$ .

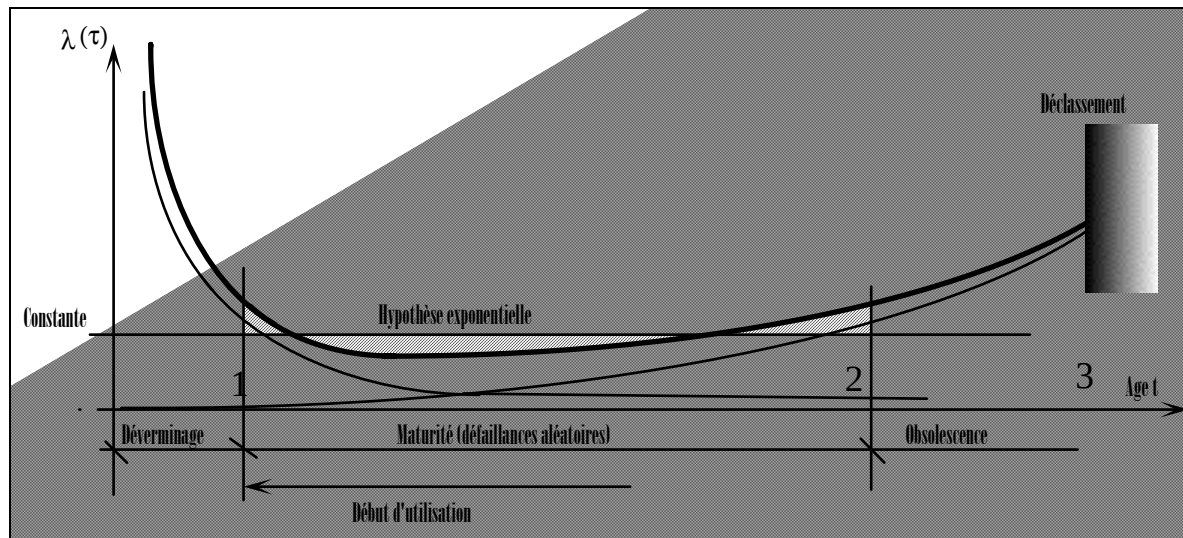
Sa forme générale est :  $\lambda = \frac{\text{nombre de défaillances}}{\text{durée d'usage}}$

Il s'exprimera le plus souvent soit en pannes / heures ou en pannes / km.

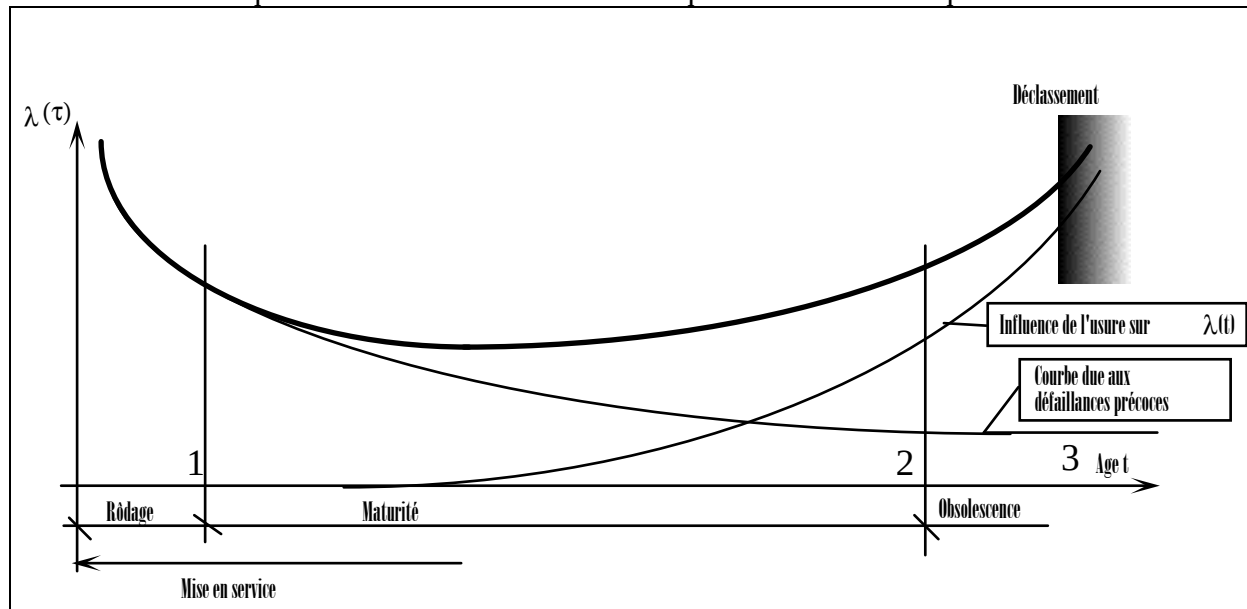
**Attention** : utilisé en fiabilité, le taux de défaillance devra exclure les défaillances extrinsèques à l'ensemble analysé, telles que les pannes dues à une faute de conduite (accident, consigne non respectée) ou dues à une influence accidentelle du milieu extérieur (inondation, incendie...)

### **5.2.2 : Durée de vie d'un équipement :**

Courbes en baignoire :



Domaine électronique ↑      Domaine mécanique ou électrotechnique ↓



Interprétation : les trois périodes de vie :

**1 - Jeunesse** (mortalité infantile, défaillance précoce)

- En état de fonctionnement à l'origine (mis en service).
- Période de rodage (pré-usure, coup de râpe initiale).
- Présélection des composants électroniques : déverminage.

**2 - Maturité** (période de vie utile, de défaillance aléatoire).

- Période de rendement optimal du matériel.
- Taux de défaillance constant.
- Les défaillances apparaissent sans dégradations préalables visibles, par des causes diverses, suivant un processus poissonnien (défaillances aléatoires). Poissonnien : qui suit la loi statistique de "M. Poisson".

**3 - Obsolescence** : (vieillesse, usure)

- Un mode de défaillance entraîne une dégradation accélérée, à un taux de défaillance croissant (pour un mécanisme). Souvent, on trouve une usure mécanique, de la fatigue, une érosion ou une corrosion.
- A un certain seuil de  $\lambda(t)$ , le matériel est "mort". Il est alors déclassé, puis rebuté ou reconstruit. La détermination du seuil de déclassement est calculée à partir de critères technico-économiques.

### 5.2.3 : Calcul du taux de défaillance :

*1<sup>er</sup> cas : Les éléments défaillants sont remplacés dans l'intervalle  $\Delta t$  :*

Nommons :

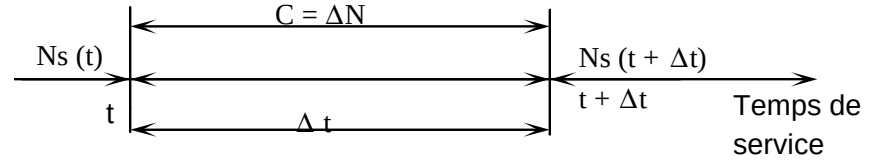
$N_0$  : nombre initial de dispositifs,

$N_s(t)$  : nombre de survivants à l'instant (t)

$N_s(t + \Delta t)$  : nombre de survivants à

l'instant  $t + \Delta t$

$C(\Delta t) = N_s(t) - N_s(t + \Delta t)$  : nombre de défaillance pendant  $\Delta t$ .



Dans ce cas, le lot de dispositif est constant, donc  $N_s(t) = N_0$ .

Le taux de défaillance moyen sur l'intervalle  $\Delta t$  est

$$\lambda(t) = \frac{C(\Delta t)}{N_0 \cdot \Delta t}$$

**Application :** Les défectueux sont remplacés (ou réparés) :

Nous allons étudier 70 véhicules pendant la période allant de 80000Km à 90000Km. 41 défaillances ont été réparées. Quelles est le taux de défaillance relatif à cette période ?

*2<sup>ème</sup> cas : Les éléments défaillants ne sont pas remplacés ou non réparés :*

Utilisons les mêmes symboles. Dans ce cas,  $N_s(t)$  est différent de  $N_0$ , la fonction  $N(t)$  étant décroissante.

Le taux de défaillance moyen sur l'intervalle  $\Delta t$  est

$$\lambda(t) = \frac{N_s(t) - N_s(t - \Delta t)}{N_s(t) \cdot \Delta t}$$

**Application :** les défectueux ne sont pas remplacés. On test 50 électrovannes de commandes de BVA, en continu à 8 impulsions / minute. A la 50<sup>e</sup> heure, il en reste 33. A la 60<sup>e</sup> heure, il en reste 27.

Quelle est le taux de défaillance sur cette classe, par heure et par impulsion ?

### 5.3 : Durée de vie d'un matériel :

- Le technicien de maintenance à la charge des véhicules du début à la fin de la vie du matériel.

Se pose à lui successivement plusieurs questions :

- Quelle est la durée de vie de cet équipement ?
- A quel moment doit-on cesser les actions de maintenances correctives ou préventives sur le matériel ?
- A quel moment faut-il déclasser le matériel ?
- Faut-il le rénover, le reconstruire, le remplacer à l'identique, le remplacer par un matériel de nouvelle génération ?
- A-t-il une valeur de revente ?

- La décision de remplacement est toujours conditionnée par un problème d'investissement... mais pour investir, il faut rassembler tous les paramètres qui vont intervenir sur la décision :

- données économiques d'exploitation,
- variables technologiques associées aux contraintes de sécurité,
- variable conjoncturelle (financement de l'investissement),
- étude prospective pour déterminer le bon moment du remplacement du véhicule.

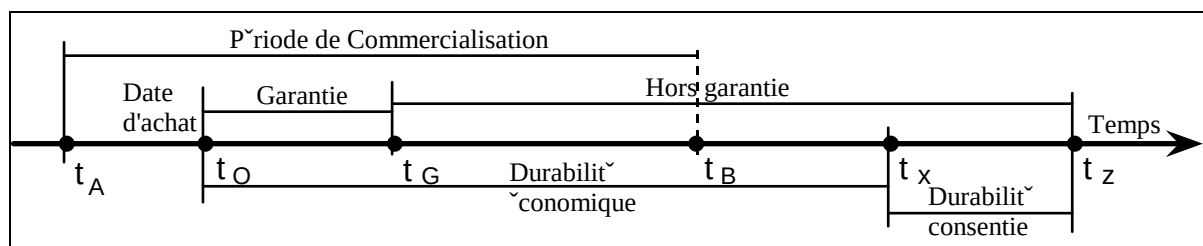
Toujours est-il que deux données sont indiscutables :

- l'"acharnement thérapeutique" coûte cher,
- tout véhicule est "mortel".

### 5.3.2 : Durabilité :

- **Définition** (Norme NF X 50500) : " Durée de vie potentielle d'un bien pour la fonction qui lui a été assignée dans des conditions d'utilisation et de maintenance donnée".

- Nous allons distinguer 3 périodes "commerciales" et 2 périodes de maintenance :
  - de commercialisation,
  - de garantie,
  - hors garantie ;



$t_x$  est le terme de la période optimale économique d'utilisation du matériel.

$t_z$  est la date de la décision de déclassement de l'équipement (rebut, revente ou reconstruction).

Notre problème va être de déterminer  $t_x$ .

Pour des matériels connus, on fixe un seuil exprimé en % de la valeur d'acquisition  $V_A$ , 50% par exemple, pour un taux d'utilisation moyen par jour (8h/jour soit environ 2000h/an pour une voiture).

$t_x$  est atteint lorsque le cumul des coûts de défaillance est égal au seuil prédéterminé.

- **Remarques :** la durabilité consentie peut être intéressante s'il est possible de faire des économies sur les coûts de la maintenance en fin de vie (moindre entretien, pièces d'occasion...). Attention à la durée

d'approvisionnement ( $t_B$ ) des pièces détachées après la date de dernière commercialisation.

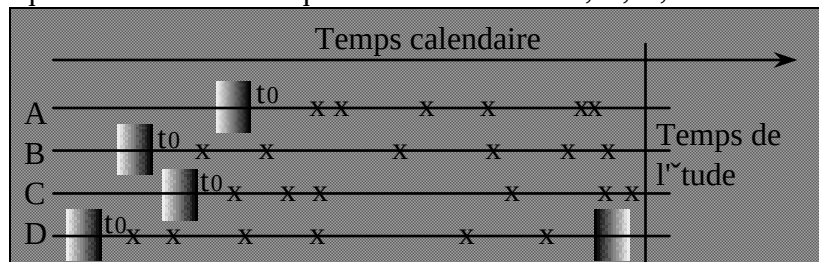
### 5.3.1 : Outil d'aide à la décision : Le Tableau d'Actuariat :

- Cas d'utilisation :

Si l'on possède un parc machine standardisé (nombre important de machine semblable), on peut établir un actuariat qui va permettre l'estimation de la variation du flux de défaillance global  $\lambda_G$  dans le temps de service, ainsi que les variations des taux de défaillance relatifs aux modules intéressants (sélectionnés par les graphes en n.t)

- Données de départ :

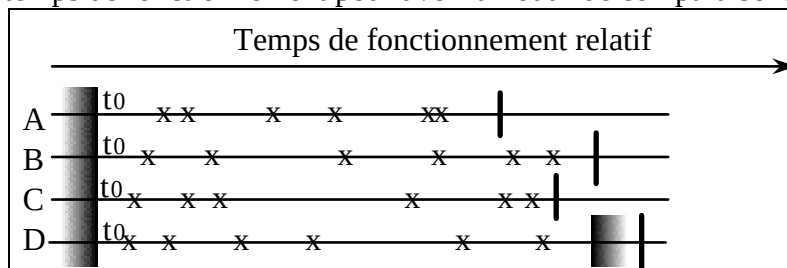
On possède un historique individuel de chaque machine. Soient A, B, C, D des machines semblables.



- Phase 1 : Initialisation :

On initialise leur mise en service à 0 .

On individualise leur temps de fonctionnement pour avoir un outil de comparaison.



- Phase 2 : choix des classes :

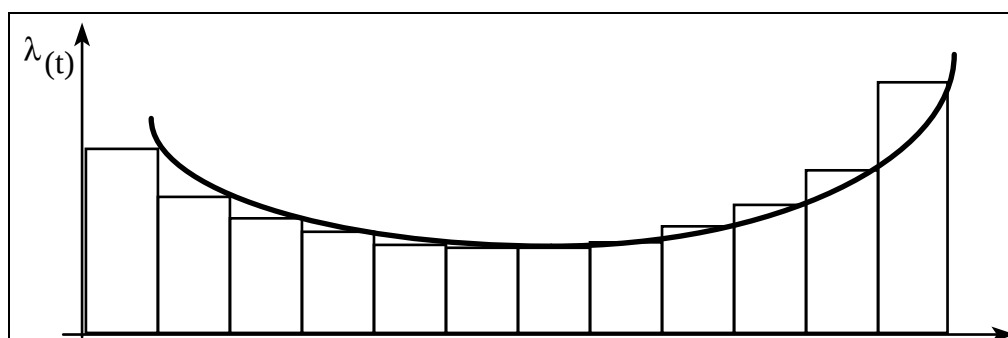
Pour chaque classe, on établit l'inventaire des machines en service, le cumul des heures de fonctionnement de l'ensemble des machines survivantes sur la classe et le recensement des défaillances dans cette classe. Ces éléments permettent l'estimation du taux de défaillance moyen supposé constant sur la classe d'âge.

$$\lambda = \frac{c}{\sum t} = \frac{c}{N \cdot \Delta t}$$

| Classe          | Nbre de véhicules en fonctionnement | Cumul des temps de fonctionnement | Nombre de défaillance | Taux moyen de défaillance                    |
|-----------------|-------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------|----------------------------------------------|
| 40000 à 50000km | 8                                   | 8x 10000 = 80000km                | 3                     | $l = 3/80000 = 3,75 \cdot 10^{-5}$ pannes/km |



- Exploitation :  
Ce tableau une fois complété permet :  
- de tracer l'histogramme des défaillances (répétition dans le temps),  
- de tracer la courbe en baignoire (ci-contre)

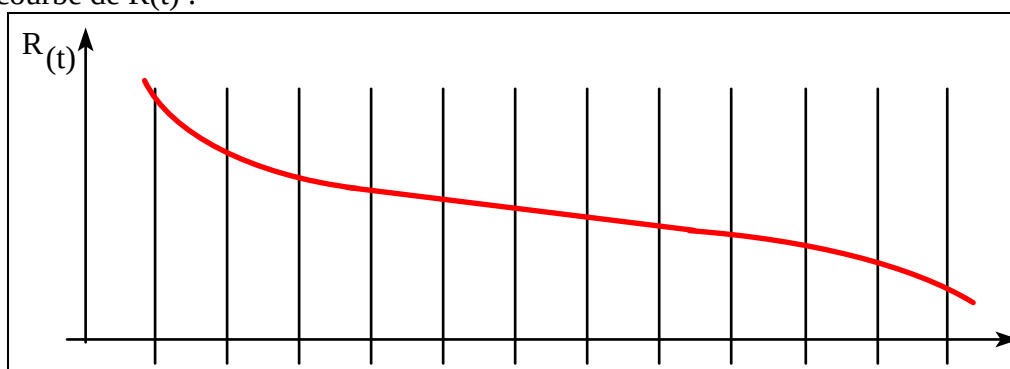


- de tracer la courbe de fiabilité approximative par palier :

En effet, le taux de défaillance sur chaque classe est moyen, donc constant. Il est possible d'appliquer la loi mathématique du modèle exponentiel :

$$R(t) = e^{-\lambda t}$$

Allure de la courbe de R(t) :



A l'aide de ces deux courbes juxtaposées, on peut déterminer à quel moment remplacer les éléments ayant atteint la période de vieillesse.

- Remarque : cette approche, descriptive d'un échantillon, donne une allure de la fiabilité. Elle sera affinée par une recherche d'un ajustement probabiliste par la loi de Weibull.

Exemple :

| Número Véhicul | Dates : | Km compteur | Km déclassém. | Code / type défaut | Durée de réparat(h) |
|----------------|---------|-------------|---------------|--------------------|---------------------|
| 1              | 2-1995  | 7890        |               | Amort -8           | 5                   |
|                | 3-1995  | 8676        |               | Freins -5          | 7                   |
|                | 9-1995  | 27391       |               | Emb.-3             | 10                  |
|                | 9-1995  | 27391       |               | Circ.Elec-4        | 2                   |
|                | 3-1996  | 48720       |               | P ess-1            | 1                   |
|                | 10-1996 | 75622       |               | Freins-5           | 7                   |
|                | 8-1997  | 110960      |               | Cardan-8           | 10                  |
|                | 12-1997 | 117920      | 119000        | Batt-4             | 0,5                 |
| 2              | 3-1995  | 8790        |               | Amort-8            | 6                   |
|                | 3-1995  | 8790        |               | Freins-5           | 8                   |
|                | 6-1995  | 27922       |               | Cardan-8           | 8                   |
|                | 6-1995  | 27922       |               | Dém-4              | 4                   |
|                | 8-1995  | 37812       |               | Emb-3              | 12                  |
|                | 8-1997  | 100920      |               | Boîte-6            | 12                  |
|                | 11-1997 | 103920      | 116000        | Batt-4             | 0,5                 |
|                |         |             |               |                    |                     |
| 3              | 1-1996  | 8787        |               | Amort-8            | 5                   |
|                | 3-1997  | 18732       | 20000         | Freins-5           | 7                   |
| 4              | 3-1995  | 4890        |               | Amort-8            | 4                   |

|   |         |        |        |             |     |
|---|---------|--------|--------|-------------|-----|
|   | 5-1995  | 17947  |        | Emb-3       | 12  |
|   | 5-1995  | 17947  |        | E.G-2       | 2   |
|   | 3-1996  | 57900  |        | Amort-8     | 5   |
|   | 8-1996  | 77212  |        | Circ Elec-4 | 4   |
|   | 1-1997  | 103821 | 109000 | Batt-4      | 0,5 |
| 5 | 4-1995  | 6990   |        | Emb -3      | 11  |
|   | 6-1995  | 14029  |        | Card-8      | 10  |
|   | 5-1996  | 87512  |        | Freins-5    | 8   |
|   | 1-1997  | 102921 | 104000 | Batt-4      | 0,5 |
|   |         |        |        |             |     |
| 6 | 3-1996  | 6970   |        | Circ Elec-4 | 5   |
|   | 4-1996  | 12341  |        | Amort-8     | 6   |
|   | 1-1997  | 43711  | 50000  | Freins-5    | 8   |
|   |         |        |        |             |     |
| 7 | 5-1995  | 6811   |        | Circ.Elec-4 | 5   |
|   | 6-1995  | 17912  |        | Amort-8     | 3   |
|   | 6-1996  | 101772 |        | Freins-5    | 6   |
|   | 7-1996  | 107911 |        | Boîte-6     | 6   |
|   | 9-1996  | 110712 |        | Freins-5    | 5   |
|   | 11-1996 | 111910 | 112000 | Batt-4      | 4   |
|   |         |        |        |             |     |
| 8 | 3-1995  | 7790   |        | All-4       | 4   |
|   | 6-1995  | 19911  |        | Dém-4       | 4   |
|   | 10-1995 | 37525  |        | Amort-8     | 8   |

|    |         |        |        |             |   |
|----|---------|--------|--------|-------------|---|
|    | 5-1996  | 87812  |        | Amort-8     | 8 |
|    | 8-1996  | 97912  |        | Circ Elec-4 | 4 |
|    | 9-1996  | 102800 |        | Freins-5    | 5 |
|    | 9-1996  | 103800 | 110000 | Cardans-8   | 8 |
| 9  | 3-1995  | 5582   |        | Boîte-6     | 6 |
|    | 10-1996 | 64712  | 78000  | Emb-3       | 3 |
| 10 | 3-1995  | 26821  |        | Amor-8      | 8 |
|    | 10-1995 | 65912  |        | Emb-3       | 3 |

|  |        |       |        |          |   |
|--|--------|-------|--------|----------|---|
|  | 2-1996 | 77915 |        | Amort-8  | 8 |
|  | 6-1996 | 91218 |        | Amort-8  | 8 |
|  | 8-1996 | 97990 | 103000 | Freins-5 | 5 |

Abréviation : EA : Essui Glace; Emb : Embrayage; Amort : Amortisseur ; Circ.Elec : Circuit électrique ; Pess : Pompe à essence.

### Groupe fonctionnels :

1 : Moteur. 2 : Carrosserie. 3 : Embrayages. 4 : Electricité. 5 : Freins. 6 : Boîte de vitesse. 7 : Direction. 8 : Suspension.

1 - Vous trouverez ci-contre le graphe de paréto pour chaque élément fonctionnel avec, portées en ordonnées, les fréquences relatives en %.

| Elém<br>ents | Total Heures<br>d'intervention | Total<br>inter. | $\bar{n}_t$ |
|--------------|--------------------------------|-----------------|-------------|
| 1            | 1                              | 1               | 1           |
| 2            | 2                              | 1               | 2           |
| 3            | 72                             | 6               | 432         |
| 4            | 30,5                           | 13              | 396,5       |
| 5            | 67                             | 10              | 670         |
| 6            | 34                             | 3               | 102         |
| 7            | 0                              | 0               | 0           |
| 8            | 94                             | 16              | 1504        |

2 - Tracer un tableau d'actuariat relatif à l'ensemble des défaillances sur ce modèle de véhicules.

- En déduire la courbe de  $\lambda(t)$ .
- Tracer  $R(t)$  avec  $\lambda$  constant sur chaque classe d'âge
- Interpréter les courbes obtenues.

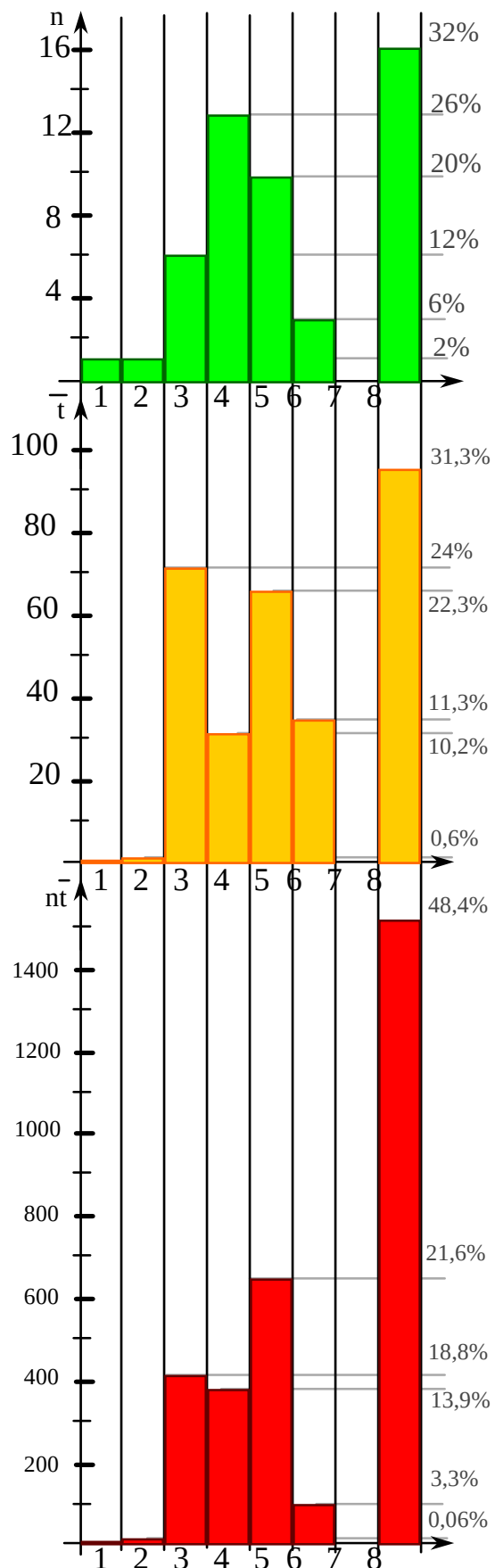
3a - Les graphes de paréto ont mis en présence un module fragile prioritaire : la suspension.

Tracer l'actuariat des seuls amortisseurs, ainsi que la courbe  $\lambda(t)$ . En déduire des conclusions pratiques.

3b - Faire une étude pratique sur les batteries (actuariat et  $\lambda(t)$ ). Superposer à l'unité d'usage "km" l'unité "mois" mieux adapté à ce cas (une batterie s'use même si elle ne sert pas...)

3c - Faire l'étude particulière des pannes "freins" (actuariat et  $\lambda(t)$ ).

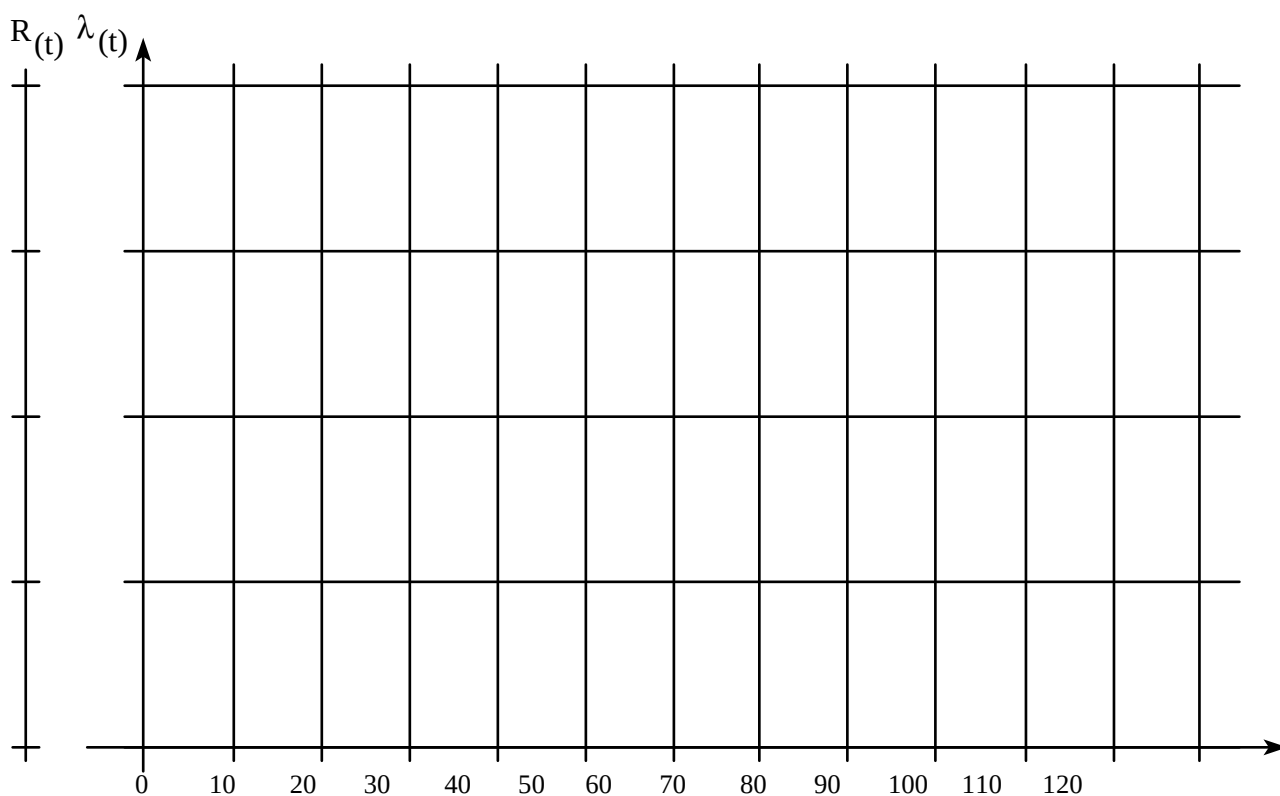
**Réponses en page suivante.**



## 2 - Tableau d'actuariat :

| Classe<br>x1000Km | n Véhicule<br>en usage | Cumul<br>classe | N nbre<br>défail <sup>ce</sup> | $\lambda$ taux cts<br>sur 1 classe | $\lambda \cdot t$ | $\Sigma \lambda \cdot t$<br>cumul | R(t) |
|-------------------|------------------------|-----------------|--------------------------------|------------------------------------|-------------------|-----------------------------------|------|
| 0 - 10            |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 10 - 20           |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 20 - 30           |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 30 - 40           |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 40 - 50           |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 50 - 60           |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 60 - 70           |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 70 - 80           |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 80 - 90           |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 90 - 100          |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 100 - 110         |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |
| 110 - 120         |                        |                 |                                |                                    |                   |                                   |      |

### Courbe Actuariat et R(t) :



### Conclusion & Interprétation :

**3a - Etude de la suspension :**  
**Graphe des défaillances :**

**Tableau d'actuariat :**

| Classe<br>x1000Km | n Véhicule<br>en usage | Cumul<br>classe | N nbre<br>défaillance | taux cts<br>sur 1 classe | t | (taux cts<br>cumul | R(t) |
|-------------------|------------------------|-----------------|-----------------------|--------------------------|---|--------------------|------|
| 0 - 10            |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 10 - 20           |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 20 - 30           |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 30 - 40           |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 40 - 50           |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 50 - 60           |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 60 - 70           |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 70 - 80           |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 80 - 90           |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 90 - 100          |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 100 - 110         |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |
| 110 - 120         |                        |                 |                       |                          |   |                    |      |

**Graphique :**

**Conclusion :**

**3b - Etude des batteries :**  
**:**

**Conclusion :**

**3b - Etude des batteries :**  
**:**

**Conclusion :**

**3b - Etude des batteries :**  
**Conclusion :**

**3b - Etude des batteries :**  
**Conclusion :**

**3b - Etude des batteries :  
lusion :**

**3b - Etude des batteries :  
b - Etude des batteries :  
- Etude des batteries :  
batteries :**

**batteries :**

**atteries :  
Graphe des défaillances :**

Tableau??dmardi, novembre 23, 2010actuariat??:  
mardi, novembre 23, 2010actuariat??:  
actuariat??:

Classe??x1000Kmn??Véhicule  
0Kmn??Véhicule  
cule  
en??usageCumul??classeN??nbre  
mul??classeN??nbre  
??nbre  
défailceλ taux cts  
taux cts

| <b>raphe des<br/>défaillances :</b>                                                                                                                                                    | $\lambda . t$ | $\Sigma \lambda . t$<br>cumul | R(t) |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|-------------------------------|------|
| Tableau??d<br>mardi, novemb<br>actuariat??:<br><br>Classe??x100<br>0Kmn??Véhi<br>cule<br>en??usageCu<br>mul??classeN<br>??nbre<br>défailceλ<br>taux cts<br>es<br><b>défaillances :</b> |               |                               |      |

|                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| <p>Tableau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p> <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu<br/>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts<br/><b>faillances :</b></p> |  |  |  |
| <p>Tableau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p> <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu<br/>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts<br/><b>aillances :</b></p>  |  |  |  |
| <p>Tableau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p> <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu<br/>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts<br/><b>ances :</b></p>      |  |  |  |
| <p>Tableau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p>                                                                                                                                            |  |  |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|
| <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu<br/>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts<br/>:</p> <p>Tableau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p> <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu<br/>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts</p> <p>Tableau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p> <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu<br/>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts</p> <p>Tableau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p> <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu</p> |  |  |  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|



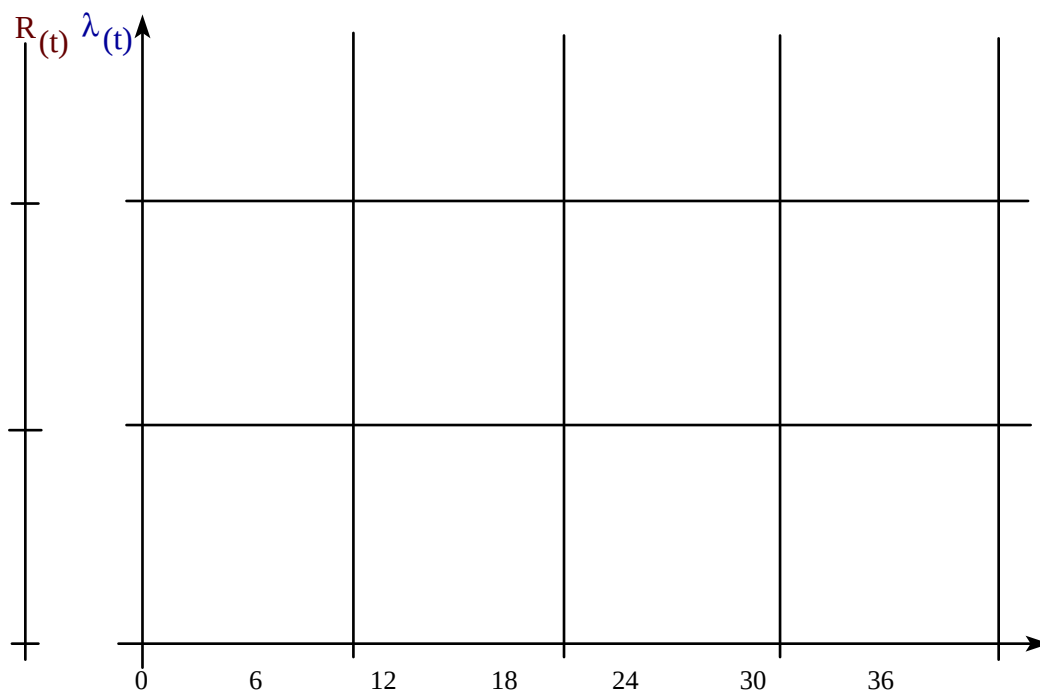
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               |                  |      |  |  |  |  |  |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|------|--|--|--|--|--|
| <p>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts<br/>leau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p> <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu<br/>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts<br/>eau??d<br/>mardi, novemb<br/>actuariat??:</p> <p>Classe??x100<br/>0Kmn??Véhi<br/>cule<br/>en??usageCu<br/>mul??classeN<br/>??nbre<br/>défailceλ<br/>taux cts<br/>sur 1 classe</p> |                  |      |  |  |  |  |  |
| 0 - 6                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                         |                  |      |  |  |  |  |  |
| 6 - 12                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |      |  |  |  |  |  |
| 12 - 18                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | Σ λ . t<br>cumul | R(t) |  |  |  |  |  |
| 18 - 24                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |                  |      |  |  |  |  |  |

|                |  |  |
|----------------|--|--|
| 24 - 30        |  |  |
| 30 - 36        |  |  |
| Graphique<br>: |  |  |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |  |  |  |  |  |  |  |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|--|--|--|--|--|--|
| <p> <math>R(t)</math><br/> <math>\lambda</math><br/> 1<br/> 0,75<br/> 0,5<br/> 0,25<br/> 0<br/> 0<br/> 15<br/> 10<br/> 5<br/> 0<br/> </p> <p> <b>Conclusion</b><br/> : 3c -<br/> <b>Etude des freins</b><br/> : Graphe des défaillances<br/> :<br/> 0 10<br/> 0<br/> </p> <p> Tableau d'actuariat<br/> : Classe<br/> x1000Km<br/> n<br/> Véhicule en usage<br/> Cumul classe<br/> N<br/> nombre de défaillances<br/> <math>\lambda</math> taux cts sur 1 classe<br/> <math>\lambda \cdot t</math> </p> |  |  |  |  |  |  |  |
| 0 - 30                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |  |  |  |  |  |  |
| 30 - 60                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |
| 60 - 90                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |  |  |  |  |  |  |  |

|          |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|
| 90 - 120 |  |  |  |  |  |  |  |
|----------|--|--|--|--|--|--|--|

Graphique :



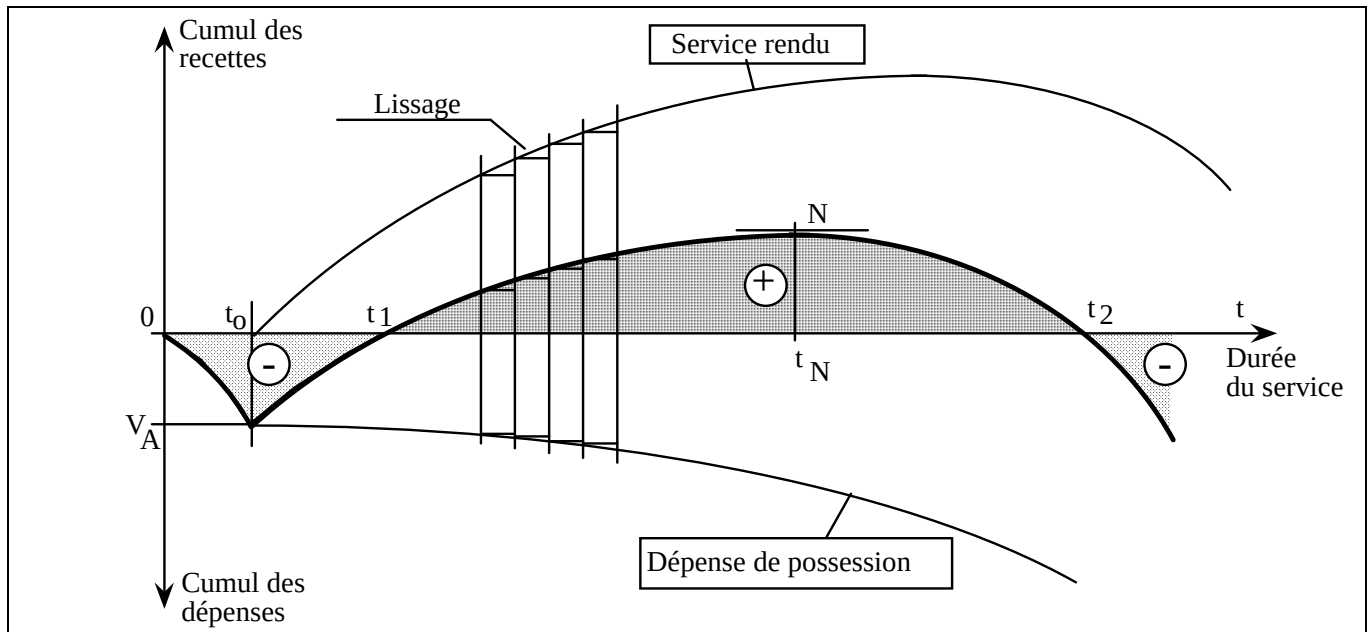
Conclusion :

### 5.3.3 : Coût de possession d'un équipement : Le LCC et son utilisation

Il est dans la logique de l'évolution de l'entretien d'intégrer les dépenses de maintenance à la gestion du cycle de vie d'un bien.

- Le coût global de référence, ou LCC (Life Cycle Cost), est la différence entre la somme des dépenses relatives à la possession d'un matériel, et les recettes qu'il procure (quand elles sont chiffrables).

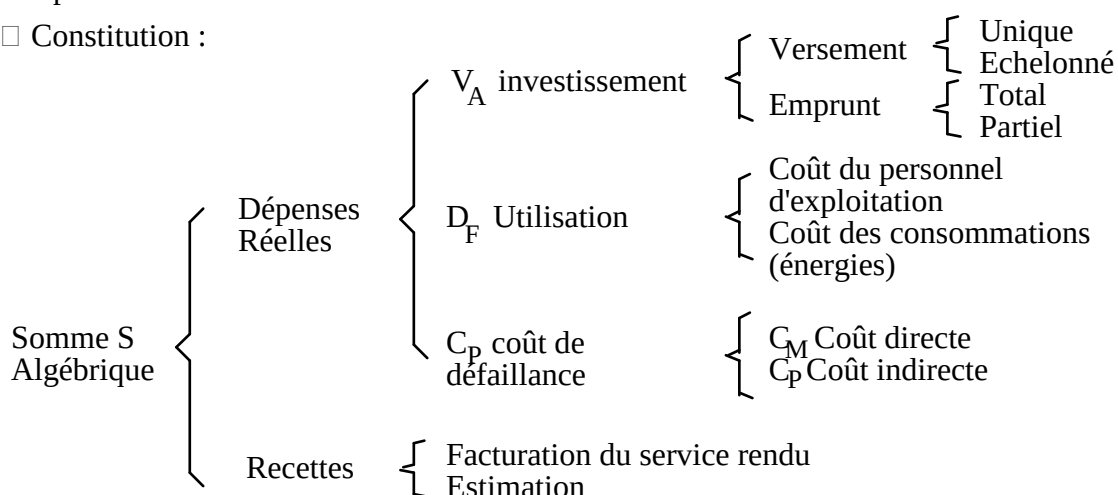
La courbe lissée à l'allure suivante :



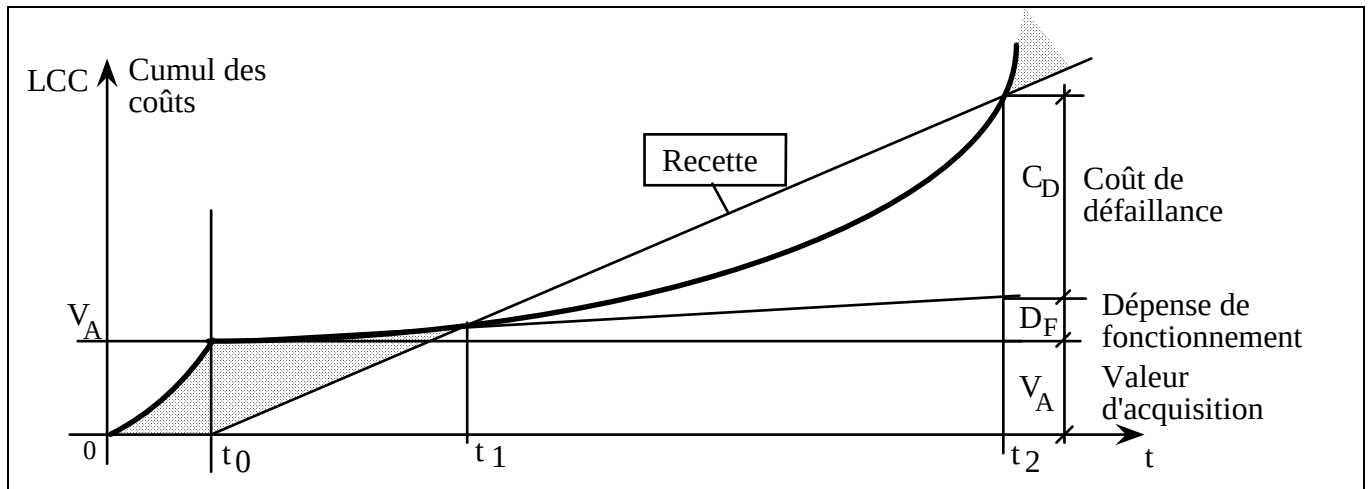
Le LCC est un outil d'aide à la décision. Il visualise et cumule toutes les données économiques saisies (mois par mois ou année par année) au long du cycle de vie d'un équipement.

Remarque : le cumul des coûts implique leur actualisation en franc constant ou euro constant... comme vous préférez.

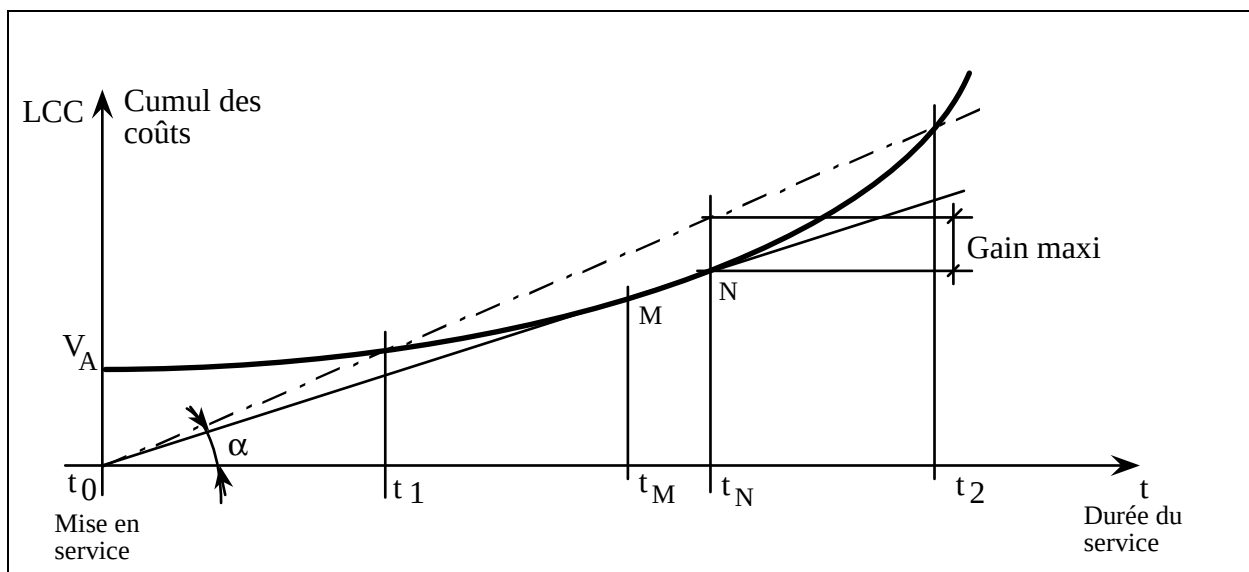
□ Constitution :



- Remarque sur les recettes : si une facturation du service rendu existe, (gestion d'un bus par exemple), la saisie est facile. Sinon, on fait une estimation par référence au coût de remplacement à l'identique, ou bien on ne gère que les dépenses.



- Modélisation simplifiée : en fait, nous pouvons le plus souvent considérer les recettes,  $V_A$ ,  $D_F$  comme constant par unité d'usage.
- De plus le point M qui va nous intéresser est indépendant des recettes.



$\alpha$  mini, pente de OM, tangente à la courbe LCC menée depuis la mise en service  $t_0$  permet de localiser  $t_M$ , date optimisée de remplacement de l'équipement (et non  $t_N$ , comme il semblerait). Ce résultat se justifie par des calculs de recherche opérationnelle.

D'un point de vue pratique, si déjà vous arrivez à prouver qu'il faut arrêter le véhicule au point N (c-à-d. au gain maxi), vous aurez déjà gagné une grande bataille au sein de l'entreprise où vous travaillez !

#### • Utilisation du LCC :

Interprétation des courbes :

$t_0$  et  $t_1$  est une zone initiale d'exploitation déficitaire, mais inévitable.

$t_1$  et  $t_2$  est une zone d'exploitation rentable.

$t_1$  correspond à l'amortissement de l'investissement  $V_A$

$t_M$  est l'âge optimal de remplacement

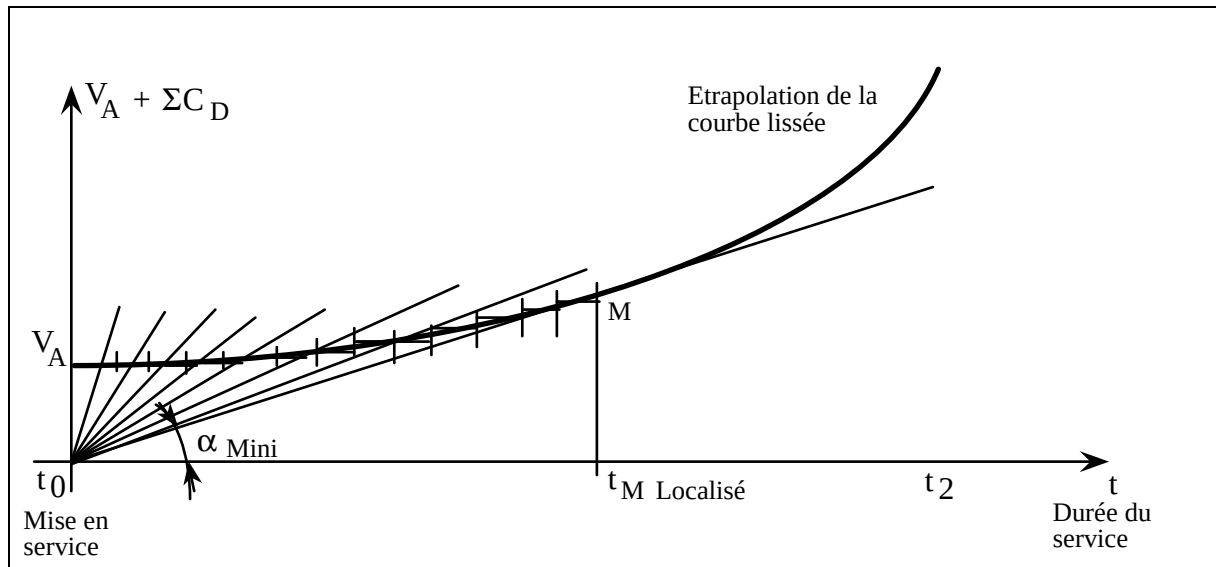
$t_N$  est l'âge du gain maximal

$t_2$  est la date au-delà de laquelle l'exploitation de la machine devient déficitaire, les coûts de défaillance

s'accroissant inexorablement.

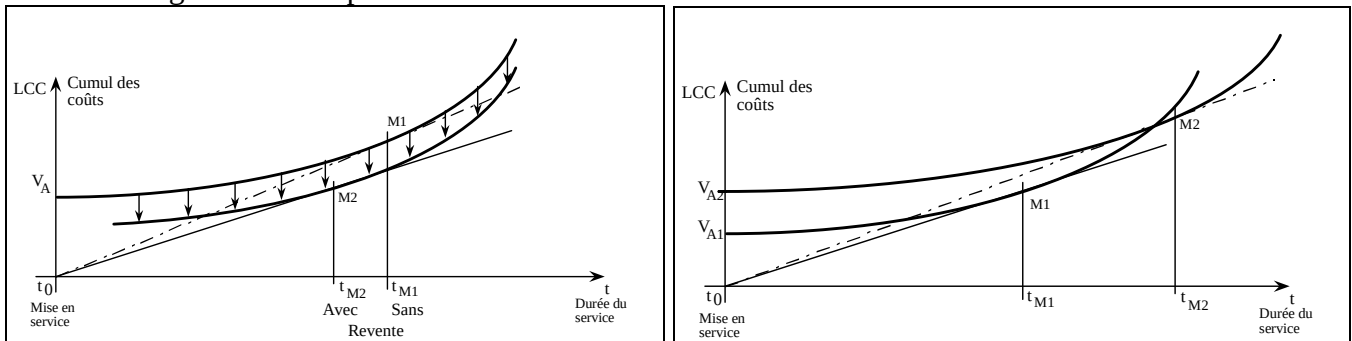
- Détermination de la zone optimale de remplacement  $t_M$  :

Nous constatons que si les recettes sont sensiblement constantes, si les dépenses de fonctionnement le sont aussi, la localisation de M dépend que de  $V_A$  et  $CD$  cumulé. D'où l'outil à utiliser :



- Remplacement dans le cas d'une valeur de revente ou modification du véhicule acheté.

Il faudra intégrer ces deux paramètres dans la courbe du LCC.



Dans le cas de la revente, il faut envisager de revendre le matériel plus tôt.

Dans le cas de changement de véhicule pour un plus "évolué", le prix est plus cher, mais souvent plus fiable et moins consommateur d'énergie.

Il est aussi mieux géré d'un point de vue de la maintenance.

### Exercice :

Une compagnie achète un mini bus à 200000F.

Le coût de défaillance et d'entretien est estimé à 5% du prix d'achat avec une augmentation cumulée de 50% chaque année.

Les dépenses de fonctionnement sont de 10000F / an.

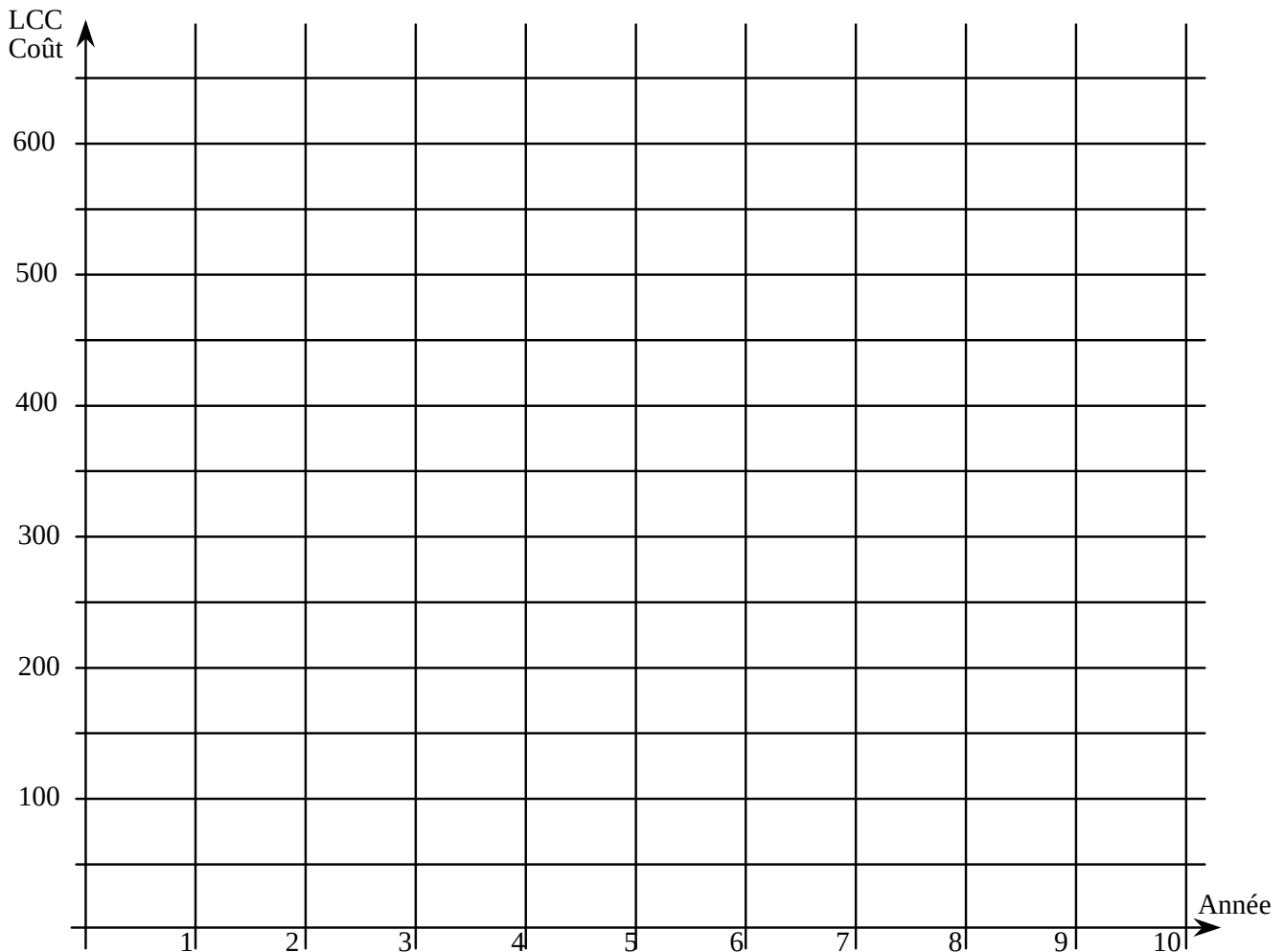
Les recettes sur ce bus sont estimées constantes : soit 60000F/an.

- Tracer sur le graphique ci-dessous représentant 10 années de fonctionnement :

Le coût d'achat du mini-bus.

La droite représentant les dépenses de fonctionnement.  
La courbe représentant les dépenses des défaillances.  
La droite des recettes.

- Indiquer à quelle date le mini-bus à été remboursé.  
A quelle date, il fait perdre de l'argent à l'entreprise.  
A quelle date, il serait intéressant de le remplacer.



**Conclusion :**

## 6 : COÛTS DE DÉFAILLANCE :

L'analyse des coûts en maintenance va nous permettre de savoir ce qui nous coûte cher dans les différentes pannes que l'on va rencontrer sur un véhicule. Cette analyse nous permettra aussi de faire des choix sur les différentes formes de maintenance à mettre en œuvre pour entretenir le véhicule. Dans un dernier temps cette analyse va permettre un choix beaucoup plus global sur les plans d'achat de matériel, sur l'approvisionnement des stocks, sur le coût de possession d'un véhicule...

Il faut bien comprendre que l'analyse des coûts est un iceberg, dont on ne voit que le dessus, et dont le dessous est bien plus pénalisant financièrement.



Ces coûts n'auront pas une précision comptable, mais seront un estimatif fiable pour une décision future.

### **6.1 : DÉCOMPOSITION DES COÛTS :**

Différentes sommes d'argent entrent dans le calcul du coût d'une intervention de maintenance (corrective, préventive, systématique ou conditionnelle). Cependant certaines sont imputables à la maintenance et d'autres à "la production". Le plus difficile sera d'imputer les coûts aux différents chapitres budgétaires.

#### **6.1.1 : COÛTS DE MAINTENANCE :**

- **Coût de main d'œuvre :  $D_{MO}$**

Prix des techniciens de maintenance.

$T$  (taux horaire) x le temps passé =  $D_{MO}$

Donner quelques coûts de maintenance que l'on trouve dans les garages en France :

- **Frais généraux du service de maintenance :  $D_F$**

Ce sont les frais fixes d'un service maintenance, comprenant les salaires des employés de bureaux, le loyer, les impôts, les frais de chauffage, de téléphone, d'électricité... Calculé au mois, ils sont ramenés à un taux fixe horaire d'intervention. Ils sont le plus souvent exprimés le plus souvent en % de  $D_{MO}$

Exemples :

- **Coût du consommable :  $D_C$**

Petites fournitures ou remplacement de l'outillage, il est inclus dans la facture en % du total facturé au client, ou en un forfait constant.

Exemples :

- **Coût des marchés extérieurs :  $D_E$**

Comprennent les travaux qui ont été exécuté par une entreprise extérieure.

Ce sont souvent des coûts de sous-traitance. Pour des raisons techniques ou humaines l'entreprise doit faire effectuer tout ou partie de certains travaux de maintenance.

- **Coût de consommation de matière, de fournitures, de produit :  $D_A$**

Prix des pièces.

Il peut se décomposer par le prix brut d'achat, les frais de transport et les coûts de passation de la commande.

- **Coût de maintenance :**

Le coût de maintenance sera la somme de l'ensemble de ses coûts :

$$C_M = D_{MO} + D_F + D_C + D_E + D_A$$

### 6.1.2 : COÛTS DE PERTE DE PRODUCTION :

- **Coût de Main d'œuvre :  $C_{MO}$**

Salaires et charges sociales de la main d'œuvre qui n'est pas utilisée pendant l'arrêt de la production.

Ex : salaire du chauffeur du car lorsque celui-ci est en panne (chômage technique)

- **Coût de perte de produit :  $C_{PP}$**

Prix évalué de contrat manqué, de clients perdus ! C'est un coût qui est extrêmement difficile à évaluer dans certains cas. Le plus souvent on fait une moyenne annuelle ou trimestrielle de ce que rapporte à l'entreprise chaque matériel, et l'on divise ce coût annuel ou trimestriel par le nombre de jour ouvrable.

- **Coût d'amortissement du matériel arrêté :  $C_{AA}$**

Remboursement des traites du matériel.

Lising, location, emprunt, assurances, taxes... sont toujours à rembourser ou à payer même si le matériel n'est pas utilisé !

- **Coût de pénalité de retard :  $C_{PR}$**

Frais à payer au client dus au retard de la production ( ou au retard de livraison).

- **Frais de remise en route :  $C_F$**

Frais pour remettre en "route" le matériel de "production".

Le fait de déplacer un véhicule après réparation de Strasbourg à Mulhouse, qui doit assurer un fret de transport par exemple de Mulhouse à Paris, n'est pas comptabilisé dans les frais de maintenance mais dans les frais de perte de production.

- **Coût de perte de production :**

$$C_P = C_{MO} + C_{PP} + C_{AA} + C_{PR} + C_F$$

A la différence des coûts de Maintenance qui évoluent en fonction de la vie du véhicule, les coûts de perte de production sont souvent constants en fonction du temps.

### 6.1.3 : COÛT DE DÉFAILLANCE :

**Le coût de défaillance ou le prix d'une intervention est la somme de  $C_M$  et de  $C_P$ .  
On l'appelle aussi le coût d'arrêt du véhicule.**

## 6.2 :EXEMPLE D'UN CLIENT PARTICULIER : TAXI

### FACTURE GARAGE :

- Pose repose boite de vitesse automatique.

Temps d'intervention constructeur 4,5 heures.

- Taux horaire de facture 40 ₪ / heure.
- Prix des pièces 385 ₪ T.T.C.
- Coût de sous-traitance réparation du servo boite automatique :155 ₪ T.T.C
- Petites fournitures + 2%.

TOTAL:

### ARRET DU TAXI :

Nombre de jours d'immobilisation : 1 jour .

- Salaire conducteur du taxi: 7 h x 13 ₪. Charges salariales comprises.
- Clients non véhiculés "155 ₪ / jour de recette.
- Traites du véhicule : 25 ₪ / jour

TOTAL:

- 1 - Effectuer les deux totaux sur la facture du garage et sur le coup d'arrêt du taxi. Quel est le coût d'arrêt du véhicule.
- 2 - Imputer à chaque coût les "codes" des coûts de maintenance et des coûts de perte de production.
- 3 - Comparer les coûts de maintenance et les coûts de perte de production. Tirer des conclusions sur le type d'entretien à effectuer sur ce taxi .

### **6.3. : ÉTUDE DE CAS D'UN CAMION FRIGORIFIQUE:**

Un camion frigorifique de l'entreprise M... Tombe en panne sur la route de Mulhouse / Paris. Celui-ci livrait de la viande de bœuf pour le marché de Rungis (Paris). La livraison devait s'effectuer au plus tard à 4 heures du matin. Il a fallu déplacer deux techniciens de maintenance de l'entreprise qui, après avoir essayé de réparer le véhicule, font venir un autre camion en remplacement. Après transfert de la marchandise, le camion arrive avec 2 heures de retard. Le camion est tombé en panne à cause d'une durite du circuit de refroidissement qui a « lâchée », entraînant un joint de culasse coulé et une déformation de la culasse. Le camion a été immobilisé pendant 4 jours.

#### **Données numériques :**

- Le rapatriement du Camion a coûté 1525 ₪.
- Le boucher de Rungis demande 155 ₪ de pénalité par heure de retard de livraison.
- Prix de la main d'œuvre pour un technicien de maintenance: 40 ₪ / heure .  
(l'intervention a duré 6 heures sur la route et 10 heures de remplacement de la culasse)
- Petites fournitures et outillages 1% du coût de maintenance.
- Prix de la durite: 15,03 ₪ TTC.
- Liquide de refroidissement, 35 litres: 0,98 ₪ au litre.
- Le camion frigorifique a coûté 106715 ₪ à l'achat. Par jour, l'entreprise paye 35,69 ₪ de remboursement.
- Frais de fonctionnement du service de maintenance: 0,5% du prix d'une heure de main d'œuvre .
- Re-surfaçage de la culasse par une entreprise extérieure : 192,18 ₪.
- Salaire du chauffeur du camion immobilisé: 6,56 ₪ x 7 heures pour un jour.
- Pendant 3 jours il a fallu annuler des livraisons de marchandises; perte 3812 ₪.
- Salaire du chauffeur qui a amené le 2ème camion: 6,41 ₪ x 12 h ( durée du voyage)
- Dans le transfert d'un camion à l'autre, 76,5 ₪ de viande ont été perdu .

1 - Calculer le coût de Maintenance

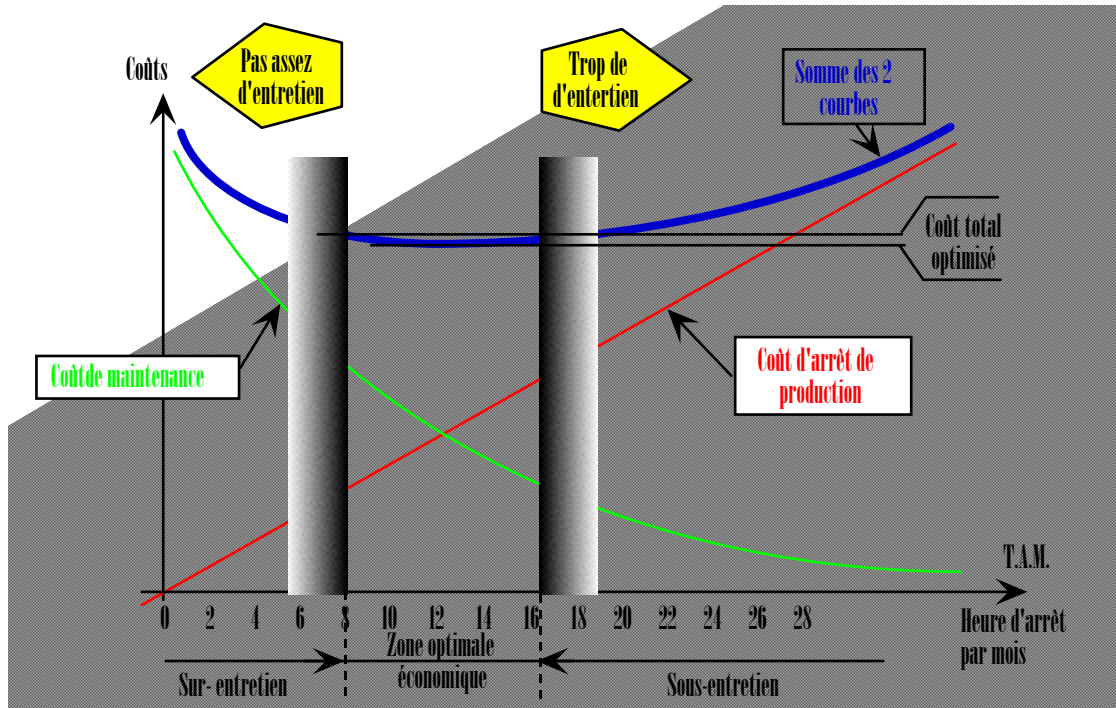
2 - Calculer le coût de perte de production

3 - Conclusion sur ce cas : quels sont les moyens qui auraient pu être mis en œuvre pour réduire ces coûts.

#### 6.4. : Conclusion partielle :

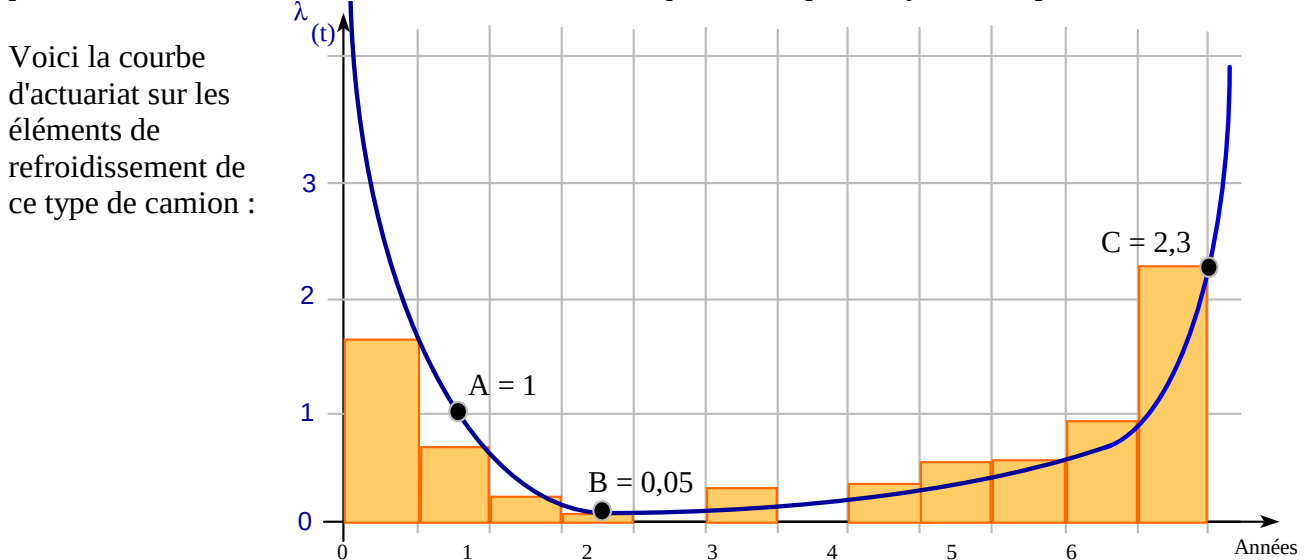
$D_M$  et  $C_P$  évoluent de façon inverse : on doit espérer que l'augmentation des dépenses de maintenance a pour effet la diminution des temps d'arrêt fortuits...

Il est donc possible de détecter un "niveau d'entretien" optimisant les coûts de défaillance d'un équipement. Sur la courbe ci-dessous cette "zone" est située entre 7 et 14 heures.



#### 6.5 : Association des coûts de maintenance et de l'actuariat :

Poursuivons l'étude un peu plus loin que ce simple constat. Classons cette panne dans une catégorie : panne de circuit de refroidissement et considérons que c'est le prix moyen d'une panne de refroidissement.



- Calculer au point A, B et C le coût annuel de ce type de panne sur 20 camions.

- Imaginons que l'on embauche un ouvrier pour vérifier l'état des circuits de refroidissement de l'ensemble des 20 camions. Il nous coûte 1600 ₮ par mois, charges comprises.

Qu'est-ce qui est le plus rentable : faire de la maintenance corrective ou faire de la maintenance systématique ?

### 6.6 : Conclusion :

Suivant les types de maintenance nous aurons des coûts de maintenance qui pourront se calculer comme suit :

#### • Maintenance corrective :

- Coût total moyen par heure d'une intervention corrective :

Soit  $\lambda$  le taux de défaillance horaire (supposé constant),  $C_{MC}$  le coût direct d'une intervention corrective :

$$C_T = (C_{MC} + C_P) \cdot \lambda.$$

- Coût total pendant une durée T de fonctionnement :

$$C_{T1} = (C_{MC} + C_P) \cdot \lambda \cdot T$$

#### • Maintenance systématique :

Soit t la périodicité des interventions,  $\lambda'$  le taux de défaillance résiduel,  $C_{MS}$  le coût direct d'une intervention systématique.

- Coût du préventif :

$$\frac{T}{t} C_{MS}$$

- Coût du correctif résiduel :

$$\lambda' \cdot T (C_{MC} + C_P)$$

- Coût total :

$$C_{T2} = \frac{T}{t} C_{MS} + (C_{MC} + C_P) \lambda' \cdot T$$

#### • Doit-on mettre en place une maintenance systématique ?

Oui si  $C_{T1} > C_{T2}$

$$(C_{MC} + C_P) \lambda \cdot T > (C_{MC} + C_P) \lambda' \cdot T + \frac{T}{t} C_{MS}$$

$$(C_{MC} + C_P) (\lambda - \lambda') > \frac{C_{MS}}{t C_D}$$

Si  $C_D = C_M + C_P$  (coût de défaillance)

$$\lambda - \lambda' > \frac{C_{MS}}{t(C_{MC} + C_P)} \quad \lambda - \lambda' > \frac{C_{MS}}{t C_D}$$

## **7 : LA FONCTION ORDONNANCEMENT :**

Que ce soit dans un atelier de mécanique automobile ou dans un atelier de Maintenance d'une flotte de véhicules, il y a toujours quelqu'un qui assure la fonction ORDONNANCEMENT. Nous allons essayer de comprendre les objectifs de ce travail et les raisons qui poussent les entreprises à redécouvrir cette fonction.

### **71 : MISSION :**

L'ordonnancement est la fonction "chef d'orchestre" chargée de conduire les événements. Pour ce faire, son rôle consiste à :

- prévoir la chronologie du déroulement des tâches,
- optimiser l'utilisation des moyens nécessaires (matériels, outillages...) et les rendre disponibles,
- lancer les travaux au moment opportun,
- contrôler l'avancement et la fin des tâches, prendre en compte les écarts entre prévisions et réalisations.

Ce qui peut se résumer par :

**Prévoir à l'instant "t" et un endroit "x" où un personnel "p",  
muni de l'outillage "o"  
et des matériels "m" exécutera la tâche "y".  
Et ceci en harmonie avec les autres activités.**

**Quand on a décidé d'une politique de maintenance portant essentiellement sur des actions de maintenances systématiques, il est conseillé d'associer un planning de charge de travail. Ce planning va permettre d'étaler sur une durée déterminer toutes les actions de maintenance systématiques à effectuer sur les véhicules programmés.**

### **72 : PAR QUI ? :**

Plusieurs cas se présentent pour savoir quelle personne est chargée de l'organisation du travail au sein de l'entreprise. Ces différents cas sont fonction de l'entreprise, du travail effectué et de son organigramme. Nous les avons classer en deux familles:

721 : Atelier concession :

- Le réceptionnaire pour les travaux réguliers (clients).
- Le chef d'atelier pour les travaux lourds (déménagements...), négociation et prévisions de sous-traitance de certains travaux (flottes de véhicules...)...

722 : Service de Maintenance de flotte de véhicules :

- Le chef d'équipe.
- Une personne qui ne sera chargée que de ce travail. (Au-delà d'une centaine de véhicules ou environ pour 25 ouvriers).

### **73 : POURQUOI :**

Sans ordonnancement efficace, un service de Maintenance ou un réceptionnaire d'atelier SUBIT les

événements au lieu de les MAITRISER. Ce qui est l'inverse de la définition de la Maintenance : Maîtriser les événements.

De plus, le climat de travail se dégrade lorsqu'il y a des "coups de bourre", les injustices apparaissent :

- surcharge de travail pour les uns,
- bras croisés pour les autres.

#### 731 : Atelier concession :

Pour éviter "la course" cela implique :

- programmer des travaux longs pour utiliser les ouvriers lorsqu'il n'y a plus de clients "immédiats" ( Boîtes de vitesses ou travaux longs, préparations de véhicules pour l'atelier carrosserie,...);
- Passer un accord avec le service des ventes pour qu'il prévoie plus à l'avance les préparations des véhicules neufs ;
- préparer à la vente des véhicules d'occasion...

#### 732 : Service de Maintenance de flotte de véhicules :

De la même manière cela implique :

- Prévoir à long terme les arrêts programmés des différents véhicules espacés sur l'année ( Maintenance Systématique ou Conditionnelle);
- Garder une marge pour effectuer des tâches de Maintenance Corrective.
- Effectuer un planning de la maintenance préventive sur les véhicules.

### 74 : VOCABULAIRE INDISPENSABLE :

#### 741 : Fonction Méthode :

Elle définit la norme de l'opération à effectuer : généralement établie par le constructeur par l'intermédiaire des Temps alloués dans les Manuels de Temps Techniques de Réparation.

3 Heures

**Constructeur :**  
**Temps alloué.**

#### 742 : Fonction Ordonnancement :

Elle définit, l'heure de début, l'heure de fin, la date d'exécution, le matériel nécessaire.

3 Heures  
14h30      17h30

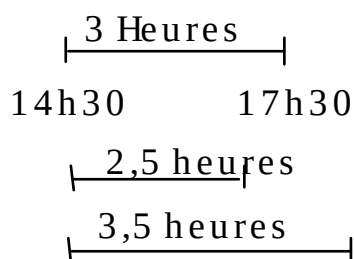
Lundi 6/12

**Atelier :**  
**Réceptionnaire**



#### 743 : Fonction Réalisation :

Elle détermine qui va faire le travail et mesure le résultat du travail :

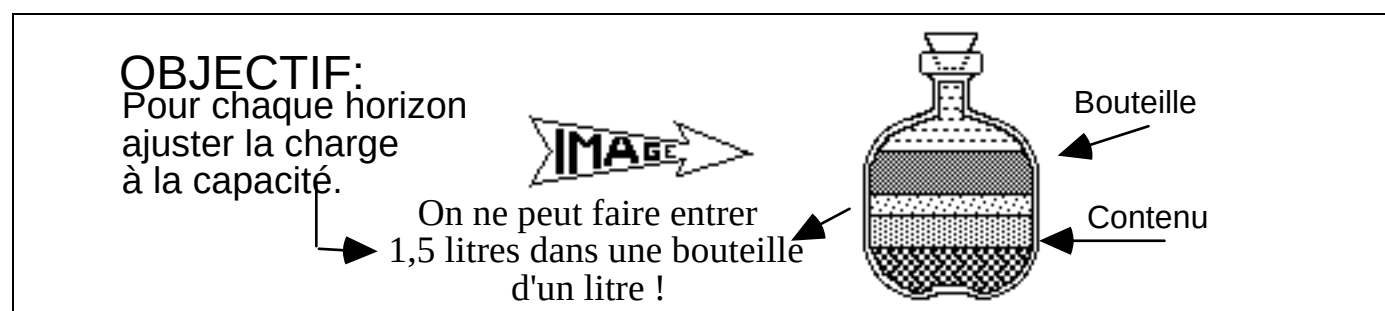


**Atelier :**  
**Ouvrier**

**Travail Rapide = marge bénéficiaire**

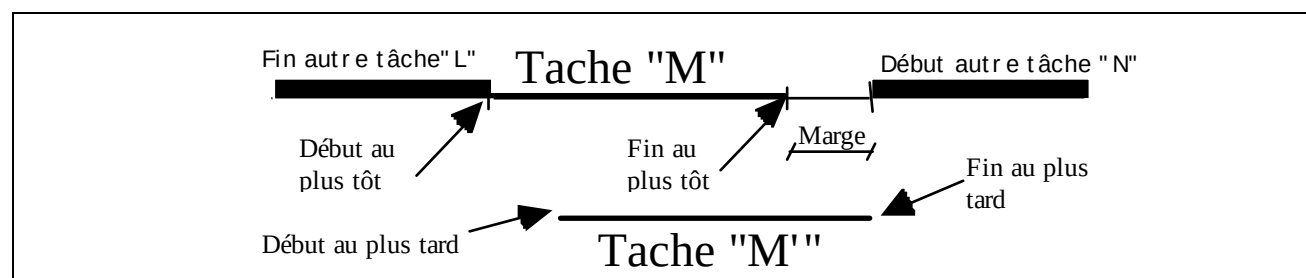
**Dépassement horaire**

#### 744 : Notion de charge et de capacité de charge :

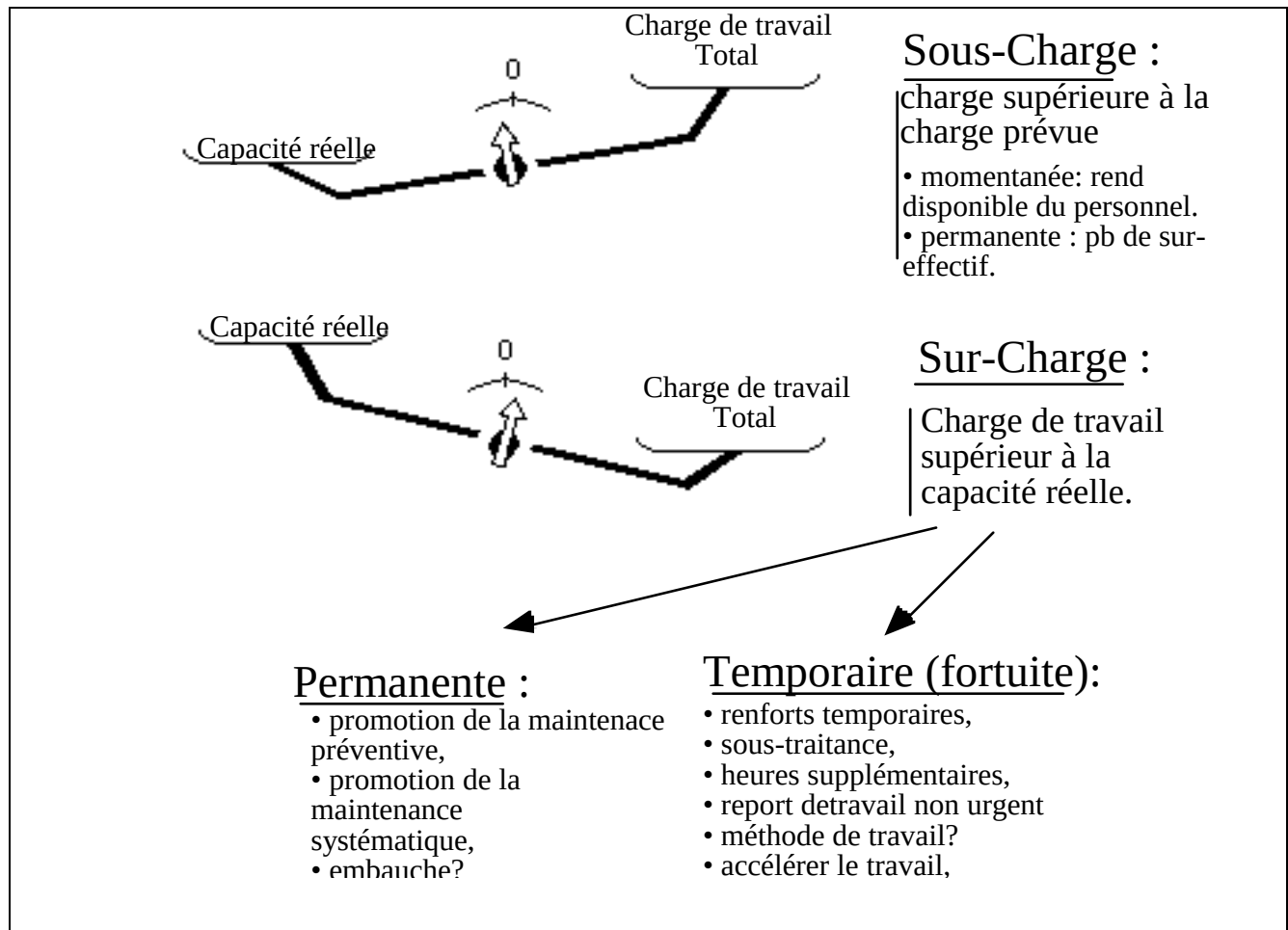


#### 745 : Capacité réelle :

#### 746 : Notion de tâche :



#### 747 : Sur-charge et Sous-charge :



#### 748 : Chemin critique :

C'est l'ensemble des tâches "en série" qui conditionnent la durée totale d'un projet = à la somme totale des tâches dont la marge est nulle. S'il y a un dépassement de temps dans une des tâches alors le chemin critique sera décalé d'autant de temps que le dépassement.  
C'est lui qui conditionne le moment de la fin des travaux.

#### 749 : Délai :

C'est une contrainte technique ou commerciale s'appliquant à l'achèvement d'une tâche (fin au plus tard) ou d'un projet.

#### 75 : PAR QUELS MOYENS :

#### 751 : Les plannings :

Les plannings sont des outils de travail très pratiques, à condition d'obéir aux règles suivantes :

- *plus la prévision est lointaine, plus elle doit être globale* ( planifier 2 heures d'intervention à telle date, telle heure dans deux ans = impossible ),

- plus elle est proche, plus elle est détaillée.

Ils sont le plus souvent rencontrés sous la forme de cahiers hebdomadaires :

**Exercice :** Vous êtes responsable d'un atelier de rectification et de fabrication de pièces au sein d'un service de Maintenance pour Poids Lourds. (Environ 300 Véhicules ). Dans votre atelier vous effectuez des opérations de rectification de culasses, de réusinage de tambours, de rectification de chemises et toutes les petites pièces métallurgiques nécessaires pour la maintenance des camions.

1 - On demande d'établir le planning des charges ( planning type à bandes) des commandes A B C D en tenant compte des impératifs suivants :

- Ordre de priorité des commandes : BCAD.
- Un délai minimum d' une heure est nécessaire entre chaque phase sur une pièce.
- Une planification commence le lundi à 8h00 et se termine le vendredi à 18h00. Les journées de travail sont de 8 heures.
- Vous disposez d'un ouvrier par poste de travail ( fraisage, tournage...)
- Indiquez les fins au plus tôt pour chacune des commandes.

| Pièce | Phases          | Temps(H) | Pièce | Phases           | Temps(H) | Pièce | Phases     | Temps(H) |
|-------|-----------------|----------|-------|------------------|----------|-------|------------|----------|
| A1    | Commande A      |          | B1    | Commande B       |          | C1    | Commande C |          |
|       | débit           | 1        |       | débit            | 1        |       | débit      | 1        |
|       | tournage        | 6        |       | tournage         | 5        |       | fraisage   | 2        |
|       | trait.thermique | 2        |       | perçage          | 1        |       | perçage    | 1        |
|       | rectification   | 3        |       | taraudage        | 1        |       |            |          |
|       | montage         | 1        | B2    | débit            | 1        | C2    | ébarbage   | 1        |
| A2    | ébarbage        | 1        |       | tournage         | 3        |       | fraisage   | 5        |
|       | fraisage        | 7        |       | fraisage         | 4        |       | tournage   | 3        |
|       | perçage         | 2        |       | tournage         | 2        |       |            |          |
|       | montage         | 1        | B3    | ébarbage         | 1        |       | Commande D |          |
| A3    | débit           | 1        |       | fraisage         | 4        | D1    | ébarbage   | 1        |
|       | fraisage        | 3        |       | trait. thermique | 3        |       | fraisage   | 2        |
|       | tournage        | 5        |       | rectification    | 3        |       | perçage    | 2        |
|       | perçage         | 2        | B4    | débit            | 1        | D2    | ébarbage   | 1        |
|       | montage         | 1        |       | tournage         | 4        |       | tournage   | 2        |
|       |                 |          |       |                  |          |       | fraisage   | 1        |

NOTA : A1, A2, A3 se montent ensemble.

2 - On demande d'établir un nouveau planning en modifiant le précédent d'après les indications intervenant en cours de semaine. La planification se terminera également le vendredi à 18H00 au plus tard :

- Le mercredi à 12H00 la fraiseuse tombe en panne (durée de la panne 2H00).
- Le jeudi à 8H00 arrive une commande urgente à passer dès que la phase en cours sur les machines à utiliser est terminée.

| Pièce | Phases     | Temps(H) | Pièce | Phases     | Temps(H) |
|-------|------------|----------|-------|------------|----------|
|       | Commande E |          |       | Commande C |          |
| E1    | débit      | 1        | E2    | ébarbage   | 1        |
|       | tournage   | 2        |       | fraisage   | 4        |

|  |         |   |  |                      |        |
|--|---------|---|--|----------------------|--------|
|  | perçage | 1 |  | perçage<br>taraudage | 1<br>1 |
|--|---------|---|--|----------------------|--------|

DOCUMENT RÉPONSE :

|               |  |  |  | LUNDI |  |  |  |  | MARDI |  |  |  |  | MERCREDI |  |  |  |  | JEUDI |  |  |  |  | VENDREDI |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|-------|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|
| débit         |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| ébarbage      |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| fraisage      |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| tournage      |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| perçage       |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| taraudage     |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| t. thermique  |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| rectification |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| montage       |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |

Conclusion :

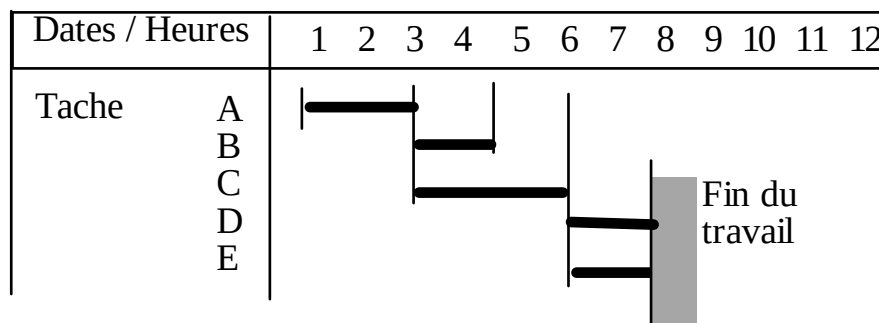
|               |  |  |  | LUNDI |  |  |  |  | MARDI |  |  |  |  | MERCREDI |  |  |  |  | JEUDI |  |  |  |  | VENDREDI |  |  |  |  |
|---------------|--|--|--|-------|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|-------|--|--|--|--|----------|--|--|--|--|
| débit         |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| ébarbage      |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| fraisage      |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| tournage      |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| perçage       |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| taraudage     |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| t. thermique  |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| rectification |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |
| montage       |  |  |  |       |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |       |  |  |  |  |          |  |  |  |  |

<http://www.ista.ma>

Conclusion :

## 752 : Les graphes de Gantt :

C'est une forme graphique visualisant la succession des tâches, chaque durée de tâche étant représentée par une barre dont la longueur est à l'échelle des temps.



Interprétation de l'exemple ci-dessus :

La fin de la tâche A conditionne le début des tâches B et C. La marge sur B offre une liberté de programmation (utilisée pour "lisser" la charge).

### • Exercice:

Travaux à exécuter sur un véhicule client :

- changement d'un synchronisateur sur une boîte de vitesse (arbre primaire),
- remplacement roulement sur boîte de vitesse ( arbre secondaire ),
- vidange moteur,
- redressement tôle portière.

Tâches :

|                                        |      |                             |      |
|----------------------------------------|------|-----------------------------|------|
| A : Dépose Moteur+Boîte                | 2h30 | F: Remontage Boîte + Moteur | 0h30 |
| B : Dessolidarisation Moteur/boîte     | 0h30 | G : Repose Moteur + Boîte   | 1h30 |
| C : Ouverture Boîte                    |      | H : Vidange Moteur          | 1h00 |
| + séparation Arbre primaire/secondaire | 1h00 | I : Redressement portière   | 3h00 |
| D : Changement synchronisateur         | 2h00 | J : Essai                   | 0h30 |
| E : Changement Roulement               | 1h00 |                             |      |

Total des heures à effectuer :

Graphe de Gantt

| Dates / Heures |   | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 |
|----------------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|
| Tache          | A |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | B |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | C |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | D |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | E |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | F |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | G |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | H |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | I |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |
|                | J |   |   |   |   |   |   |   |   |   |    |    |    |    |    |

Conclusion : Fin au plus tôt?

## 753 : La méthode PERT : Program Evaluation and Revue Technic .

Mise au point aux USA en 1958 pour l'ordonnancement du programme spatial "Polaris". Elle permet de contrôler les délais.

Le PERT existe sous deux formes :

- PERT coût : à chaque opération est effectué un coût prévisionnel, ce qui permet de gérer un échéancier des dépenses cumulées.
- PERT charge : il permet le nivellement des charges par lissage. La liberté de la date de programmation tâche margé reposant sur sa date de "début au plus tôt" et sur sa date de "fin au plus tard".

### 7531 : Méthodologie :

- |                                    |                                        |
|------------------------------------|----------------------------------------|
| 1 - Définir le chemin critique.    | 5 - Tracer le réseau.                  |
| 2 - Calculer la date au plus tôt.  | 6 - Tracer le tableau d'ordonnancement |
| 3 - Calculer la date au plus tard. | 7 - Tracer le diagramme.               |
| 4 - Tracer la matrice.             | 8 - Etude des marges.                  |

### 7532 : Glossaire :

#### ■ Le projet ou programme :

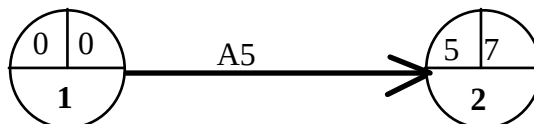
Tout projet se traduit par un ensemble ordonné de tâches, et se caractérise par un début (préparation, commande...) et une fin (essai, mise en service) souvent situés dans le temps : le délai.

#### ■ La tâche :

Elle consomme une durée, et représente un travail donné à exécuter.

#### ■ L'étape :

L'étape ne consomme ni temps, ni coût, ni moyen. C'est simplement un *Jalon*, représenté par un cercle, complété par les symboles suivants :



#### ■ Les contraintes d'antériorité :

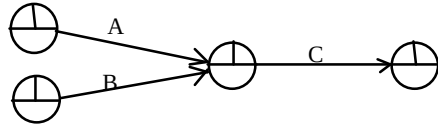
Des relations de dépendance unissent les tâches, suivant les règles suivantes :

¾ Règle d'enclenchement :



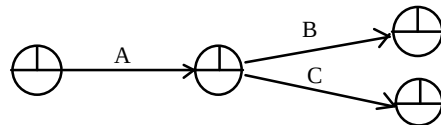
B ne peut commencer que si A est achevé

¾ Règle de convergence :



C ne peut commencer que si A et B sont achevées

¾ Règle de divergence :

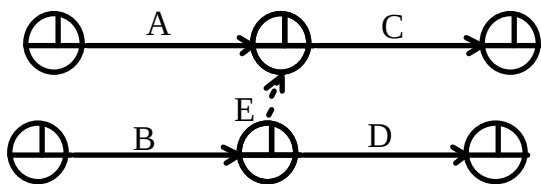


B et C peuvent commencer si A est achevé, ce qui n'implique pas qu'elles doivent commencer simultanément

■ Tâche fictive :

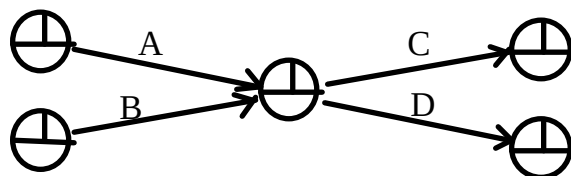
Prenons l'exemple des contraintes suivantes :

C suit A et B    D suit B uniquement



Nous avons ajouté la tâche fictive E, de durée nulle, dessinée en pointillé  
Ce graphe n'est pas à confondre avec la convergence-divergence exprimant une contrainte supplémentaire :

C suit A et B    D suit A et B



**7533 : Recherche du réseau :**

■ Matrice d'enclenchement :

Tracer directement le réseau relatif à un programme n'est possible que pour un petit nombre de tâches. Dans le cas général on utilise une matrice carrée, portant les tâches en ligne et en colonne.

Exercice: les données sont les mêmes que l'exo de la page 49

| Tâche | Tâche Antécédent | Durée |
|-------|------------------|-------|
|       | e                |       |

Matrice :



|   |  |     |
|---|--|-----|
| A |  | 2,5 |
| B |  | 0,5 |
| C |  | 1   |
| D |  | 2   |
| E |  | 1   |
| F |  | 0,5 |
| G |  | 1,5 |
| H |  | 1   |
| I |  | 3   |
| J |  | 0,5 |

|   | A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |  |  |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|--|--|
| A |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| B |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| C |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| D |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| E |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| F |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| G |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| H |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| I |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
| J |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |
|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |  |  |

### III Tracé du réseau :

Le dépouillement de la matrice précédente permet de tracer le réseau.  
Nous numérotions les étapes.

## 7534 : Etablissement du calendrier d'exécution :

### Exercice :

#### ■ Tableau complet d'ordonnancement :

| Etape |     | Tâche | Durée | Plus tôt |     | Plus tard |     | Marge |  | Chemin Critique |
|-------|-----|-------|-------|----------|-----|-----------|-----|-------|--|-----------------|
| Début | Fin |       |       | Début    | Fin | Début     | Fin |       |  |                 |
|       |     | A     | 2,5   |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | B     | 0,5   |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | C     | 1     |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | D     | 2     |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | E     | 1     |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | F     | 0,5   |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | G     | 1,5   |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | H     | 1     |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | I     | 3     |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | J     | 0,5   |          |     |           |     |       |  |                 |

#### ■ Réseau complet :

#### ■ Etude des marges :

• Les marges expriment la flexibilité de l'ordonnancement :

Marge libre = début au plus tôt de la tâche suivante - fin au plus tôt de la tâche concernée.

Marge totale = Début au plus tard - début au plus tôt.

Attention : Les tâches appartenant au chemin critique n'ont pas de marge.  
Les tâches ne débutent pas obligatoirement au début au plus tôt.

La marge permet un déplacement de la tâche proportionnelle à la durée de la marge (voir chapitre Tâche).

### 7535 : Les tableaux de charge :

(Aussi appelés graphes de PERT - Charge)

Le principe consiste à représenter toutes les Tâches par un parallélogramme.

Son côté vertical représentera la charge de travail (le nombre d'ouvriers nécessaires pour exécuter la charge; son côté horizontal représentera le temps passé pour la Tâche.

Il sera introduit dans un graphe dont l'abscisse est la capacité et l'ordonnée est le temps passé.

L'association de tous ces parallélogrammes représentera le tableau de charge.

#### Exercice:

| Tâche | Nbre d'ouvriers | Tâche | Nbre d'ouvriers | Tâche | Nbre d'ouvriers |
|-------|-----------------|-------|-----------------|-------|-----------------|
| A     | 2               | E     | 1               | I     | 1               |
| B     | 2               | F     | 2               | J     | 1               |
| C     | 1               | G     | 2               |       |                 |
| D     | 1               | H     | 1               |       |                 |

Graphe sans lissage de charge :



Nota : le jour de la réparation il n'y a que deux ouvriers présents à l'atelier!

Graphe avec lissage de courbe :



## 76 : CRITIQUES DES METHODES D'ORDONNANCEMENT:

Notre propos n'est pas de privilégier une méthode par rapport à l'autre, mais de comprendre dans quel cas il faudra utiliser telle ou telle méthode.

- Le graphe de Gantt est à privilégier pour une succession de maximum vingt tâche d'affilée. Il est facile à mettre en œuvre mais demande le plus souvent d'être associé avec un tableau des charges pour vérifier qu'il n'y a pas de problème de surcharge de travail ou de délai. Cette méthode est très visuelle; elle ne demande pas d'investissement en temps très long pour la mettre en œuvre ou pour la modifier en cours de route.

- La méthode PERT est à réserver pour tous les travaux lourds ou très longs dans le temps (plus de vingt tâches). Pour faciliter son utilisation certains outils informatiques ont été développés pour réduire le travail de préparation et d'écriture.

Le tableau des charges peut être utilisé tout seul pour préparer à un travail mais il faudra l'associer à un graphe représentant le réseau pour visualiser correctement l'enchaînement des différentes tâches et leur marge de manœuvre.

Si l'on souhaite développer un outil informatique il faudra respecter ces trois règles:

- à partir de la fin du PERT, la première tâche margée rencontrée est successivement déplacée par période vers sa date de fin au plus tard ;
- pour chaque position, le programme calcule le carré de la charge correspondante et retient la position qui minimise ce critère ;
- passage à la tâche suivante et même procédure.

## 77 : LIMITES DE L'ORDONNANCEMENT :

L'ordonnancement ne doit être en aucun cas un but en soit. Il n'est qu'un outil complémentaire qui, s'il est bien maîtrisé, peut faire gagner beaucoup de temps et surtout beaucoup d'argent en respectant les délais fournis au client.

Ce chapitre ne traite pas d'un problème : en effet quelle que soit la méthode utilisée, les délais seront toujours tributaires de la prévision de la durée des tâches. **Si nous ne savons pas prévoir la durée d'une intervention à l'avance, il n'est même pas question d'essayer de faire de l'ordonnancement.** Commençons simplement par une maintenance préventive et systématique qui nous apprendra les durées d'intervention sur tel et tel matériel!

Si nous devons retenir qu'une chose de l'ordonnancement, ce serait la nécessité absolue de "ne pas voir plus gros que le ventre"; ce qui se traduit dans une concession ou dans un atelier par "plus de travail qu'il n'est possible de faire".

### • Exercice:

#### Utilisation des méthodes d'ordonnancement.

Chargé de l'ordonnancement dans l'usine "M" il vous est demandé de prévoir la remise en état de la machine frigorifique qui est utilisée dans la production de pneumatiques (maintien à t° constante de la chaîne de production des polymères)

Vous allez pour prévoir le travail dans cette usine, utiliser trois méthodes d'ordonnancement.

**Q1 :** Tracer le chemin critique sur le graphe représentant l'enchaînement des tâches (annexe 2).

**Q2 :** En vous aidant du graphe représentant l'enchaînement des différentes étapes (annexe 2) et du tableau des tâches (annexe 1); tracer le graphe prévisionnel de charge au plus tôt. (Feuille réponse n°1)

**Q3 :** Exécuter le lissage de la charge fonctionnelle en respectant la consigne suivante :

Pas plus de quarante ouvriers sur le site en même temps.

**Q4 :** Tracer le graphe de Gantt après lissage.

**Q5 :** Remplir le tableau d'ordonnancement.

**Q6 :** Tracer le diagramme de PERT.

**Q7 :** Conclusions sur les trois méthodes.

Répondre sur la feuille réponse n°1

Répondre sur la feuille réponse n°1

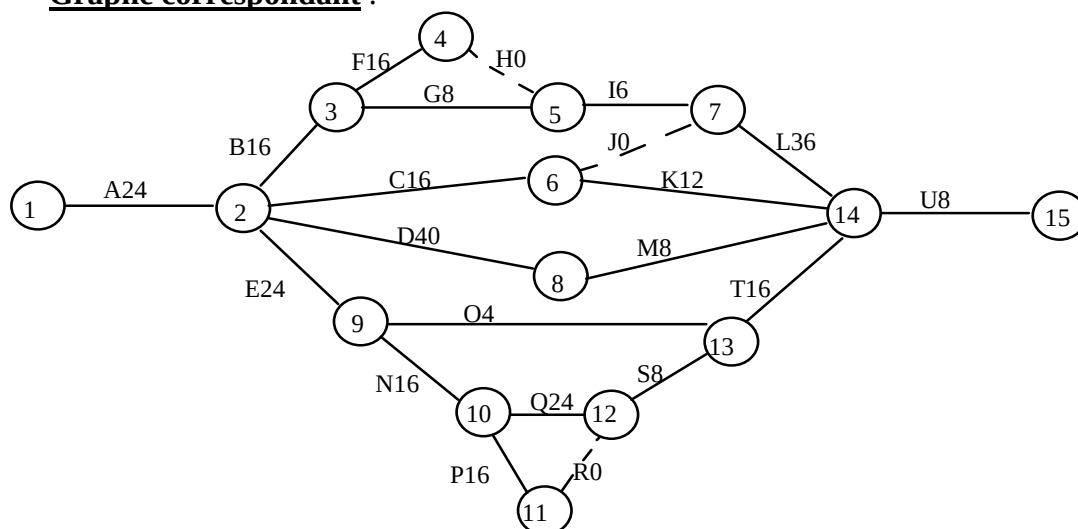
Répondre sur la feuille réponse n°2

Répondre sur la feuille réponse n°2

## ANNEXE 1: Codification des tâches :

| Charge<br>n ouvriers | Tâche | Etapas<br>i j | Description de la tâche               | Durée<br>(heures) |
|----------------------|-------|---------------|---------------------------------------|-------------------|
| 4                    | A     | 1 2           | Travaux de préparation                | 24                |
| 10                   | B     | 2 3           | Démontage des tuyaux de la carcasse   | 16                |
| 4                    | C     | 2 6           | ref.                                  | 16                |
| 16                   | D     | 2 8           | Essai de pression                     | 40                |
| 8                    | E     | 2 9           | Démontage des circuits inférieurs     | 24                |
| 4                    | F     | 3 4           | Régénération du catalyseur            | 16                |
| 12                   | G     | 3 5           | Inspection de la carcasse             | 8                 |
| -                    | H     | 4 5           | Nettoyage des tuyaux de la carcasse   | 0                 |
| 6                    | I     | 5 7           | Tâche fictive                         | 6                 |
| -                    | J     | 6 7           | Remontage des tuyaux de la carcasse   | 0                 |
| 6                    | K     | 6 14          | Tâche fictive                         | 12                |
| 4                    | L     | 7 14          | Remontage des tuyaux du refroidisseur | 36                |
| 10                   | M     | 8 14          | Essai du refroidisseur                | 8                 |
| 10                   | N     | 9 10          | Remontage des circuits inférieurs     | 16                |
| 4                    | O     | 9 13          | Démontage des tuyaux de l'échangeur   | 4                 |
| 4                    | P     | 10 11         | Essai piping auxiliaires              | 16                |
| 16                   | Q     | 10 12         | Inspections de l'échangeur            | 24                |
| -                    | R     | 11 12         | Ajustage des tubes de remplacement    | 0                 |
| 6                    | S     | 12 13         | Tâche fictive                         | 8                 |
| 8                    | T     | 13 14         | Remontage des tuyaux de l'échangeur   | 16                |
| 4                    | U     | 14 15         | Essai de l'échangeur                  | 8                 |

## ANNEXE 2 : Graphe correspondant :



<http://www.ista.ma>

FEUILLE REPONSE N°1

**Graphe prévisionnel des charges:**

**Graphe prévisionnel des charges après lissage :**

**Graphe de Gantt :**

FEUILLE RÉPONSE N°2

**Tableau d'ordonnement :**

| Etape |     | Tâche | Durée | Plus tôt |     | Plus tard |     | Marge |  | Chemin Critique |
|-------|-----|-------|-------|----------|-----|-----------|-----|-------|--|-----------------|
| Début | Fin |       |       | Début    | Fin | Début     | Fin |       |  |                 |
|       |     | A     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | B     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | C     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | D     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | E     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | F     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | G     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | H     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | I     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | J     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | K     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | L     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | M     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | N     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | O     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | P     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | Q     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | R     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | S     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | T     |       |          |     |           |     |       |  |                 |
|       |     | U     |       |          |     |           |     |       |  |                 |

**Réseau complet :**

## 8 - NOTIONS SUR LA QUALITE :

Le concept de qualité remonte à l'antiquité. Par leurs travaux, les Grecs, les Egyptiens ou les Romains ont démontré leur capacité à bien faire les choses, mais sans standardisation des procédés et des réalisations.

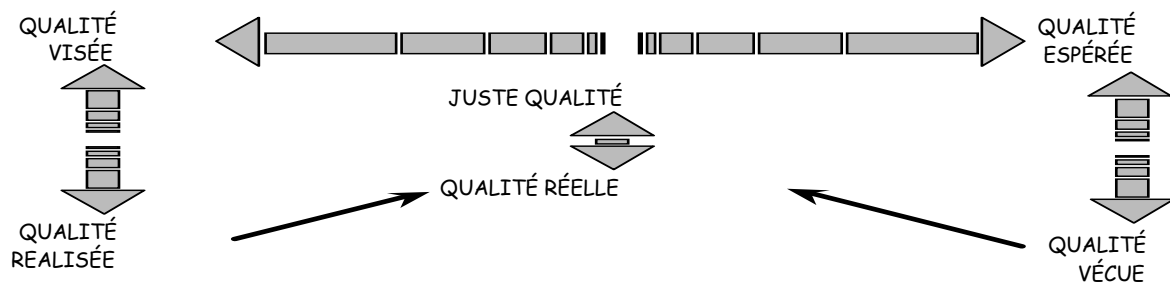
Il faut attendre le Moyen-âge pour commencer à voir apparaître quelques standards de qualités par l'utilisation des gammes de fabrication ou d'ergonomie. Avec l'industrialisation du XXème siècle, la qualité quitte sa dimension artisanale et normative pour prend

une dimension scientifique par des méthodes statistiques ou analytiques. En 1935, utilisation des statistiques pour vérifier la qualité de pièces fabriquée par prises d'échantillon. Année 50, création des cartes de contrôles normalisés et l'assurance qualité. Année 60, mise en place des cercles de qualité, qualité totale et le "zéro défaut". Année 70, on met en place la gestion de la qualité. Dans les années 80, la qualité se généralise en Europe dans l'ensemble des secteurs industriels. Année 90, la qualité se transporte dans les réseaux commerciaux sous la forme des normes ISO 9000. Année 2000, la qualité se fait omniprésente dans l'ensemble des services et des productions... tout simplement pour faire face à la concurrence et donc vendre un produit ou un service!

### PERFORMANCES...

|              |      |                |                         |
|--------------|------|----------------|-------------------------|
| "Fiables"    | 1940 | Centrées sur : | Le produit              |
| Durables     | 1960 |                | L'entreprise            |
| Maintenables | 1970 |                | Les administrations     |
| Disponibles  | 1980 |                | Les groupes industriels |
| Pratiques    | 1990 |                | Les groupes de service  |

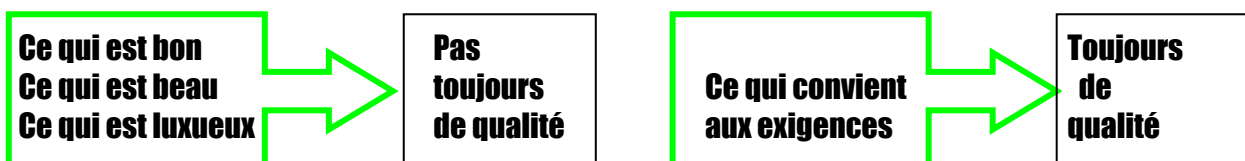
### 8.1 : Généralités :



#### 8.1.1 : Définition :

**Qualité** : aptitude d'un produit ou d'un service à satisfaire les besoins et les attentes des utilisateurs.

Nota : la satisfaction des clients est l'objectif même de la qualité. Elle doit être évaluée régulièrement : enquêtes de satisfaction, études de concurrence, traitement des réclamations, analyse des retours...

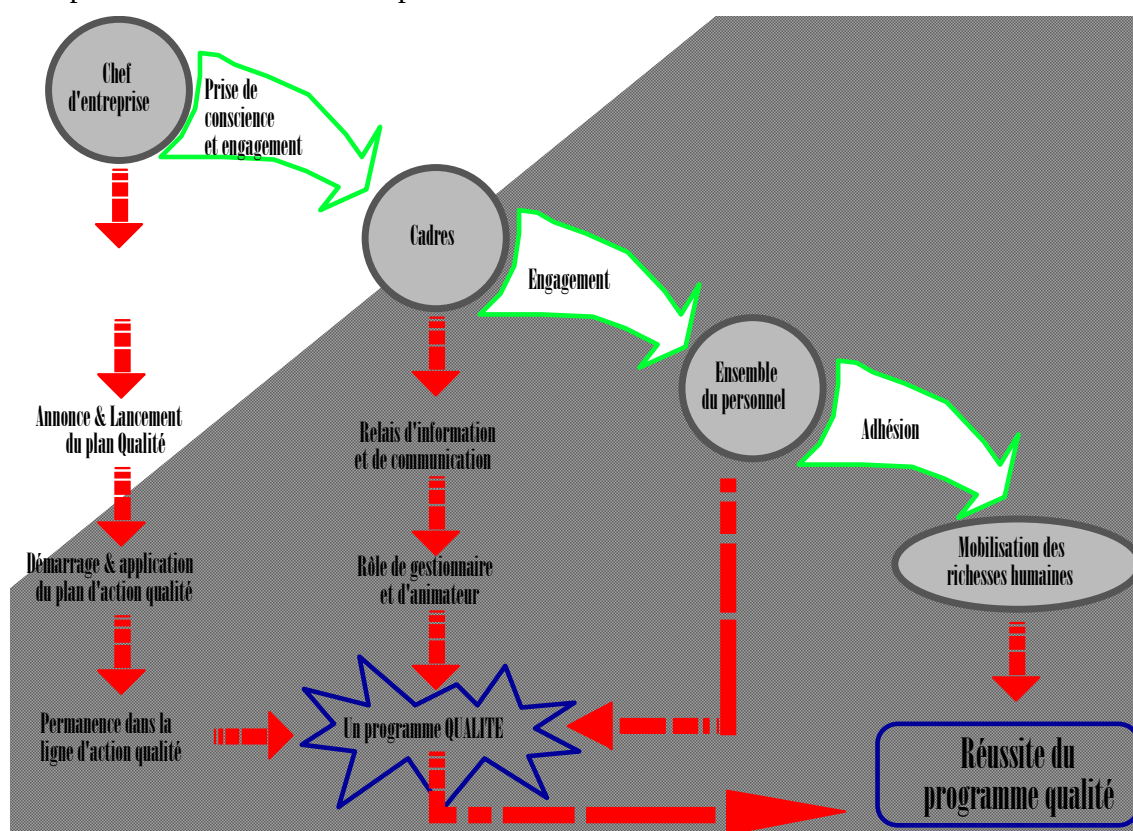


### 8.1.2 : Qui s'occupe de la qualité :

Dans certaines grosses entreprises un service s'occupait exclusivement de la qualité et de sa promotion au sein de l'entreprise. Vous aviez donc un Chef Qualité. Mais très vite on s'est rendu compte que déléguer ce qui est l'affaire de tous n'était pas très efficace ! Aussi des comités de Qualité sont apparus encadrés par des responsables de la qualité dans toutes les structures de l'entreprise ; le tout pilotés (et non dirigé) par un « Responsable Qualité ».

| Organisme                                        |                                      | Composition                                                   | Rôle                                               |
|--------------------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Comité qualité<br>ou<br>Comité Directeur Qualité |                                      | 1 représentant de la direction générale                       | Définir ou assurer le suivi des mouvements Qualité |
|                                                  |                                      | Les principaux responsables animés par le responsable qualité | Agir de manière préventive.                        |
| Direction Qualité                                |                                      | 1 responsable qualité<br>Ramifications dans chaque service    | Concevoir et promouvoir la qualité                 |
|                                                  | Groupes d'amélioration de la qualité | Membres désignés pour leurs compétences                       | Etudier un problème donné                          |
| Antennes Qualité                                 | Cercles de qualité                   | Volontaire                                                    | Améliorer la qualité dans un domaine choisi        |
|                                                  | Groupe d'intervention                | Membres désignés pour leurs compétences                       | Régler un problème urgent de manière curative.     |

D'une manière générale, c'est aussi bien la direction générale que le simple employée qui fera avancer la qualité. Mais pas au même niveau d'implication :



Il faut bien comprendre que la décision d'un directeur ne peut faire appliquer une politique de qualité dans

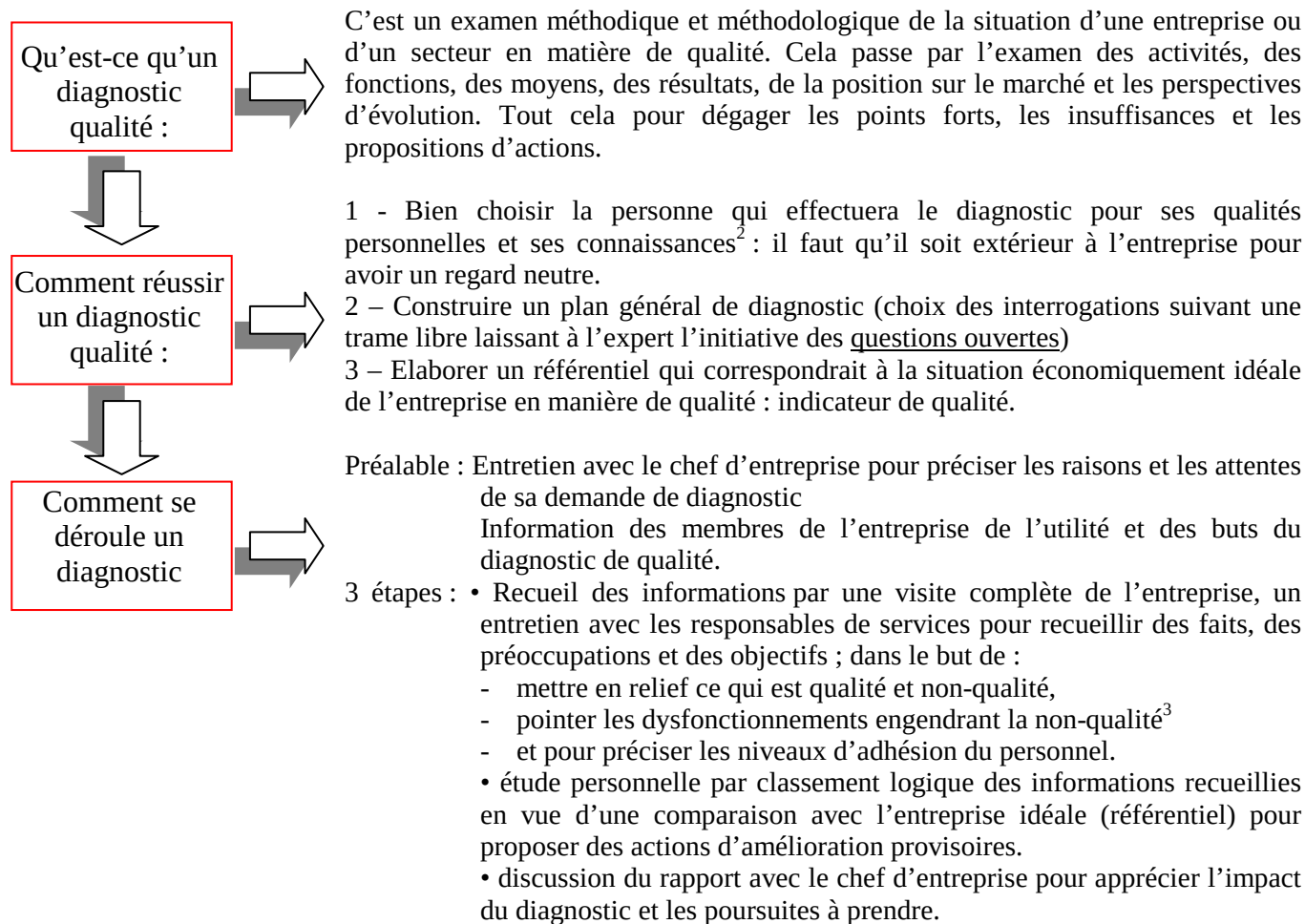


l'entreprise. Il faut que chacun puisse y trouver une part de réalisation positive de soi. Cela se rapporte automatiquement à une des étapes supérieures de la pyramide de Maslow<sup>1</sup> : la satisfaction d'un besoin entraîne le développement d'un besoin de rang supérieur... c'est aussi la satisfaction de « bien faire », c'est à dire le besoin de réalisation dans et par le travail.

Le potentiel de chacun est nécessaire. Cela passe donc par la motivation de chacun ; deux méthodes existent : motiver par l'aspect matériel ou financier, ou motiver par l'aspect relationnel. Deux moyens existent : la motivation personnelle ou la motivation de groupe.

### 8.1.3 : Le diagnostic qualité ou l'audit qualité : (sensiblement équivalent, voir définitions)

Une fois que la décision est prise de faire de la qualité, il faut sans donner les moyens : où porter nos efforts pour augmenter la qualité ? Que faut-il faire ?... C'est le rôle d'un diagnostic qualité.



<sup>1</sup> 5 étapes :

- 1- Besoins Physiologiques (soif, faim, sommeil)
- 2 - Besoins de sécurité : (protection contre souffrance, maladie, handicap)
- 3 - Besoins sociaux de relation (affection, appartenance)
- 4 - Besoin d'estime, de considération ( respect, autonomie, statue)
- 5 - Besoins d'accomplissement et de réalisation ( développement, expression).

Les 3 premières étapes sont considérées comme élémentaires, les 2 dernières sont dites supérieures.

**Satisfaire les besoins élémentaires entraîne peut de motivation, mais les insatisfaire supprime toutes les motivations. Pour les besoins supérieurs, les insatisfaire fait retourner automatiquement au besoin élémentaire, alors que les satisfaire motive... de manière cumulative.**

<sup>2</sup> Qualité personnelle : art des relations humaines, réceptivité ( 70% d'écoute), objectivité et neutralité, sens de l'observation, disponibilité et patience, esprit critique constructif, sens de l'organisation

Connaissances : connaissances générales dans le secteur considéré, conforté par une pratique, connaissance techniques d'organisation et de gestion, connaissance spécifique à la qualité.

<sup>3</sup> On parlera d'usine fantôme :c'est à dire d'usine qui ne produit pas, qui bloque la qualité.

<http://www.ista.ma>

**Nota** : faire un diagnostic ne prédispose pas que l'entreprise soit malade. L'entreprise se fait ausculter pour mieux connaître son état.

#### 8.1.4 : La mise en place :

Une fois que tout le monde est conscient de l'importance de la qualité et que les points faibles ont été évalués, il faut faire évoluer la situation.

- Faire prendre conscience, informer et former le personnel à la qualité (former les animateurs des cercles de qualité)
- Mettre en place les Groupes d'action qualité, les Cercles de qualité, et les Groupes d'intervention à la qualité par le choix des participants et des animateurs dans le but d'amélioration des certains points de non-qualité à faire évoluer. Préparer un échéancier de travail, choisir un lieu de réunion et communiquer régulièrement à qui de droit l'évolution de ces groupes de travail et de son résultat final.
- Conclure et faire la synthèse du travail et la communiquer.

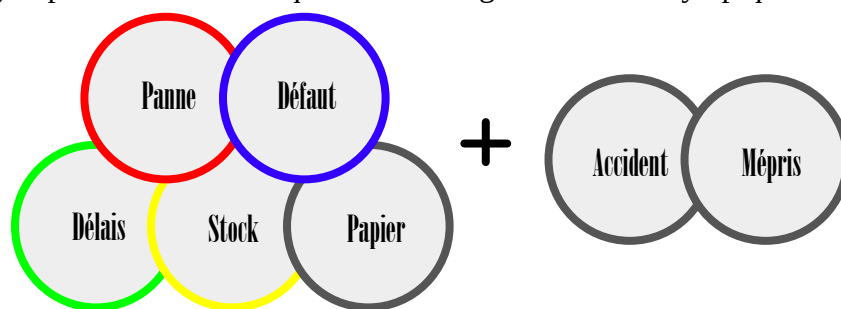
#### 8.1.5 : La prévention de la qualité :

Pour éviter la présence de non qualité, certaines actions peuvent être mises en place :

• Prévenir plutôt que guérir :

- Prévention prospective : mise en œuvre dès la conception pour assurer la qualité. (Maintenance préventive)
- Prévention active : élimine les erreurs et les défaillances qui engendrent la non-qualité (détection des anomalies en amont).

Un des meilleur moyen pour éviter la non-qualité et les règles des Zéro olympiques.



Les 5 zéros olympiques des perspectives qualité 92 se sont élargies de deux autres membres.

Nota : Ce n'est pas le zéro qui compte. Il est rarement atteint. C'est tendre vers zéro qui est important.

L'erreur est humaine mais il est anormale qu'elle se produise 2 fois.

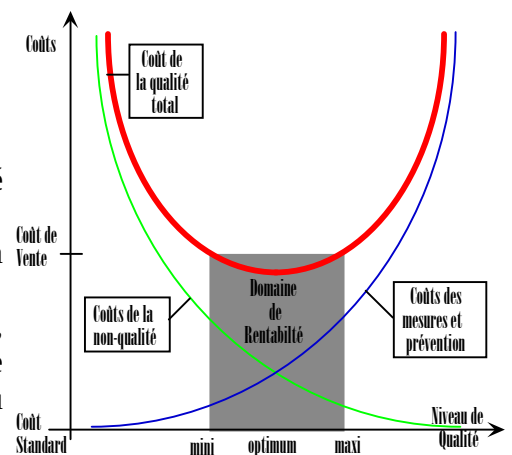
Le vrai défi, c'est le pari de faire encore mieux.

#### 8.1.6 : Le coût de la non-qualité :

Mot d'ordre : **il est plus facile de diminuer les coûts de non-qualité de d'augmenter la qualité pour diminuer les coûts.**

Augmenter la qualité, au début, c'est facile mais pour progresser, cela devient de plus en plus difficile, et de plus en plus cher.

C'est le même principe de l'iceberg : ne voyant que ce qui dépasse, on s'attaque à ce que l'on voit, pourtant c'est sous l'eau que le problème est réellement présent, et c'est donc là qu'il faut agir... d'où l'importance d'un bon diagnostic préalable.



#### 8.1.7 : Indicateur de qualité :

C'est un nombre ou une lettre qui permet de visualiser rapidement le niveau de qualité d'un service ou d'un

travail. Il doit être comparé avec une valeur moyenne. On mesure donc un écart par rapport à une situation satisfaisante.

• **A quoi sert l'indicateur :**

- Contribuer à un état des lieux.
- Mesurer les progrès.
- Instaurer un dialogue objectif.
- Réviser les spécifications.
- Déceler ce qui fait la différence.
- Donner l'alarme pour prévenir, pour corriger.
- Créer un effet dynamique de procédé d'amélioration.
- Evaluer la satisfaction du destinataire.
- Maintenir cette satisfaction.
- Apprécier la bonne adéquation des procédés.
- S'approprier la mesure pour aboutir à l'autocontrôle.

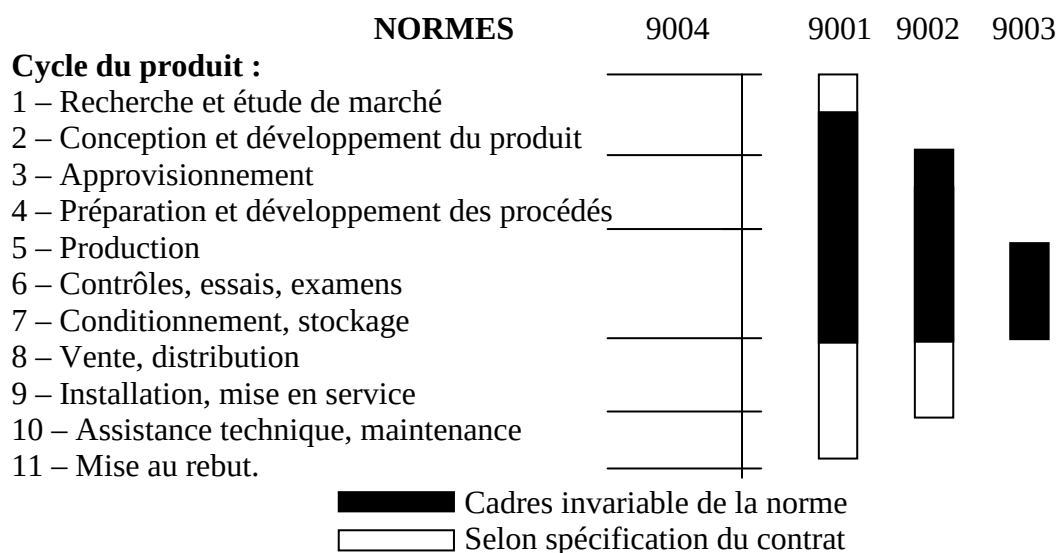
• **Comment le mettre en œuvre :**

- Il faut qu'il soit simple, facilement compris.
- Liés aux attentes des clients.
- Facilement mesurables
- En nombre limité.
- Choisis et suivis collectivement.

## 8.2 : Norme de qualité :

**L'audit qualité :** Norme ISO 8402 : examen méthodique et indépendant en vue de déterminer si les activités et résultats relatifs à la qualité satisfont aux dispositions préétablies, si ces dispositions sont mises en œuvre de façon efficace et si elles sont aptes à atteindre les objectifs.

**Le diagnostic qualité :** Norme FD X 50.170 : description et analyse de l'état d'un organisme, d'un de ses secteurs ou d'une de ses activités, en matière de qualité, réalisé à sa demande et à son bénéfice, en vue d'identifier ses points forts et ses insuffisances, et de proposer des actions d'amélioration en tenant compte de son contexte technique, économique et humain.

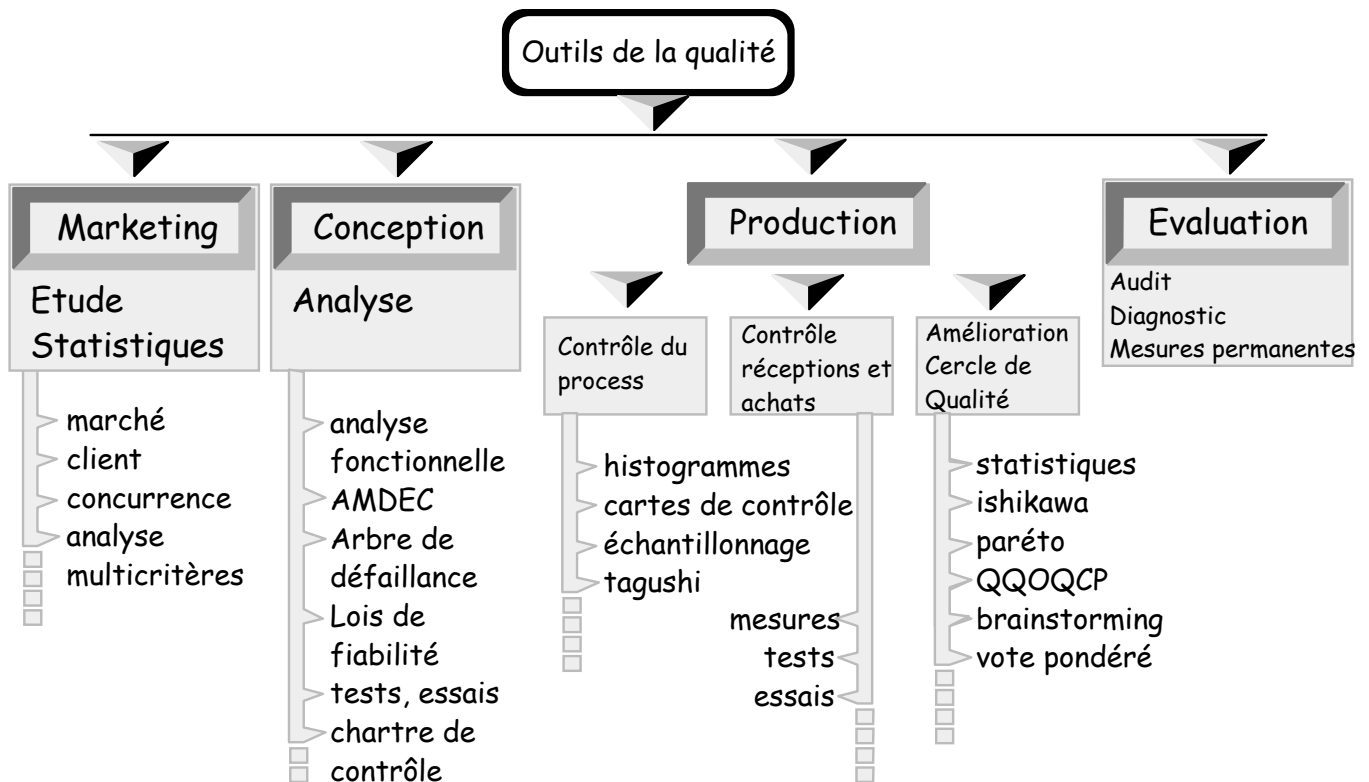


ISO 9001 : Qualité en conception / développement, production, installation et soutien à la vente.

ISO 9002 : Qualité en production et installation.

ISO 9003 : Qualité en contrôle et essais finals.

## 8.3 : Les outils méthodologiques :



Toutes ces méthodes ou moyens seront décrits dans le prochain cours sur la « notion de projet ».

#### 8.4 : Et après ?

La roue de DEMING ou l'amélioration continue de la Qualité.

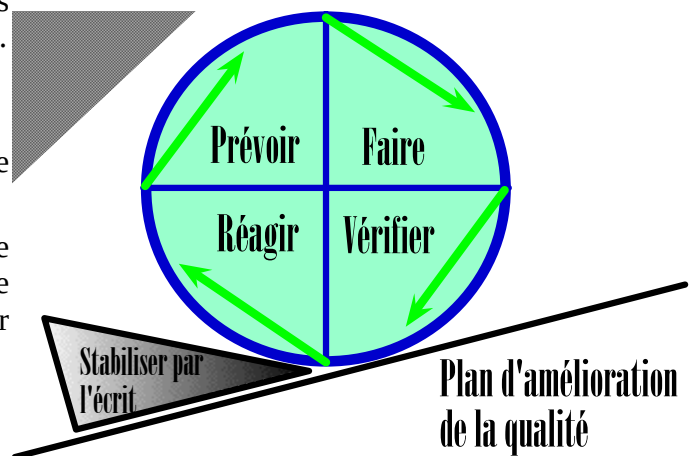
Il ne faut pas s'arrêter à une réussite ou à une défaite de la qualité, il faut en permanence faire tourner « la roue de la qualité pour progresser vers les « zéros » olympiques.

#### 8.5 : La qualité en Garage :

Dans une concession ou un agent, les entrées financières sont directement tributaire du nombre de visite des clients. Il faut donc que l'accueil et le travail soient le mieux possible ; d'où l'importance de pouvoir mesurer en permanence la qualité de l'accueil et du travail effectué dans la SAV.

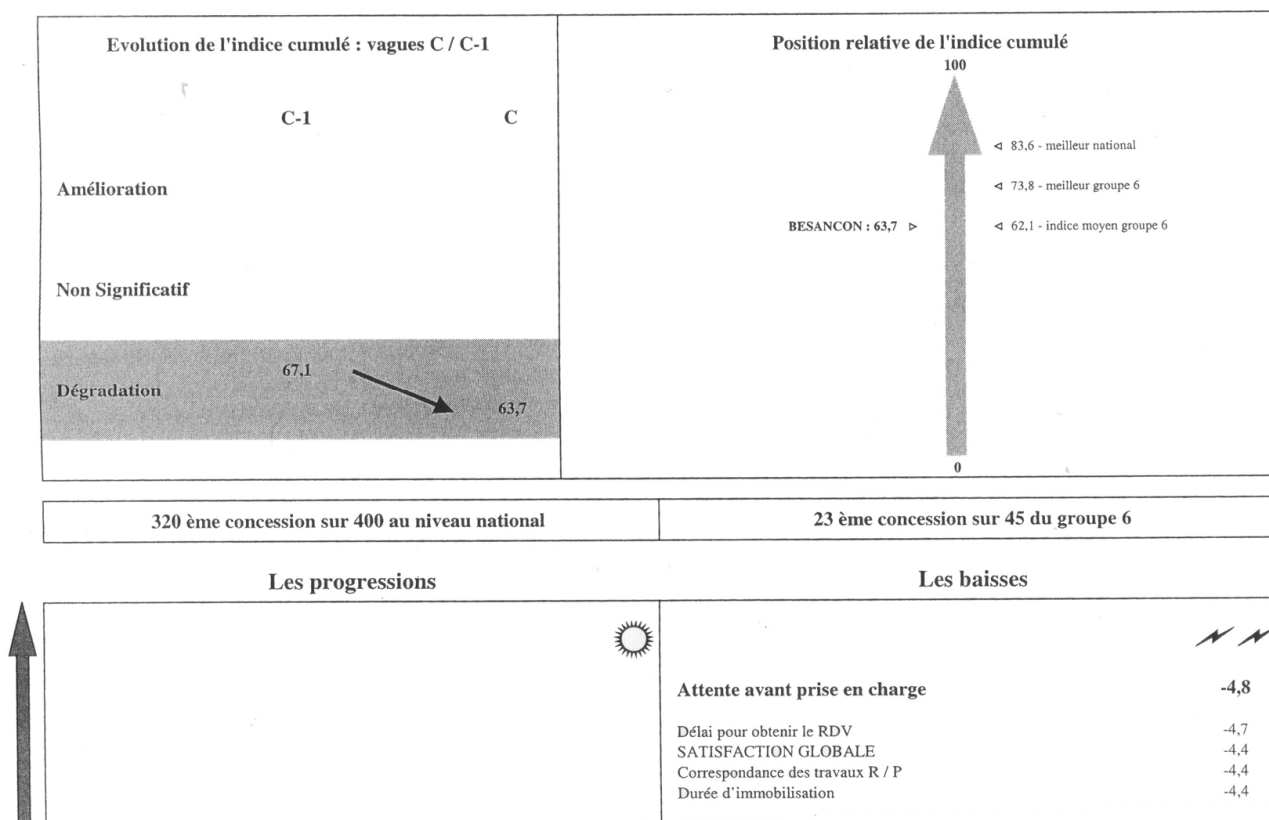
Les constructeurs ne s'y sont pas trompés : pour maintenir un niveau de qualité satisfaisant dans son groupe, ils ont mis en place des indices de qualité pour évaluer par rapport à une valeur référence les différents garages.

En fonction des marques cet indice de qualité est différent il est calculé de manière différente en fonction d'un référentiel différent.



## Exemple QSA Peugeot: Concession Besançon de décembre 2000 – avril 2001

**TABLEAU DE BORD - BESANCON**



Cet indice est calculé par Peugeot France par sondage téléphonique auprès des clients qui sont passés dans la garage dans les 4 mois précédents l'enquête.

- Pour augmenter la satisfaction des clients, les marques engagent les garages à travailler sur la qualité de leur service, notamment sur la propreté des véhicules rendus ou la qualité du travail effectué.

Une fiche de suivi du travail à été développée pour permettre une qualité optimale. Exemple ci-contre.

- La qualité de l'accueil est bien sur primordiale. De plus en plus de concessions engagent des femmes comme réceptionnaires. Deux raisons à cela : le charme fait passer bien des pilules en ☺, de plus en plus de femmes viennent apporter leur voiture et pensent se faire avoir par un réceptionnaire homme.

- Une bonne connaissance des clients est primordiale (voir cours « Monographie d'un client »).

- Locaux de réception plus conviviale et légèrement éloignés du SAV.

| CONTROLE QUALITE PEUGEOT.                                               |                                        |                          |                          |
|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1. NOMBRE DE PROBLEMES SIGNALES PAR LE CLIENT. <input type="checkbox"/> |                                        |                          |                          |
| Nombre de problème résolu.                                              |                                        |                          |                          |
| 2. QUALITE D'EXECUTION DES TRAVAUX. bon mauvais                         |                                        |                          |                          |
| Niveaux                                                                 | Contrôle visuel général sous capot.    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Huile moteur.                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Liquide de frein.                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Circuit de refroidissement.            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Circuit de direction assistée.         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Batterie (+ serrage des cosses)        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Lave glace (+ réglage)                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Eclairage                                                               | Veilleuse.                             | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Codes - phares.                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Clignotants.                           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Feux de stop.                          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Feux de recul - Anti-brouillard.       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Instruments                                                             | Indicateur de bord.                    | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Montre de bord ( à l'heure )           | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Cendrier ( vide )                      | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Ordinateur de bord initialisé.         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Moteur                                                                  | Facilité de démarrage.                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Contrôle Anti-pollution.               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Dessous de caisse                                                       | Etat des soufflets de direction.       | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Etat des soufflets de rotule.          | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Etat des soufflets de transmissions.   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Tension des courroies.                 | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Etanchéité                                                              | Etanchéité moteur.                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Etanchéité BV.                         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Etanchéité freins.                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Etanchéité refroidissement.            | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Etanchéité direction assistée.         | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Etanchéité amortisseurs.               | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Pneus                                                                   | Pression ( y compris roue de secours ) | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
|                                                                         | Usure pneumatique.                     | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| AVG                                                                     | AVD                                    | ARG                      | ARD                      |
| 0 - 25 - 50 - 75 - 100                                                  | 0 - 25 - 50 - 75 - 100                 | 0 - 25 - 50 - 75 - 100   | 0 - 25 - 50 - 75 - 100   |
| 3. PRESENTATION DU VEHICULE.                                            |                                        |                          |                          |
| Propreté intérieur ( siège, tapis, ect...)                              |                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| Propreté extérieure.                                                    |                                        | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |
| 4. CONFORMITE DE LA FACTURE / TRAVAUX. <input type="checkbox"/>         |                                        |                          |                          |
| NOTRE PRIORITE PASSE AVANT TOUT<br>PAR VOTRE ENTIERE SATISFACTION.      |                                        |                          |                          |

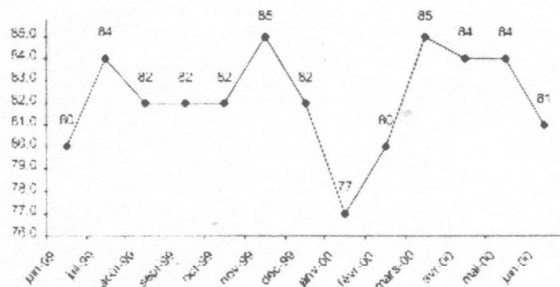
## Exemple 2 : Renault : Décomposition plus fine de l'indice :



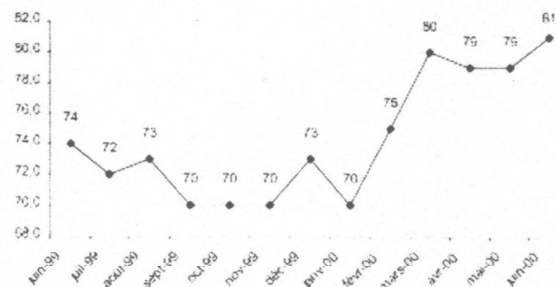
### ACCUEIL

QSA - juin 2000 - BEAUNE - Unité A

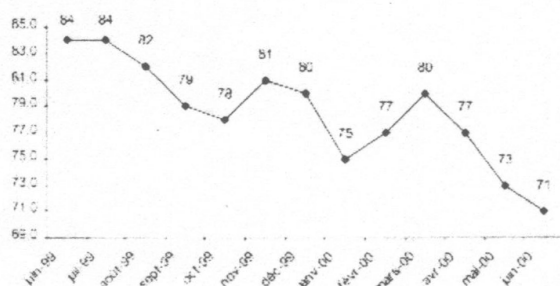
Q1. Qualité de l'accueil



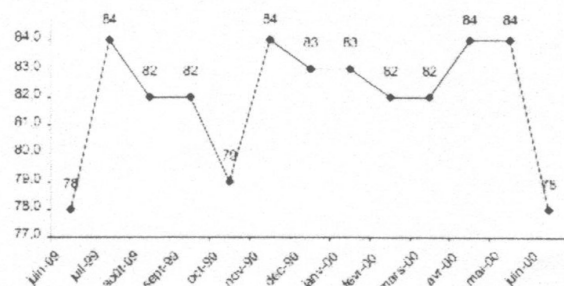
Q3. Attente lors du dépôt de votre voiture



Q10. Accessibilité et disponibilité du personnel



Q11. Qualité des contacts avec le personnel



## 8.6 : En guise de Conclusion :

- La qualité n'est pas un objectif en soit, il faut qu'il participe tout le temps au travail.
- Les Groupes d'action qualité, les Cercles de qualité, et les Groupes d'intervention à la qualité doivent être des groupes qui permettent un dialogue inter services, ou chacun à la parole de manière égalitaire, où toutes les idées sont bonnes.
- Ne pas oublier que la qualité passe aussi par la gestion de son temps personnel et de son bureau : peux-t-on travailler dans le foutoir ? Au milieu d'une pile de dossier « A traiter » ? Ne pas prendre le temps de réfléchir avant d'agir ? Se laisser grignoter son temps par le travail des autres ? Ne pas connaître les limites de son travail ? Passer son temps en réunions ?...
- Personne n'est responsable de la « Qualité », chacun doit faire son auto-contrôle pour évaluer l'évolution de la qualité. Les animateurs des cercles de qualité n'est qu'un émulateur ou un facilitateur de la qualité.
- Aucune personne extérieure à l'entreprise ne peut réussir à imposer une démarche qualité au sein d'une entreprise... surtout si c'est un stagiaire ! Il peut simplement la proposer à l'aide des outils déjà mis en place par les constructeurs en y apportant son point de vue.

## 9 - NOTIONS DE PROJET:

La démarche de projet consiste à concevoir, innover, créer et réaliser un produit à partir d'un besoin à satisfaire. Il peut aussi consister en l'analyse d'une situation ou d'un service.

Dans la plupart des cas, le processus de création ou d'amélioration est le résultat d'un travail d'équipe<sup>1</sup>.

### 8.1 : Démarche de projet :

Elle démarre avec l'identification d'un besoin qui résulte de l'insatisfaction des clients ou du personnel de l'entreprise. L'identification peut provenir d'une analyse extérieure du process par exemple dans le cas notamment d'un audit qualité.

Des concepteurs intéressés, une personne ou une équipe, imaginent un certain nombre d'idées ou de concepts pouvant satisfaire le besoin identifié. La faisabilité technique et économique de ces concepts est vérifiée et évaluée par analyses (coûts, valeur, performance, fiabilité...), études et essais.

Si les résultats obtenus ne sont pas satisfaisant, les concepts sont modifiés puis de nouveau analysés jusqu'à satisfaction ou abandon.

Une fois au point, la solution retenue est soumise à approbation auprès de responsables du projet. Si l'approbation est obtenue, le produit est développé, fabriqué, mis en service et/ou modifié, ou le service est mis en place.

#### 8.1.1 : Phase initiale – Définition du besoin :

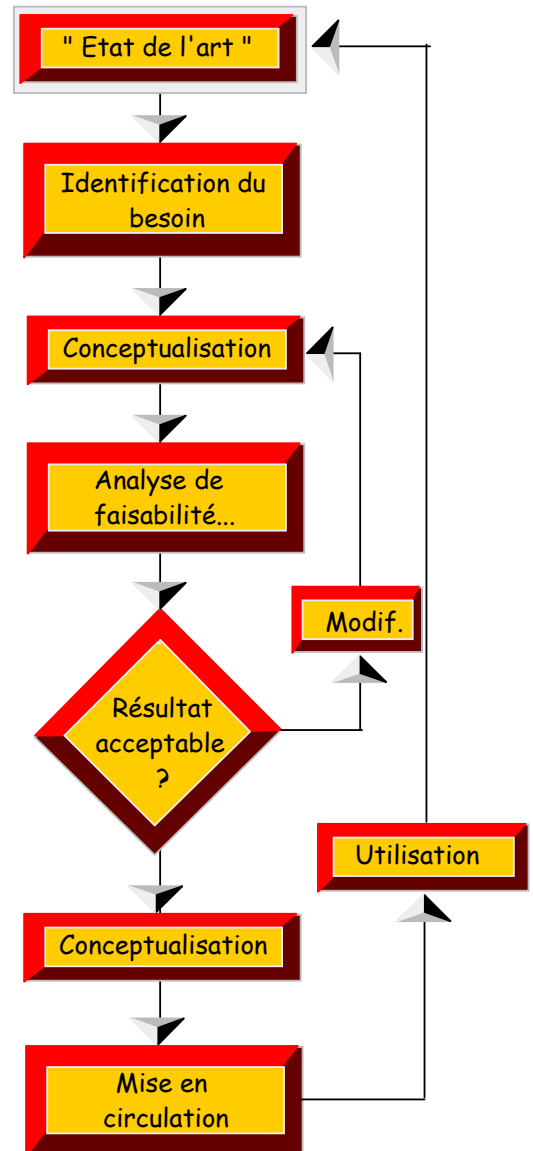
L'étude du marché permet, à partir d'études diverses et d'enquêtes, de rechercher, d'identifier et de définir des besoins existants non encore satisfaits.

**Faisabilité :** étude permettant de savoir si on a les moyens techniques et économiques de mener à bien le projet envisagé. Quelles sont les possibilités de création ? De quelle marge de manœuvre dispose-t-on ?

**Spécification des tâches :** elle consiste à faire l'inventaire (sous forme de cahier des charges, de planning prévisionnel, etc...) des paramètres, des critères et des données qui serviront à contrôler la conduite du projet et des travaux à entreprendre.

#### 8.1.2 : Conceptualisation – Phase de créativité :

Dans un premier temps, le travail consiste à faire des propositions d'idées pour réaliser le produit. Toutes les solutions alternatives sont développées à partir d'analyses diverses (fonctionnelles, faisabilité, maintenabilité, etc...) et évaluées sous forme de concepts : fonctions, exigences, contrainte, critères de construction...



<sup>1</sup> Lorsque vous serez en stage, la notion d'équipe n'est pas évidente. Vous serez porteur du projet que va vous confier votre maître de stage, avec tous les problèmes que cela confert.



**Synthèse préliminaire :** elle fait le bilan des voies de solutions possibles et établit les limites et les contraintes à la conception envisagée.

**Exemple de critères de construction :**

Accessibilité – Réglages, mises au point – Câblages, connexion – Etalonnage, calibrage – Emballage, montage – Disposition de surveillance – Facteurs humains – Recyclabilité ou destruction – Composants achetés, matériaux – Entretien et lubrification – Tableau de bord ou de commande – Aptitude à la production – Normalisation et standardisation – Sécurité et sûreté – Manutention – Fixations – Environnement – Maintenabilité – Fiabilité – Maintenance – Interchangeabilité.

**8.1.3 : Avant-projet – Phase de développement :**

Cette phase est essentielle, car 70 à 80% des choix concernant les investissements, les coûts de la production et valeur du produit sont décidés ou programmés à ce stade.

Optimisation : chaque voie de solution est approfondie : étude des options choisies, ébauche de la définition, analyse de la valeur, analyse des coûts, des délais, des performances, de la faisabilité, des risques...

**Synthèse :** elle fait un bilan et propose la (ou les) meilleure solution avec recommandations, justifications, chiffrages...

**Spécifications techniques du produit :** c'est le document de référence technique définissant le produit envisagé et qui sera utilisé dans les phases suivantes pour en réaliser les diverses parties.

**Exemples de critères dans la spécification d'un produit :**

Performance – Coût de production – Durée de vie – Temps d'exploitation – Eléments standards – Contrôles / essais – Ergonomie – Sécurité – Autonomie – Service – Normes – Esthétique – Qualité – Fiabilité – Quantités – Matériaux – Clients – Finition – Maintenance – Emballage – Transport – Brevets – Politique – Contraintes – Procédés – Environnement – Taille – Manutention – Poids – Concurrence.

**8.1.4 : Phase de développement :**

**Objectif :** faire l'étude détaillée de la solution définitivement retenue.

**Etudes détaillées :** la solution retenue est mise en forme concrètement et testé à partir des lois scientifiques et des techniques de l'ingénieur : calculs, études graphiques, études techniques diverses...

Essais expérimentaux et prototype : les tests peuvent être réalisés à partir de modèles informatiques ou sur des modèles réels (maquette, modèle à l'échelle, prototype). Sont vérifiées les caractéristiques, les faisabilités, la durabilité, l'esthétique...

**Plans, rapports, banques de données CAO :** toutes les caractéristiques de la solution finale sont connues et parfaitement définies, cette phase consiste à produire et à rassembler tous les documents (plans, croquis, graphiques, bilans, rapports, notices, nomenclature, analyse des coûts...) nécessaires à la description détaillée et à la définition correcte et complète du produit.

Les documents doivent être utilisables à des fins contractuelles (appels d'offre, négociations, contrat) et leur reproduction doit être aisée.

**8.2 : Notion de produit :**

Un produit est prévu, conçu et fabriqué pour répondre et satisfaire aux besoins d'un utilisateur. Le mot produit englobe tous les articles ou objets commercialisables issus d'opérations de production ou de service.

**Produits matériels :** composants mécaniques, électriques, électroniques, matières premières, produits alimentaires, équipements divers (automobiles, camions, engins, trains, avions, etc...), installations complexes (usines clé en main, centrale électrique, barrage, etc...)

**Produits liés à l'information ou à la communication :** livres, magazines, journaux, documentations, cassettes vidéos, émission TV, films, logiciels...

**Produits de Services :** études, réparations, devis, transports, communication téléphonique, action de formation, prestations hospitalières, bancaires, hôtelières, touristiques...

### 8.3 : Notion de cahier des charges :

Il est utilisé pour préparer et suivre le développement d'un produit aux phases suivantes le pré-développement et sert de référence et de bases de négociation en cas de contrat, litige ou modification nécessaire des spécifications techniques du produit.

#### 8.3.1 : Rôle du Cahier des Charges :

Ce cahier des charges particulier définit, précise, délimite les responsabilités des partenaires (demandeur du produit et concepteur) et pour le produit ; les services attendus, les conditions d'utilisation, les performances, les coûts, les délais de livraison...

Le CdC s'occupe des fonctions de service du produit et n'exprime aucune idée de technique . Souple il peut être modifié.

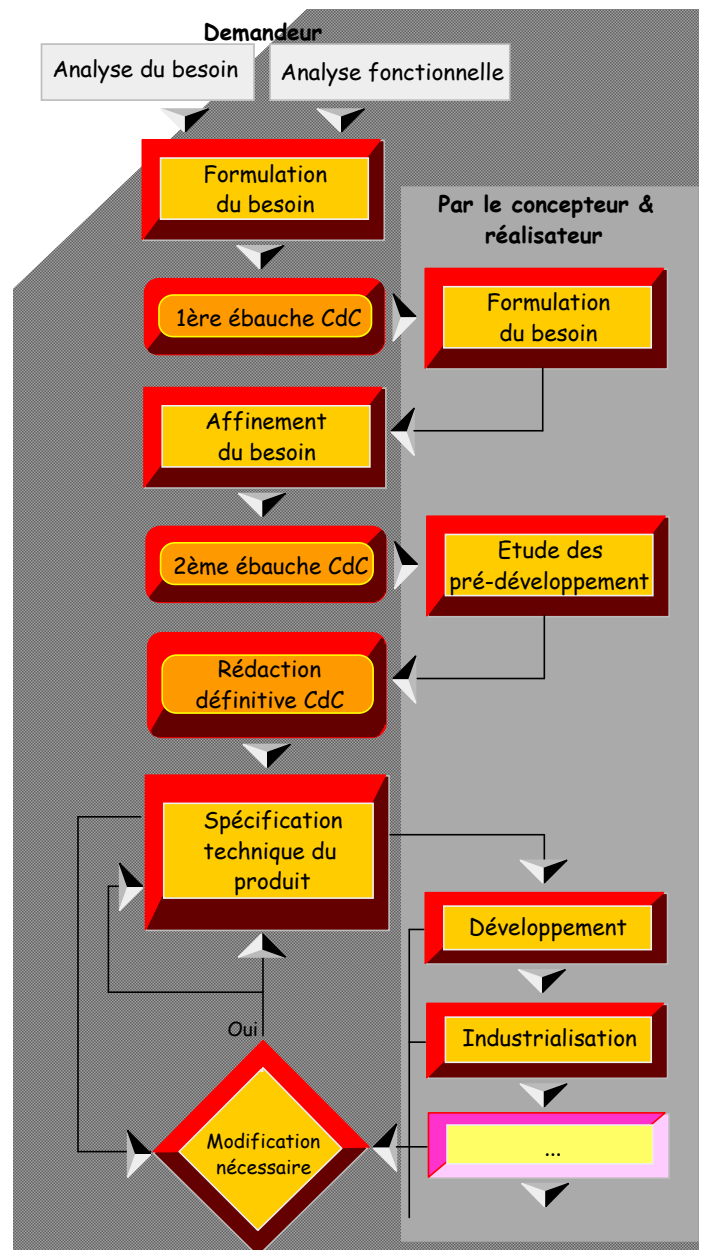
En cas de rapport client/fournisseur, interne ou externe, il devient un document contractuel. Sa rédaction et sa modification exigent l'accord des deux parties.

**Utilisation :** Consultations, appels d'offres, adjudications, marchés négociés entre partenaires (y compris entre services d'une même entreprise), conception pour un coût objectif, référence pour une analyse de la valeur.

#### 8.3.2 : Composition du cahier des charges :

Le CdC se compose de 4 parties :

- **Présentation générale du problème :** elle est destinée à donner toutes les informations générales utiles concernant le produit : marché, contexte du projet , objectif, énoncé du besoin, environnement du produit...
- **Expression fonctionnelle des besoins :** elle décrit et définit les fonctions de service du produit, les contraintes , les critères d'appréciation (niveaux, flexibilité, limites...)
- **Appel des variantes :** cette partie demande et fixe des limites à l'étude d'autres proposition ou d'autres solutions possibles pour réaliser le produit.
- **Un cadre de réponse :** il est destiné à simplifier et à codifier la façon de répondre (présentations, descriptions, etc...) pour faciliter les dépouillements.



**8.3.3 :** Processus d'élaboration du CdC : voir graphique ci-contre.

**8.3.4 :** Cadre du cahier des charges : les acteurs :

Pour élaborer un cahier des charges le demandeur a besoin d'un décideur, d'un animateur et d'un groupe de spécialistes divers : techniques, commerciaux, économiques...

- Demandeur : personne, organisme ou société responsable du financement qui élabore le cahier des charges du produit.
- Décideur : en général le responsable du projet, celui qui suit le développement du produit.
- Animateur : le responsable de l'élaboration du CdC.
- Concepteur – réalisateur : entreprise extérieure ou service de l'entreprise du demandeur qui s'occupera de la conception et de la fabrication du produit.

**8.4 : Fonctions d'un produit ou d'un service :**

Pour s'assurer qu'un produit puisse satisfaire les besoins d'un client il faut s'occuper en priorité des services qu'il rend. La notion de fonction met en œuvre ce principe, elle est un élément fondamental de l'analyse de la valeur et du cahier des charges.

Dans ce type d'analyse, le produit est considéré comme un ensemble fonctionnel, assurant un certain nombre de fonctions, et non pas uniquement comme un assemblage de pièces ou de composants.

**8.4.1 :** Analyse fonctionnelle :

Permet de structurer en un graphique simple les différentes fonctions et sous fonctions présentes dans un système. L'analyse fonctionnelle peut s'appeler aussi SADT ou Analyse descendante. Ces méthodes, même si elles n'utilisent pas tout à fait le même formalisme, sont voisines et ont le même objectif. A utiliser dans votre rapport de stage pour l'étude de cas.

**8.4.2 :** Méthode apte ou diagramme pieuvre :

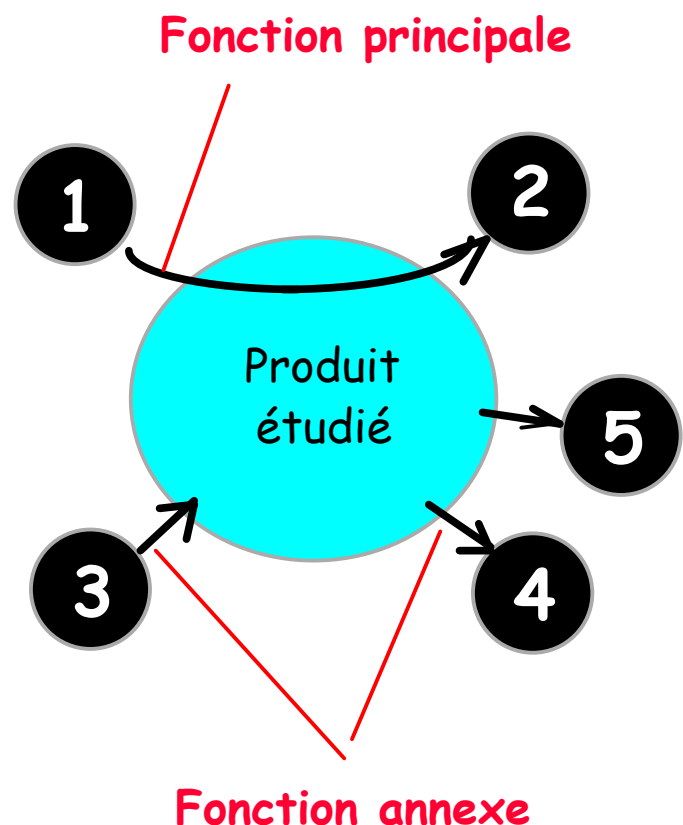
Cette méthode est utilisée pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service d'un produit.

**Principe :** le produit étudié est en relation avec certains composants du milieu extérieur repérés par 1,2,3,4 et 5. Il doit s'adapter à 3 et agit sur 4 et 5. Il crée ou modifie les relations établies entre 1 et 2.

Ces graphes sont simples mais ont l'avantage d'être rapides. Ils permettent d'associer les différentes fonctions et leurs interrelations au sein du système étudié. Cette méthode peut être utilisée soit avec un système mécanique, soit un S.A.V. au sein d'une entreprise, soit une notion abstraite comme un service ...

**Exemple :** analyser les besoins de l'acquisition d'un pont

1 : Montée d'un véhicule – 2 : Descente d'un véhicule – 3 : Relevage intermédiaire – 4 :



## Descente de l'intermédiaire – 5 : Plaques de contraintes...

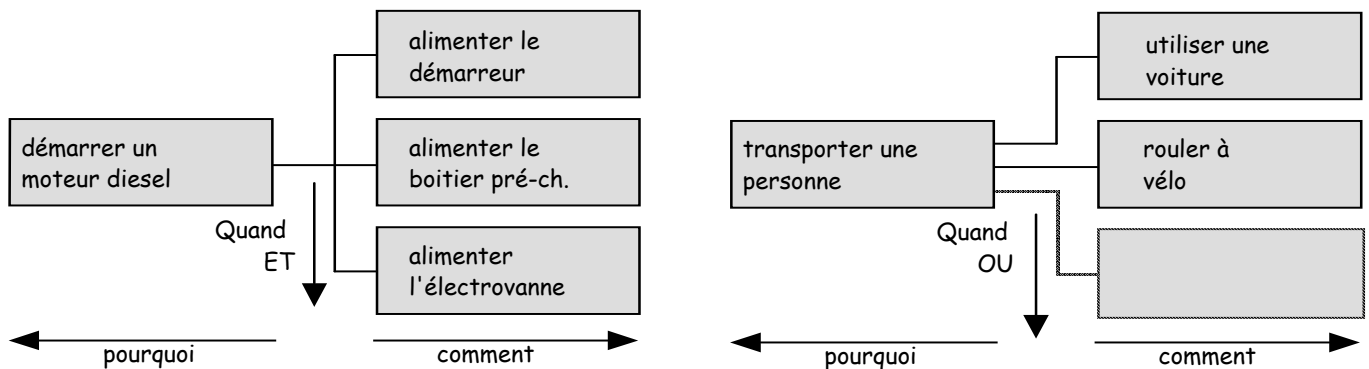
### 8.4.3 : Diagramme FAST :

(Function Analysis System Technique)

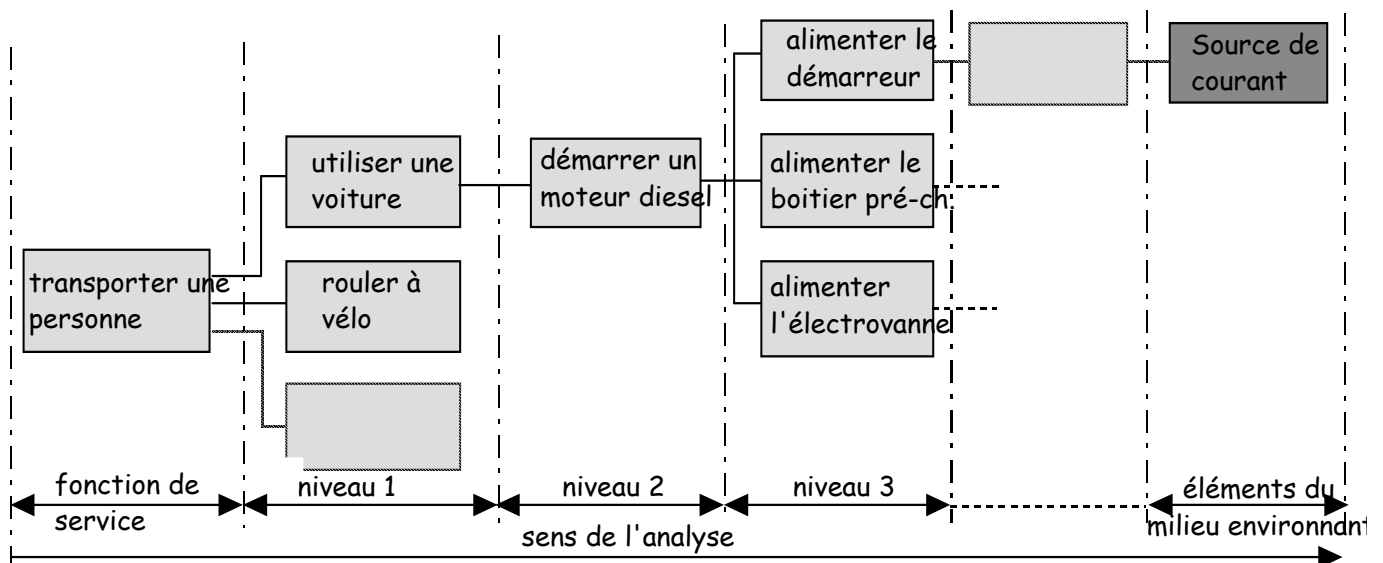
Lorsque les fonctions sont identifiées, cette méthode les ordonne et décompose logiquement pour aboutir aux solutions techniques de réalisation.

En partant d'une fonction principale, elle présente les fonctions dans un enchaînement logique en répondant à trois questions :

- Pourquoi cette fonction doit être assurée (suivant un axe horizontal orienté vers la gauche)
- Comment cette fonction doit être assurée (suivant le même axe horizontal mais orienté vers la droite)
- Quand cette fonction doit être assurée ? (Suivant un axe orienté vers le bas).



**Exemple :**



L'intérêt de ces graphes est de permettre une analyse plus fine des différentes sources de manière linéaire et de les dissocier les uns par rapport aux autres. Il peut être utilisé pour une analyse d'un service ou d'une « relation » interpersonnelle de service. Ils sont plus simple à manier et à analyser qu'une analyse fonctionnelle lorsque vous désirez argumenter devant un public.

### 8.4.4 : Analyse de la valeur :

Utilisé pour concevoir ou reconcevoir un produit ou un service, elle fait référence au coût global, oblige à penser à long terme et décrit des besoins nouveaux. Elle repose le problème. Il faut tout de même avoir déjà fait des choix sur la valeur et la qualité du produit ou du service à concevoir ou à améliorer.

**But & Objectifs :** identifier et éliminer les coûts inutiles sans compromettre la qualité et la fiabilité du produit ou du service envisagé. Autrement dit concentrer l'investissement sur ce qui est important.

**Notion de valeur :** c'est le jugement porté sur le produit ou le service , par un utilisateur, sur la base de ses attentes et de ses motivations. C'est aussi le prix que le client utilisateur est prêt à payer pour acquérir le produit ou le service (comparativement)...Souvent très difficile à évaluer.

Démarche générale d'une action « analyse de la valeur » : on peut résumer par deux questions :

- comment réaliser, avec un coût minimum, chacune des fonctions du produit ou service envisagé ?
- quelle valeur chaque partie caractéristique du produit ou service apporte-t-elle à la réalisation de la fonction qu'elle doit satisfaire.

Adopter une démarche à la fois fonctionnelle (cerner la valeur du produit à partir de ces fonctions) et économique (la référence au coût est systématique) ; le tout en faisant participer l'ensemble des acteurs de l'entreprise.

- La démarche fonctionnelle permet de considérer le produit ou le service comme un ensemble de fonction et non un ensemble de pièces mécanique ou un ensemble d'actes.
- La démarche économique consiste à identifier les parties les plus coûteuses et focaliser l'attention dessus. (principe de la méthode ABC ou Loi de Paréto)
- La notion de travail d'équipe est très importante, elle est composée de créateurs, de gestionnaires, fabricants, vendeurs...

### Conduite du plan de travail :

|   |                                  |                                                                                             |                                             |                                 |                                             |                                                       |
|---|----------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------|-------------------------------------------------------|
| 1 | Orientation de l'action          | Qu'est-ce qu'on étudie ?<br>Quels sont les objectifs ?<br>Quelles sont les limites ?        | Objet et cause de l'action                  | Enjeux (CdC) et objectif        | Limites et contraintes                      | Moyens, délais, constitution du groupe                |
| 2 | Recherche de l'information       | Qu'est-ce que c'est ?<br>Qu'est-ce que cela fait ?<br>Qu'est-ce qui existe ?                | Inventaire de ce qui existe                 | Collecter les données fiables   | Collecter des coûts utilisables             | Diffuser aux participants                             |
| 3 | Analyse (fonctionnelle)          | Fonctions à assurer ?<br>Combien ça coûte ?<br>Qu'est-ce qui pourrait convenir ?            | Définir et classer les fonctions            | Analyser les coûts par fonction | Objectif de coûts et de gains               | Dégager les domaines les plus fructueux               |
| 4 | Idées et voies de solutions      | Quelles sont les meilleures idées ?<br>Quelles sont les meilleurs voies de solutions .      | Utiliser des techniques de créativité       | Chercher le maximum d'idées     | Evaluer par comparaison et par fonction     | Classer les idées                                     |
| 5 | Etudier et évaluer les solutions | Qu'est-ce qui donnera le plus de satisfaction au client ?<br>Quels moyens faut-il dégager ? | Utiliser au mieux les moyens                | Faire des études techniques     | Evaluer et choisir les meilleures solutions | Utiliser des experts et des spécialistes              |
| 6 | Bilans et propositions           | Qu'est-ce qui est recommandé ?<br>Combien ça fait économiser ?<br>Qui l'a approuvé ?        | Présenter les solutions retenues            | Justifier les choix effectifs   | Préciser les conditions d'application       | Chiffrer les coûts<br>Utiliser les relations humaines |
| 7 | Suivi de la réalisation          | Qui fera le suivi ?<br>Quoi et comment contrôler ?<br>Que faire en cas d'anomalie ?         | Contrôler les écarts, réalisation prévision | Détecter les anomalies          | Présenter un bilan régulier                 |                                                       |

**Limite de l'analyse de la valeur :** le coût de la méthode doit rester faible devant l'enjeu (réduction du coût envisagées...). Du fait du formalisme rigoureux et d'une démarche globale exigeant l'adhésion de toute l'entreprise (comme la qualité) la mise en œuvre ne se fait pas sans difficultés et suppose du temps.

### 8.4.5 : Méthode AMDEC : Analyse des Modes de Défaillances et de leurs Effets Critiques :

C'est une méthode d'analyse préventive utilisée dès les premières étapes d'un projet pour identifier les défaillances possibles mais aussi les effets ou les conséquences probables de celle-ci.

**Principe :** Elle consiste en une analyse critique de la conception envisagée : interactions entre sous-

systèmes, entre composants élémentaires...

Mode opératoire :

- Identification des composants susceptibles d'avoir une défaillance compte tenu de l'environnement et de l'utilisation (mode opératoire...)
- Description des modes défaillances possibles, classification (rupture, fêlure, court-circuit, ...) et causes les produisant.
- Effets de chaque défaillance, conséquences les probables sur le système et sur chaque composant : destruction partielle ou totale engendrée, dégradation de la mission...
- Occurrence ou probabilité de chaque défaillance : pourcentage de chances d'avoir une panne, un incident ou un accident...
- Gravité ou sévérité des défaillances (risques qu'occasionne une casse...) et classement (défaillance mineure, majeure, critique...)
- Détectabilité : risques de la méthode d'inspection envisagée ne soit pas adaptée pour voir ou détecter les défauts.
- Actions correctives et mesures préventives envisageables pour réduire les probabilités de défaillance et minimiser les effets.

| AMDEC  |                     | Système :        |                       | Date :                |                     | FOLIO :                                       |   |   |   |
|--------|---------------------|------------------|-----------------------|-----------------------|---------------------|-----------------------------------------------|---|---|---|
| Organe | Mode de défaillance | Causes possibles | Effets sur les autres | Effets sur le système | Moyens de détection | Occurrence, gravité, détectabilité, criticité |   |   |   |
|        |                     |                  |                       |                       |                     | O                                             | G | D | C |
|        |                     |                  |                       |                       |                     |                                               |   |   |   |

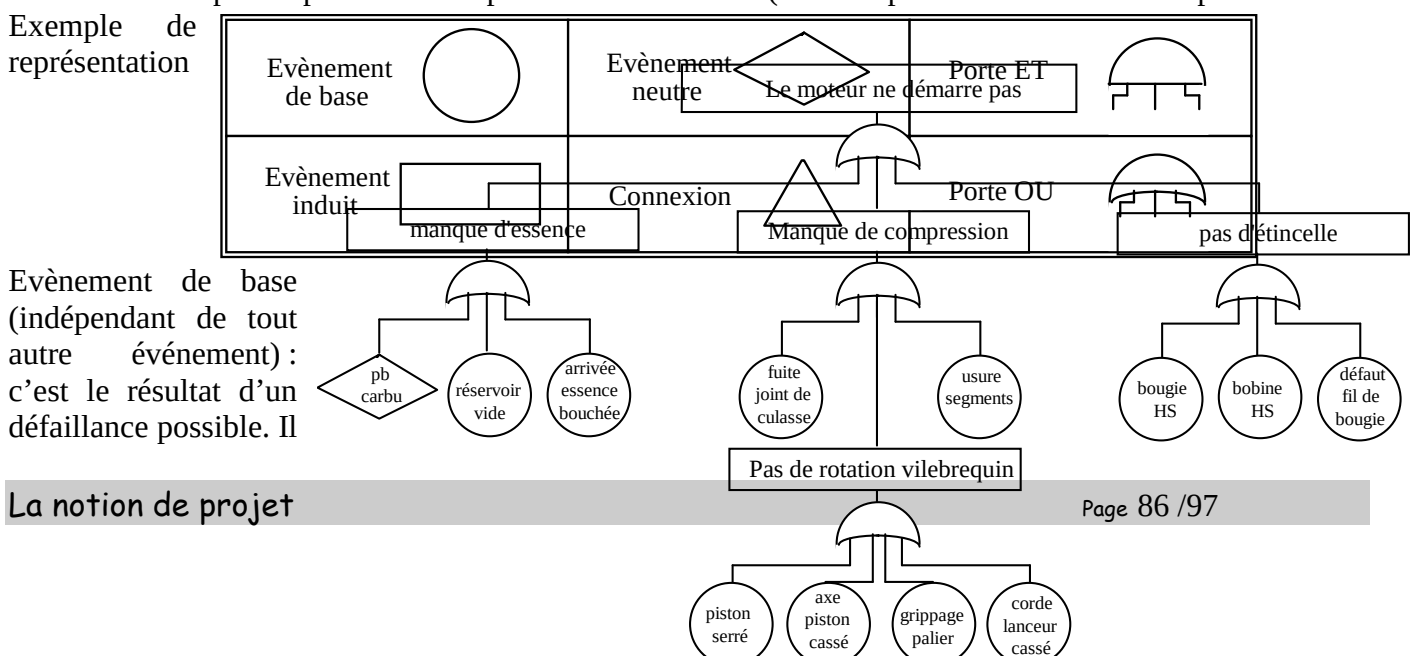
La criticité (C) est une fonction (produit ou somme avec coefficient) de gravité (G), de l'occurrence (O) et de la détectabilité (D). Les valeurs indiquées dans les colonnes O,G et D sont évaluées et choisies dans des échelles de valeurs de référence.

| 1                                                                             | 2            | 3                 | 4                                                                                                                               | 5                  | 6               | 7                    | 8                                                                                                 | 9              | 10                  |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------|-------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|-----------------|----------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|---------------------|
| sans effet                                                                    | Effet mineur | Effet très limité | Effet Limité                                                                                                                    | Effet significatif | Effet important | Effet très important | Effet majeur                                                                                      | Effet critique | Effet très critique |
| Pas de conséquence sur la satisfaction, l'activité, le matériel et les coûts. |              |                   | Mécontentement et perturbation de l'activité du client. Conséquences matériels (sans problème sur la sécurité). Pertes en coût. |                    |                 |                      | Mécontentement extrême, problèmes de sécurité, pertes en exploitation et en coûts insurmontables. |                |                     |

#### 8.4.6 : Arbres de défaillances :

Souvent utilisées en conjonction avec l'AMDEC, c'est une forme d'organigramme permettant de savoir comment un dispositif peut-être indisponible ou défaillant. (Il existe plusieurs variantes de représentation.

Exemple de représentation



est toujours situé à l'entrée d'un porte logique ET ou OU.

Evènement induit ou conséquence : il est la conséquence de plusieurs évènements de base et est toujours situé à la sortie de la porte logique.

Evènement neutre : évènement sans conséquence sur la fiabilité du système.

Connexion : permet de se connecter à un autre arbre de défaillance.

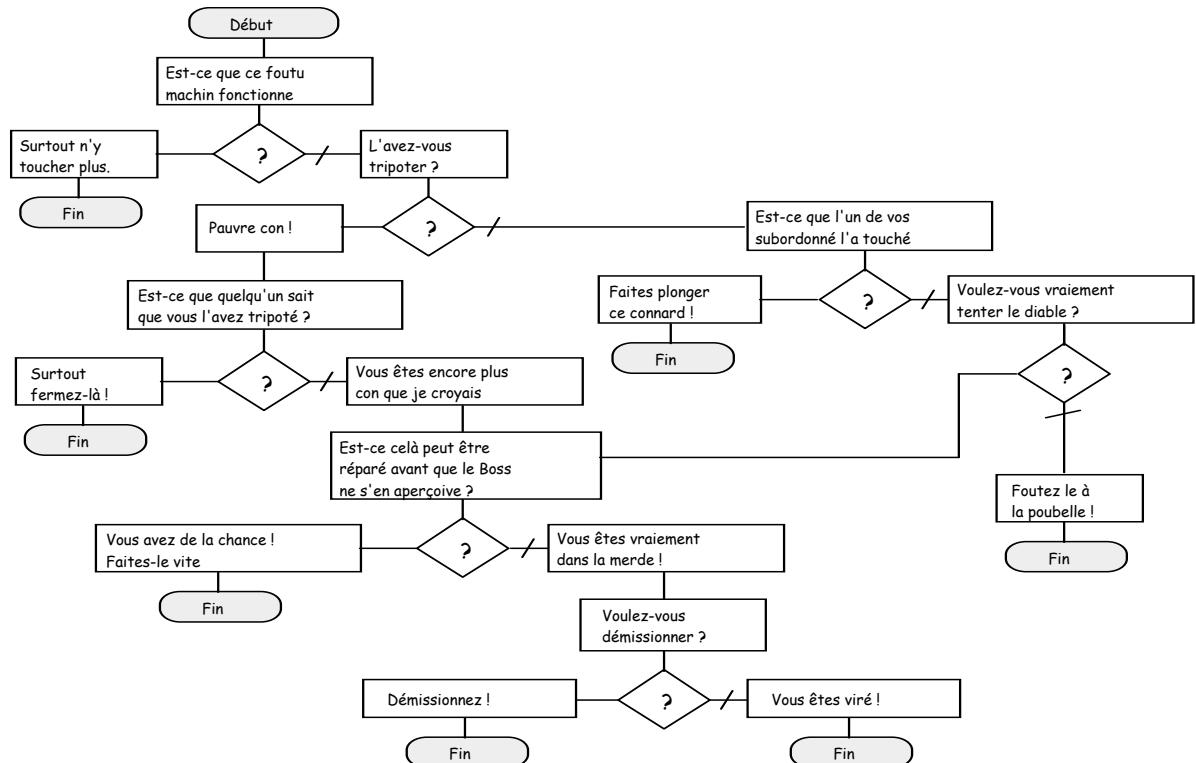
Porte ET : les évènements se produisent en même temps.

Porte OU : l'un des évènements suffit pour produire l'évènement suivant.

### Exemple pour un moteur 2 temps de tondeuse à gazon :

#### 8.4.7 : Organigramme de diagnostic :

Utilisé en maintenance, il peut aussi servir dans le choix d'un achat ou d'une succession d'action.



#### 8.5 : Graphes utilisés pour la gestion des projets :

##### 8.5.1 : P.E.R.T. :

##### Utilisation :

Gestion de gros

projets avec interactions entre différents services ou différentes entreprises...

**Critique :** Permet de ne pas « oublier » d'opération à effectuer dans un projet long et ambitieux . A garder pour les gros projets et les travaux longs.

##### 8.5.2 : Graphe de Gantt :

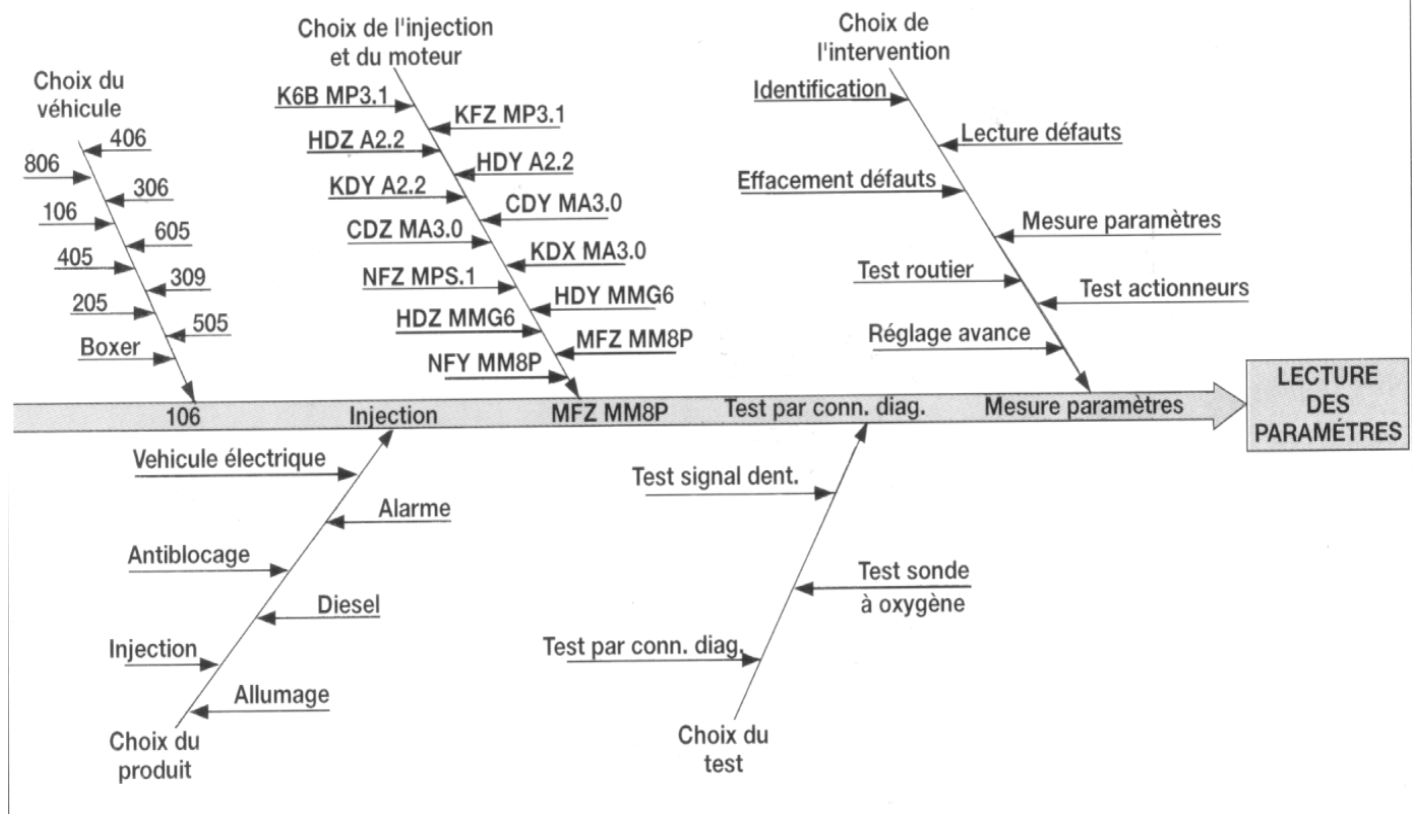
**Utilisation :** Gestion de projets au sein d'une entreprise ou d'un service.

Peut être utilisé pour définir et préparer les actions de maintenance systématique où l'on décrit les différentes opérations que l'on rencontre régulièrement au sein d'un service de maintenance. A mettre en lien avec de la gestion de stock.

**Critique :** Outils plus léger que le PERT, plus simple à mettre en œuvre.

##### 8.5.3 : Diagramme Pareto ou méthode ABC :

Ces diagrammes permettent de faire un choix ou un tri dans une masse d'information. Ils peuvent vous servir pour déterminer quels sont les éléments les plus importants dans votre projet. Pour la méthode, voir cours sur méthode ABC et diagramme de Pareto.



#### 8.5.4 : Diagramme Ichikawa ou Diagramme en arêtes de poisson :

Peuvent être utilisés sous forme de diagnostic ou sous forme de diagramme de choix. Sur chaque « arrête » on positionne l'ensemble des critères de choix qui sont possibles, C'est le cumul des choix qui amène à la conclusion.

#### 8.5.5 : Diagramme d'Euler – Venn :

Exemple : Afin d'améliorer les communications dans une entreprise on veut connaître le nombre de personnes ne disposant pas d'un dispositif d'appel (sur un groupe de 250 personnes)

|          |                                                      |
|----------|------------------------------------------------------|
| Groupe A | 105 personnes ont une ligne extérieure               |
| Groupe B | 100 personnes ont une ligne intérieure               |
| Groupe C | 59 personnes peuvent être jointes par le secrétariat |

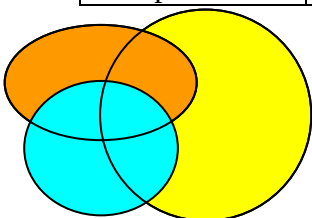


Diagramme d'Euler-Venn :

31 personnes font partie des groupes A&B

22 personnes font partie des groupes C&A

7 personnes font partie des groupes C&B

4 personnes font partie des groupes A&B&C.

Soit A' les personnes n'ayant qu'une ligne extérieure, B' les personnes n'ayant qu'une ligne intérieure et C' n'ayant qu'une liaison avec le secrétariat d'où :

$$A' = A - ((A.B) + (A.C) - (A.B.C)) = 56$$

$$B' = B - ((A.B) + (B.C) - (A.B.C)) = 66$$

$$C' = C - ((A.C) + (B.C) - (A.B.C)) = 34$$

Conclusion : le diagramme fait apparaître le nombre de personnes pouvant être contactées (R).

$$R = 56 + 66 + 34 + 31 + 22 + 7 - (2 \times 4) = 208$$

La parenthèse  $2 \times 4$  correspond aux



personnes plusieurs fois comptés.

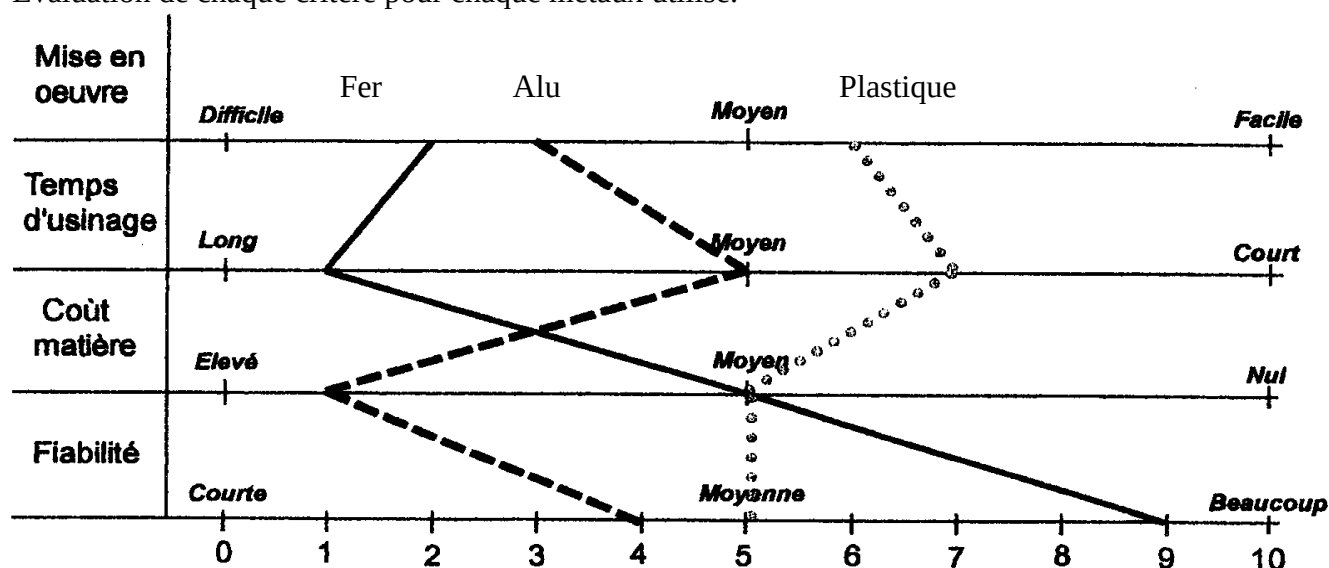
Conclusion : 250 personnes – 208, donc il suffit d'ajouter 42 systèmes d'appel.

### 8.5.6 : Les axes de notation :

#### Axes horizontales :

Exemple : réalisation d'une pièce avec la possibilité d'utiliser 3 métaux différents (fer, aluminium, plastique)

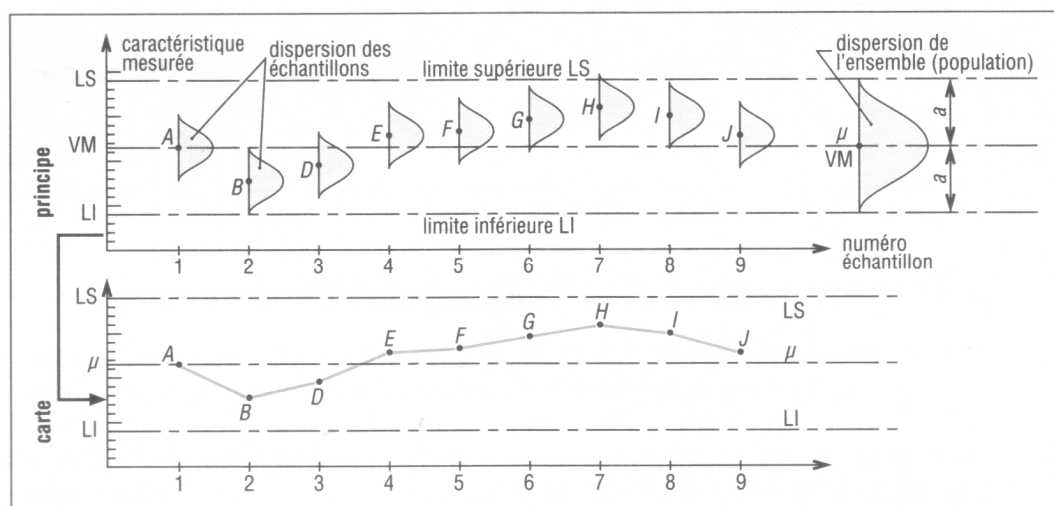
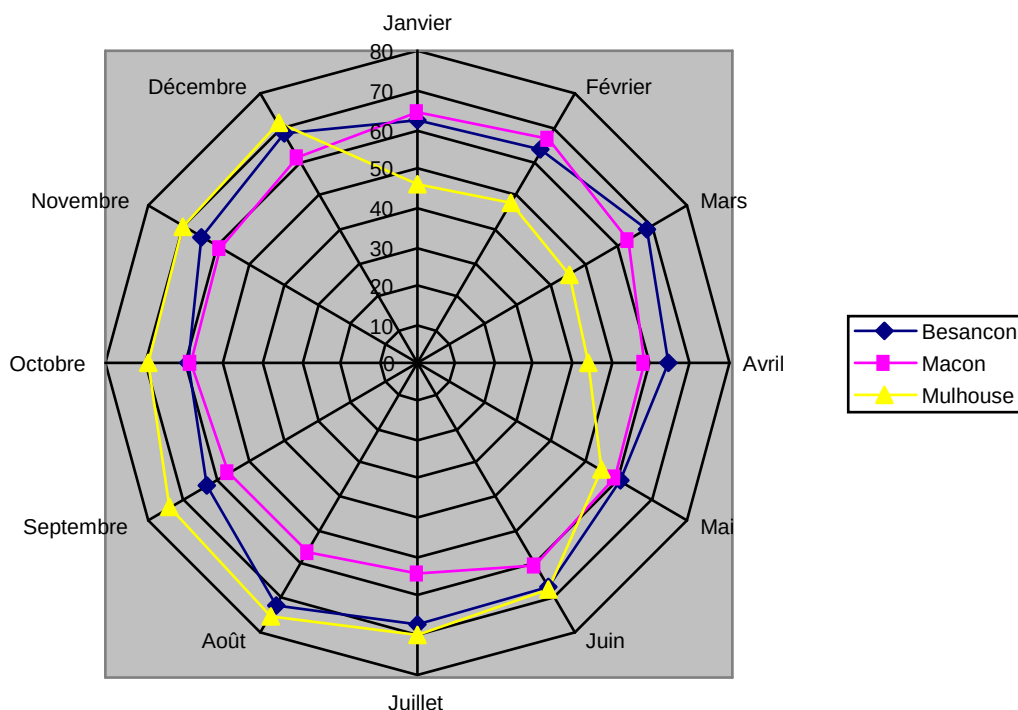
- Détermination des critères d'évaluation.
- Répartition en notes de 0 à 10 avec 3 zones, difficile, moyen, facile.
- Evaluation de chaque critère pour chaque métaux utilisés.



Conclusion : il faut réaliser la pièce en plastique.

#### Axes en étoile ou les diagrammes à coordonnées polaires

|          | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|----------|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| Besançon | 62      | 63      | 68   | 64    | 60  | 66   | 67      | 72   | 62        | 59      | 64       | 68       |
| Macon    | 64      | 66      | 62   | 58    | 59  | 60   | 54      | 56   | 56        | 58      | 59       | 61       |
| Mulhouse | 45,9    | 46,9    | 45   | 43,9  | 55  | 67   | 70      | 75   | 73        | 69      | 70       | 71       |

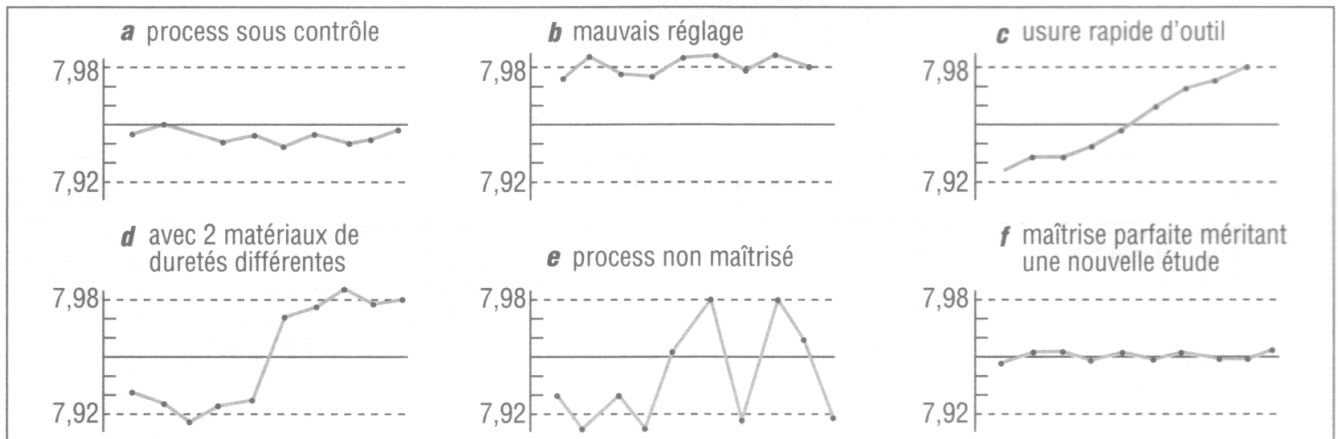


### 8.5.7 : Cartes de contrôle :

Cet outil statistique permet de contrôler des actions répétitifs (actes de réception, qualité de l'accueil, note QSA, ...) C'est un outil que l'on peut aussi utiliser comme outils d'analyse de la qualité.

Lorsque des variations anormales sont détectées (caractéristiques en dehors des limites définies) les causes doivent être déterminées et un remède doit être apporté.

**Exemple** pour des mesures en cas d'usinage :



On peut utiliser, soit le point tracé sur la droite, soit l'évolution de l'écart type de cette moyenne statistique.

### **Méthode de choix d'un projet ou d'un produit :**

#### **QQOCCP :**

QQOCCP à traduire par Qui ?, Quoi ?, Où ?, Quand ?, Comment ?, Pourquoi ?.

C'est simplement se poser les questions qui vont cibler ou aider à faire le choix d'un projet ou d'un produit.

**Exemple :** Achat d'un appareil de climatisation.

QUI va l'utiliser (formation) ? QUI va faire le choix de l'appareil ?

QUOI comme modèle (quel modèle acheter) ?

OU sera placé l'appareil dans l'entreprise ?

QUAND sera t-il acheté ? QUAND doit-il être utilisé (systématiquement sur tous les véhicules) ?

COMMENT fonctionne-t-il ? COMMENT le payer ?

POURQUOI acheter cette appareil (importance financière de l'achat) ?

A question bien posé, réponse à moitié répondue ! C'est à vous seul ou en équipe à répondre à ces questions pour effectuer le choix.

#### **8.6.2 : Les 5M :**

Main d'œuvre – Moyens – Milieu – Matières – Méthode.

Plus souvent utilisé dans des choix de « construction », il permet de la même manière que le « QQOCCP » de faire un choix.

**Exemple :** Restructuration d'un atelier :

Main d'œuvre : qui va faire quoi ? combien d'hommes pour faire le travail ?

Moyens : quels sont les finances pour ce projets ?

Milieu : sur quel surface va porter la modification ? L'entreprise va-t-elle fermer pendant les travaux ?

Matières : quels vont être les matériaux utilisés et donc les entreprises embauchées ?

Méthode : quel ordonnancement utilisé ?

Questions plus matérialistes que les précédentes ; elles sont plus constructives.

### **8.6.3 : Le brain storming ou remue méninges :**

**Objectif :** Au cours d'une réunion, rassemblant les acteurs participant au problème rencontré ou intervenant au sein d'une entreprise, le brain storming a pour objectif de recueillir ou susciter le maximum d'idées possible.

**Principe :** Un individu à plus d'idée en groupe que seul.

La production d'idée est accrue quand l'individu n'est pas soumis à la critique.

D'où quatre règles fondamentales :

- Tout dire.
- En dire le plus possible.
- Ne pas critiquer ni commenter.
- Piller les idées des autres.

#### **Modalité d'utilisation :**

Présenter et afficher le thème de réflexion avec les règles de travail (demander l'accord du groupe)

Recueillir toutes les idées en les notant sur un paper board. Dépasser en moyennes 5 idées par participant.

Exploiter chaque idée : éliminer les plus superflues et les redites, regrouper éventuellement par thème.

### **8.6.4 : Le vote pondéré :**

**Objectif :** Sélectionner les idées les plus importantes

**Principe :** Cet outil permet d'éliminer les idées secondaires et de se consacrer aux plus importantes. Il a la même fonction que l'écrit d'un concours : il sélectionne les meilleurs, mais ne décide pas des amis.

#### **Modalités d'utilisation :**

Distribuer à chaque participant un capital de points (10 points par exemple) à répartir par valeurs entières sur les idées qui lui semblent importantes. Fixer éventuellement une note maximale par idée... sachant que cette règle bride un peu le principe du vote pondéré.

Noter les points de chacun au tableau et additionner.

Favoriser les échanges autour des seules idées qui ont reçu un grand nombre de points.

### 8.6.5 : L'analyse multi-critères :

**Objectif :** Permettre à un groupe de trouver un consensus sur un choix d'idées : problèmes, solutions, actions...

**Principe :** A chaque fois qu'une décision doit être prise en fonction de plusieurs critères, le groupe se met d'accord sur le choix des critères et leur poids.

#### Modalités d'utilisation :

Définir avec le groupe les critères de choix et les noter sur le paper board : performances, délais, coûts, simplicité, facilité...

Etablir avec le groupe le barème de pondération pour chaque critères retenu en fonction de l'importance qui lui est accordé. Ex : 4 pour la rapidité, 3 pour le confort, 2 pour la sécurité, 1 pour le coût.

Construire la matrice de multi-critères :

- une ligne pour chaque critère de choix pondéré,
- une colonne pour chaque idée.

Recueillir et totaliser les notes :

- chaque membre du groupe attribue une note de 0 à 3 à chaque idée au regard des critères retenus,
- les notes sont affectées du coefficient de pondération du critère,
- le total des notes attribuées à chaque idées détermine le résultat global au regard de l'ensemble des critères,
- retenir l'idée qui totalise le plus de point.

**Exemple :** Aller de Lyon à Paris :

|              | Pondération | TGV       |    | Avion     |    | Voiture  |   | Auto-stop |   |
|--------------|-------------|-----------|----|-----------|----|----------|---|-----------|---|
| Rapidité     | 4           | 3         | 12 | 3         | 12 | 1        | 4 | 0         | 0 |
| Confort      | 3           | 3         | 9  | 2         | 6  | 0        | 0 | 1         | 3 |
| Sécurité     | 2           | 3         | 6  | 3         | 6  | 1        | 2 | 0         | 0 |
| Coût         | 1           | 2         | 2  | 0         | 0  | 0        | 0 | 3         | 3 |
| <b>Total</b> |             | <b>29</b> |    | <b>24</b> |    | <b>6</b> |   | <b>6</b>  |   |

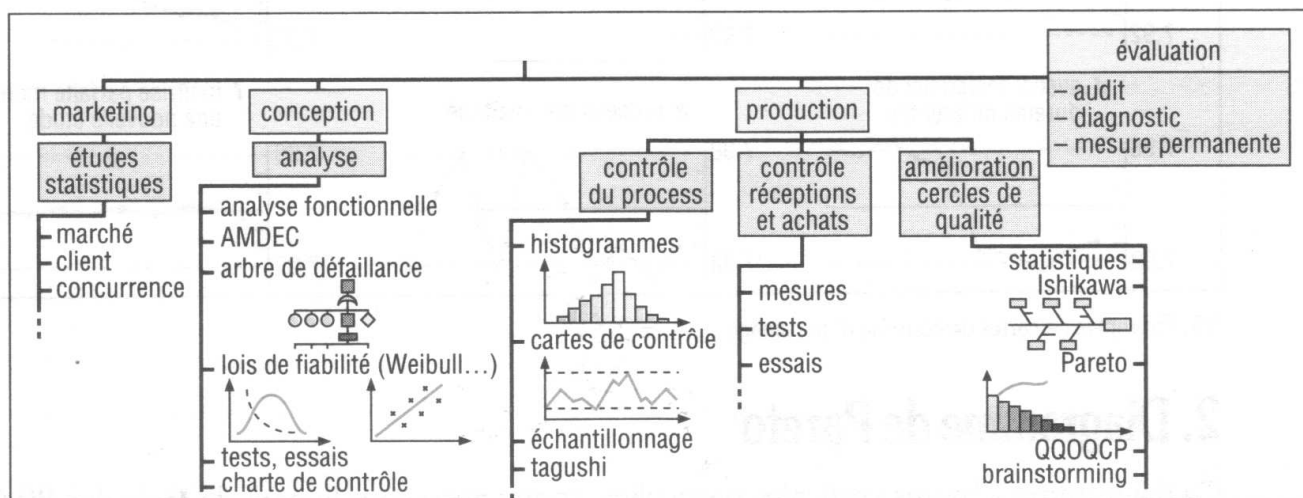
Conclusion : prenez le train !

### 8.7 : Synthèse d'une partie de ces outils dans la démarche de projet :

Utilisation de quelques outils :

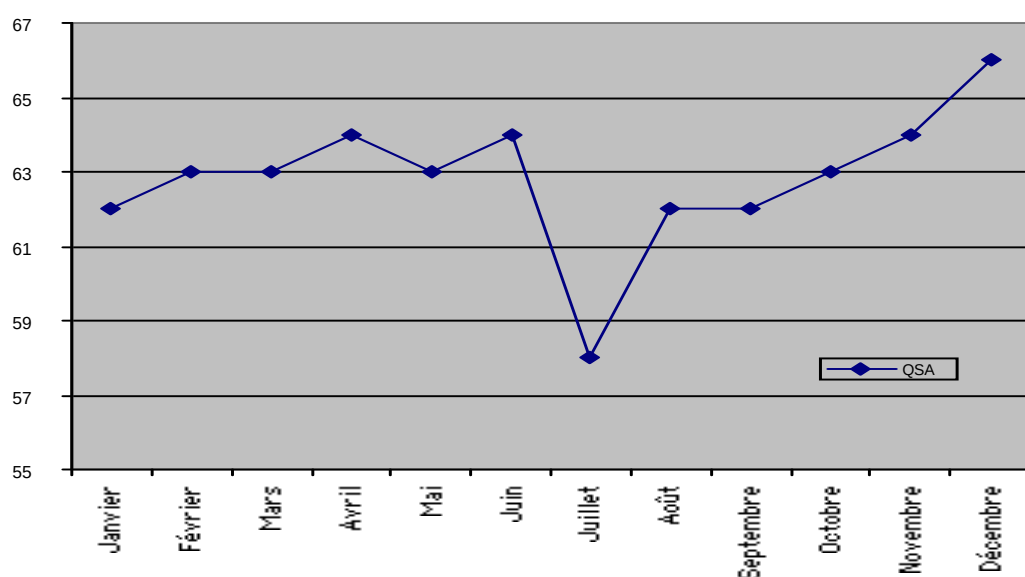
|                                       | Remue<br>méninges | Vote pondéré | QOQCP | Paréto ABC | Analyse multi-critère<br>Matrice<br>de<br>compatibilité | Diagramme<br>cause –effet |
|---------------------------------------|-------------------|--------------|-------|------------|---------------------------------------------------------|---------------------------|
| Sélectionner un<br>problème           |                   |              |       |            |                                                         |                           |
| Définir le<br>problème                |                   |              |       |            |                                                         |                           |
| Recherche les<br>causes possibles     |                   |              |       |            |                                                         |                           |
| Vérifier les<br>causes<br>principales |                   |              |       |            |                                                         |                           |
| Rechercher les<br>solutions           |                   |              |       |            |                                                         |                           |
| Choisir une<br>solution               |                   |              |       |            |                                                         |                           |
| Mettre en œuvre<br>le plan d'action   |                   |              |       |            |                                                         |                           |
| Suivre<br>l'action                    |                   |              |       |            |                                                         |                           |

Les zones grisées correspondent aux utilisations habituelles des outils en fonction des phases de la démarche.



## 8.8 : Graphiques :

Méfiez-vous des graphiques comme de la peste ou comment utiliser un graphique pour leur faire dire ce

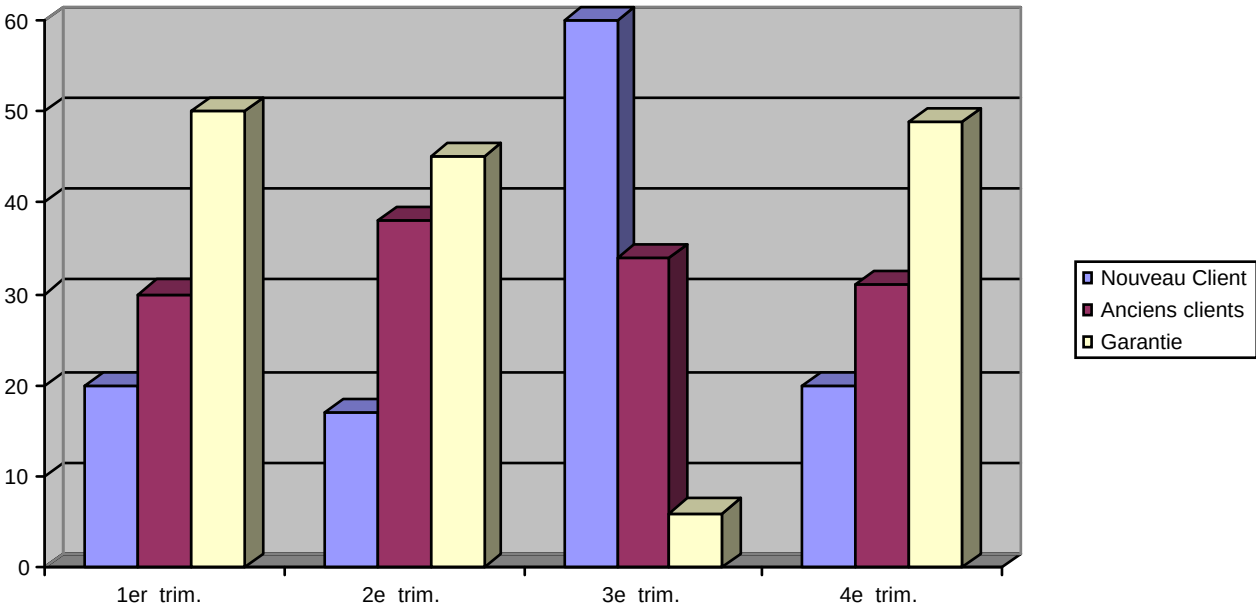


que vous souhaitez!

Commentaire de ce graphique : on à fait une chute importante en juillet, il faut remédier au problème.

## Histogramme :

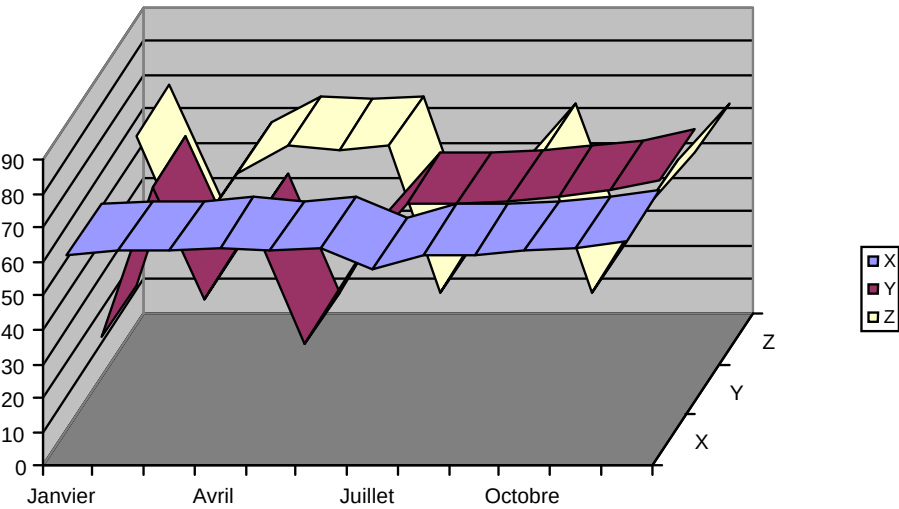
|                        | 1er trim. | 2e trim. | 3e trim. | 4e trim. |
|------------------------|-----------|----------|----------|----------|
| <b>Nouveau Client</b>  | 20        | 17       | 60       | 20       |
| <b>Anciens clients</b> | 30        | 38       | 34       | 31       |
| <b>Garantie</b>        | 50        | 45       | 6        | 49       |



8.9 : Contre exemple de graphique inutilisables :

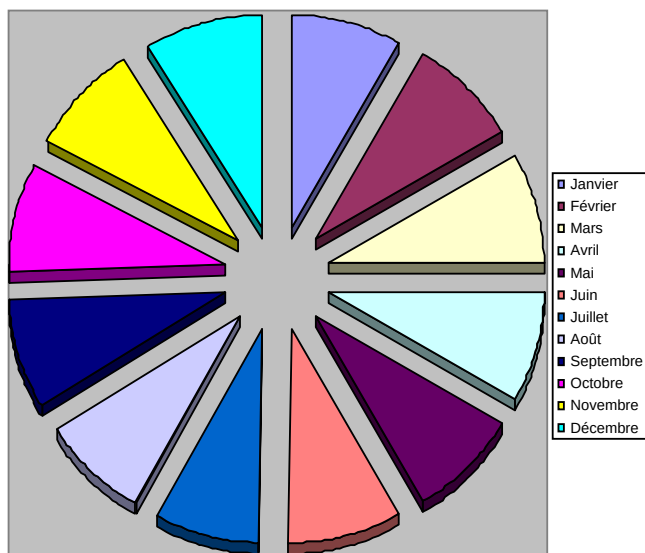
Quelques graphiques inutilisables ou illisibles ou imprécis...

|   | Janvier | Février | Mars | Avril | Mai | Juin | Juillet | Août | Septembre | Octobre | Novembre | Décembre |
|---|---------|---------|------|-------|-----|------|---------|------|-----------|---------|----------|----------|
| X | 62      | 63      | 63   | 64    | 63  | 64   | 58      | 62   | 62        | 63      | 64       | 66       |
| Y | 23      | 67      | 34   | 56    | 21  | 45   | 62      | 62   | 63        | 64      | 66       | 69       |
| Z | 67      | 34      | 56   | 64    | 63  | 64   | 21      | 45   | 62        | 21      | 45       | 62       |



### 8.10 : En guise de conclusion :

Lorsque d'une démarche de projet, il est souhaitable d'avoir une idée de la direction où le problème va nous conduire... sans tout fois avoir des a priori sur des solutions nouvelles qui apparaissent au court de l'analyse. Il faut donc très souvent se remémorer le problème initial, qu'elle à été la démarche qui nous a amené là, et qu'elles ont été les contraintes que l'on a rencontrés pour vérifier si aucune dérive n'apparaît.





## **10 – ATELIER & RECEPTION:**

### **9.1 : Atelier : Comment l'aménager... :**

### **9.2 : La réception dans un garage :**

#### **BIBLIOGRAPHIE :**

- *La fonction Maintenance* F.Monchy. Edition MASSON (Épuisé) Réédité dans une autre collection.
- Norme AFNOR . *Recueil des normes françaises* X06, X60, X50. AFNOR.
- Etude Fiat Typo dans une auto-école
- Etude de "205" de la poste. Document à usage interne donné par le responsable de Mce Bordeaux.
- Le chapitre du LCC à été établie à l'aide d'un article de F.Boucly dans *Achat et Entretien* Oct. 1981 et Sept 1984.
- Analyse de la valeur
- La qualité : La qualité dans l'entreprise Edition Plein Pot.
- La notion de projet : La production industrielle Edition Nathan.+ Cours de Ms JC Revilion et Guillet.
- L'atelier et la réception : Doc Rta Mai 2002.