

# **GESTION DE LA MAINTENANCE**

# RÔLE DE LA GESTION DE LA MAINTENANCE

➡ Adapter les **moyens** aux **besoins**

***Humains*** :  
personnel dédié  
à la maintenance

***Financiers*** :  
budget alloué à  
la maintenance

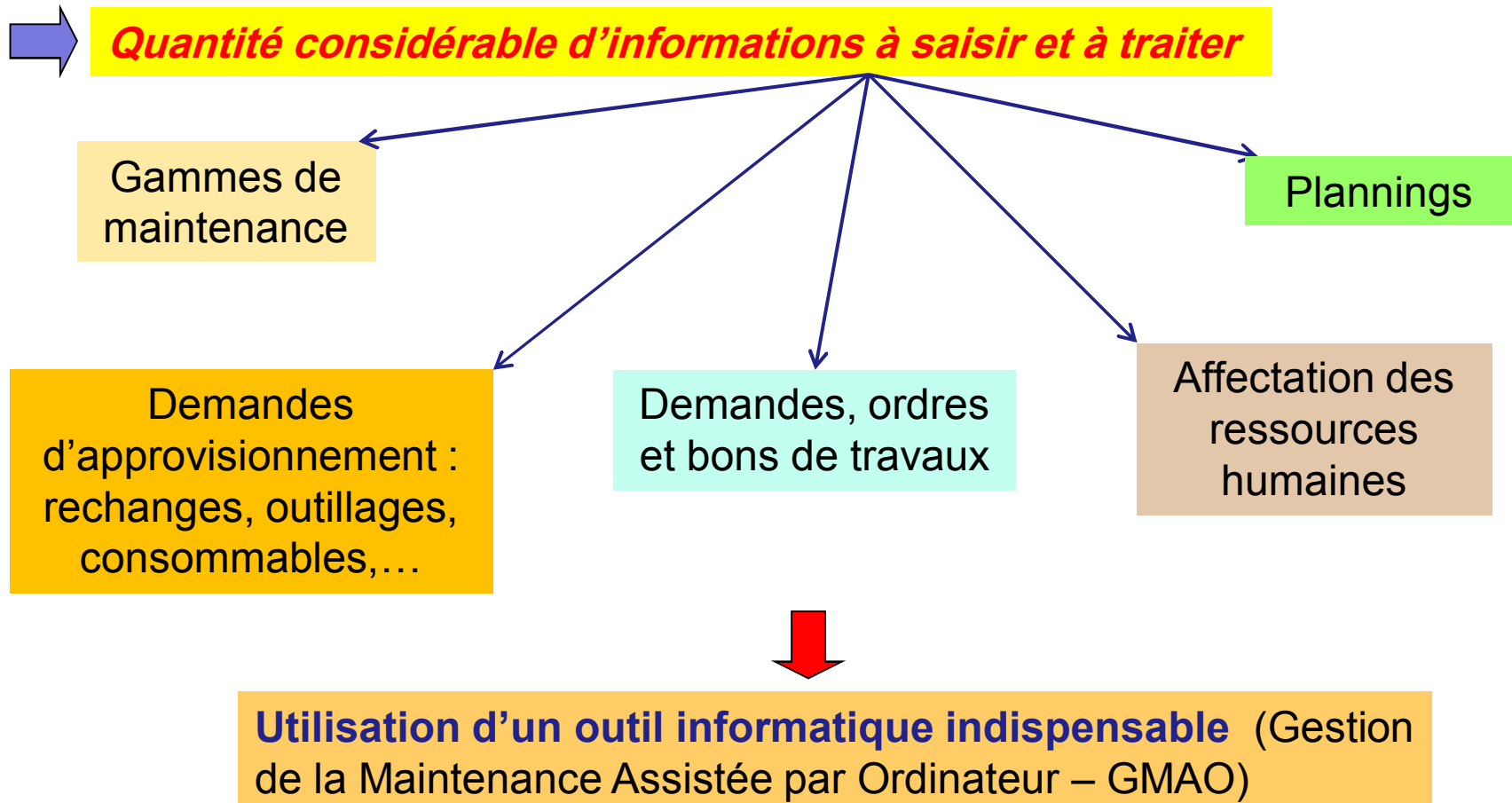
***Matériels*** : outillages,  
rechanges, dispositifs de  
test, consommables, ...

***Réalisation efficace et  
rentable des activités  
de maintenance***

➡ **Juger de la rentabilité de la maintenance** en s'appuyant sur des **indicateurs de gestion** caractérisant l'état et l'évolution de la maintenance au sein d'un établissement

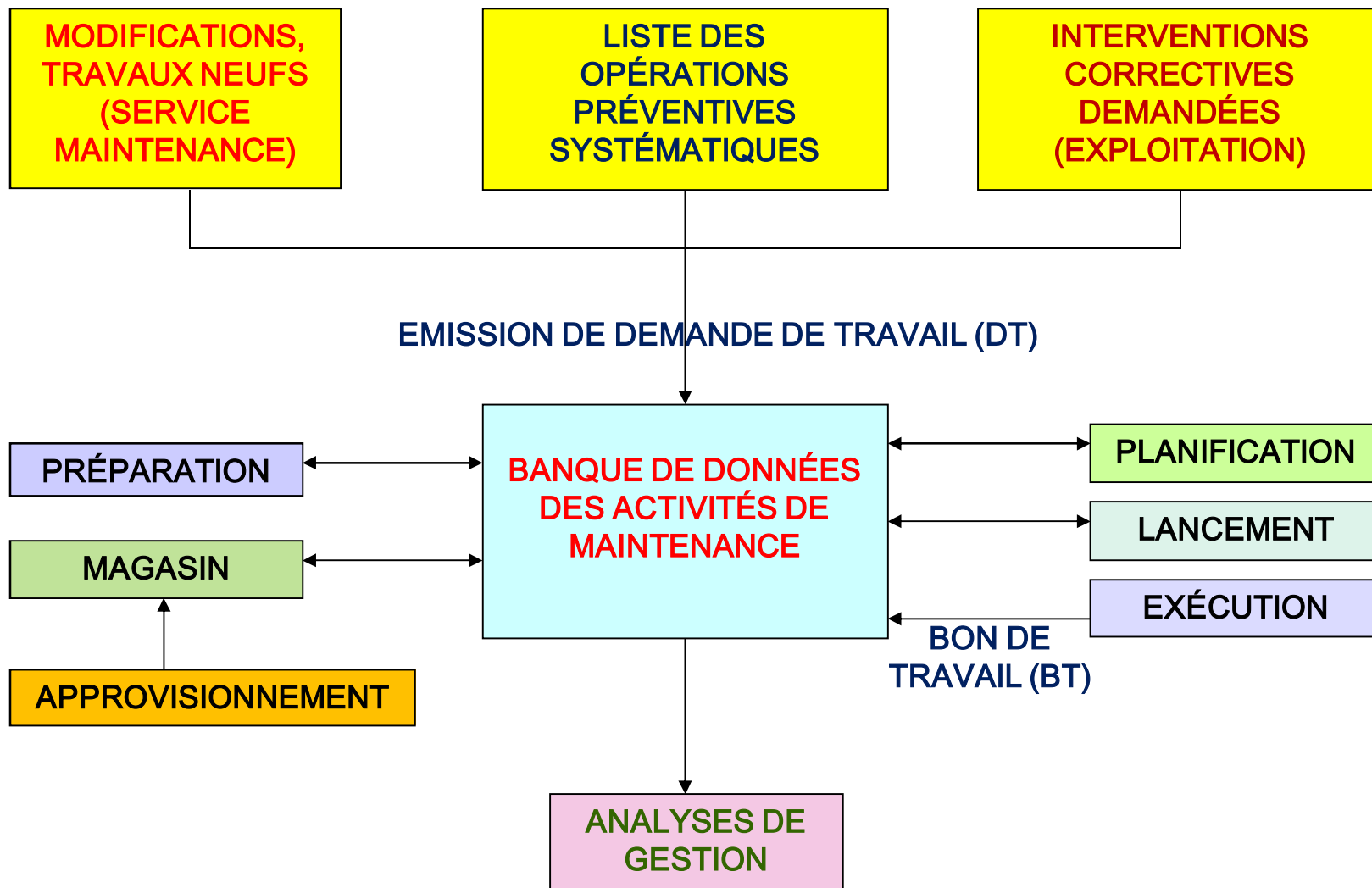
# DOMAINES A GÉRER

## • Gestion des interventions de maintenance •





## Schéma d'un modèle informatisé de gestion des interventions de maintenance





## Analyse de gestion des interventions

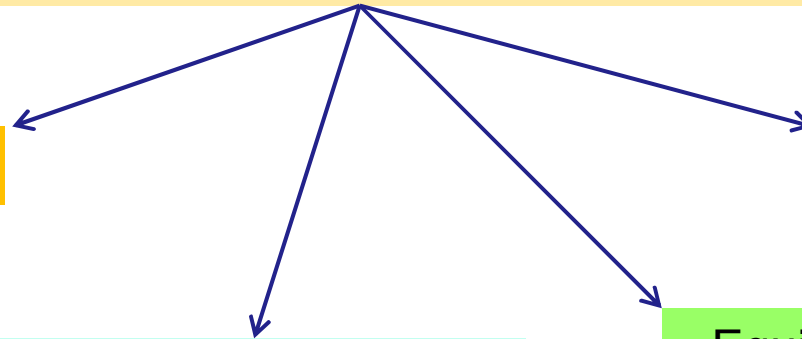
Répartition des activités et des dépenses de maintenance et suivi de leur évolution par :

Type de matériel

Service

Type de maintenance :  
corrective, préventive,  
sous-traitance

Equipe de  
maintenance



# • Gestion des équipements •

## Informations à saisir pour le suivi des équipements

Relevé de la durée d'usage (heures de fonctionnement, km parcourus, nombre de patients traités, ...)

Comptes-rendus des inspections et visites préventives

Mesure de la dérive des performances de l'équipement

Historique des défaillances

Fiches d'analyse de défaillances

Liste des articles de rechange consommés

Consommation de lubrifiants, d'énergie, ...



***Source d'informations de base*** : fichier historique, relevés sur l'équipement lui-même



***Traitement des informations***

Estimation du MTBF  
(Mean Time Between Failures) à partir les calculs de fiabilité

Estimation du MTTR  
(Mean Time To repair)  
en maintenabilité



**Evaluation de la disponibilité, qui est l'indicateur technique le plus efficace de gestion des équipements**

# • Gestion des coûts •

➔ Estimation, ventilation et comparaison des coûts

*Entre équipements* ou famille d'équipements

*Entre types d'intervention de maintenance* : corrective, systématique, conditionnelle, inspections, révisions, sous-traitance, ...

*Entre services*

➔ Estimation séparée des **coûts directs** et des **coûts indirects**

Dépenses  
engagées pour  
réaliser les  
interventions

Liés aux pertes  
d'exploitation, de  
qualité, ...



➔ **Comparaison entre les prévisions (budget alloué) et les dépenses en maintenance**

➔ **Comparaison des coûts entre plusieurs périodes** (évolution des coûts en fonction du temps)

➔ **Suivi des coûts pour l'établissement du LCC**

Life Cycle Cost : somme des coûts d'acquisition, d'exploitation et de maintenance

# • Gestion des ressources humaines •



## Nécessité de connaître :

**Structure de l'effectif**  
et sa répartition par  
service, par qualification  
et spécialisation

**Plan de formation** du  
personnel : formation  
interne et externe

**Conditions de travail** :  
relevés des accidents, des  
maladies professionnelles,  
des absences

Relevés des  
salaires et des  
promotions passées



**Exploitation des données** : détermination d'indicateurs de gestion pour  
corriger la politique sociale de l'établissement

Taux  
d'affectation

Taux  
d'encadrement

Taux  
d'absentéisme

Taux de fréquence  
et de gravité des  
accidents de travail

# TABLEAU DE BORD DE GESTION : RATIOS ET INDICATEURS

## • Définitions •

### ➔ Indicateurs

**Indicateur** = mesure objective qui décrit une situation du strict point de vue quantitatif  $\Rightarrow$  constatation d'un résultat ou d'un état

*Mesure absolue ou relative  
de résultats quantifiés*

*Comparaison entre  
différents périodes*

*Exemples :*

- Nombre d'interventions de maintenance en 2015 = 258
- Coût de maintenance rapporté aux services rendus

*Exemples :*

- Evolution du temps de maintenance préventive
- Evolution du taux de sous-traitance



## Ratios

- **Ratio** = indicateur *relatif* décrivant une situation du strict point de vue quantitatif  $\Rightarrow$  constatation de résultats des actions entreprises



**Ratio** = rapport constitué d'une valeur réelle et d'une valeur de référence

- **Ratios** : permettent d'éviter les interprétations néfastes des indicateurs

- **Exemple** : un coût de maintenance passant de 2 MDH à 2,5 MDH n'indique pas forcément un problème de maintenance. Pour donner une réelle visibilité, l'indicateur doit être rapporté à l'exploitation réalisée

|             | <b>Indicateur</b> = Coût de maintenance | Activité moyenne d'exploitation | <b>Ratio</b> = Coût de maintenance par heure d'exploitation |
|-------------|-----------------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------------|
| <b>2013</b> | 2 MDH                                   | 8 h par jour                    | 830,25 DH/h                                                 |
| <b>2014</b> | 2,5 MDH                                 | 12 h par jour                   | 687,50 DH/h                                                 |

## - Utilité des ratios

Evaluation des activités de maintenance pour comparer les résultats obtenus aux objectifs fixés

Comparaison entre unités ou secteurs d'activité distincts

Suivi de l'évolution de l'état de la maintenance par comparaison des valeurs du ratio pour différentes périodes

## - *Ratios* : outils indispensables pour une gestion efficace de la maintenance

Mise en évidence des points faibles

Amélioration de la rentabilité de la maintenance

Choix des meilleures méthodes de maintenance

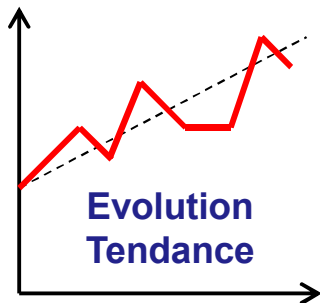


## Tableaux de bord

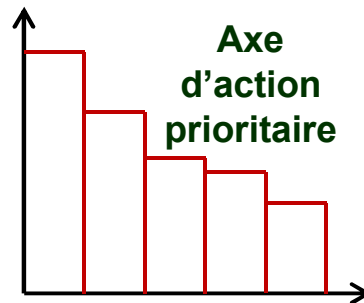
- **Tableau de bord** = outil de synthèse et de visualisation des situations décrites et des constats effectués à travers des indicateurs fiables

- **Tableau de bord** = permet de suivre les tendances, d'observer les dérives et de montrer les résultats d'une politique de maintenance

- **Tableau de bord** = outil de communication utilisant des méthodes visuelles montrant clairement et rapidement les résultats et les tendances

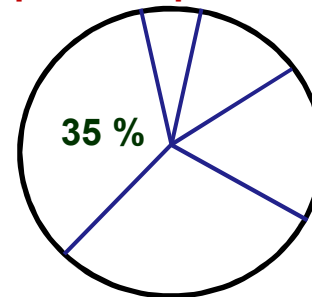


**Graphe  
d'évolution**

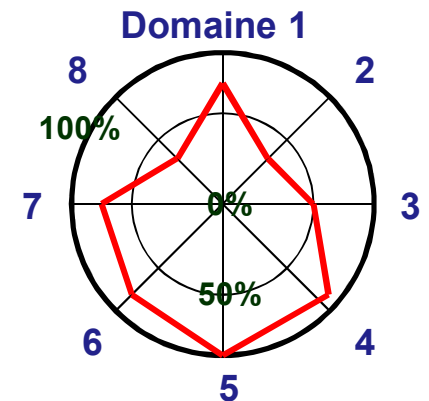


**Diagramme  
à barres**

**Répartition par famille**



**Graphe à  
secteurs**



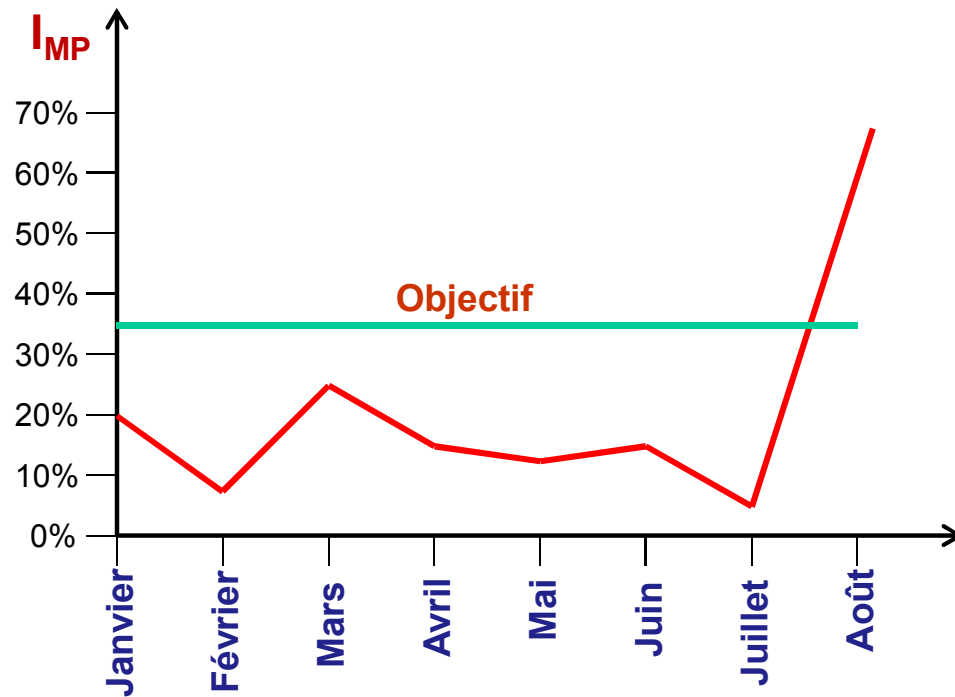
**Diagramme de  
Kiviat ou radar**

### **- Exemple de graphe d'évolution**

Dans une entreprise, on a relevé les données suivantes :

- Nombre d'heures de maintenance par mois
- Nombre d'heures de maintenance préventive par mois

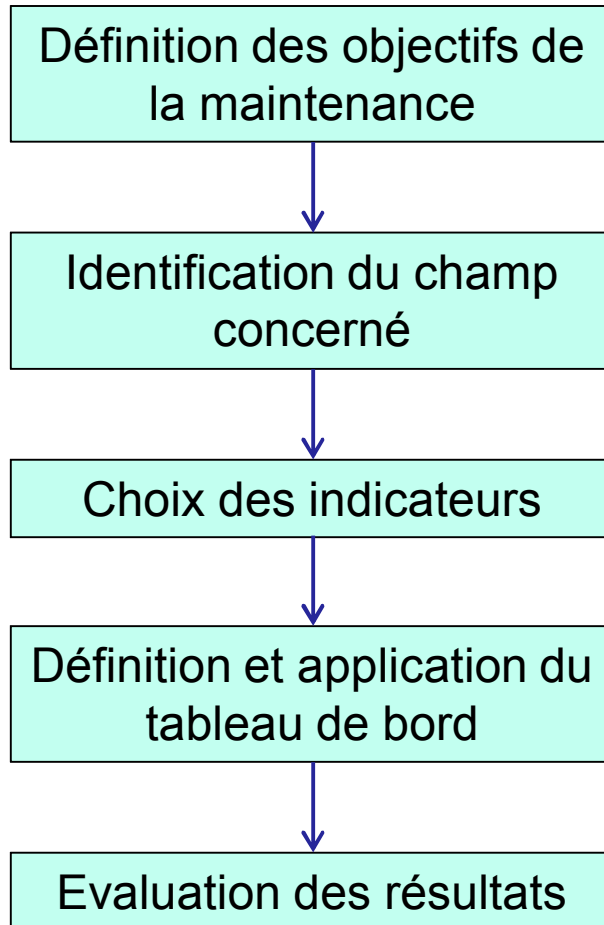
| Mois           | Nombre d'heures de maintenance préventive ( $H_{MP}$ ) | Nombre d'heures de maintenance ( $H_M$ ) | Indicateur de maintenance préventive<br>$I_{MP} = (H_{MP} / H_M)$ |
|----------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------|
| Janvier        | 125                                                    | 660                                      | 19 %                                                              |
| Février        | 52                                                     | 745                                      | 7 %                                                               |
| Mars           | 187                                                    | 711                                      | 26 %                                                              |
| Avril          | 88                                                     | 620                                      | 14 %                                                              |
| Mai            | 92                                                     | 692                                      | 13 %                                                              |
| Juin           | 142                                                    | 869                                      | 16 %                                                              |
| Juillet        | 26                                                     | 782                                      | 3 %                                                               |
| Août           | 586                                                    | 892                                      | 66 %                                                              |
| <b>Moyenne</b> | <b>162</b>                                             | <b>746</b>                               | <b>21 %</b>                                                       |
|                |                                                        | <b>OBJECTIF</b>                          | <b>35 %</b>                                                       |





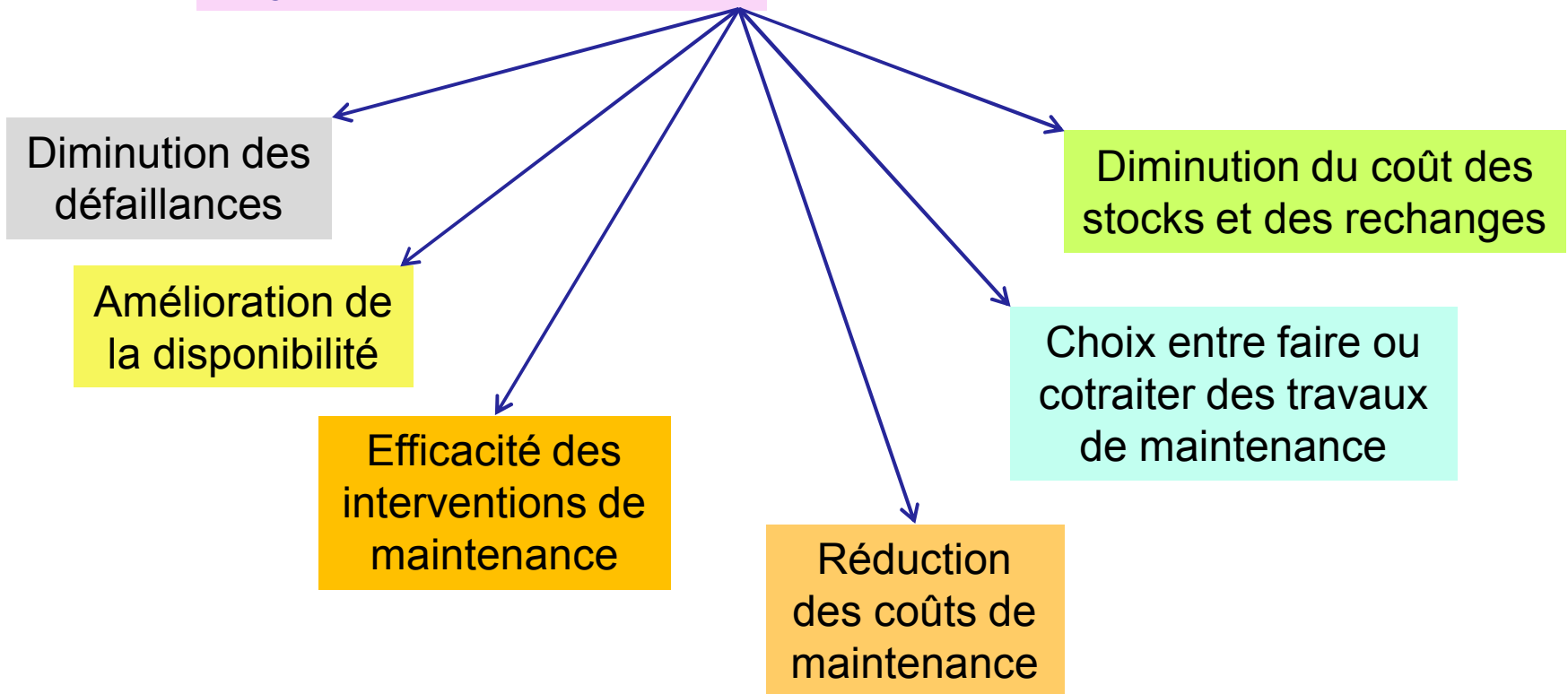


## Démarche pour constituer le tableau de bord



## ***- Définition des objectifs de la maintenance***

### **Objectifs les plus utilisés**



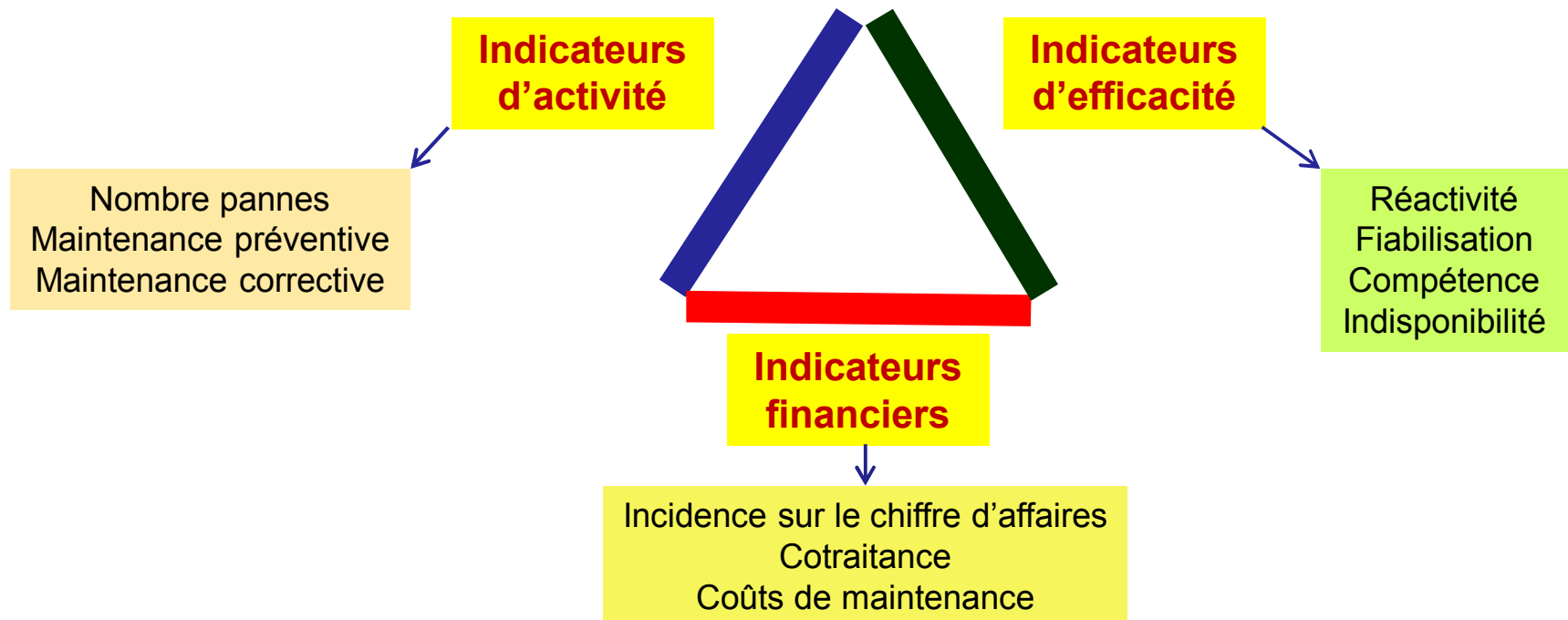
## ***- Identification du champ concerné et choix des indicateurs***

Choix d'un objectif de maintenance (ex : diminution des défaillances pour les matériels critiques)  $\Rightarrow$  Définition du champ concerné par l'étude (ex : interventions de maintenance)



### **Choix des indicateurs pertinents**

#### ***- Trois familles d'indicateurs***



## - Indicateurs d'activité

### Indicateur du nombre de pannes par mois $I_p$



**Objectif** : Maîtriser le nombre d'intervention en fiabilisant le matériel ou en améliorant la maintenabilité – Identifier les matériels les plus souvent en panne

### Indicateur de maintenance préventive $I_{MP}$



**Objectif** : Maîtriser la maintenance préventive pour diminuer l'indisponibilité et les arrêts des matériels – **Tendance** : augmenter cet indicateur

$$I_{MP} = \frac{\Sigma (\text{heures de maintenance préventive})}{\Sigma (\text{heures de maintenance})}$$

## Indicateur de maintenance corrective $I_{MC}$



**Objectif** : Réduire la maintenance corrective réalisée en urgence, fiabiliser les matériels – **Tendance** : diminuer cet indicateur

$$I_{MC} = \frac{\Sigma (\text{heures de maintenance corrective})}{\Sigma (\text{heures de maintenance})}$$

## - Indicateurs d'efficacité

### Indicateur de réactivité $I_{REAC}$



**Objectif** : Permettre à la maintenance d'augmenter sa réactivité à la demande d'intervention urgente et diminuer l'indisponibilité pour cause de maintenance – **Tendance** : faire tendre cet indicateur vers 0

$$I_{REAC} = 1 - \frac{\Sigma (\text{temps d'intervention})}{\Sigma (\text{temps d'arrêt matériel})}$$

## Indicateur MTBF de fiabilisation



**Objectif** : Augmenter le bon fonctionnement en réduisant les pannes et les arrêts, en fiabilisant les matériels – **Tendance** : augmenter cet indicateur

$$\text{MTBF} = \frac{\Sigma (\text{temps de bon fonctionnement})}{(\text{nombre de pannes})}$$

## Indicateur MTTR de compétence



**Objectif** : Diminuer l'indisponibilité liée aux arrêts des matériels pour cause de maintenance – **Tendance** : faire diminuer au maximum cet indicateur

$$\text{MTTR} = \frac{\Sigma (\text{temps de réparation})}{(\text{nombre de pannes})}$$

## Indicateur I d'indisponibilité



**Objectif** : Diminuer l'indisponibilité des matériels pour cause de maintenance (augmenter la disponibilité) – **Tendance** : faire diminuer au maximum cet indicateur

$$I = 1 - \frac{MTBF}{MTBF + MTTR}$$

## - Indicateurs financiers

### Indicateur des coûts de maintenance par matériel $I_{CM}$



**Objectif** : Comparer les coûts de maintenance entre différents matériels pour faire porter les actions d'amélioration sur les matériels les plus pénalisants – **Tendance** : faire diminuer les coûts

$$I_{CM} = \Sigma (\text{coûts de maintenance pour un matériel})$$

## Indicateur $I_{CD}$ de cotraitance



**Objectif** : Juger de l'importance de la maintenance externalisée et estimer un volume d'affaire pour négocier les contrats – **Tendance** : dépend de l'objectif de l'établissement

$$I_{CD} = \frac{\Sigma (\text{coûts de la cotraitance})}{\Sigma (\text{coûts de maintenance})}$$

## Indicateur $IT_{CM}$ d'incidence de la maintenance



**Objectif** : Juger de l'importance de la maintenance dans l'établissement – **Tendance** : faire diminuer au maximum cet indicateur

$$IT_{CM} = \frac{\Sigma (\text{coûts de maintenance})}{(\text{chiffre d'affaires})}$$



# LE BUDGET DU SERVICE MAINTENANCE

## • Méthodes d'établissement du budget •



### Elaboration du budget par reconduction du passé

- Etablir le budget sur la base des budgets des exercices précédents en associant des ajustements prenant en compte :

*Variations  
monétaires*

*Variations  
d'activités*

*Evolutions de  
certains centres  
de dépenses*

*Impact économique  
des améliorations  
en cours et prévues*

- Méthode rapide et simple, mais le résultat reste approximatif

## **Elaboration du budget par planification des besoins**

- Etablissement du budget à partir de chaque matériel à maintenir, en listant les travaux correctifs et préventifs prévus ainsi que les investissements

| <b>Matériel : XXX</b>   | <b>Exercice : 2015</b> |                   |                      |                        | <b>Montant<br/>prévu</b> |
|-------------------------|------------------------|-------------------|----------------------|------------------------|--------------------------|
| <b>Travaux prévus</b>   | <b>Correctifs</b>      | <b>Préventifs</b> | <b>Modifications</b> | <b>Investissements</b> |                          |
| Main-d'œuvre            |                        |                   |                      |                        |                          |
| Prestations extérieures |                        |                   |                      |                        |                          |
| Rechanges               |                        |                   |                      |                        |                          |
| Fournitures             |                        |                   |                      |                        |                          |
| Coûts annexes           |                        |                   |                      |                        |                          |
| Totaux                  |                        |                   |                      |                        |                          |

- Pour chaque poste de dépense, la référence sera la dépense antérieure correspondante, ajustée par la politique de maintenance déployée (ex : plus de préventif, donc moins de correctif) et par les travaux spécifiques prévus

- Méthode complexe mais fiable et permet le suivi budgétaire par matériel

- Exemple de présentation synthétique du budget de maintenance •

**BUDGET ANNUEL DE MAINTENANCE EN DH**

*Forme de maintenance*

Maintenance corrective  
Maintenance préventive  
Travaux d'amélioration  
Gros travaux  
Travaux neufs

%

100 %

*Nature des dépenses*

Main-d'œuvre  
Rechanges  
Consommables  
Cotraitance  
Frais de fonctionnement

%

100 %

*Répartition des dépenses*

Service A  
Service B  
Service C  
Service D  
Service E

%

100 %

# • La maintenance est un centre de profit •

***Maintenance*** : souvent perçue comme une simple source de dépenses



Certains responsables d'établissement ont tendance à réduire le budget de maintenance



Risques d'augmentation des pannes et des dysfonctionnements  $\Rightarrow$  pertes de productivité et de qualité



Augmentation des coûts indirects  $\Rightarrow$  pertes de marges bénéficiaires, pertes de clients, ...

# L'EXTERNALISATION DES TRAVAUX DE MAINTENANCE

## • Pourquoi externaliser ? •

➡ Politique de maintenance de plus en plus orientée vers 2 objectifs

Concentrer l'activité de maintenance sur les matériels liés à la production des biens ou de services



Externaliser la maintenance des autres matériels et installations

Réduire les coûts de maintenance



Confier certains travaux de maintenance à des entreprises extérieures spécialisées offrant de meilleurs coûts et prestations



En plus des 2 objectifs précédents, *d'autres facteurs peuvent justifier l'externalisation de certains travaux de maintenance*

**Surcharge ponctuelle**

Ex : révisions partielles ou générales,

**Manque de compétences internes ou d'outillages spécialisés**

**Réalisation de travaux très spécialisés**

Ex : réparation d'un automate

**Difficulté de recruter certaines catégories de personnel**

Ex : réparateur de robots industriels

**Réalisation de travaux peu fréquents qui exigeraient des investissements peu rentables**

Ex : rebobinage de moteurs électriques

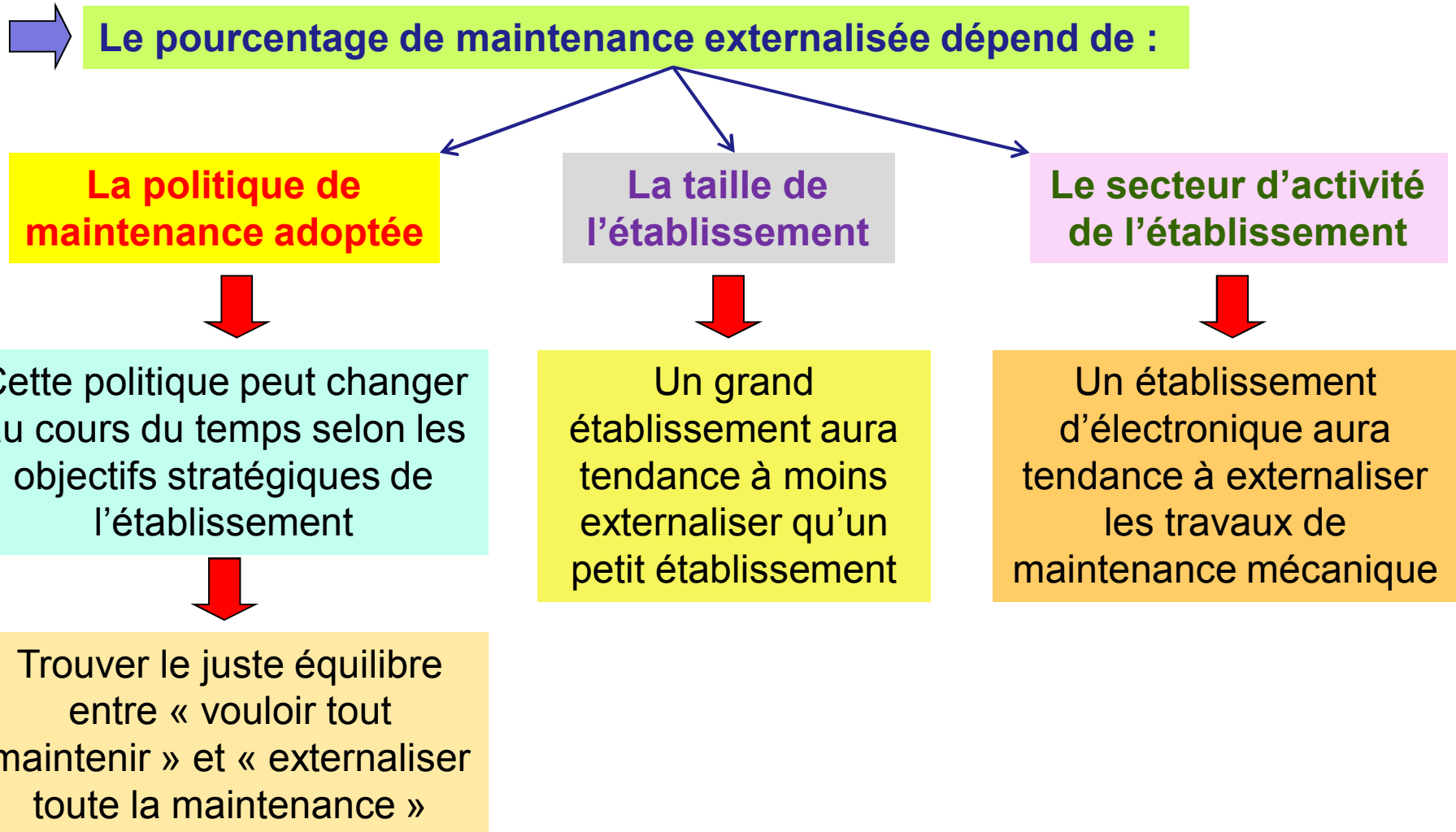
**Souhait de ne pas avoir certaines catégories de personnel**

Ex : soudeur dans une entreprise d'électronique

## • Que faut-il externaliser ? •

- ➔ **Travaux lourds** : modifications, révisions générales, remise à neuf de matériels, ...
- ➔ Travaux de réalisations de **pièces de rechange et d'outillages**
- ➔ **Travaux d'entretien des installations générales** : génie civil, électricité générale, plomberie, ...
- ➔ **Travaux d'entretien des équipements périphériques** : appareils de contrôle, moyens informatiques, réseaux de communication, ascenseurs, parc de véhicules, ...

# • Combien externaliser ? •





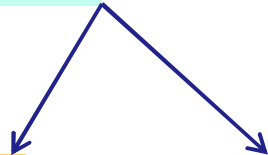
## • Comment externaliser ? •

- ➔ **Contrat de maintenance** : prise en charge, pour un prix forfaitaire avec garanties négociées, de l'ensemble des opérations de maintenance sur un type de matériel
- ➔ **Devis** : s'applique à une prestation ponctuelle et urgente – chaque prestataire estime un montant des travaux demandés, et le moins-disant remporte le marché
- ➔ **Forfait** : le travail sous-traité est prédéfini qualitativement et quantitativement, et peut faire l'objet de marché de gré à gré ou d'un appel d'offre
- ➔ **Bordereau** : le coût du travail est défini à l'unité d'œuvre (tonne transportée, mètre carré de peinture, ...)
- ➔ **Régie contrôlée** : le prestataire fournit de la main-d'œuvre spécialisée, des matières consommables ou la location de matériels et d'outillages

## • Qui doit externaliser ? •



### **Service de maintenance**



Définit les travaux à externaliser sur le plan technique, en accord avec les objectifs et la politique de l'établissement

Groupe, programme et contrôle les différents travaux externalisés



**Service achats** : choisit le prestataire, négocie les conditions et rédige les contrats

# • Les contrats de maintenance et leurs clauses •

## ➡ Cadre juridique d'un contrat de maintenance

- **Contrat de maintenance** : contrat par lequel un prestataire s'oblige contre rémunération à exécuter de manière indépendante un travail déterminé par le donneur d'ordre (entreprise)

- **Contrat de moyens** : contrat par lequel un prestataire s'engage à mettre à disposition d'un client les **moyens** jugés nécessaires pour réaliser une prestation, sans qu'elle soit pour autant tenue de prouver l'atteinte d'un objectif quantifié

Moyens immatériels (logiciels), matériels (pièces, outillages, fournitures), techniques (méthodes, procédures), humains

Les moyens jugés nécessaires sont définis dans le contrat en commun accord

- **Contrat de résultats** : contrat par lequel un prestataire s'engage à réaliser une prestation définie par un (ou des) objectif(s) quantifié(s) et à apporter la **preuve** de l'atteinte de ces objectifs dans des **conditions** données

La preuve est apportée à partir de mesures et calculs effectués d'un commun accord selon des procédures prévues dans le contrat

Les conditions peuvent intégrer les contraintes liées à l'exploitation, le délai de l'obtention de l'objectif, ...

**- *Exemple de contrat de résultats* : la maintenance d'une installation de climatisation de salle d'ordinateur**

Les visites de contrôle et de maintenance réalisées par l'entreprise extérieure sur les installations et matériels de climatisation ont pour but de :

- Maintenir les performances des installations à un niveau proche de celui des performances initiales
- Réduire les risques de dysfonctionnements et éviter les pannes
- Maintenir dans les locaux des conditions de température et d'hygrométrie normales

La valeur du point (bonus – malus) est à définir au cours de la négociation en fonction du montant du contrat

**Local concerné**

**Salle ordinateur**

**Matériels et installations concernés :**

- Groupes réfrigérateurs N° 1 à 4
- Tour aéroréfrigérante N° 1
- Humidificateur N° 2
- Module d'expansion

| Conditions climatiques à respecter | Mini  | Maxi   |
|------------------------------------|-------|--------|
| Température                        | 18 °C | 24 °C  |
| Hygrométrie absolue                | 6 gr  | 8,5 gr |
| Surpression                        | -     | -      |



| Echelle des points                                                                       | Bonus   | Malus    |
|------------------------------------------------------------------------------------------|---------|----------|
| 1 - Pas de sortie mensuelle de la plage climatique                                       | 100 pts |          |
| 2 – Chaque sortie de la plage sans coupure de l'ordinateur (fonctionnement dégradé)      |         | 300 pts  |
| 3 – Coupure de l'ordinateur suite à des conditions climatiques extrêmes (T > 27 °C, ...) |         | 3000 pts |

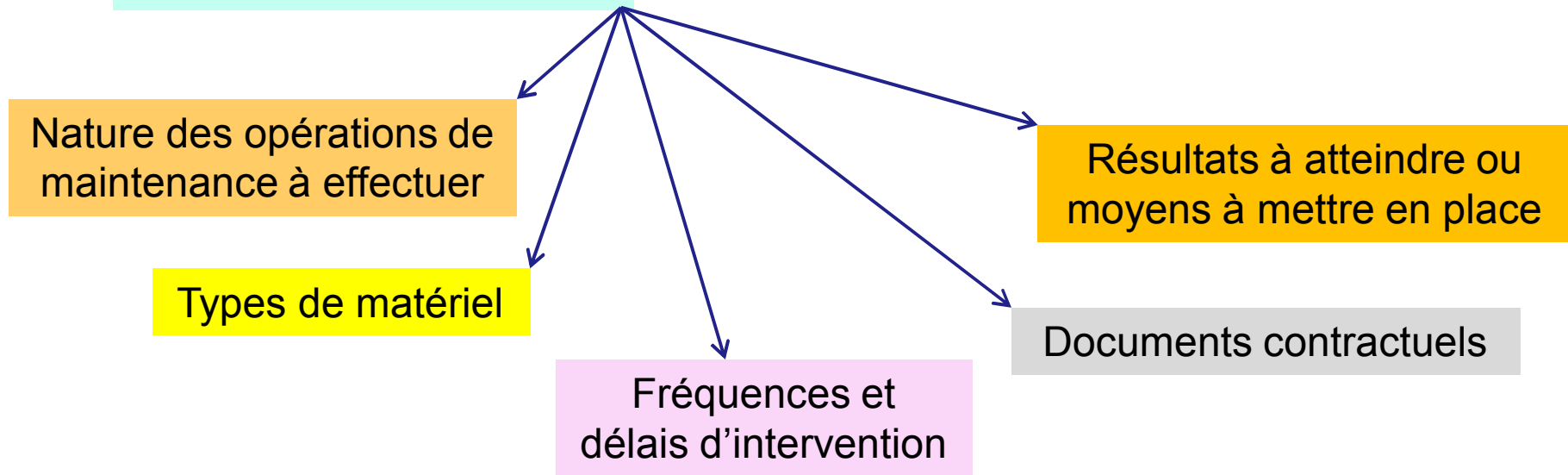
| Taux de fréquence et de gravité des pannes                                                  | Objectif annuel négocié | Maxi acceptable |
|---------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-----------------|
| Nombre de pannes ou dysfonctionnements avec nécessité d'intervention immédiate (< 2 heures) | < 2                     | 3               |
| Nombre de pannes ou dysfonctionnements avec nécessité d'intervention dans les 48 heures     | < 8                     | 15              |



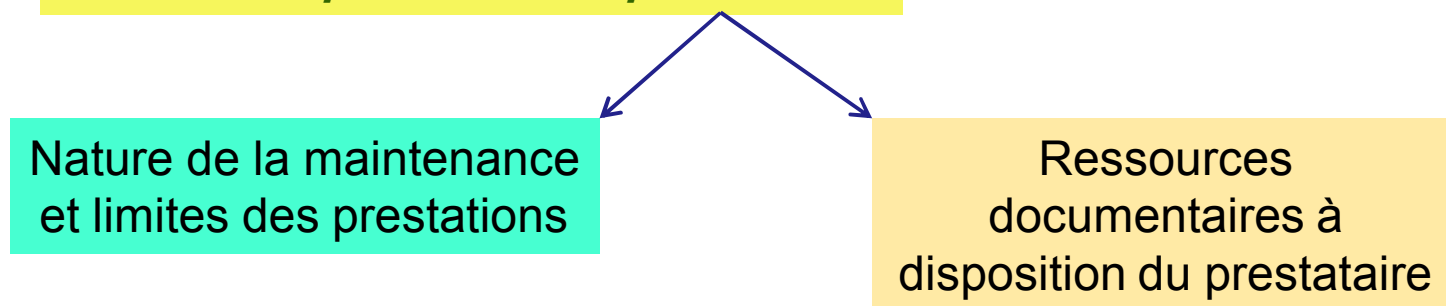
| Echelle des points                      | Bonus   | Malus                                     |
|-----------------------------------------|---------|-------------------------------------------|
| 1 – L'objectif est tenu                 | 600 pts |                                           |
| 2 – Les plages de fréquence sont tenues | 300 pts |                                           |
| 3 – un des maxi est dépassé             |         | Nombre de pannes en dépassement x 100 pts |
| 4 – Les deux maxis sont dépassés        |         | Nombre de pannes en dépassement x 200 pts |

## ➔ Règles de l'appel d'offre d'un contrat de maintenance

### - *Objet de l'appel d'offre*



### - *Définition précise de la prestation*



### ***- Définition du personnel***

Composition de l'équipe  
proposée

Horaires  
d'intervention

### ***- Définition des fournitures et des charges pour chaque partie***

#### **Exemple**

|                                         | <b>Donneur d'ordre</b> | <b>Prestataire de service</b> |
|-----------------------------------------|------------------------|-------------------------------|
| Pièce à changer                         |                        | <b>x</b>                      |
| Matières consommables                   | <b>x</b>               |                               |
| Outillage individuel                    |                        | <b>x</b>                      |
| Matériel, engins, véhicules nécessaires |                        | <b>x</b>                      |
| Gestion du stock de rechange            | <b>x</b>               |                               |

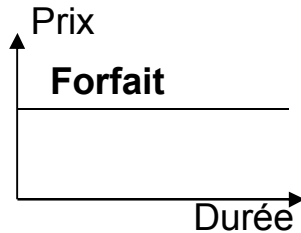


## **- Modalités financières**

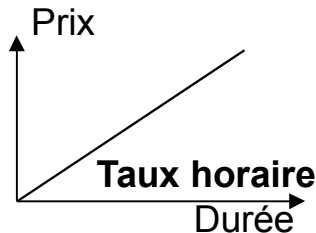
Méthode de calcul  
des prix, à négocier



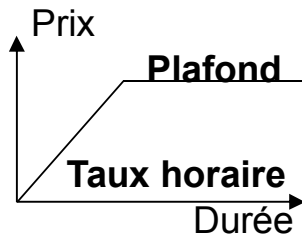
**Maintenance  
au forfait**



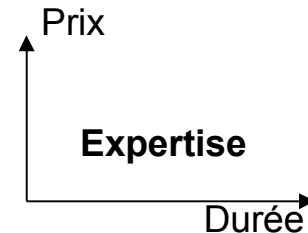
**Maintenance  
en dépenses  
contrôlées**



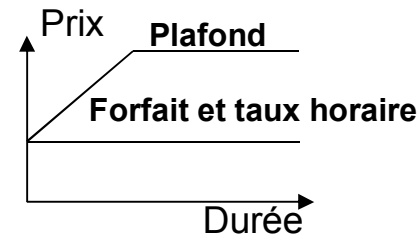
**Maintenance  
en dépenses  
contrôlées  
plafonnées**



**Maintenance  
sur expertise**



**Maintenance au  
forfait partiel  
plafonné**



Pénalités et  
bonifications  
éventuelles

Conditions de  
révision des prix

Conditions de  
paiement et  
facturation

**- *Autres clauses***

```
graph TD; A["- Autres clauses"] --> B["Durée du contrat et date d'entrée en vigueur"]; A --> C["Assurances : attestation, responsabilité civile d'exploitation, responsabilité professionnelle, ..."]; A --> D["Conditions contractuelles de résiliation"]; A --> E["Modalités de remise d'offre : pièces à fournir, conditions d'envoi et de remise de l'offre"]; A --> F["Dispositions de sécurité : incendie, produits chimiques, radiations, ..."];
```

Durée du contrat et date d'entrée en vigueur

Assurances : attestation, responsabilité civile d'exploitation, responsabilité professionnelle, ...

Conditions contractuelles de résiliation

Modalités de remise d'offre : pièces à fournir, conditions d'envoi et de remise de l'offre

Dispositions de sécurité : incendie, produits chimiques, radiations, ...



## Clauses techniques

### - Contrats à obligation de moyens

Opération de maintenance  
préventive ou corrective

Prise en charge de  
l'ensemble des opérations  
de maintenance pendant  
un période fixée

Niveau d'intervention, volume  
d'heures alloué, délai,  
qualifications requises,  
gammes d'opération

### - Contrats à obligation de résultats

Spécification objective des  
résultats attendus

Moyens de contrôle nécessaires  
à la réception des travaux



Ex : capacité de production minimale,  
disponibilité opérationnelle minimale

**- *Clauses techniques particulières***

Définition des moyens  
logistiques

Désignation des  
interlocuteurs

Répartition des charges et  
des fournitures

Conditions de réception :  
contrôle de conformité des  
travaux réalisés, mesure  
des résultats obtenus

