

**OFPPT**

**ROYAUME DU MAROC**

**مكتب التكوين المهني وإنعاش الشغل**

**Office de la Formation Professionnelle et de la Promotion du Travail**

**DIRECTION RECHERCHE ET INGENIERIE DE FORMATION**

**RÉSUMÉ DE THÉORIE  
&  
GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES**

**MODULE**

**ENTRETIEN DE 1<sup>ER</sup> NIVEAU  
DE SON POSTE DE TRAVAIL**

**SECTEUR : FABRICATION MECANIQUE**

**SPECIALITE : MECANICIEN GENERAL POLYVALENT**

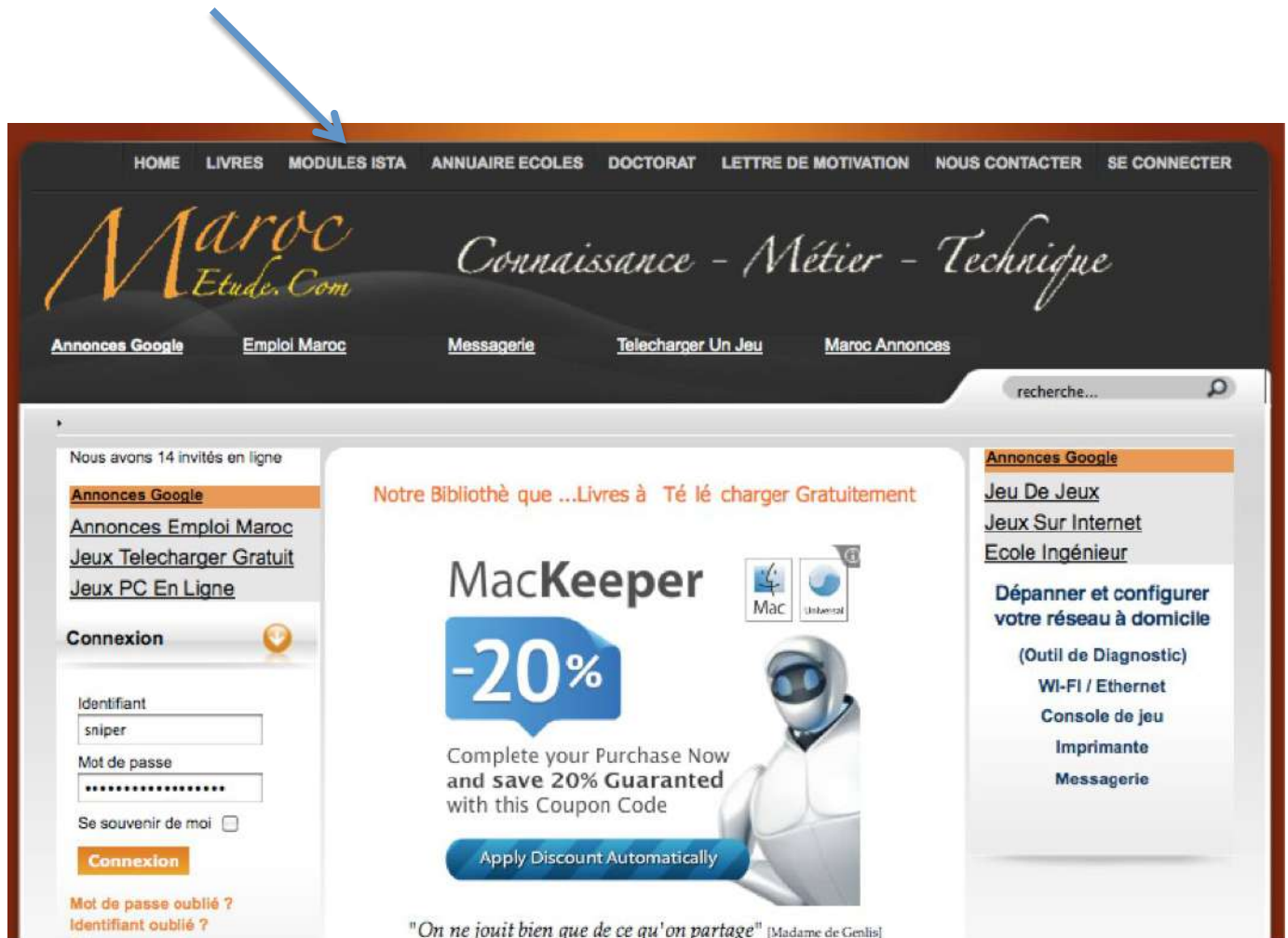
**NIVEAU : QUALIFICATION**

## PORTAIL DE LA FORMATION PROFESSIONNELLE AU MAROC

Télécharger tous les modules de toutes les filières de l'OFPPT sur le site dédié à la formation professionnelle au Maroc : [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com)

Pour cela visiter notre site [www.marocetude.com](http://www.marocetude.com) et choisissez la rubrique :

[MODULES ISTA](#)



The screenshot shows the website's interface. At the top, a navigation bar contains the following links: HOME, LIVRES, **MODULES ISTA**, ANNUAIRE ECOLES, DOCTORAT, LETTRE DE MOTIVATION, NOUS CONTACTER, and SE CONNECTER. Below this is the site's logo, "Maroc Etude.Com", and the tagline "Connaissance - Métier - Technique". A secondary navigation bar includes links for "Annonces Google", "Emploi Maroc", "Messagerie", "Telecharger Un Jeu", and "Maroc Annonces". A search bar is located in the top right corner.

The main content area features a central advertisement for MacKeeper. The ad includes the text "Notre Bibliothèque que ...Livres à Télé charger Gratuitement", the MacKeeper logo, a "-20%" discount badge, and the text "Complete your Purchase Now and save 20% Guaranteed with this Coupon Code". Below the ad is a blue button that says "Apply Discount Automatically". At the bottom of the ad, there is a quote: "On ne jouit bien que de ce qu'on partage" [Madame de Genlis].

On the left side of the page, there is a sidebar with a login section titled "Connexion" containing fields for "Identifiant" (with the value "sniper") and "Mot de passe", and a "Connexion" button. Below the login section are links for "Mot de passe oublié ?" and "Identifiant oublié ?".

On the right side, there is another sidebar with a search bar and a list of links under the heading "Annonces Google": "Jeu De Jeux", "Jeux Sur Internet", "Ecole Ingénieur", "Dépanner et configurer votre réseau à domicile", "(Outil de Diagnostic)", "Wi-Fi / Ethernet", "Console de jeu", "Imprimante", and "Messagerie".

**Document élaboré par :**

*Nom et prénom*  
**NICA DORINA**

**CDC Génie Mécanique**

**DRIF**

**Révision linguistique**

- 
- 
- 

**Validation**

- 
- 
-

## OBJECTIF DU MODULE

### MODULE 16 : ENTRETIEN DE 1<sup>ER</sup> NIVEAU DE SON POSTE DE TRAVAIL

Code :

Durée : 20 heures

#### OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU DE COMPORTEMENT

##### INTENTION POURSUIVIE

Pour démontrer sa compétence, le stagiaire doit *assurer l'entretien de 1<sup>er</sup> niveau de son poste de travail*, selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

##### PRÉCISIONS

- Travail individuel
- Travail de groupe
  
- À partir de :
  - Parc machines existant
  - Procédures et instructions
  - De directives
  - Horaires d'entretien
  - Cycle d'entretien
  
- À l'aide :
  - de fiches d'entretien périodique
  - de notices, documents techniques, manuels

##### CRITÈRES GÉNÉRAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles d'hygiène et de sécurité.
- Respect de l'organisation définie pour l'intervention
- Utilisation appropriée des équipements et outillage
- Travail avec soin et propreté
- Respect des conditions de fonctionnement optimal
- Souci du prospectif
- Qualité de l'information technique transmise

**OBJECTIF OPÉRATIONNEL DE PREMIER NIVEAU  
DE COMPORTEMENT (suite)****PRÉCISIONS SUR LE  
COMPORTEMENT ATTENDU**

A. Assurer l'entretien de premier niveau

**CRITÈRES PARTICULIERS  
DE PERFORMANCE**

- Nettoyage du poste de travail
  - Propreté
  - Rangement
  - Veiller à l'insécurité
- Suivre les consignes du constructeur des moyens de production  
(Témoins, niveaux, périodicité, ...)
- Suivi régulier d'un tableau de bord hebdomadaire

B. Surveiller son poste de travail

- Être dans une situation sécuritaire
- Être à l'écoute de son poste de travail
- Respect de ses limites des interventions
- Aptitude à remettre en marche suite à un défaut mineur
- Rendre compte

## **OBJECTIFS OPÉRATIONNELS DE SECOND NIVEAU**

**LE STAGIAIRE DOIT MAÎTRISER LES SAVOIRS, SAVOIR-FAIRE, SAVOIR PERCEVOIR OU SAVOIR ÊTRE JUGÉS PRÉALABLES AUX APPRENTISSAGES DIRECTEMENT REQUIS POUR L'ATTEINTE DE L'OBJECTIF DE PREMIER NIVEAU, TELS QUE :**

**Avant d'apprendre à assurer l'entretien de premier niveau (A) :**

1. Se soucier de la propreté.
2. Savoir identifier les consommables de son poste de travail.
3. Se soucier de l'organisation.

**Avant d'apprendre à surveiller son poste de travail (B) :**

4. Être attentionné à son poste de travail :  
Bruit anormaux,  
Défaut cinématique,  
Réaction anormale du moyen.
5. Savoir restituer ce que l'on a vu, entendu ou perçu.
6. Utiliser la terminologie adéquate.

# SOMMAIRE

## **ENTRETIEN DU 1<sup>ER</sup> NIVEAU DE SON POSTE DE TRAVAIL**

<b>RESUME DE THEORIE.....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUCTION. TENUE DES LIEU DE TRAVAIL.....</b>	<b>7</b>
<b>CHAPITRE 1. ENTRETIEN DE PREMIER NIVEAU DU POSTE DE TRAVAIL.....</b>	<b>9</b>
Organisation de l'entretien préventif.....	9
Opérations de l'entretien préventif.....	9
Mise en œuvre d'une action d'entretien préventif .....	12
Outils de l'entretien préventif systématique .....	14
Outils du l'entretien préventif prévisionnel.....	15
Suivi des vibrations des machines.....	17
Lubrification et graissage.....	18
<b>CHAPITRE 2. INTERVENTIONS SUR LES ANOMALIES DE BASE</b>	
<b>EN MÉCANIQUE ET ÉLECTRIQUE.....</b>	<b>21</b>
La vérification des anomalies.....	21
Nettoyage des pièces mécaniques .....	23
Le graissage à lubrifiant perdu.....	23
<b>CHAPITRE 3. RÉDACTION DES RAPPORTS D'INTERVENTION .....</b>	<b>27</b>
Composantes du dossier historique .....	27
<b>CHAPITRE 4. EXERCICES RECAPITULATIFS.....</b>	<b>30</b>
<b>GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES.....</b>	<b>32</b>
Rechange de pièces standard.....	33
La vidange.....	34
Groupe compresseur.....	37
Grattage des surfaces cylindriques.....	38
Les pattes d'araignées.....	39
Découpage des joints d'étanchéité.....	40
Nettoyage des roulements pollues.....	41
Lubrification et entretien des roulements.....	41
Exécuter les interventions de vérification, de nettoyage et de graissage d'une presse hydraulique.....	43
<b>BIBLIOGRAPHIE.....</b>	<b>45</b>

## ***RÉSUMÉ DE THÉORIE***



## INTRODUCTION

### DÉFINITION

**Le poste de travail** est un ensemble de moyens de travail nécessaire à la réalisation d'une phase de l'évolution d'un produit (poste d'usinage, poste de montage, poste de contrôle, ...).

Avant d'utiliser un poste de travail, il est très important de bien connaître toutes les procédures appropriées et les précautions de sécurité de façon à éviter les accidents.

Il est essentiel de garder l'endroit propre et de porter tout l'équipement de protection.

Il est important de mettre hors d'usage une machine dont le fonctionnement n'est pas sécuritaire, on doit signaler tout dommage observé et tout protecteur manquant, modifié ou endommagé. Toujours vérifier l'état de la machine avant de s'en servir.

### TENUE DES LIEUX DE TRAVAIL

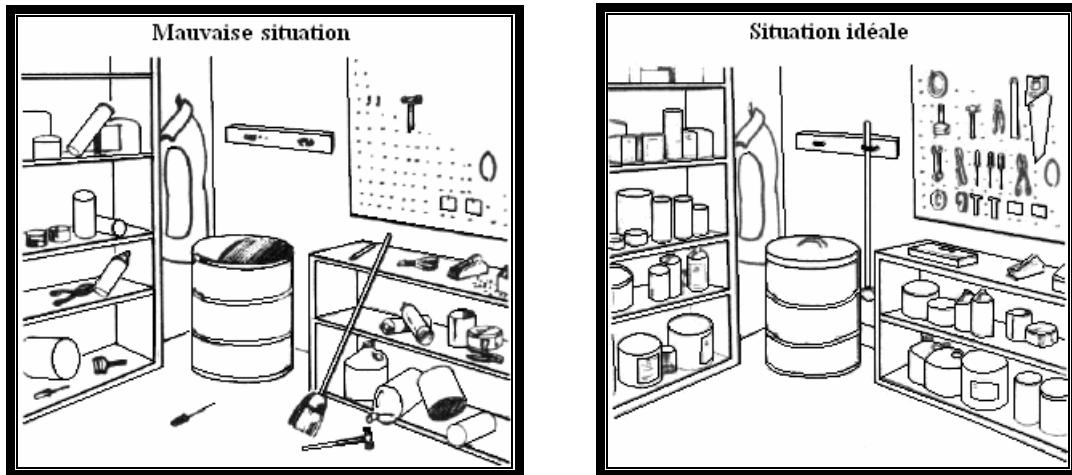
La tenue des lieux de travail concerne tous les dangers liés au milieu physique et l'aménagement dont : les planchers, les installations électriques, le chauffage, l'éclairage, la ventilation.

On doit observer les règles fondamentales de la bonne tenue des lieux de travail afin de prévenir les dangers; ces règles sont notamment :

- des planchers dégagés des encombrements, propres, escomptés d'huile, graisse, solvants, eau, etc., qui peuvent être la cause des chutes et mener aux accidents.



- Le rangement des matériaux réutilisables dans les ateliers doit être effectué de façon que les allées restent libres pour permettre le passage.



- des installations électriques modifiées seulement par un électricien accrédité ;
- des chauffages sécuritaires et bien entretenus ;
- un éclairage suffisant afin de n'affecter pas la perception visuelle des personnes ;
- un système de ventilation efficace et approprié. Il faut toujours consulter les recommandations d'entretien préventif des fabricants, afin de maintenir leur rendement maximal. Il est préférable de se doter de fiches d'entretien pour contrôler les activités d'entretien planifiées, telle que : le changement des filtres et préfiltres, le nettoyage des serpentins de chauffage, le nettoyage des humidificateurs etc. ;
- l'application d'une procédure de cadenassage lors de travaux d'entretien ou réparation.

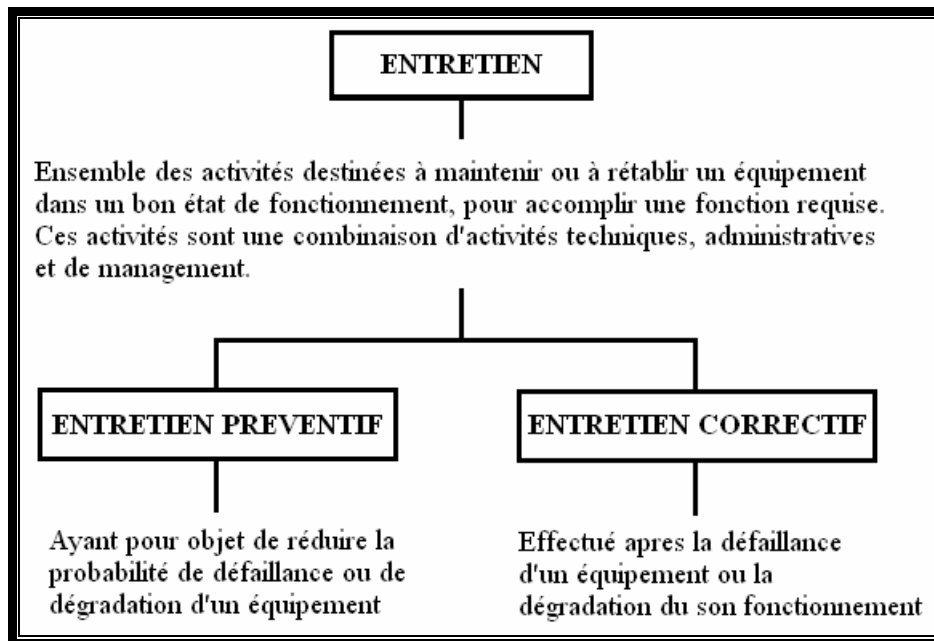
## Chapitre 1. ENTRETIEN DE PRÉMIER NIVEAU DU POSTE DE TRAVAIL

L'entretien de premier niveau du poste de travail consiste en interventions (réglages) simples, prévus par le constructeur, aux organes accessibles sans aucun démontage ou ouverture d'équipement, ou l'échange des éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants, certains fusibles etc.

Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant de la machine sur place, sans outillages ou à l'aide des instructions d'utilisation.

### L'ENTRETIEN PRÉVENTIF

#### 1. Organisation de l'entretien préventif



#### 2. Opérations de l'entretien préventif

Les opérations relatives au l'entretien préventif peuvent être regroupées en trois grandes familles :

- **les inspections,**
- **les contrôles,**
- **les visites.**

Ces trois grandes familles d'opérations sont bien représentatives de l'ensemble des activités nécessaires pour bien maîtriser l'évolution de l'état réel d'équipement.

Elles peuvent être effectuées de manière continue ou à des intervalles, prédéterminés ou non, calculés sur le temps ou le nombre d'unités d'usage.

*Exemple:*

*Une inspection de matériel de transport peut se faire tous les ans alors qu'une visite sur un moto-compresseur est programmée toutes les trois cents heures de fonctionnement. Dans le premier cas la périodicité est exprimée par rapport au temps, dans le second par rapport à une unité d'usage, l'heure de fonctionnement.*

## ■ INSPECTION

**C'est une activité de surveillance s'exerçant dans le cadre d'une mission définie.**

Elle n'est pas obligatoirement limitée à la comparaison avec des données préétablies.

Cette activité peut s'exercer notamment au moyen de rondes.

*Exemples :*

- *Inspection des matériels de lutte contre l'incendie dans une entreprise.*
- *Inspection des moyens de protection contre les risques d'accidents dans une menuiserie industrielle.*
- *Inspection de l'état des câbles et des cordages utilisés sur un chantier de manutention portuaire.*

Ces activités d'inspection sont en général exécutées **sans outillage spécifique et ne nécessitent pas d'arrêt de l'outil de production ou des équipements.**

## ■ VISITE

**C'est une opération d'entretien préventif qui se traduit par un examen détaillé et prédéterminé de tout ou partie d'un équipement.**

*Exemples:*

- *Visite périodique des ascenseurs dans les immeubles d'habitation.*
- *Visite périodique des organes moteurs d'un véhicule de transport.*
- *Visite périodique des équipements électriques et mécaniques des engins de levage dans un hall de montage.*

Ces activités de visite peuvent :

- entraîner des **démontages partiels** des éléments à visiter et de ce fait conduire à une **immobilisation du matériel** ;
- déboucher sur des opérations d'entretien correctif.

## ■ CONTRÔLE

Ces activités de contrôle correspondent à des vérifications de conformité par rapport à des données préétablies, suivies d'un jugement.

*Exemples :*

- *Contrôle du niveau d'isolement électrique d'une installation à basse tension.*
- *Contrôle du jeu fonctionnel dans une liaison mécanique par rapport aux spécifications du dessin technique.*
- *Contrôle de la longueur des balais d'une machine tournante à courant continu par rapport à la valeur spécifiée par le service méthodes de l'entretien.*

Le contrôle peut :

- comporter une **activité d'information**,
- inclure une **décision** : acceptation, rejet, ajournement,
- déboucher sur des **actions correctives**.

La périodicité du contrôle peut être :

- **constante**, durant la phase de fonctionnement normal du matériel ;
- **variable** et de plus en plus courte, dès que le matériel entre dans sa **phase d'usure**.

Dans des systèmes automatisés importants les moyens matériels mis en oeuvre pour ces contrôles sont intégrés au processus d'exploitation du matériel par une saisie directe des informations sur le site, suivie de leur mise en forme et de leur traitement dans des centrales de mesures.

*Exemples :*

- *Contrôle permanent et automatique du fonctionnement d'une unité de raffinage.*
- *Contrôle centralisé des vibrations sur les machines tournantes d'un train de laminoirs.*
- *Contrôle centralisé des températures dans une installation de traitements thermiques.*

3. Mise en œuvre d'une action d'entretien préventif (suivant fig.3a).

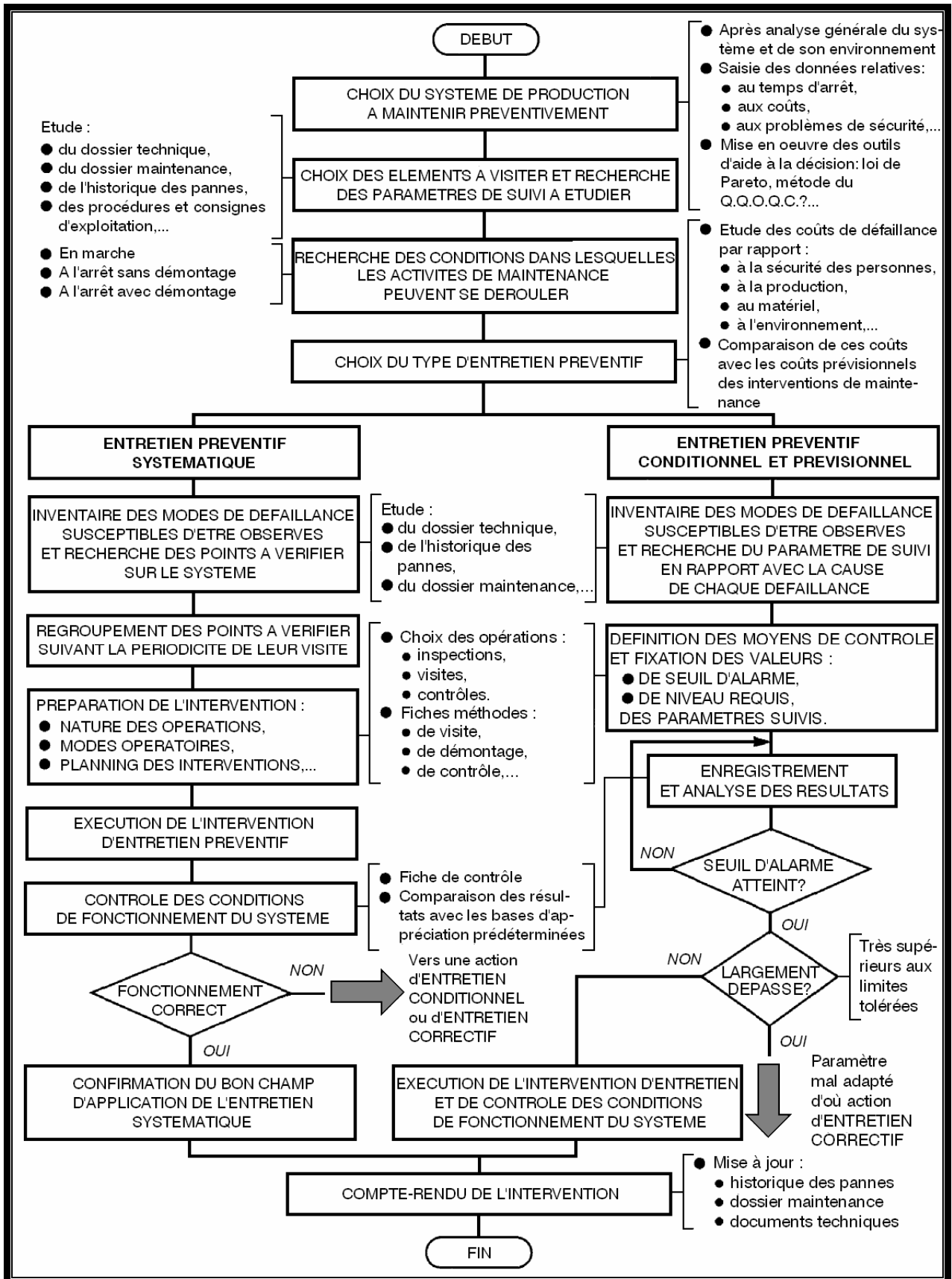


Fig. 3a

#### 4. Outils de l'entretien préventif systématique

Les outils de l'entretien préventif systématique sont nombreux pour tenir compte de la **nature de l'intervention** et du **degré d'analyse** qui le définit.

Ils sont établis à partir des informations des documents de suivi des matériels :

- **dossier matériel,**
- **dossier historique des pannes,**
- **guide d'entretien,...**

##### ■ FICHE DE VISITE

C'est le document le plus important dans l'entretien préventif systématique (fig. 4a). Il doit toujours comporter, avec plus ou moins de détails, les familles d'informations relatives à :

- **l'identification du matériel sur lequel l'intervention est à exécuter :**
  - désignation,
  - repère topographique,
  - constructeur,
  - référence de son dossier matériel.
  
- **l'identification de l'intervention :**
  - nature,
  - fréquence,
  - durée,...
  
- **la description du mode opératoire :**
  - liste ordonnée des opérations,
  - outillage nécessaire,
  - schémas explicatifs,
  - valeurs de référence des grandeurs mesurées,...
  
- **les résultats de la visite :**
  - date,
  - nom de l'agent de maintenance,
  - remarques, constatations de l'agent de maintenance,
  - prévisions d'interventions futures présentant un caractère exceptionnel et urgent,...

<b>VISITE TRIMESTRIELLE</b>		<b>Date :</b>	<b>Durée :</b>	<b>N° de</b>
<b>MATERIEL :</b>		<b>IMPLANTATION :</b>		<b>DOSSIER :</b>
<b>N°</b>	<b>OPERATION</b>	<b>OUTILLAGE</b>	<b>DETAIL DES OPERATIONS</b>	<b>REMARQUES</b>
1				
2				
3				
~~~~~				
20				
21				
<b>PREVISION D'INTERVENTION :</b>			<b>Nom du visiteur :</b>	
			<b>Signature :</b>	

Fig. 4a. Exemple de fiche de visite

#### ■ PLANNING DES INTERVENTIONS

Jusqu'à un horizon donné ce planning récapitule l'ensemble des visites relatives à un même matériel, ou à une famille de matériels, ou à l'ensemble des matériels d'un même secteur de production (fig. 4b).

<b>MATERIEL A ENTRETEHIR</b>	<b>CALENDRIER (en mois)</b>													
	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M
<b>MATERIEL A</b>	▼						▼						●	
<b>MATERIEL B</b>	■			■			■			■			■	
<b>MATERIEL C</b>	▼		■			▼			■			▼		
<b>Légende :</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>■ : visite trimestrielle</li> <li>▼ : visite semestrielle</li> <li>● : visite annuelle</li> </ul>														

Fig. 4b. Exemple de planning des interventions



La connaissance préalable de la nature des visites, de leur périodicité, de leur durée est indispensable pour une recherche optimale de leur programmation afin :

- de **réduire la durée de l'indisponibilité** des matériels,
- **d'équilibrer dans une même période**, semaine, décade ou mois,... **la charge** des activités de maintenance ce qui permet une meilleure gestion du personnel concerné.

## ■ ORDRE DE TRAVAIL

L'ordre de travail est le **document qui déclenche une intervention de maintenance**.

Il précise à un intervenant, ou à une équipe d'intervenants, la nature des travaux.

Il accompagne d'autres documents du service méthodes qui apportent l'ensemble des informations techniques.

## 5. Outils du l'entretien préventif prévisionnel

Cette méthode basée sur l'étude de l'évolution d'un ou de plusieurs paramètres, nécessite la mise en œuvre :

- de moyens de mesure et d'analyse,
- de supports d'enregistrement des résultats,
- de bases de référence pour leur étude.

Les outils du l'entretien préventif prévisionnel sont les **méthodes de mesure** qui peuvent être mises en œuvre sur les matériels avec les mesureurs et les documents méthodes qui les accompagnent (fig. 5a).

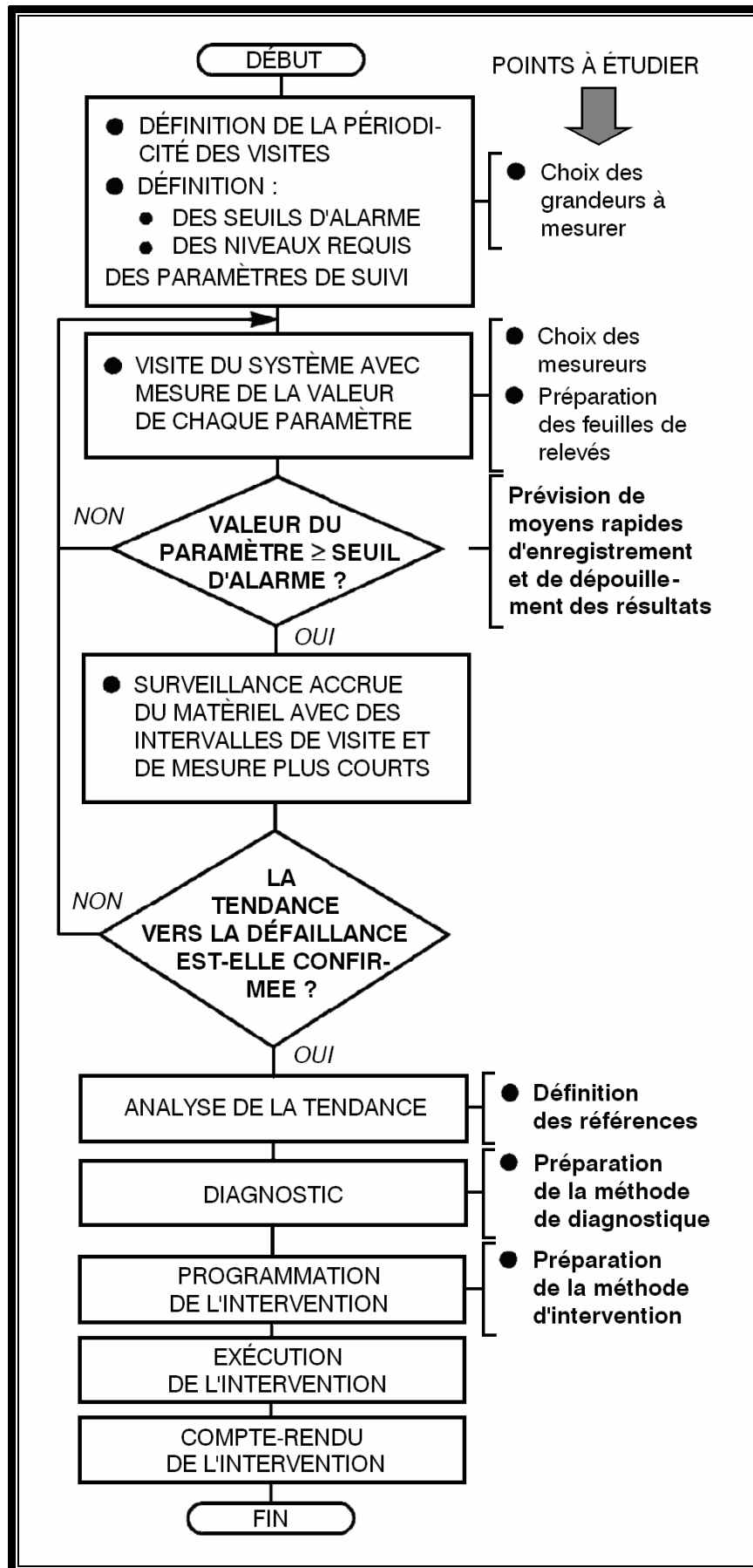


Fig. 5a. Organisation du l'entretien préventif prévisionnel et points à étudier pour sa mise en oeuvre

## 6. Suivi des vibrations des machines

La surveillance des vibrations d'une machine permet de prévenir la panne et réduit les coûts de la maintenance corrective.

Le principe général d'une telle surveillance est donné par la fig. 6a.

Cet outil de l'entretien préventif prévisionnel trouve son champ d'application sur de nombreuses machines comportant des rotors, des turbines, des roues à aubes,...

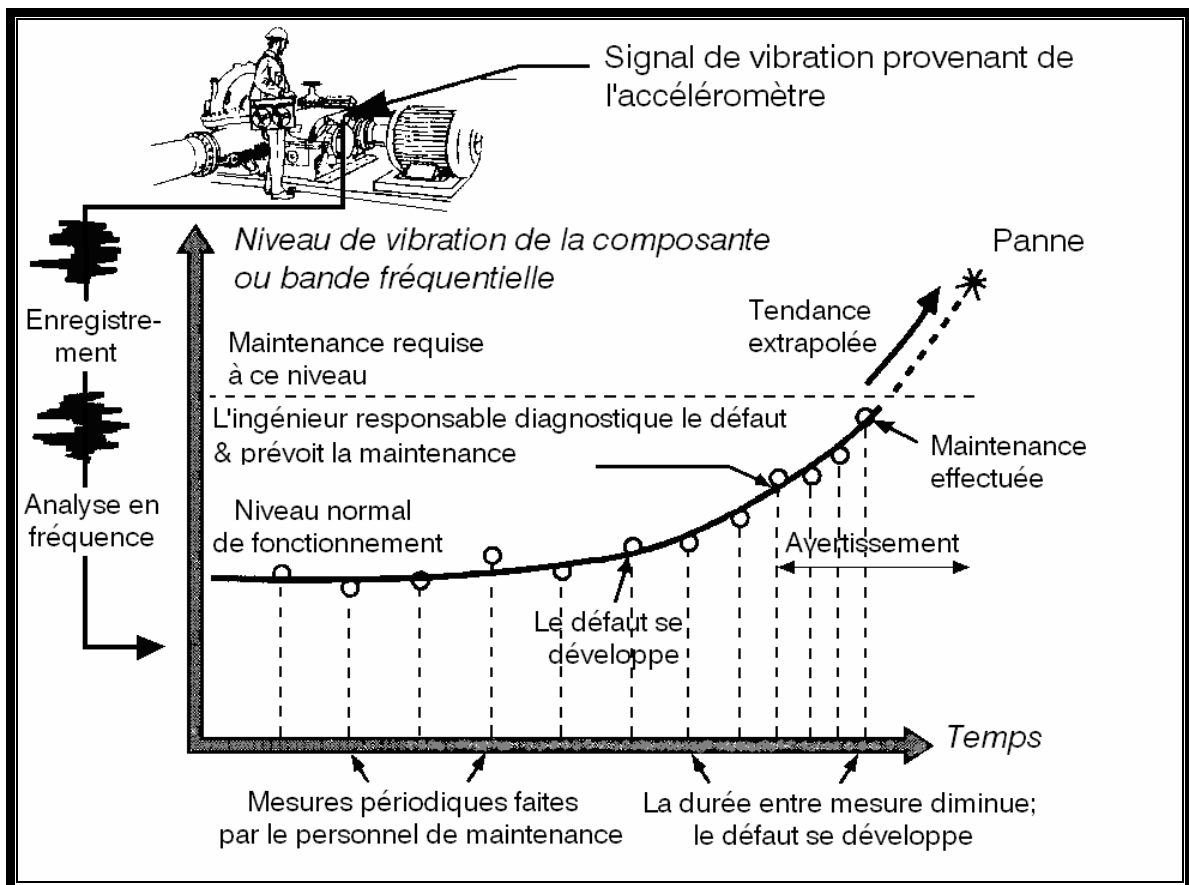


Fig. 6a. Principe de la surveillance vibratoire d'une machine

En comparant le **spectre des vibrations** à un **spectre référence** le spécialiste peut déceler :

- la dégradation de l'état de fonctionnement de la machine,
- et par une analyse plus fine, le constituant défectueux (fig. 6b).

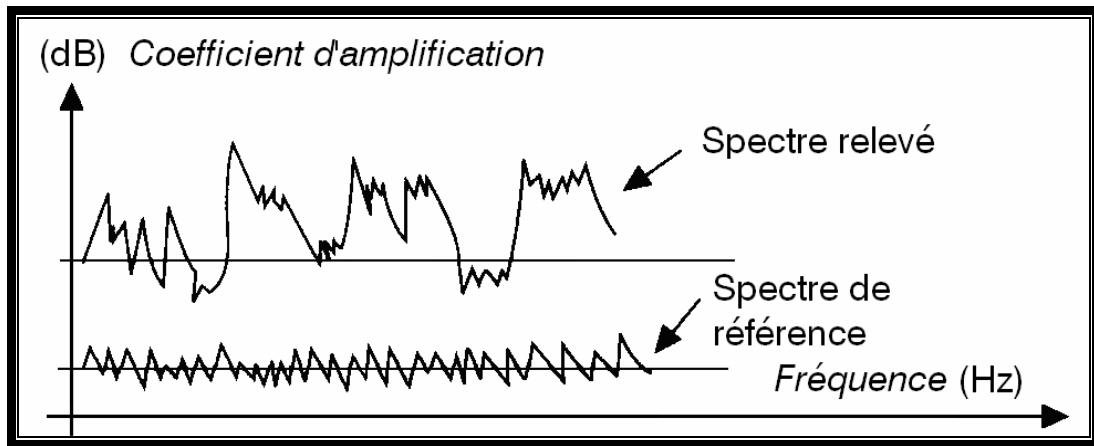


Fig. 6b. Comparaison entre les deux spectres de vibration

Pour un paramètre donné, vitesse ou accélération, la fiche de visite permet l'enregistrement des valeurs mesurées et le suivi de leur évolution par rapport aux deux seuils, **alarme et panne**, (fig. 6c).

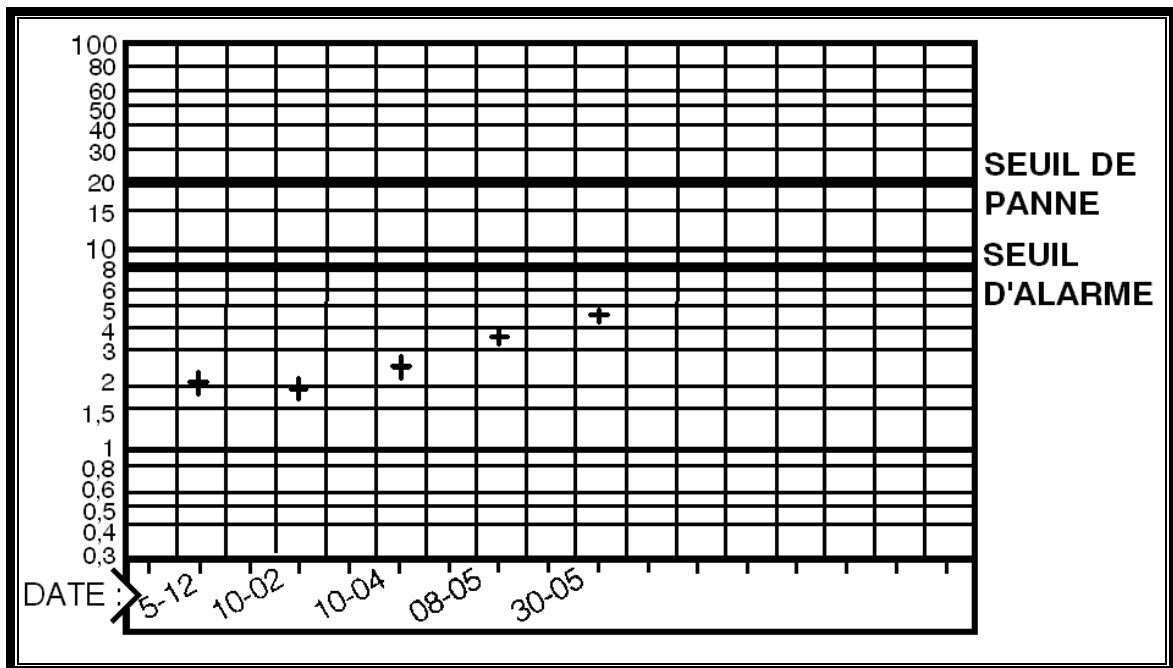


Fig. 6c. Enregistrement des valeurs mesurées

## 7. Lubrification et graissage

### ■ LES LUBRIFIANTS

Matières capables de réduire le frottement entre les surfaces de contact des organes mobiles des machines afin d'en faciliter le mouvement et d'en diminuer l'usure.

## ■ BUT DE LA LUBRIFICATION

La **lubrification** permet :

- de **diminuer les résistances passives** dues au frottement entre les pièces en mouvement,
- de **limiter l'élévation de température** en favorisant la dissipation de la chaleur provoquée par le frottement,
- de **réduire l'usure des pièces**,
- **d'améliorer l'étanchéité**.

## ■ CARACTERISTIQUES PRINCIPAUX D'UN LUBRIFIANT

- **La viscosité d'un fluide est la résistance qu'il oppose au glissement interne de ses molécules au cours de son écoulement. C'est son aptitude à pouvoir s'écouler plus ou moins facilement.**

La viscosité diminue quand la température augmente et inversement. Une huile très visqueuse convient pour les faibles vitesses, les températures élevées, les fortes charges et les jeux importants.

- **Fluidité** : C'est l'état d'un corps fluide, trop coulant (inverse de la viscosité).
- **Onctuosité** : C'est la nature d'un corps gras qui fait au toucher l'impression douce et moelleuse de la graisse (l'onctuosité de lubrifiant permet de mouiller les surfaces à graisser et d'y adhérer). L'huile la plus onctueuse résiste mieux à la pression.
- **Consistance** (de la graisse) : C'est l'état d'un corps relativement à sa solidité (un liquide qui devient pâteux et s'épaissit). Une graisse dure convient pour les faibles vitesses, les très fortes charges et ces jeux importants.

## ■ D'autres caractéristiques telles que :

- **stabilité chimique**,
- **point éclair**, température d'inflammation des vapeurs du fluide,
- **point de congélation**, température à laquelle le fluide refroidi ne coule plus,...

sont importantes pour le choix d'un lubrifiant.

## ■ CHOIX D'UN LUBRIFIANT

Le choix d'un lubrifiant doit prendre en compte les conditions fonctionnelles du mécanisme à lubrifier en particulier :

- **la température de fonctionnement,**
- **les efforts de pression,**
- **les vitesses relatives de déplacement,**
- **les conditions d'environnement.**

Ses conditions sont satisfaites par deux grandes familles de lubrifiants :

- les **huiles**, à l'état liquide,
- les **graisses**, à l'état pâteux.

### • HUILES INDUSTRIELLES

Elles sont **d'origine minérale** présentant après raffinage des propriétés améliorées telles que :

- protection contre la corrosion,
- antimoussage,
- antiusure,...

### • GRAISSES INDUSTRIELLES

Les **graisses industrielles** sont composées :

- **d'huile,**
- de **gélifiants** ou **épaississants,**
- **d'additifs** solubles pour améliorer leur qualité, d'antiusure, d'anti-oxydation et d'anticorrosion.

Les graisses sont choisies en fonction de :

- de leur **viscosité,**
- de leur **consistance,**
- de leur **point de goutte** caractérisé par la température à laquelle la première goutte se détache et tombe.

*Exemple : Pour des roulements utilisés dans des applications industrielles générales SKF préconise une graisse constituée d'une huile minérale plus du savon de lithium, utilisable entre – 30 et +120 °C.*

---

## Chapitre 2. INTERVENTIONS SUR LES ANOMALIES DE BASE EN MÉCANIQUE ET ÉLECTRIQUE

### ■ LA VÉRIFICATION DES ANOMALIES

#### 1. Définition

La vérification d'anomalies est une action qui permet de déterminer la cause d'un mauvais fonctionnement.

#### 2. Modes de vérification

Les principales anomalies rencontrées sont :

- arrêt de la machine ;
- bruit excessif ;
- échauffement anormal ;
- rupture d'organes.

**2.1** Pour **vérifier les raisons d'arrêt** d'une machine, il faut : à partir de la source d'alimentation électrique (moteur, fils conducteurs, fusibles ...), suivre la chaîne cinématique de la machine tout en observant les parties qui ont provoqué cette panne (clavettes cisailées, goupilles cassées, surfaces de contact détériorées, organes usés ou grippés).

**2.2** Quand un **bruit est excessif**, il faut localiser le point précis de ce bruit.

**2.3** L'**échauffement anormal** peut être localisé sensoriellement.

On distingue les cas suivants :

- **en mécanique** : manque de lubrification, graissage, mauvais réglage, ...
- **en électrique** : moteur grillé, ...

**2.4** La **rupture** des pièces provient sous les effets des chocs, dilatations exagérées, surplus des charges par excès des vitesses.

Il est possible de rencontrer d'autres cas d'anomalies.

*Exemple : mauvais nivellement ou fixation des machines.*

### 3. Diagnostic

Après avoir vérifié une ou plusieurs de ces anomalies, on établit **le diagnostic** (c'est déterminer l'anomalie).

*Exemples : Canalisation bouchée, fuite d'huile du carter.*

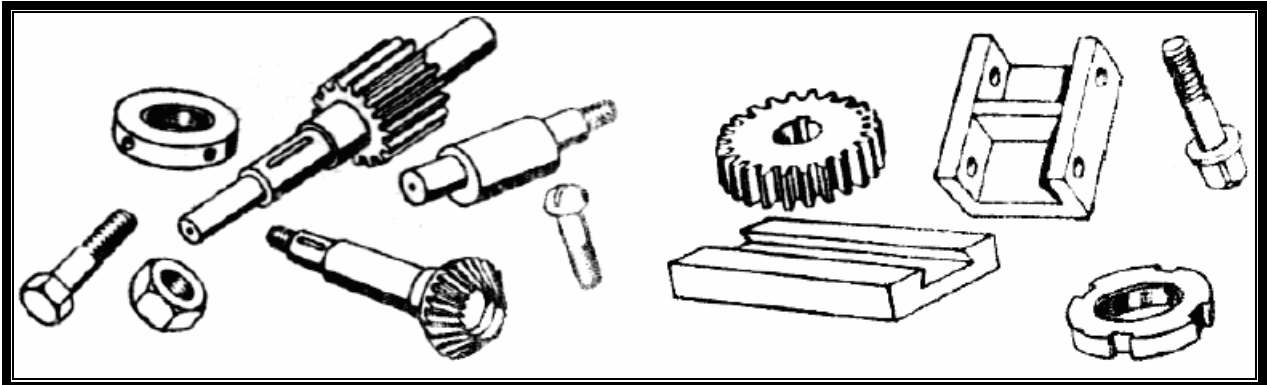
Une fois le diagnostic établi on propose les réparations, par exemple :

- en cas d'usure des pièces, on établit une **fiche de diagnostic** comme celle indiquée ci-dessous.

FICHE DE DIAGNOSTIQUE		SYSTEME : <i>Réchauffage fluide alimentaire</i>		Intervenant :	Date :
N° HYP.	POINT CONTROLE	MOYENS DE CONTROLE	REFERENCES DU CONTROLE	RESULTATS	
1	Réglage du thermostat B1	Visuel sur cadran gradué	70°C température spécifiée	BON / MAUVAIS	
2	Chauffe de la résistance RC	Wattmètre avec pince ampèremétrique	3 kW à puissance nominale	BON / MAUVAIS	
3	Groupe de brassage MB	Tachymètre. Voltmètre	Vitesse : 1500 tr/min	BON / MAUVAIS	
				BON / MAUVAIS	
<b>CONCLUSION DU DIAGNOSTIQUE</b> <b>CAUSE DE LA DEFAILLANCE :</b> <i>Desserrage d'un fil d'alimentation à la plaque à bornes du moteur de brassage</i>			<b>PROPOSITION D'ACTION CORRECTIVE :</b> <i>Réfection des connexions sur la plaque à bornes</i> <i>En amélioration : prévoir un autre implantation pour le thermostat B1</i>		



## ■ NETTOYAGE DES PIÈCES MÉCANIQUES



### 1. Définition

Le nettoyage périodique des pièces mécaniques permet le bon maintien en parfait état de marche des machines.

### 2. Conduite de l'opération

L'opération peut se faire par immersion des pièces dans un récipient rempli de gas-oil ou de trichlore. Le nettoyage se fait au pinceau et à la main pour dégraisser les pièces. Il est suivi d'un essuyage au chiffon et par séchage à l'air comprimé d'un compresseur.

### 3. Nettoyage industriel

Il se fait par des machines spéciales comportant une chambre de lavage où les pièces sont arrosées par des jets de lessive chaude sous pression. La lessive est réutilisée après filtrage, récupération et réchauffage.

**Observation :** Les pièces grasses et sales sont nettoyées au pétrole.

*Exemple :* (roulements, butées à billes etc...) ainsi que toute pièce en matière tendre. Avant de remonter les organes nettoyés, il faut les enduire de graisse ou d'huile de graissage.

## ■ LE GRAISSAGE A LUBRIFIANT PERDU

### 1. Définition

C'est un procédé qui permet d'interposer un enduit gras entre des surfaces frottantes afin d'éviter l'échauffement et le grippage des organes mécaniques.

## 2. Principe

Le graissage périodique à l'huile perdu ne convient que pour les organes à marche lente et sous faible charge. Il faut l'appliquer plusieurs fois par jour dans certains cas.

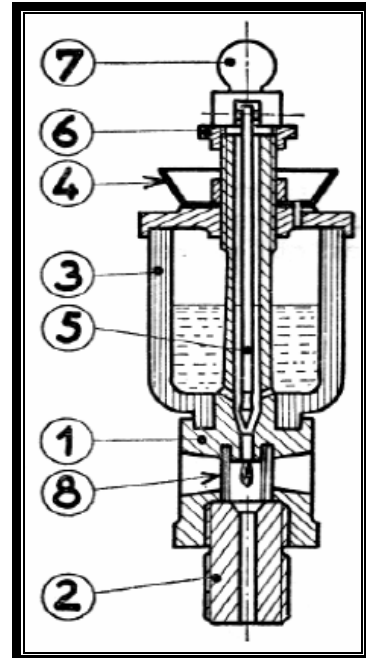
## 3. Différentes sortes de graissage

### • Graisseur compte-gouttes

Convient aux mécanismes animés de mouvements lents. Il permet un graissage continu grâce à sa réserve, mais il est encombrant et fragile.

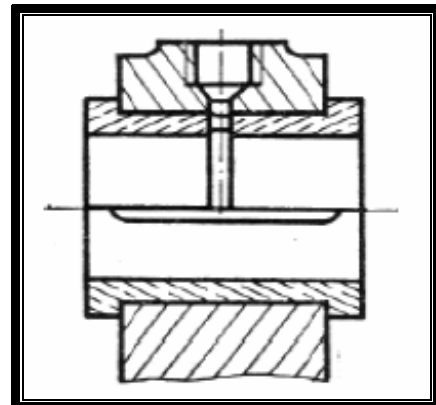
Nomenclature :

- 8 : Tube viseur (verre) ;
- 7 : Bouchon basculant ;
- 6 : Ecrou de réglage de débit ;
- 5 : Pointeau ;
- 3 : Réservoir (verre).



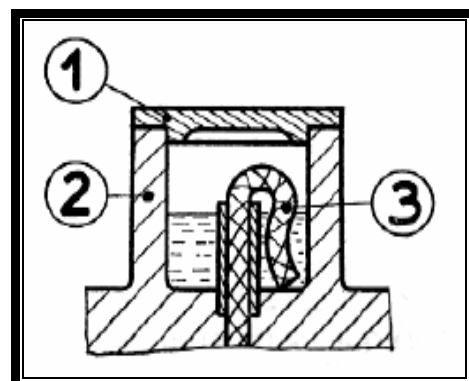
### • Trous graisseurs

Convient pour mécanismes grossiers de mouvements très lents (en voie de disparition).



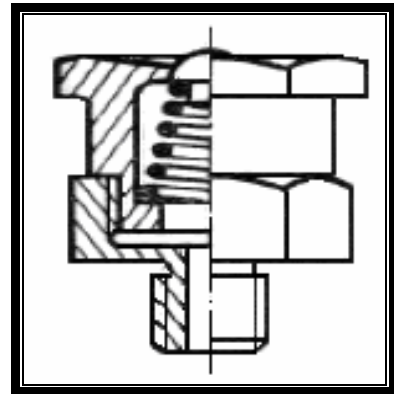
### • Par capillarité

Convient aux mécanismes animés de mouvements lents sous charge importante. Ce système permet un graissage continu, mais s'adapte difficilement à certains mécanismes.



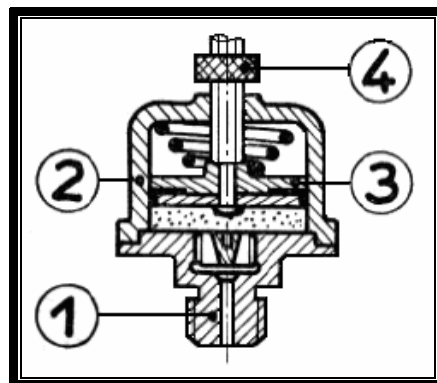
- **Bouchon graisseur (sous pression)**

L'huile est injectée sous pression à l'aide d'une pompe. Ce système protège les mécanismes contre la pénétration des poussières.



- **Graisseur Stauffer**

Convient pour mécanismes de qualité moyenne, animé, de mouvements lents, mais il est encombrant et n'utilise que la graisse.



- **Graissage par barbotage**

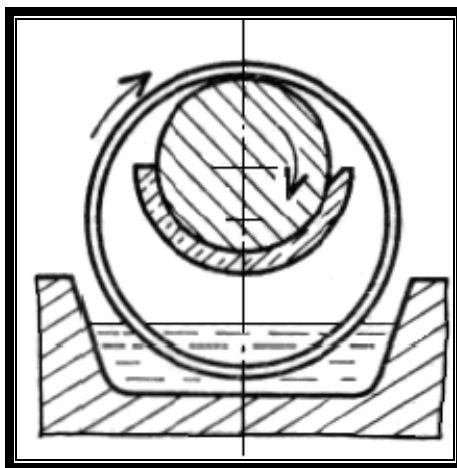


Fig. 1

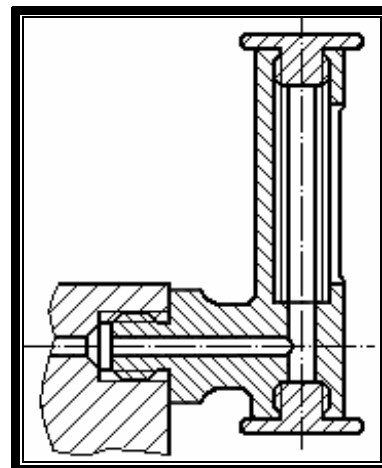


Fig. 2

L'huile est entraînée vers les surfaces frottantes soit par l'organe mobile lui-même (pignon de boîte de vitesses, par exemple), soit par un organe auxiliaire (graisseur à bague, fig. 1)  
Prévoir un réservoir d'huile, un trou de remplissage, un trou de vidange, éventuellement un niveau d'huile (fig. 2).

- **Graissage sous pression**

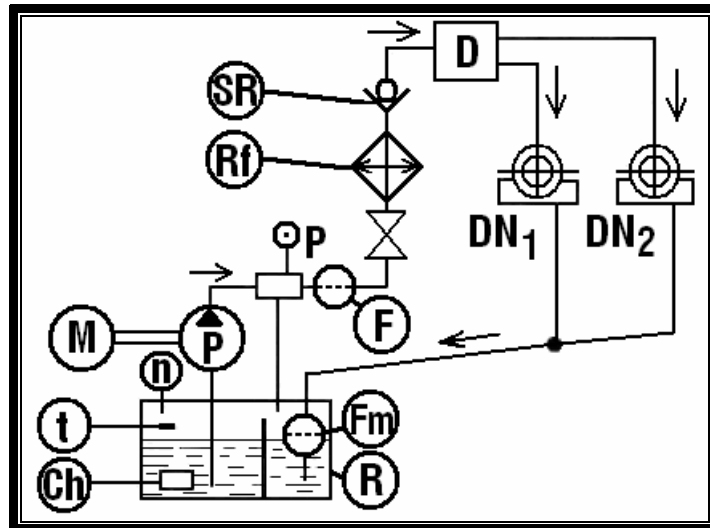


Fig. 3

L'huile est envoyée sous pression vers les différents points à lubrifier, puis est ramenée au réservoir.

L'installation comprend (fig. 3) :

- un groupe de commande : réservoir *R*, électropompe *M-P*, réchauffeur *Ch*, refroidisseur *Rf*, filtres *F* et *Fm* ;
- des organes de distribution : canalisations, distributeur *D*, appareils de contrôle du débit et du niveau *DN* en chaque point ;
- des organes de contrôle : contrôle de pression *p*, de niveau *n*, de débit *d*, de température *t*.

Une telle installation permet un renouvellement permanent du lubrifiant, avec maintien d'une température constante.

Le contrôle est facile à effectuer, mais le prix de revient est élevé.

Emploi sur machines importantes : laminoirs, turbines à vapeur, gros réducteurs, etc. ...

## Chapitre 3. RÉDACTION DES RAPPORTS D'INTERVENTION

### ■ COMPOSANTES DU DOSSIER HISTORIQUE

Le **dossier historique** peut être constitué par les documents suivants :

- planning des visites préventives,
- comptes-rendus des visites préventives,
- rapports des interventions de maintenance corrective,
- fiches de sortie des pièces de rechange,
- fiches de modification des matériels,
- rapports officiels d'expertises et de visites légales et obligatoire,
- fiches d'inspection des matériels.

#### • PLANNING DES VISITES PRÉVENTIVES

Les tâches de visites préventives n'ont pas toutes la même période de réalisation.

Le planning prend en compte les **tâches avec leur périodicité** (fig. 3a).

PLANNING D'ENTRETIEN PREVENTIF					
Presse : B-5-A-7					
Date de Réalisation	Compteur HG		N° du type d'entretien		
	prévision	réalisation	1	2	3
15/10/05	500	497	X		
30/11/05	1000	1050	X		
10/02/06	1500	1458	X	X	
28/03/06	2000	1992	X		
15/05/06	2500	2512	X		
	3000		X	X	X

**Fig. 3a. Exemple de planning des visites préventives d'une presse à injecter**

Pour un matériel donné il peut être établie, en plus du planning des visites, une **fiche d'entretien** qui décrit les travaux (fig. 3b).

La fiche d'entretien associée du planning regroupe les trois gammes-types de travaux d'entretien.

FICHE D'ENTRETIEN		Presse : B-5-A-7
Paramètre : <i>Heure</i>		Fonctionnement : 3000 h/an
N°	TRAVAUX D'ENTRETIEN	Période
1	Essai de sécurité. Mise à niveau. Contrôle Air comprimé, huile. Relevé VIBRATOIRE	500
2	Nettoyage armoire électrique. Resserrage connexion électrique. Etalonnage valves hydrauliques, pression, débit. Nettoyage cuve de décantation. Nettoyage colonne de guidage, unité injection. Graissage.	1500
3	Echange visserie fixation moule. Contrôle parallélisme traverse. Vidange group hydraulique.	3000

Fig. 3b. Fiche d'entretien

Chaque gamme-type d'intervention nécessite des **constituants de rechange**, produits consommables ou pièces dont la désignation et la quantité figurent sur une **fiche de pièces détachées** (fig. 3c).

FICHE PIÈCES DÉTACHÉ		Réf. : Presse B-5-A-7	
N°	Pièces détachées et consommables	Quantité	Réf.
1	Huile ELF N°2	environ 10 l	
2	Joint Graisse N°1 Produit de nettoyage	2 2 l	ZA 47 Pompe à main N 25
2	Huile ELF N°2 Joint	150 l 1	ZA 48

Fig. 3c. Fiche de pièces détachées

- **FICHE D'INSPECTION DU MATÉRIEL**

Ces fiches permettent l'**inspection d'un matériel** et de dresser la liste des opérations nécessaires pour éviter les arrêts dus aux pannes. Ce travail qui peut être effectué par le personnel de maintenance ou les opérateurs des lignes de production, regroupe en général des **opérations d'entretien de premier niveau** (fig. 3d).

L'état du point inspecté est noté suivant quatre critères :

- correct,
- nécessite une intervention lors d'une prochaine visite normalement programmée,
- nécessite une intervention urgente,
- nécessite une modification.

Ces inspections portent sur l'ensemble du système. Elles peuvent faire l'objet de fiches distinctes qui regroupent, par exemple, les points à inspecter :

- situés dans une même partie du système,
- ou concernés par une même technologie mécanique, électrique, hydraulique,...

FICHE D'INSPECTION		Système : Presse	
DATE	: 22/08/05	Correct	
NOM DU CONTROLEUR :		Intervention normale	
POINTS A INSPECTER :		Intervention urgente	
		Modification	
Peinture extérieure	X		
Propreté de la machine	X		
Eléments de manutention	X		
Câblage extérieur	X		
Passage (8 m mini autour)			
Etat commande des mouvements	X		Prévoir un emplacement du bac de stockage des moules). (Ils gênent le passage).
Dispositif de protection	X		
Fixation lampe		X	
Eclairage poste de travail	X		
Fixation fermeture	X		
Etat des annexes			
Niveaux	X		
Vibrations	X		
OBSERVATIONS :			
La fixation de la lampe est à revoir (manque 1 écrou)			

Fig. 3d. Fiche d'inspection de matériel avec des opérations d'entretien de premier niveau

## Chapitre 4. EXERCICES RECAPITULATIFS

1. Comment peut-on éviter des défaillances techniques aux installations et aux équipements?
  - a) Par l'installation de protecteurs.
  - b) Par un entretien préventif.
  - c) Par des réparations mineures fréquentes.
  - d) Par l'installation d'affiches et de symboles d'utilisation.
2. Quelles précautions faut-il prendre lors d'un renversement d'huile sur le plancher afin d'éliminer les dangers de chutes ?
3. Quelles sont les premières procédures qu'on doit les appliquer aux machines avant de commencer les travaux d'entretien ou de réparation ?
4. Qu'est-ce que vous comprenez par l'entretien préventif de 1<sup>er</sup> niveau ?
5. Quelle sont les trois grandes famille qui regroupent les opérations relatives au l'entretien préventif ?
6. Quelles sont les familles d'information relatives à la fiche de visite ?
7. Quel est le but de la lubrification ?
8. Quelles sont les caractéristiques principales d'un lubrifiant ?
9. Décrire la conduite de l'opération. pour nettoyer les pièces mécaniques.
10. Citer les différentes sortes de graisseurs à lubrifiant perdu.
11. Citer les composantes d'un dossier historique.
12. Quel est le but de la mise en stock des pièces de rechange ?
13. Citer les différentes étapes pour vidanger un carter.
14. Quel est le but d'utilisation d'un groupe compresseur ?



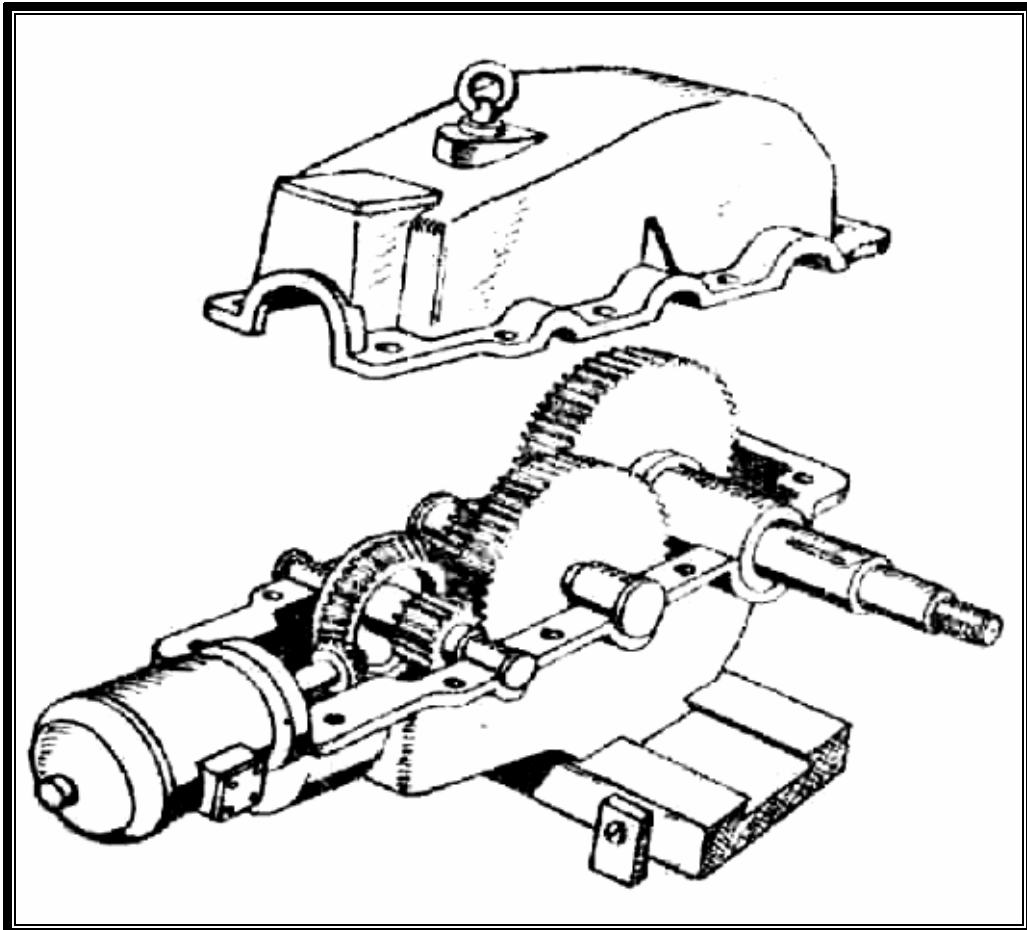
15. Quel est le but de grattage des surfaces cylindriques ?
16. Comment procède-t-on pour l'entretien courant des pattes d'araignées ?
17. Citer par ordre, la conduite de l'opération du découpage des joints.
18. Quelles sont les substances utilisées pour le nettoyage des roulements ?

# ***GUIDE DES TRAVAUX PRATIQUES***

## ■ RECHANGE DE PIÈCES STANDARD

### 1. Définition

Le rechange des pièces standard est l'action préventive qui consiste à remplacer les pièces avant leur panne totale pour ainsi éviter l'arrêt prolongé des machines.



### 2. Conduite de l'opération

Chaque machine fait l'objet d'une fiche sur laquelle on inscrit : d'une part, la périodicité des vérifications géométrique des contrôles préventifs ; d'autre part, les réparations effectuées avec leurs causes.

Pour commencer l'opération, il faut :

- vérifier la période et les conditions du travail des pièces ;
- commander les pièces de rechange et vérifier leur état général ;
- démonter l'organe à changer et le remplacer ;
- faire les réglages nécessaires ;
- contrôler le fonctionnement.

### 3. Mise en stock des pièces de rechange

La connaissance des pannes fréquentes des différents organes permet de maintenir en stock des pièces standard. L'entreteneur doit être au courant des stocks, respecter la périodicité des vérifications et ne pas laisser s'amplifier les usures.

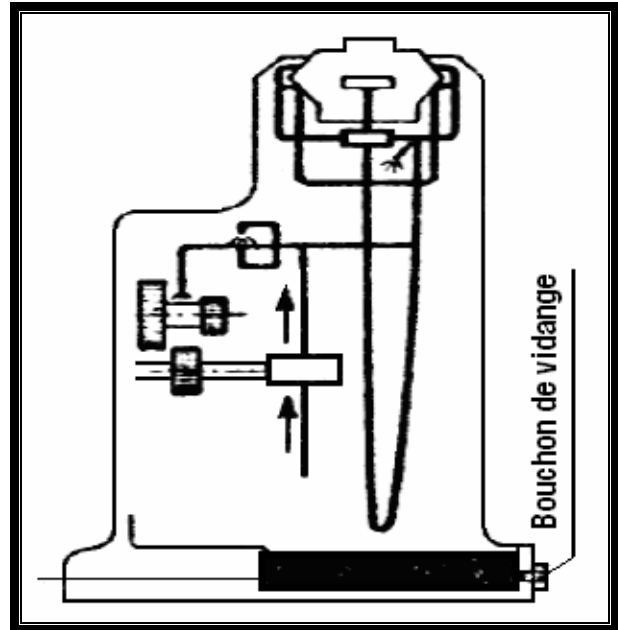
#### ■ LA VIDANGE

##### 1. Définition

La vidange permet de changer l'huile qui n'assure plus le refroidissement régulier des organes dans un circuit fermé de graissage.

##### 2. Conduite de l'opération

- Vider le carter ou le réservoir en dévissant le bouchon de vidange.
- Rincer si nécessaire l'ensemble de la distribution avec de l'huile légère. Après quelques instants de fonctionnement, les boues et l'huile usée subsistant dans les différents organes se mélangent à l'huile de rinçage qui est ensuite vidangée.
- Monter le bouchon de vidange.
- Introduire l'huile neuve correspondante.



##### 3. Organisation de graissage

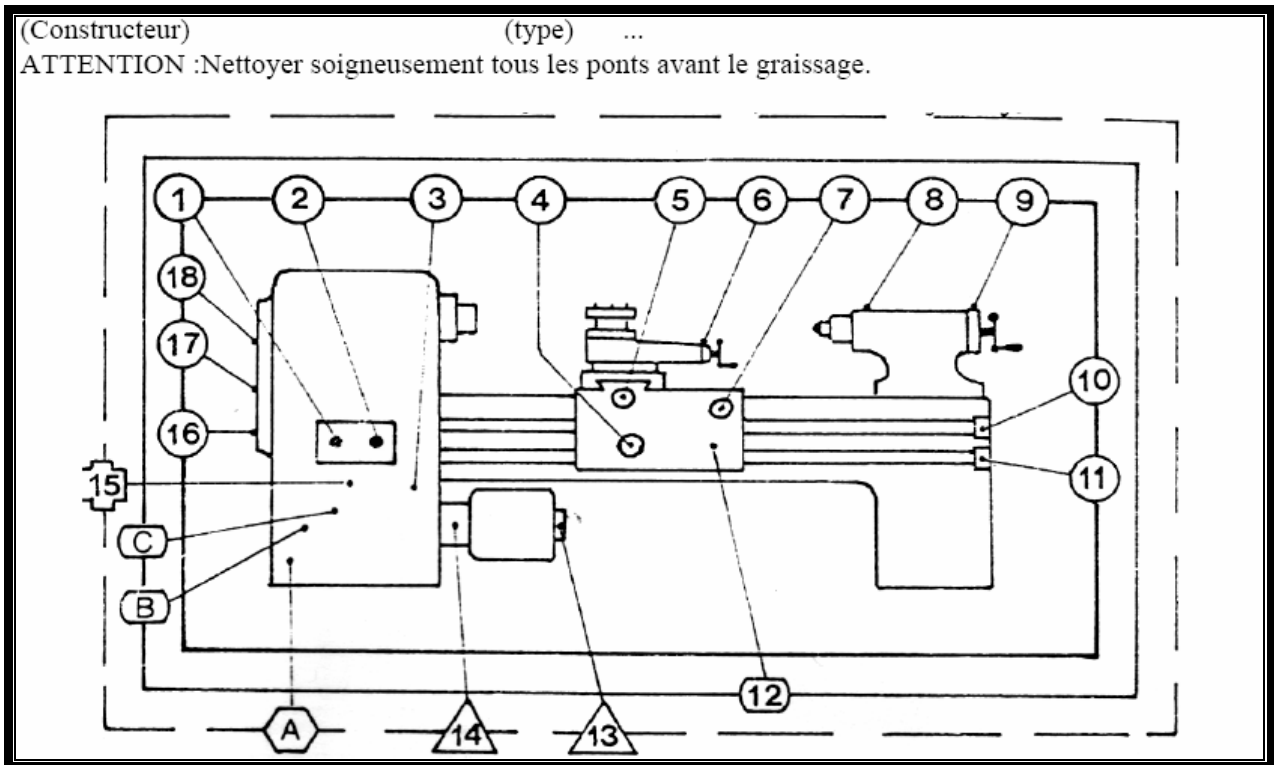
L'organisation de graissage doit être inscrite sur une fiche technique de graissage fournie par le constructeur qui doit contenir :

- les points à graisser ;
- la fréquence de la lubrification ;
- la nature du lubrifiant.

Le tout constitue le bilan de graissage de la machine.

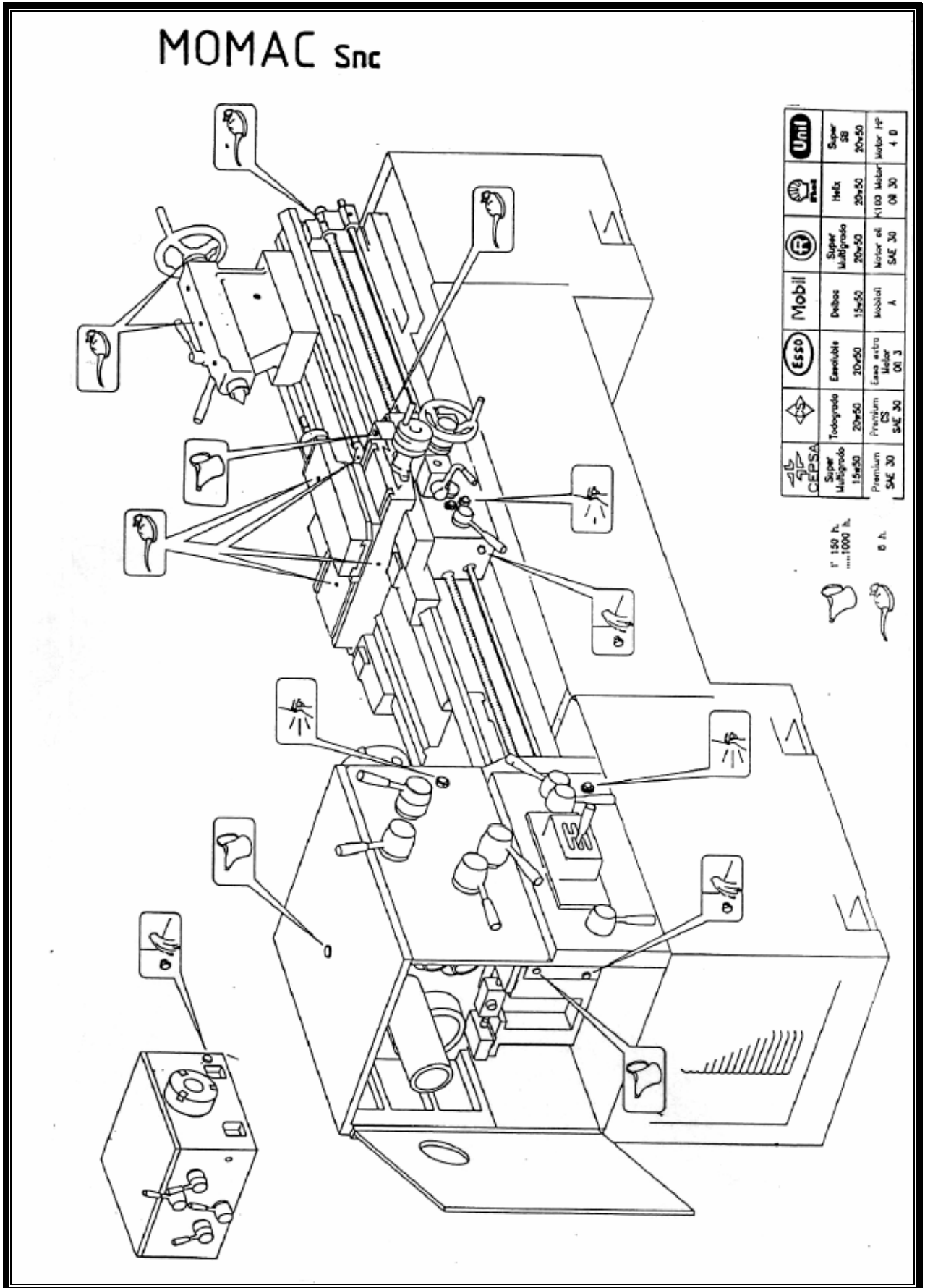
*Exemple : bilan de graissage d'un tour (voir tableau ci-joint) :*

**BILAN DE GRAISSAGE D'UN TOUR PARALLELE**

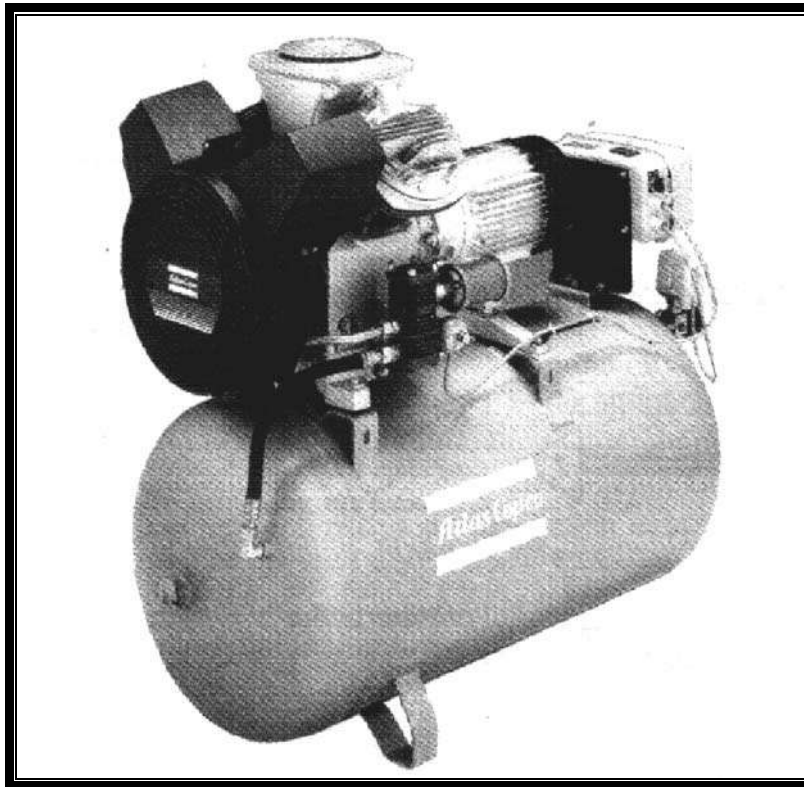


Opérations	Quantité	Produit	FREQUENCES						Organes
			○ jour	□ Semaine	◻ Mois	△ 3 mois	⬡ 6 mois	⊕ Parti- culière	
Graissage sous pression Remplissage ou appoint Vérification Manoeuvre Vidange	5 l	Stap 340 T1		B C(2)				15(1)      A	Broche Boite des vitesses Boite des avances Bouchon de remplissage Voyant de niveau Filtre Bouchon de vidange
Graissage manuel		Stap 320 T2	1.2 3 4 5.6.7 8.9 10.11	12     16.17.18		13.14			Boite des avances Butée du levier d'embrayage Tous chariots Contre-poupée Paliers de vis-mère et de barre de chariotage Vis sans fin Moteur Axes de la lyre

(1) Dès que le repère « niveau inférieur » est atteint.  
 (2) Nettoyage du filtre et examen des dépôts retenus.



## ■ GROUPE COMPRESSEUR



### 1. Définition

C'est un appareil qui consiste à comprimer de l'air ambiant dans un réservoir.

### 2. But

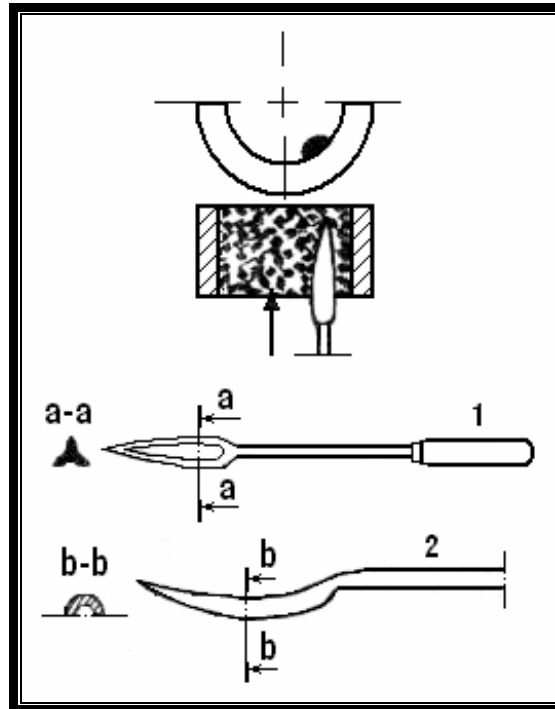
Il permet l'alimentation en air comprimé des pompes à graisse pneumatiques, des pulvérisateurs, des élévateurs hydropneumatiques, des distributeurs d'air pour le gonflage des pneus et le nettoyage des organes mécaniques etc.

### 3. Entretien

- Utiliser l'huile préconisée par le constructeur ;
- Vidanger régulièrement en fonction de l'utilisation ;
- Maintenir proprement le filtre à air ;
- Purger régulièrement le réservoir ;
- Eliminer les fuites éventuelles dans les canalisations.

**Observation :** Le groupe compresseur doit être disposé dans la mesure du possible dans une zone où il peut aspirer un air frais et sec.

## ■ GRATTAGE DES SURFACES CYLINDRIQUES



### 1. Définition

Le grattage des surfaces cylindriques réservé plus spécialement au coussinet des paliers et à la portée des vilebrequins s'effectue à l'aide de grattoirs à section triangulaire **(1)** ou en cuiller **(2)**.

### 2. But

L'action du grattoir permet d'exécuter le dépinçage qui a pour objet de faciliter l'accès du lubrifiant et la formation d'un film d'huile nécessaire au fonctionnement. Elle permet aussi d'éliminer les défauts géométriques.

### 3. Conduite de l'opération

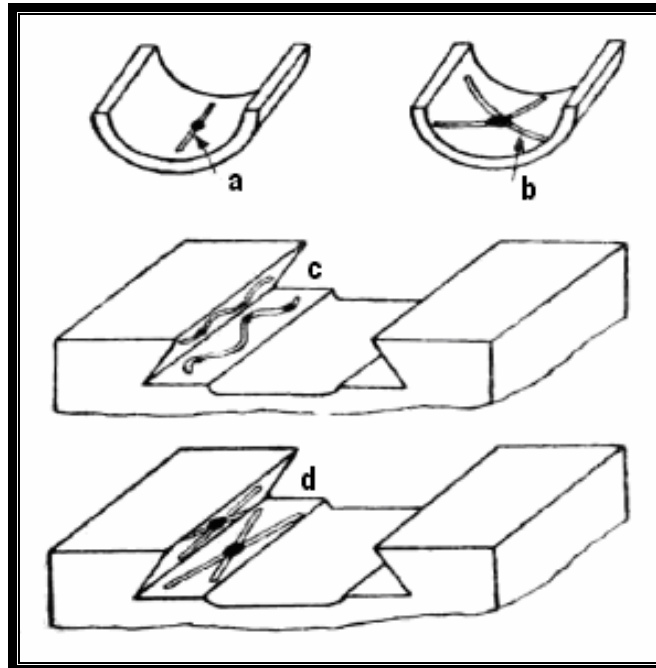
Le grattage cylindrique s'effectue par passes hélicoïdales de droite à gauche ; deux lèvres du grattoir doivent porter sur la surface à travailler. La surface de référence est constituée par l'arbre enduit de colorant. On le fait tourner dans son logement pour marquer les surépaisseurs.

### 4. Affûtage du grattoir

Le grattoir s'affûte à plat sur une pierre fine. Le dégrossissage peut se faire à la meule.



## ■ LES PATTES D'ARAIGNÉES



### 1. Définition

Les pattes d'araignées sont des rainures qui permettent la conservation de petite quantité de lubrifiant et facilitent son étalement sur les organes en mouvement.

### 2. Différents types

- sur coussinets ;

Exemples : simple (a) ; croisée (b).

- sur glissières ;

Exemples : courbée (c) ; croisée (d).

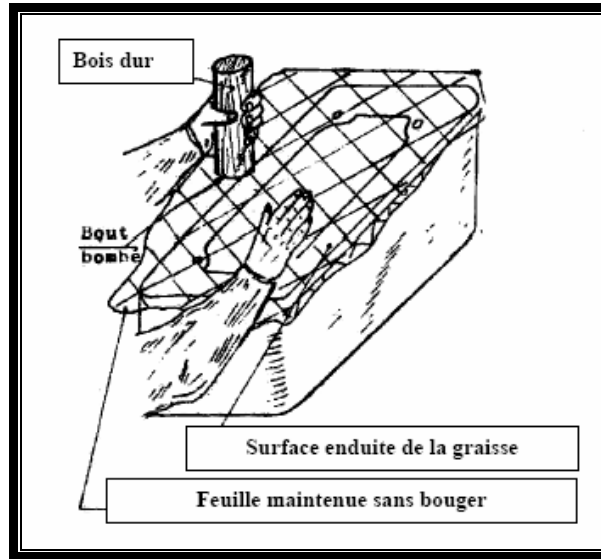
**Observation** : les pattes d'araignées ne doivent pas déboucher à l'extérieur pour qu'il n'y ait pas de fuite de lubrifiant.

### 3. Entretien courant

En cas de démontage, s'assurer que les pattes d'araignées sont toujours apparentes. S'il y a usure des surfaces frottantes, il faut recréer les pattes d'araignées.

En cas de grippage sur les parties frottantes, il est nécessaire de refaire l'état des surfaces, soit par grattage, soit par polissage ou par brunissage (écrouissage).

## ■ DECOUPAGE DES JOINTS D'ÉTANCHÉITÉ



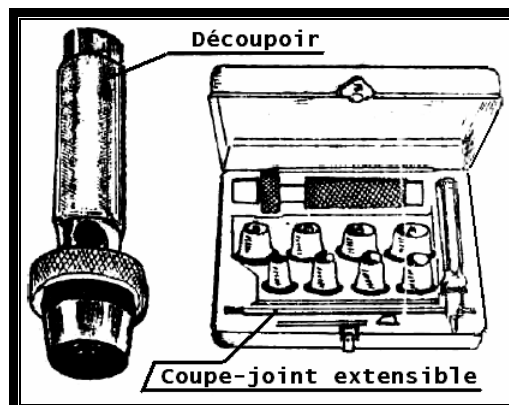
### 1. Définition

C'est une opération qui permet de reproduire sur une matière identique, une forme semblable aux joints d'étanchéité originaux.

### 2. Conduite de l'opération :

- Enduire la surface de la pièce par graisse noire.
- Maintenir la feuille sur la pièce.
- Tapoter au bois dur autour des arêtes.
- Enlever la feuille avec précaution pour ne pas essuyer le marquage.
- Découper les contours aux ciseaux ; les formes circulaires aux découpe-joints et coupe-joints extensibles.

### 3. Decoupe-joints



C'est un ensemble permettant le découpage des joints circulaire :

- de 3 à 30 mm de diamètre à l'aide du découpoir à tube ;
- de 30 à 300 mm par le coupe-joint extensible.

Le découpoir permet le montage et le démontage rapide des tubes ainsi que le centrage et le verrouillage par vissage.

## ■ NETTOYAGE DES ROULEMENTS POLLUÉS

On peut utiliser du pétrole, de l'alcool, des fluides déshydratants et des détergents neutres ou alcalins pour le nettoyage de roulements sales.

**Attention** : le pétrole, l'alcool, les fluides déshydratants et les détergents sont inflammables ; les détergents alcalins sont de plus corrosifs. Les hydrocarbures chlorés entraînent le risque d'explosion, de déflagration et sont suivant nuisibles à la santé.

Pour le nettoyage, utiliser exclusivement des pinceaux, des brosses ou des chiffons non pelucheux. Après le nettoyage et lorsque le solvant, qui doit être aussi frais que possible, s'est volatilisé, conserver immédiatement les roulements pour éviter qu'ils ne corrodent.

Lorsque les roulements contiennent de l'huile résinifiée ou des résidus de graisse, il est recommandable tout d'abord de les nettoyer mécaniquement, puis de les traiter avec un détergent aqueux fortement alcalin.

## ■ LUBRIFICATION ET ENTRETIEN DES ROULEMENTS

### 1. Formation du film lubrifiant

La fonction principale du lubrifiant est d'éviter l'usure et la fatigue prématurée afin d'assurer ainsi une durée d'utilisation suffisamment longue du roulement. La lubrification doit de plus contribuer à des conditions de rotation favorables, telles que faible bruit et frottement minime. Le film lubrifiant entre les éléments transmetteurs de charge doit empêcher le contact métallique.

### 2. Choix du mode de lubrification

Lors de l'étude d'une machine, il convient de définir le mode de lubrification (huile ou graisse) à un stade assez précoce de la construction. Les roulements peuvent être lubrifiés à la graisse ou à l'huile.

- **Lubrification à la graisse**

C'est le type de lubrification employé pour 90 % des roulements.

En présence de nombreuses sollicitations (vitesse, température, charge), il faut prévoir des regraissages à des intervalles rapprochés. Si les roulements doivent être fréquemment regraissés, il faut prévoir une pompe à graisse, des canalisations d'approvisionnement et, si nécessaire, une soupape à graisse et un réservoir pour la graisse usagée.

- **Lubrification à l'huile**

La lubrification à l'huile est indiquée lorsque d'autres éléments de la machine doivent être lubrifiés à l'huile ou lorsqu'il faut refroidir les roulements.

Une lubrification par quantités minimales telle que la lubrification au « goutte à goutte », au brouillard d'huile ou au mélange air/huile, permet de réduire le brassage et d'obtenir ainsi un faible frottement.

Lorsque l'air est utilisé pour véhiculer l'huile, il est possible d'assurer une arrivée précise et un courant de lubrifiant qui renforce l'étanchéité. La lubrification par injection à grand débit d'huile assure un approvisionnement rationnel de tous les points de contact et, à la fois, un bon refroidissement.

Les huiles minérales (additivées ou non) et les huiles de synthèse conviennent en principe pour la lubrification des roulements. On utilise le plus fréquemment des huiles minérales.

- **Alimentation des roulements en huile**

En général, les roulements peuvent être alimentés en huile par bain, par quantités minimales ou par circulation d'huile.

Dans le cas d'un **bain d'huile**, le roulement est, en partie, immergé d'huile. On souhaite normalement un niveau d'huile plus élevé. Aux vitesses élevées, il est indiqué qu'au repos le niveau n'atteigne que le centre de l'élément roulant le plus bas afin de réduire le brassage. Lorsque le produit vitesse/diamètre  $n \cdot d_m$  est inférieur à  $150000 \text{ mm/min}$ , le roulement peut être entièrement immergé. Le niveau doit régulièrement être contrôlé dans le cas d'une lubrification par bain d'huile. La vitesse limite en lubrification par bain d'huile est normalement de l'ordre de  $n \cdot d_m = 300\,000 \text{ mm/min}$ .

L'huile doit être vidangée plus souvent si des impuretés pénètrent dans les roulements.

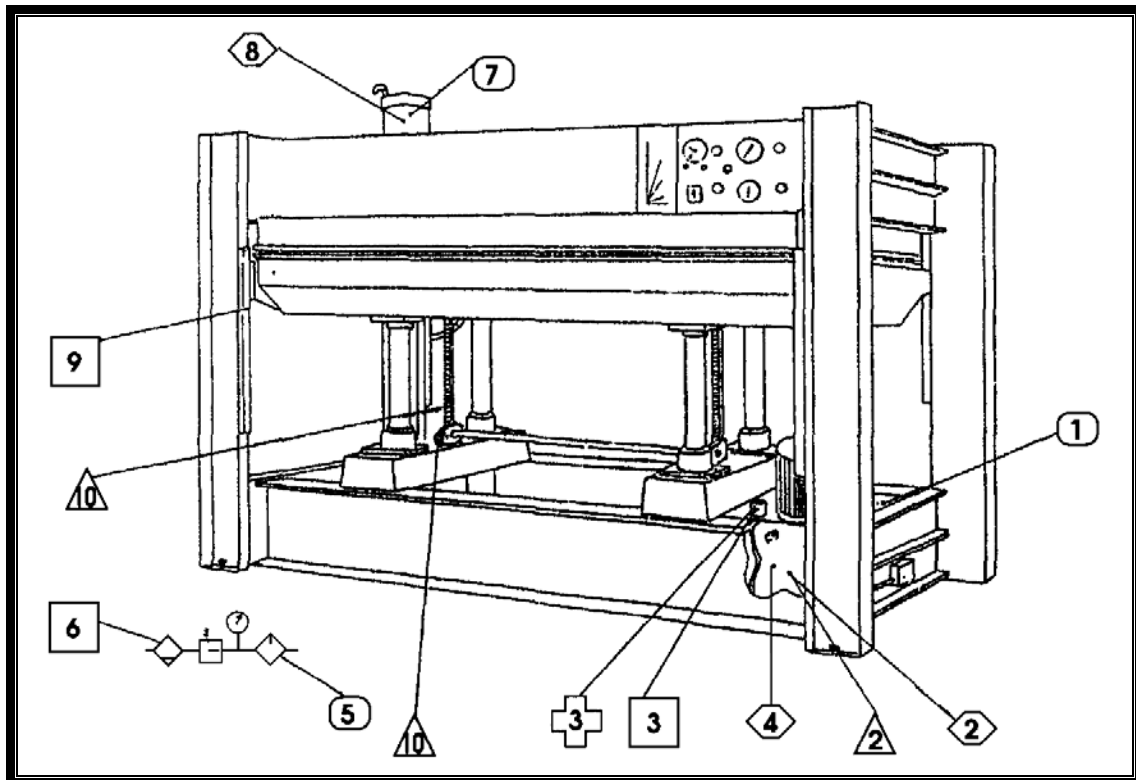
Dans le cas d'une **circulation d'huile**, l'huile ayant circulé dans les roulements est cheminée dans une cuve de retour et renvoyée aux roulements. Un filtre est alors indispensable.

## ■ EXECUTER LES INTERVENTIONS DE VÉRIFICATION, DE NETTOYAGE ET DE GRAISSAGE D'UNE PRESSE HYDRAULIQUE

### 1. Plan de graissage

Ce plan précise :

- par les repères, la situation des points où il y a intervention,
- par la forme des symboles, la périodicité de ces interventions.








### ❖ INSTRUCTIONS DU CONSTRUCTEUR

- **GROUPE HYDRAULIQUE** : huile T46.
  1. Contrôle du niveau et appoint.
  2. Colmatage, nettoyage, changement de filtre.
  3. Nettoyage et changement du filtre du reniflard.
  4. Vidange du réservoir.
  
- **BLOC DE FONCTIONNEMENT**: huile T46.
  5. Contrôle niveau et appoint.
  6. Nettoyage de la cuve du filtre.

- **CIRCUIT DE CHAUFFAGE** : huile E HLP 100.
  7. Contrôle du niveau et appoint.
  8. Vidange du circuit.
  
- **ÉQUIPEMENTS DIVERS**
  9. Lubrification à la burette, huile HP 10.
  10. Graissage, graisse SKF 63.

## 2. Fiche de graissage

- Compléter la fiche de graissage qui est un document méthodes-maintenance.

ENSEMBLE FONCTIONNEL	RÉP.	DÉTAIL DE L'INTERVENTION	CAPACITÉ en l	PÉRIODICITÉ DES GRAISSAGES					NATURE DES LUBRIFIANTS
				 Semaine	 Mois	 Trimestre	 Année	 Non définie	
GROUPE HYDRAULIQUE	C	Contrôler le niveau, faire l'appoint	50	1					<i>Huile T 46</i>
	N	Nettoyer le filtre du reniflard		3					
	C	Contrôler le colmatage du filtre					2		
	G	Nettoyer si nécessaire				2			
	V	Changer le filtre					2		
V	Vidanger le réservoir				4				
V	Changer le filtre du reniflard					3			
BLOC DE CONDITIONNEMENT	C	Contrôler le niveau, faire l'appoint	0,25	5					<i>Huile T 46</i>
	N	Nettoyer la cuve du filtre		6					
CIRCUIT DE CHAUFFAGE	C	Contrôler le niveau, faire l'appoint	30	7					<i>Huile E HLP 100</i>
	V	Vidanger le circuit					8		
EQUIPEMENTS DIVERS	L	Lubrifier à la burette			9				<i>Huile HP 10</i> <i>Graisse SKF 63</i>
	G	Graisser			10				

## 3. Planning de graissage

- Planifier les interventions de contrôle (C), de vidange (V), de nettoyage (N), de lubrification (L) et de graissage (G). Ne pas programmer plus de deux interventions par semaine.

MOIS	JANVIER				FEVRIER				MARS				AVRIL				MAI				JUIN				JUILLET			
SEMAINES	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
CONTRÔLE	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C	C
VIDANGE	V																											
NETTOYAGE		N													N									N				N
LUBRIFICATION			L				L				L					L				L				L				
GRAISSAGE				G													G											

**BIBLIOGRAPHIE :**

\* *A. BIANCIOTTO, P. BOYE*, Maintenance des systèmes automatisés, Collection Espaces Technologiques, DELAGRAVE.