



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

**RESUME THEORIQUE
&
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES**

MODULE N 17 : ALIGNEMENT CONVENTIONNEL

SECTEUR : ELECTROTECHNIQUE

SPECIALITE : ELECTROMECHANIQUE

NIVEAU : QUALIFICATION

ANNEE 2010

Document élaboré par :

<i>Nom et prénom</i>	<i>EFP</i>	<i>DR</i>
<i>Dinca Carmen Mihaela</i>	<i>CDC Génie Electrique</i>	<i>DRIF</i>
<i>ZINE THAMI</i>	<i>ISTA LAAYOUNE</i>	<i>PS</i>
<i>AZNAG RACHID</i>	<i>ISTA LAAYOUNE</i>	<i>PS</i>

Révision linguistique

-
-
-

Validation

-
-
-

SOMMAIRE

1. GENERALITES SUR L'ALIGNEMENT.....	7
1.1. Nécessite d'un bon alignement.....	7
1.2. Evolution et procédés.....	8
1.3. Terminologie de l'alignement.....	8
2. SECURITE.....	14
2.1. Protection individuelle.....	14
2.2. Verrouillage de l'équipement.....	15
2.3. Procédure de verrouillage.....	16
3. TYPES D'ALIGEMENTS.....	16
3.1. Repères d'alignement.....	16
3.2. Déport angulaire vertical.....	17
3.3. Déport parallèle vertical.....	18
3.4. Déport angulaire horizontal.....	20
3.5. Déport parallèle horizontal.....	21
4. METHODES DE CONTROLE DE L'ALIGNEMENT.....	22
4.1. Méthode avec calibre à lame conique graduée ou avec coin gradué.....	22
4.2. Méthode avec règle et calibre d'épaisseur.....	22
4.3. Méthode avec comparateur à cadran.....	23
4.4. Méthode avec rayon laser.....	24
5. VERIFICATIONS ET CORRECTIONS DES ELEMENTS.....	25
5.1. Fondation.....	25
5.2. Socle.....	25
5.3. Supports.....	27
5.4. Dimensions.....	27
5.5. Cales.....	28
5.6. Pied boiteux.....	31
5.7. Arbres.....	34
5.8. Roulements.....	36
5.9. Accouplement.....	37
6. VÉRIFICATIONS PRÉALABLES À L'ALIGNEMENT.....	38
6.1. Machine installée.....	38
6.2. Machine à remplacer.....	38
TP1 – Vérification et correction du boitage des équipements.....	40
TP2 – Alignement conventionnel avec règle et calibres d'épaisseur.....	43
TP3 – Alignement avec comparateurs.....	45

MODULE : 17

ALIGNEMENT CONVENTIONNEL

Durée : 30 heures

OBJECTIF OPERATIONNEL

COMPORTEMENT ATTENDU

Pour démontrer sa compétence le stagiaire doit :
appliquer des méthodes d'alignement conventionnel
selon les conditions, les critères et les précisions qui suivent.

CONDITIONS D'EVALUATION

- Travail individuel.
- À partir :
 - de bancs de montage;
 - de machines.
- À l'aide :
 - de plans et de devis;
 - d'abaques et de formules;
 - de manuels techniques;
 - de l'outillage et de l'équipement.

CRITERES GENERAUX DE PERFORMANCE

- Respect des règles de santé et sécurité au travail.
- Utilisation appropriée de l'outillage et de l'équipement.
- Résultat : respect des tolérances.

OBJECTIF OPERATIONNEL DE COMPORTEMENT

**PRECISIONS SUR LE
COMPORTEMENT ATTENDU**

A. *Interpréter les informations
données sur les plans, les devis
et les manuels techniques*

B. *Appliquer les règles de santé et
sécurité au travail*

C. *Vérifier la conformité des pièces
(manchons, moteurs, etc.) ou
des machines à aligner*

D. *Utiliser l'outillage et l'équipement
d'alignement*

E. *Corriger le boitement de la
machine ou de l'équipement à
alignement*

F. *Effectuer sur des pièces ou des
machines des travaux
d'alignement conventionnel*

**CRITERES PARTICULIERS
DE PERFORMANCE**

- *Interprétation correcte des
informations et des directives*

- *Respect des mesures de
protection*

- *Respect des conditions
d'alignement*

- *Choix judicieux de l'outillage et
de l'équipement*
- *Respect des techniques
d'alignement*

- *Précision des mesures*
- *Installation appropriée des cales*

- *Précision de l'alignement*

Présentation du Module

Le module «Alignement conventionnel» est un module qui permet aux stagiaires d'acquérir les connaissances pour effectuer des travaux d'alignement conventionnel d'arbres sur des équipements industriels.

Le module présente les généralités sur l'alignement, la terminologie utilisée, les principales mesures de sécurité à mettre en pratique et les défauts d'alignement, les différentes méthodes et techniques d'alignement ainsi que les tolérances permises.

Sont présentés les principaux problèmes que l'on rencontre sur les machines avant l'alignement : reconnaître les défauts, les vérifier et les corriger sur les machines et faire la correction du boitage des équipements.

Il est présenté l'alignement conventionnel des arbres à l'aide des différentes méthodes.

***Module 17 : ALIGNEMENT
CONVENTIONNEL
RESUME THEORIQUE***

1. GENERALITES SUR L'ALIGNEMENT

1.1. Nécessite d'un bon alignement

Des arbres mal alignés peuvent causer des bris de différentes natures :

- Ils provoquent une résistance dans les paliers et dans les arbres tant sur les unités mobiles que sur les unités commandées.
- Ils accentuent l'usure des points qui, par l'écoulement des graisses ou des acides, contaminent la base de la machine.
- Ils produisent des vibrations excessives qui occasionnent le bris des pièces internes ou externes.

La figure 1 fait voir un exemple d'un mauvais alignement.

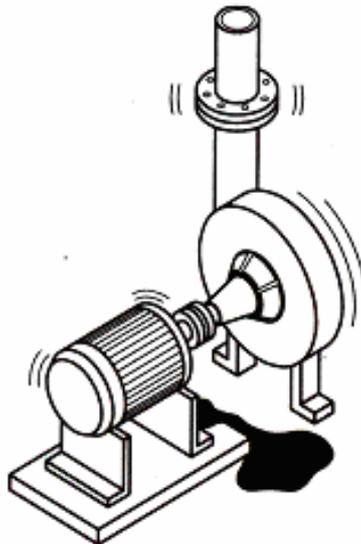


Figure 1

Les machines deviennent bruyantes à cause d'une usure prématurée des engrenages ou des roulements qui, en contact avec des particules métalliques, se brisent. Il en résulte une augmentation de température, ce qui provoque la détérioration des huiles, des joints, des roulements, des arbres et des accouplements l'entraînement devient plus difficile et par conséquent, il exige une surconsommation d'énergie.

Un alignement correct permettra d'éliminer 50% de tous ces problèmes (figure 2). Il assure une faible résistance dans la machine et dans les machines voisines et il augmente la durée de vie des équipements, diminue le coût d'entretien, les pertes de temps et la consommation d'énergie.

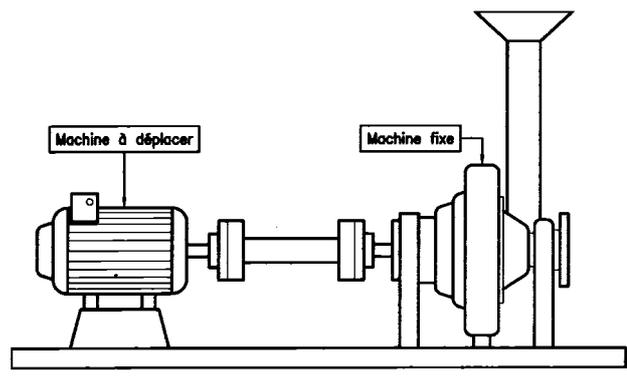


Figure 2

Selon la précision désirée et la vitesse de rotation de la machine, on peut recourir à différents procédés d'alignement.

1.2. Evolution et procédés

Avant l'automatisation industrielle, la précision de l'alignement n'était pas une très grande préoccupation. Les machines tournaient très lentement sur des paliers en bois. Pour faire l'alignement, on se servait alors de règles de métal ou de tiges.

Avec l'évolution de la technologie, une multitude d'accouplements fabriqués avec une grande précision arrivent sur le marché, ce qui provoque l'augmentation de la vitesse des machines et la modification des paliers.

1.3. Terminologie de l'alignement

Angularité

Angle formé par le centre des arbres deux machines (figure 3).

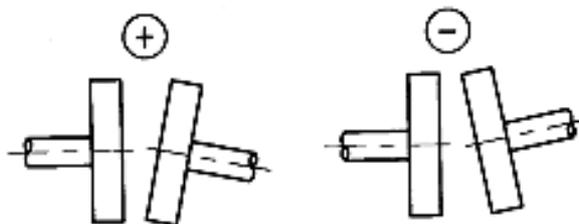


Figure 3

Cales

Plaquettes métalliques de différentes épaisseurs qui sont placées sous les pieds de la machine afin d'amener un déplacement vertical précis (figure 4 et 5).



Figure 4



Figure 5

Colinéarité

Deux lignes sont dites colinéaires lorsqu'il n'existe aucune différence de position angulaire et parallèle entre elles. C'est le but de l'alignement (figure 6).

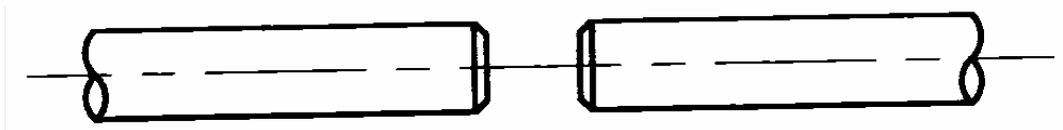


Figure 6

Déport parallèle

Distance mesurée perpendiculairement avec l'axe de l'arbre entre les centres de rotation en un point donné d'un accouplement (figure 7).

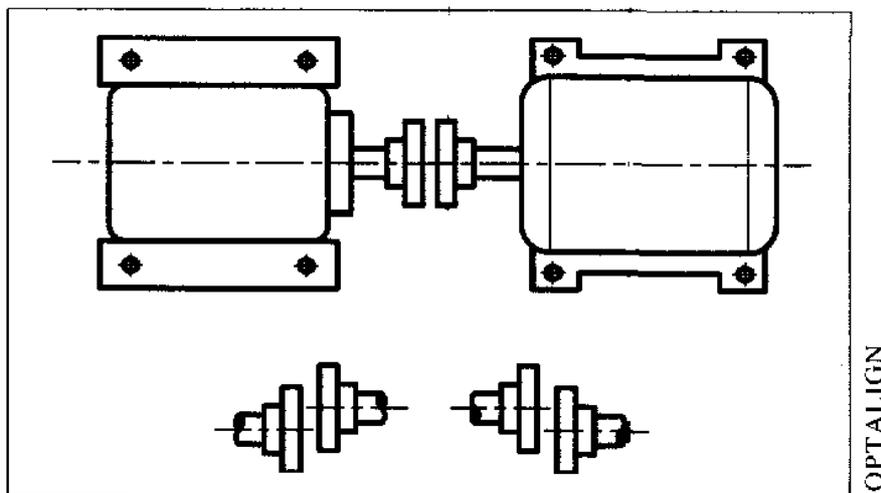


Figure 7

Déport angulaire

Valeur obtenue en soustrayant l'écartement, entre deux faces d'accouplement, mesuré sur le même rayon apposé à 180° (figure 8).

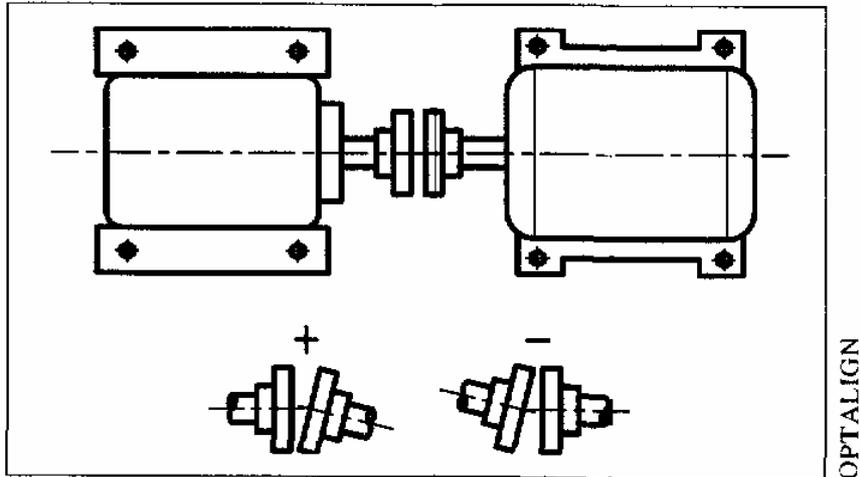


Figure 8

Diamètre fonctionnel

C'est le diamètre d'accouplement avec lequel le déport angulaire de accouplement est mesuré (figure 9).

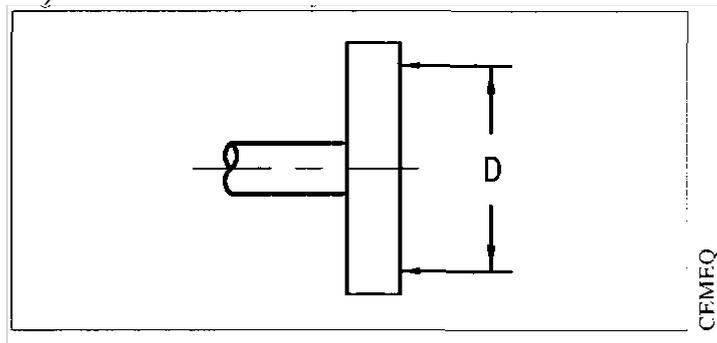


Figure 9

Dilatation thermique

Changement de dimensions résultant de la température d'opération des machines, ce qui a pour effet de changer la hauteur des axes (figure 10).

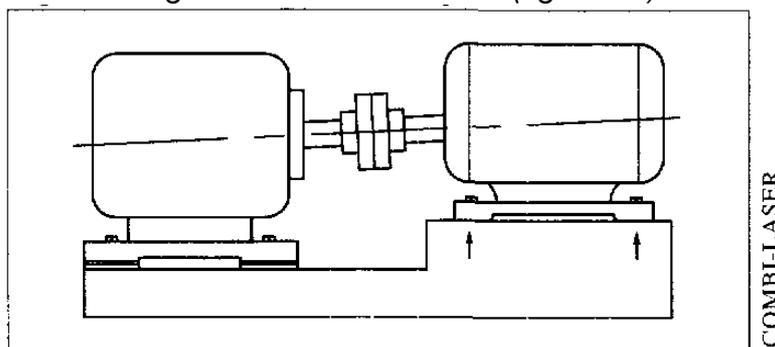


Figure 10

Jeu axial

Mouvement de déplacement parallèle d'un arbre selon son axe permis par la palier ou le coussinet (figure 11).

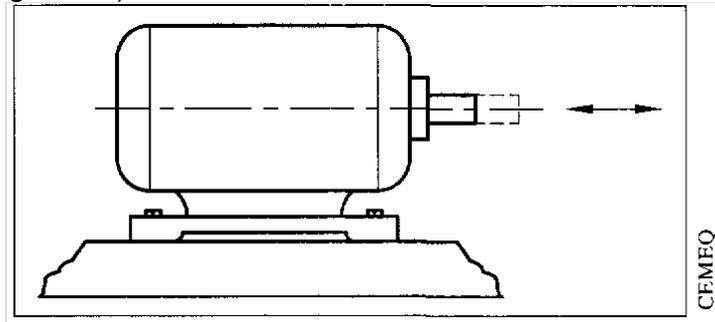


Figure 11

Jeu en torsion

Jeu angulaire circulaire entre les deux parties de l'accouplement (figure 12).

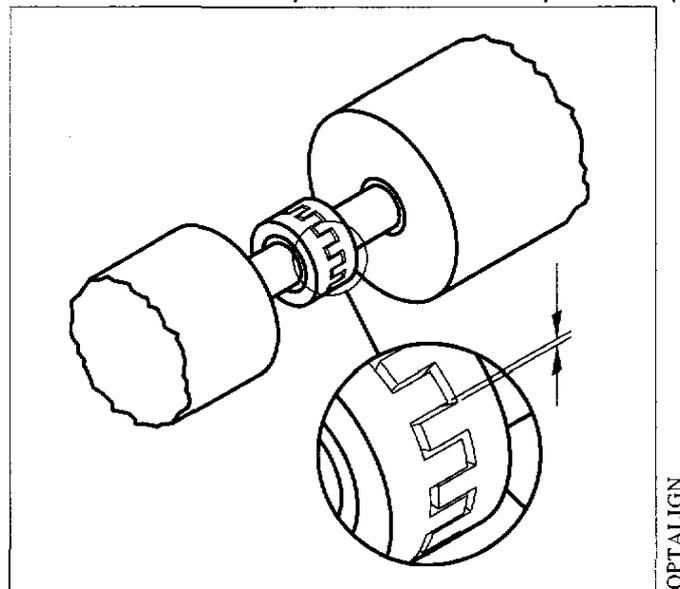


Figure 12

Jeu radial

Jeu de paliers perpendiculaires à l'axe des machines pouvant faire en sorte que l'arbre change de position en rotation (figure 13).

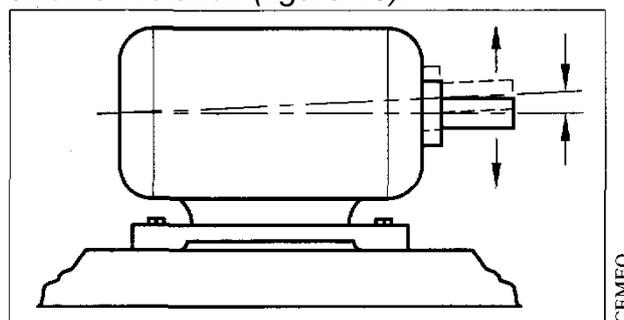


Figure 13

Laser

Source de lumière émise sur une seule longueur d'onde et qui diffuse dans une seule direction.

Machine fixe

Machine qui sert de référence à l'alignement. Elle ne doit pas être déplacée lors de l'alignement (figure 14).

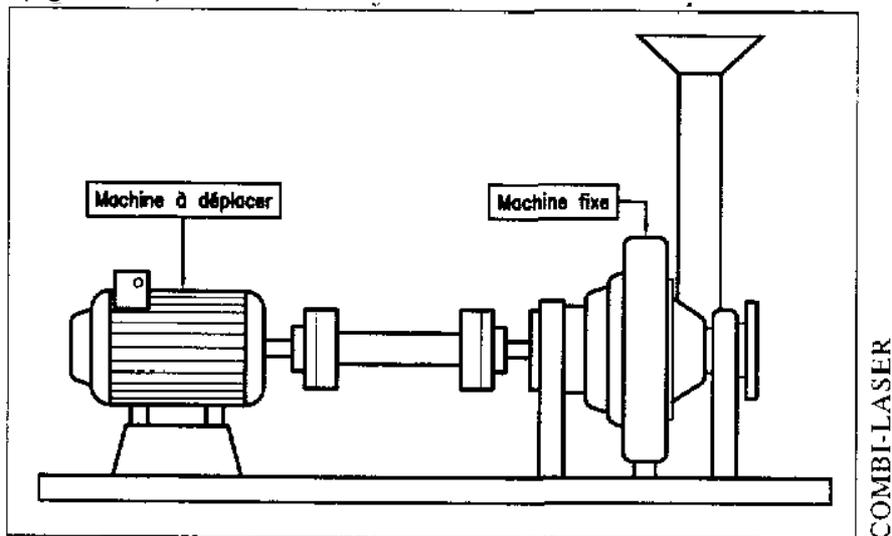


Figure 14

Machine à déplacer

Machine qui sera déplacée lors de l'alignement, soit verticalement, soit horizontalement (figure 14).

Pied boiteux

Patte ou support de la machine qui n'appuie pas correctement sur le socle (figure 15).

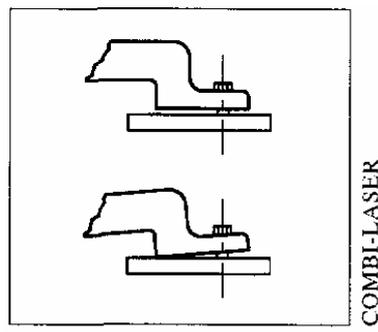


Figure 15

Repères d'alignement

Positions dans lesquelles seront prises les mesures d'alignement : 12 h, 3 h ; 6 h et 9 h (figure 16).

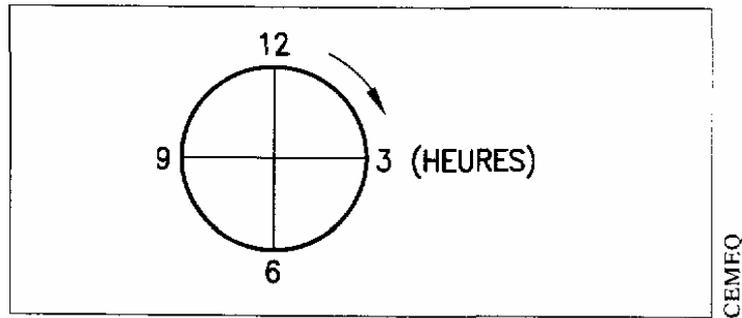


Figure 16

Répétabilité

Méthode de vérification au moyen d'une deuxième série de mesures d'alignement afin d'assurer l'exactitude des mesures. Si les mesures prises sont les mêmes, on dit qu'il y a répétabilité ; sinon, on parle de non-répétabilité des lectures.

Résolution

C'est la plus petite quantité de mesure qu'un appareil peu détecter.

Valeur de tolérance

Variation de mesure maximale admissible par rapport à la position idéale d'alignement.

Vérin de calage

Boulon monté sur le socle ou sur la fondation de la machine qui permet de contrôler le positionnement horizontal de la machine (figure 17).

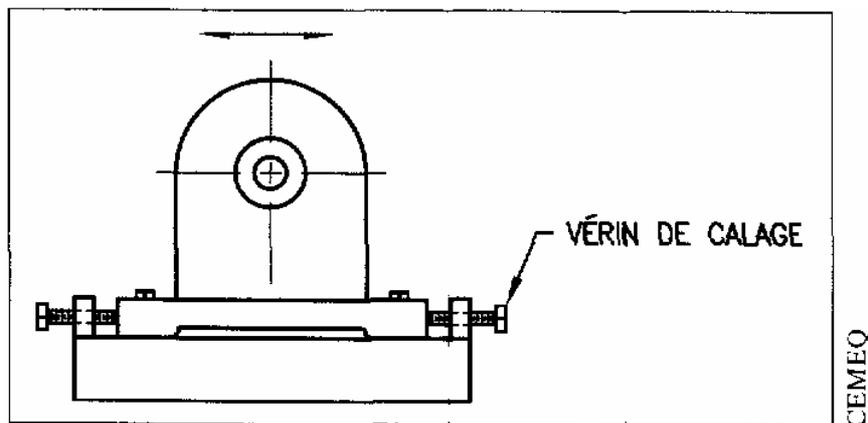


Figure 17

2. SECURITE

2.1. Protection individuelle

Dans un milieu industriel, lorsqu'il s'agit de procéder à un alignement, certains facteurs, comme la chaleur, le bruit, la surface glissante des planchers, les substances corrosives et le rayonnement nous protéger contre les blessures qui peuvent survenir. La liste des blessures que l'on peut relier à l'utilisation des machines est aussi longue qu'horrible : mains écrasées, doigts coupés, perte de la vue, etc. Il semble exister autant de dangers qu'il y a de types de machines. C'est pourquoi il est très important d'utiliser les équipements de protection mis à notre disposition.

Protection de la tête

Le casque de sécurité préserve la tête contre les lésions et les fractures. On utilise une cagoule pour se protéger des poussières, de la chaleur, des flammes et des intempéries.

Pour se protéger contre l'éclaboussement de substances corrosives, irritantes ou chaudes et des poussières, il est nécessaire d'utiliser des lunettes de sécurité avec lentilles claires ou filtrantes ou des lunettes à coques ; on peut également porter un écran facial à visière claire ou encore une cagoule. Pour éviter l'exposition au rayonnement, on utilisera un masque de soudeur ou des lunettes avec lentilles filtrantes.

Protection du système respiratoire

On porte un masque à filtre ou à cartouche en se référant à la fiche signalétique du produit près duquel on doit s'explorer .par exemple, on utilise ce type de masque contre les émanations produites par l'acide sulfurique.

Protection des membres

Le port des gants devient essentiel lors de la manipulation de graisses d'huiles, d'acides, de solvants ou lorsqu'on travaille près d'une source de puissance électrique ou de chaleur. Les gants de plastique offrent une protection contre certaines substances dangereuses comme l'acide. Les gants de caoutchouc protègent contre les risques d'électrocution ; les gants de cuir et d'amiante protègent de la chaleur Les membres inférieurs peuvent être protégés par des bottes, des chaussures de sécurité et des jambières. Le type de protection utilisé dépend des risques contre lesquels on veut se prémunir.

Protection de l'ouïe

On doit se protéger lorsque le nombre de décibels (dB) est supérieur à 90 et que le temps d'exposition au bruit est supérieur à la norme recommandée .on utilisera les bouchons d'oreilles ou des couvre oreilles

Protection reliée aux machines

Les principaux types de fonctions ou de mouvements dangereux sont les suivants : rotatif, alternatif et de translation, tel qu'illustré à la figure 18.

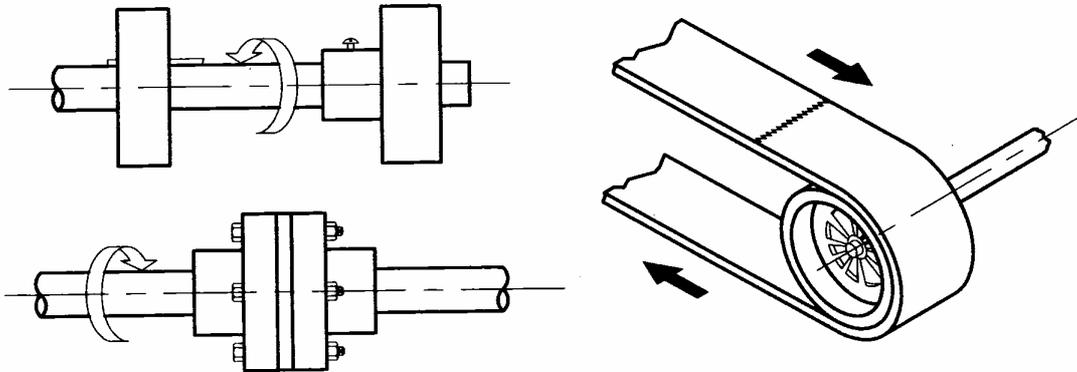


Figure 18

2.2. Verrouillage de l'équipement

Avant d'entreprendre un alignement sur une machine, il faut arrêter la machine. Il faut ouvrir le circuit du tableau de contrôle ou le disjoncteur, installer un verrouilleur multiple et verrouiller l'interrupteur, c'est-à-dire cadenasser l'équipement (figure 19). Sur certaines machines pneumatiques ou hydrauliques, il faudra fermer l'alimentation, verrouiller les valves et purger les résidus de pression qui pourraient actionner la machine ou empêcher la libre rotation de celle-ci.

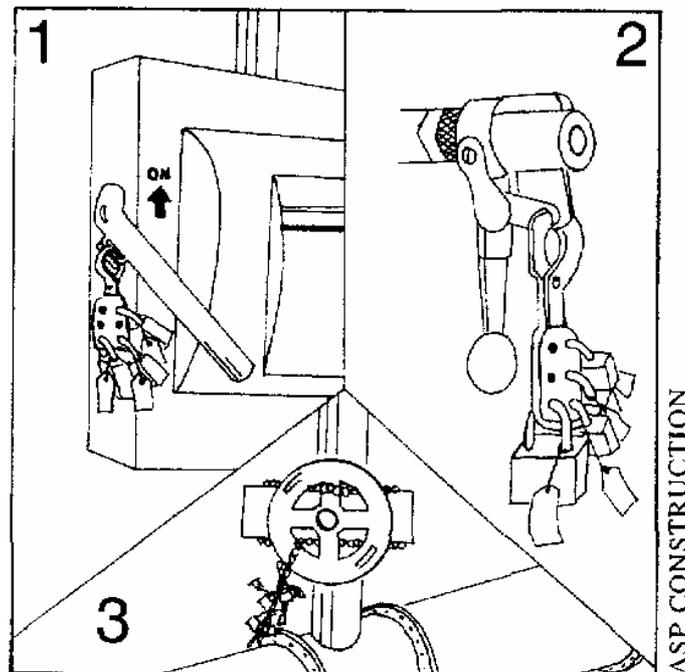


Figure 19

2.3. Procédure de verrouillage

1. *Aviser les travailleurs avant de procéder.*
2. *Identifier la source d'énergie de l'équipement.*
3. *Mettre le circuit électrique à "Off".*
4. *Fermer les sources d'alimentation hydraulique ou pneumatique.*
5. *Installer le cadenas. Si plus d'un travailleur doit installer un cadenas sur la même source, utiliser un verrouilleur multiple.*
6. *Vérifier si l'équipement n'est pas alimenté.*
7. *Purger l'excès de pression s'il y a lieu.*

Après ces étapes, on peut procéder à l'alignement ou à la réparation la machine. Personne, sauf le travailleur responsable, ne peut enlever le cadenas pour remettre la machine en marche.

Avant de faire la mise en marche de la machine, il faut faire une vérification de l'équipement. Il faut s'assurer que les accessoires d'alignement ont été démontés et rangés; replacez les gardes protectrices et déverrouillez.

3. TYPES D'ALIGEMENTS

Les types d'alignements sont les déviations verticales et horizontales possibles sur un équipement. Ces déviations peuvent être angulaires parallèles. Pour être capable d'interpréter et de mesurer précisément ces déviations, il faut se donner de repère.

3.1. Repères d'alignement

Le repérage consiste à faire quatre marques équidistantes sur la circonférence des deux parties de l'accouplement avec un crayon feutre ou des papiers adhésifs et de les numéroter. Pour identifier ces repères, nous allons utiliser le système d'horloge, tel que montré à la figure 20.

En se plaçant face à l'accouplement de la machine fixe :

- à 12 heures, la lecture des mesures se fera vers le haut.
- à 6 heures, la lecture se fera vers le bas.
- à 3 heures, la lecture se fera à droite.
- à 9 heures, la lecture se fera à gauche.

Les mesures prises sur les repères sont toujours lues à partir de la machine de référence, c'est-à-dire la machine fixe.

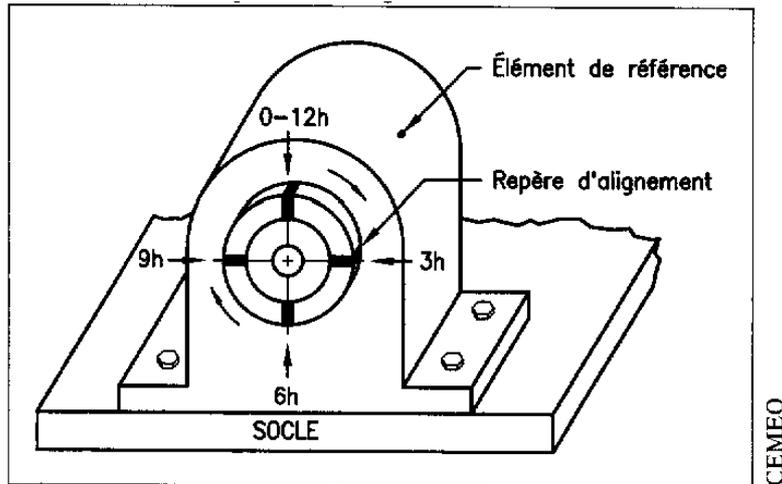


Figure 20

3.2. Déport angulaire vertical

La valeur de ce déport est obtenue en soustrayant l'écartement entre les deux faces d'accouplement, mesuré respectivement à 12 h et à 6 h. Ce déport peut être négatif ou positif.

Ce déport est observé lorsqu'on regarde de côté les machines à aligner.

L'interprétation des mesures se fera en mesurant l'écartement de l'accouplement à 6 h et à 12 h. Si l'ouverture de l'accouplement est plus grande en haut qu'en bas, on aura une valeur positive, autrement la valeur sera de zéro ou elle sera négative (figures 21 et 22).

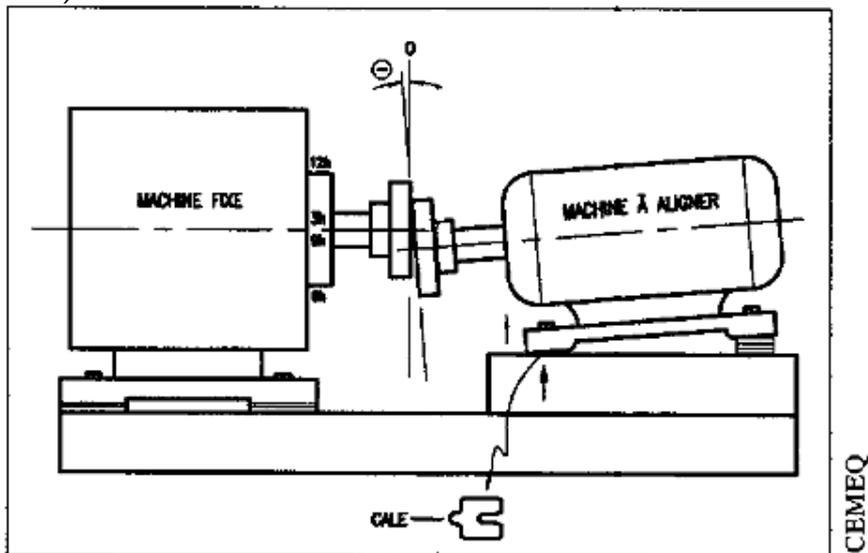


Figure 21 – Déport angulaire vertical négatif

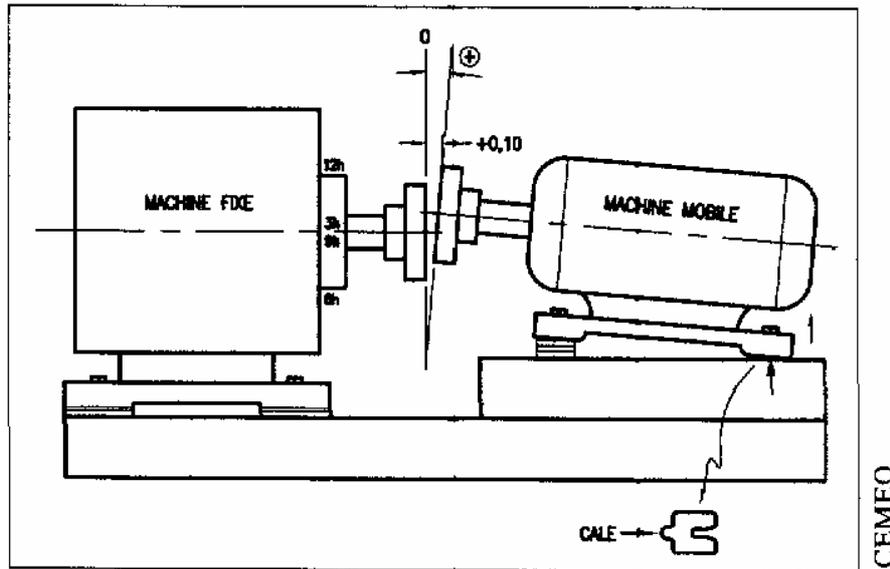


Figure 22 – Déport angulaire vertical positif

Pour corriger un déport angulaire vertical lorsque la valeur de l'angle est négative, il faut ajouter des cales sous les supports avant (figure 21). Si la valeur de l'angle est positive, on ajoute des cales sous les supports arrière (figure 22). L'élimination du déport angulaire a pour but de rendre la machine mobile parallèle et horizontale à l'axe de la machine fixe.

Exemple d'application

Mesure à 12 h = 0,000 mm

Mesure à 6 h = - 0,10 mm

Angularité = $0,000 - (- 0,10) = (+0,10)$ mm

Il faudra ajouter une valeur calculée sous les supports arrière de la machine (figure 22).

3.3. Déport parallèle vertical

La valeur de ce déport est obtenue en mesurant la différence de hauteur de l'accouplement sur les machines en position 12 h et 6 h.

Ce type de défaut est observé en regardant les machines de côté. On pourra parfois constater que le moteur ou la machine fixe ne sont pas à la même hauteur.

L'interprétation de la valeur du déport parallèle vertical se fera en prenant comme référence la machine fixe.

Par exemple, si le moteur est plus haut que la machine fixe, la valeur du parallélisme vertical sera positive (figure 23).

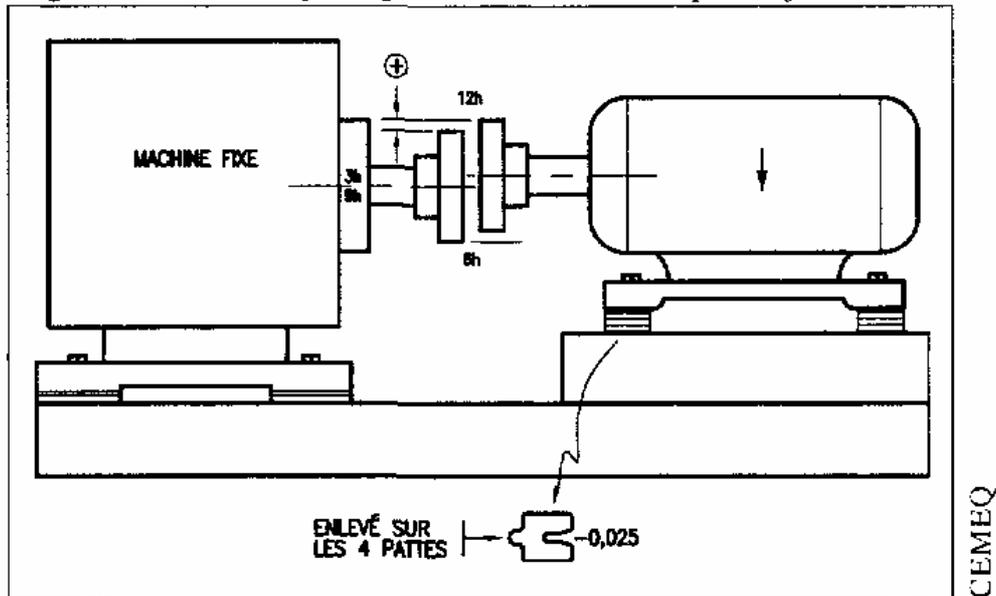


Figure 23 – Déport parallèle vertical positif

Si le moteur est plus bas que la machine fixe, la valeur du parallélisme vertical sera négative (figure 24).

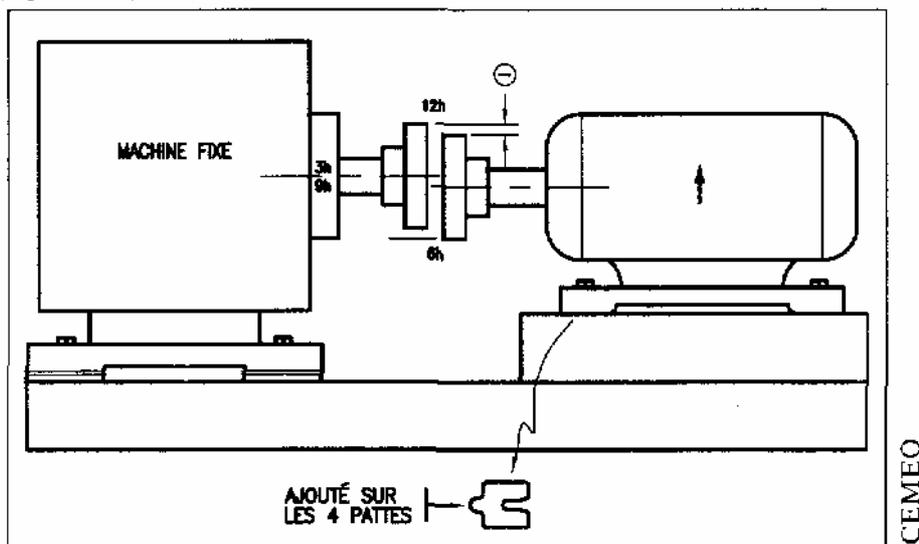


Figure 24 – Déport parallèle vertical négatif

Pour corriger ce défaut, il s'agit d'ajouter ou d'enlever, en quantité égale, des cales sous les supports de la machine mobile. Après cette deuxième correction, les arbres des deux machines doivent se situer à la même hauteur.

Exemple d'application

Mesure à 12 h = 0,000 mm

Mesure à 6 h = 0,025 mm

Déport parallèle verticale = $(0,000 - 0,025) = -0,025$ mm

Dans ce cas, on devra descendre le moteur puisque la valeur est négative (figure 23).

3.4. Déport angulaire horizontal

La valeur de ce déport est obtenue en soustrayant l'écartement entre les deux faces d'un accouplement, mesuré respectivement à 3 h et 9 h. Ce déport peut être négative ou positive. Il s'observe en regardant la machine par-dessus.

L'interprétation de la valeur de l'angularité horizontale est déterminée en position 3 h et 9 h sur la machine fixe.

Par exemple, si l'ouverture de l'accouplement est plus petite à 3 h qu'à 9 h, on aura une valeur négative (figure 25).

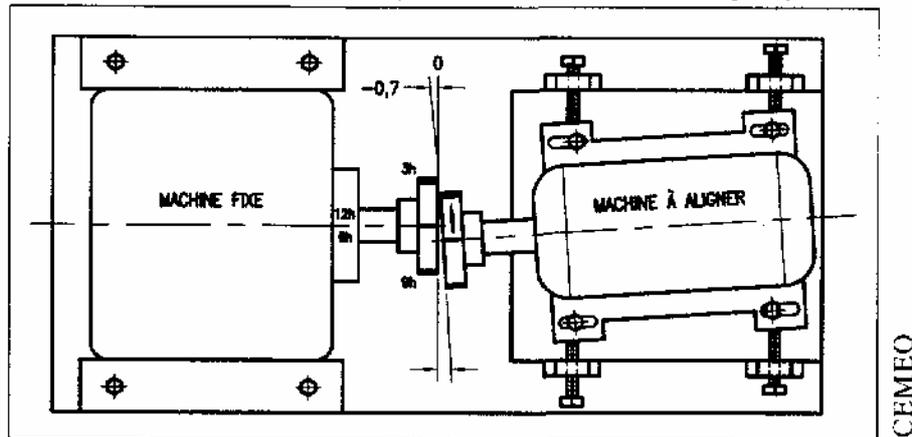


Figure 25 – Déport angulaire horizontal négatif

Si l'ouverture de l'accouplement est plus grande à 3 h qu'à 9 h, l'angularité horizontale sera positive (figure 26).

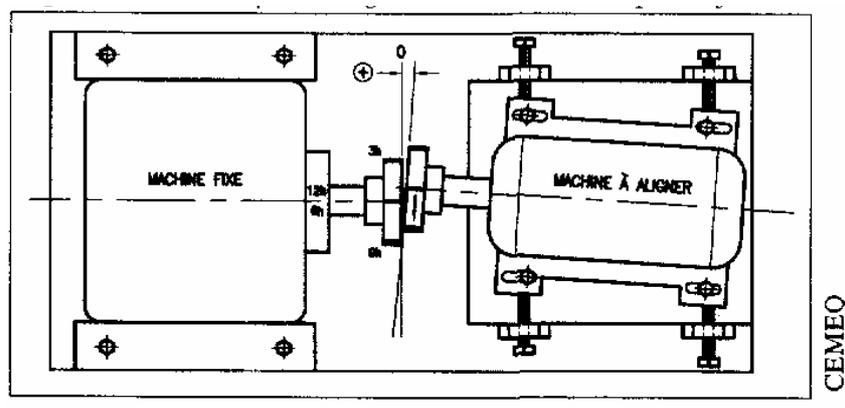


Figure 26 – Déport angulaire horizontal positif

Pour corriger le déport angulaire horizontal il s'agit de faire pivoter le moteur ou la partie mobile horizontalement vers la gauche ou vers la droite de son axe. Après cette troisième correction, les arbres de la machine doivent être parallèle, verticalement et horizontalement.

Exemple d'application (figure 25)

Mesure à 3 h = 0,00 mm

Mesure à 9 h = 0,70 mm

Angularité = 0,00 mm – 0,70 mm = - 0,70 mm

Le moteur devra pivoter vers 3 h pour la correction.

3.5. Déport parallèle horizontal

La valeur de ce déport est obtenue en mesurant perpendiculairement, l'axe de la machine, l'accouplement en position 3 h et 9 h.

Ce type de défaut est observé en regardant la machine par le dessus. On pourra constater un déport horizontal positif lorsque la machine à déplacer est positionnée à droite de la machine fixe (figure 27).

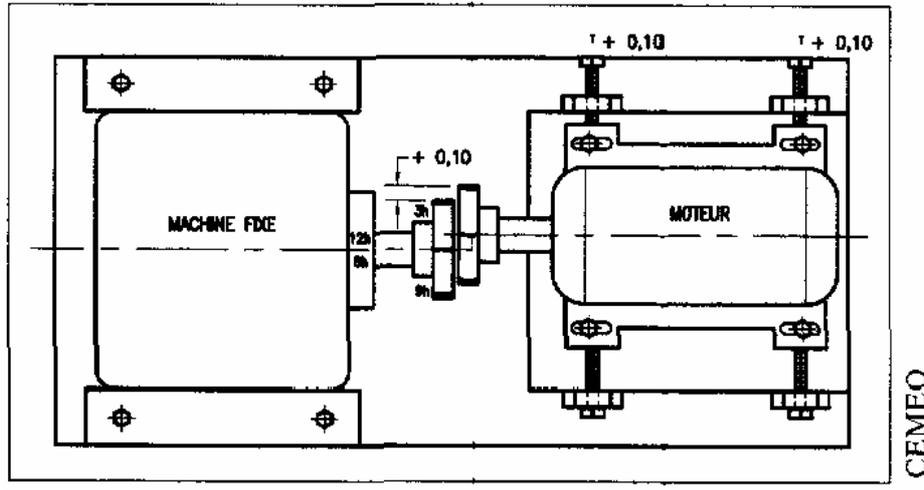


Figure 27 – Déport parallèle horizontal positif

Lorsque la machine est positionnée à gauche de la machine fixe, on aura un déport parallèle horizontal négatif (figure 28).

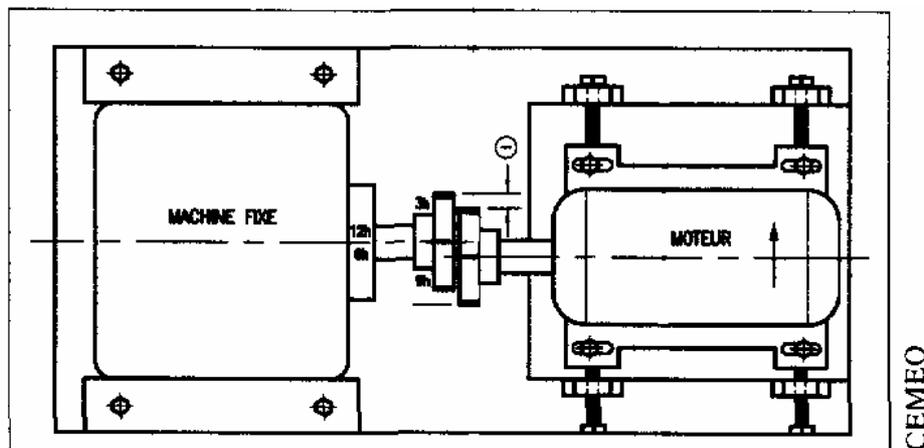


Figure 28 – Déport parallèle horizontal négatif

Pour corriger un déport parallèle horizontal, il s'agit de déplacer la machine mobile parallèle à l'axe de la machine fixe et on obtient une coaxialité conforme aux tolérances demandées (figure 27).

Exemple d'application

Mesure à 3 h = 0,00 mm

Mesure à 9 h = - 0,10 mm

Déport parallèle = 0,10 mm

On déplace la machine de 0,10 mm vers 9 h.

4. METHODES DE CONTROLE DE L'ALIGNEMENT

4.1. Méthode avec calibre à lame conique graduée ou avec coin gradué

Cette méthode est très peu employée de nos jours. Elle consiste à mesurer, en différents points du périmètre, l'écartement entre les plateaux d'un accouplement (figure 29). La précision de l'alignement demeure très faible ; cette méthode peut être utilisée pour un alignement grossier.

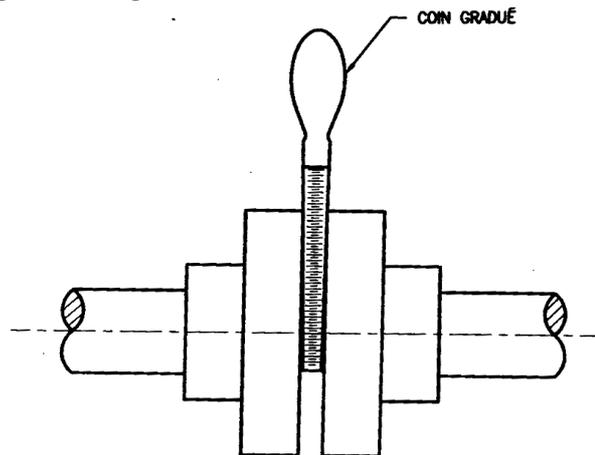


Figure 29 – Méthode avec coin gradué

4.2. Méthode avec règle et calibre d'épaisseur

La règle est l'instrument le plus connu et le plus répandu des outils d'alignement. Cette méthode peut être combinée avec le calibre d'épaisseur ou le compas extérieur qui permettent de vérifier l'accouplement en différents points sur le périmètre.

Par leur simplicité, la règle et le calibre d'épaisseur sont les outils idéaux pour réaliser un pré alignement. On pourrait aussi combiner la règle avec un compas extérieur (figure 30).

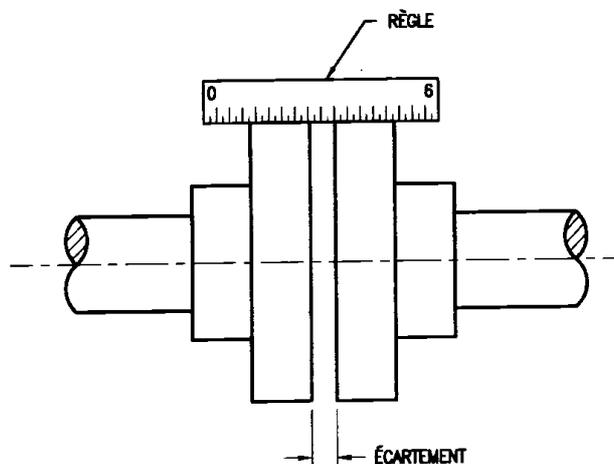


Figure 30 – Méthode avec règle et calibre d'épaisseur

4.3. Méthode avec comparateur à cadran

Les comparateurs offrent une grande précision de mesure.
Pour arriver à ces précisions il faut tenir compte de la flexion des supports ; le montage doit être rigide.

Les comparateurs peuvent être fixés dans différentes positions pour prendre des lectures. Il existe différentes méthodes pour relever les dimensions d'un alignement.

Une des méthodes consiste à installer deux comparateurs en position de lecture sur l'accouplement. Le comparateur doit être monté en contact avec le contour de l'accouplement pour mesurer les défauts du parallélisme ; l'autre comparateur doit être **monté en position de lecture** sur la face de l'accouplement pour relever les défauts d'angularités. Les mesures sont prises en rotations à 180° en position 12 h et 6h et dans les positions 3 h et 9 h (figure 31).

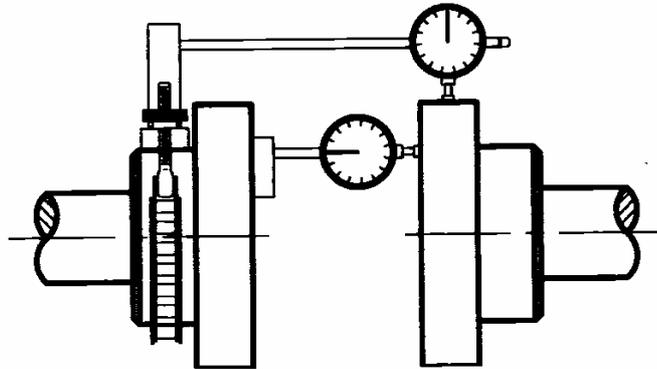


Figure 31 – Première méthode de contrôle au comparateur

La figure 32 montre l'autre méthode avec comparateur qui consiste à installer deux comparateurs placés en sens contraire, opposés l'un à l'autre sur le contour extérieure de l'accouplement. Cette méthode permet de relever le défaut de parallélisme sur l'arbre. Les mesures sont prises en rotation à 180° en opposition.

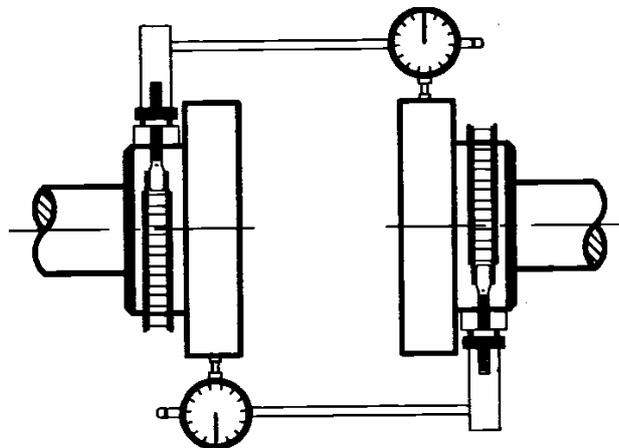


Figure 32 – Deuxième méthode de contrôle au comparateur

4.4. Méthode avec rayon laser

Elle consiste à mesurer le déplacement d'un rayon laser à l'aide d'un micro-ordinateur. Il s'agit de fixer un transmetteur de rayon laser sur le côté d'un accouplement d'une machine et un détecteur de rayon sur le côté opposé de l'autre machine pour relever les défauts de parallélisme. Les relevés sont pris quand les arbres sont en rotation entre les positions 9 h, 3 h et 12 h : trois points de lecture sont suffisants pour enregistrer les mesures (figure 33).

Le micro-ordinateur calcule et affiche les valeurs de correction à apporter à la machine.

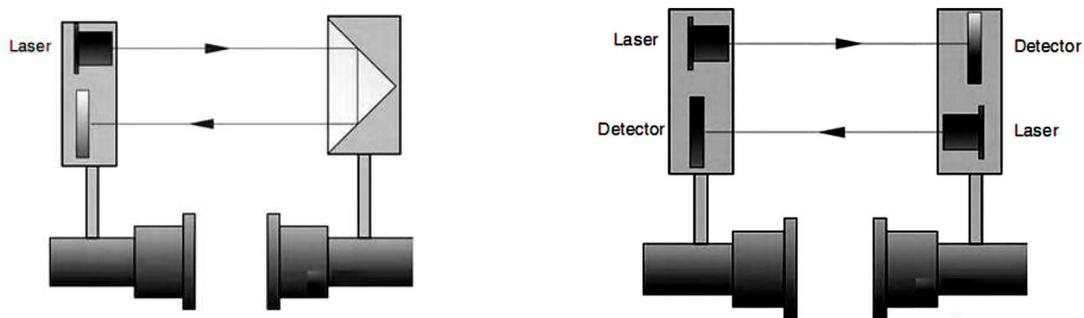


Figure 33



Figure 34

5. VERIFICATIONS ET CORRECTIONS DES ELEMENTS

Les principaux éléments que l'on doit vérifier sur un équipement avant l'alignement des arbres sont la fondation, le socle, les supports, le boîtier de l'équipement, les arbres, les accouplements, le jeu des roulements et la température de fonctionnement de la machine.

5.1. Fondation

Une fondation rigide et solide est nécessaire pour maintenir une machine en position fixe, diminuer la vibration et permettre un alignement correct et durable. La fondation en béton doit être nivelée et munie d'ancrages pour permettre la fixation d'un socle qui supportera la machine. Les pieds d'une machine ne doivent pas reposer directement sur le béton. A cause de leur surface d'appui étroite, le béton pourrait se déformer et la machine deviendrait instable (figure 35)

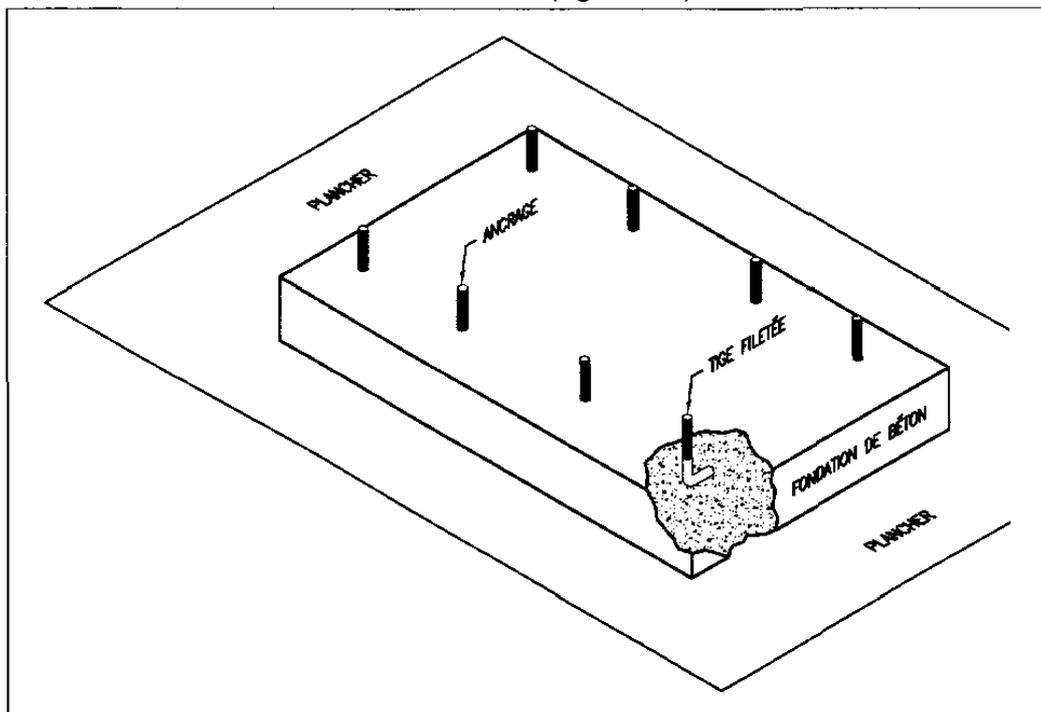


Figure 35

5.2. Socle

Le socle est la base sur laquelle reposent les machines à aligner ; il doit être rigide, lisse, propre et exempt d'écorchures et de corps étrangers. Le socle doit être conçu de sorte que la machine à déplacer soit plus basse que la machine fixe de 3 à 5 mm et doit permettre la mobilité parallèle et angulaire (figure 36).

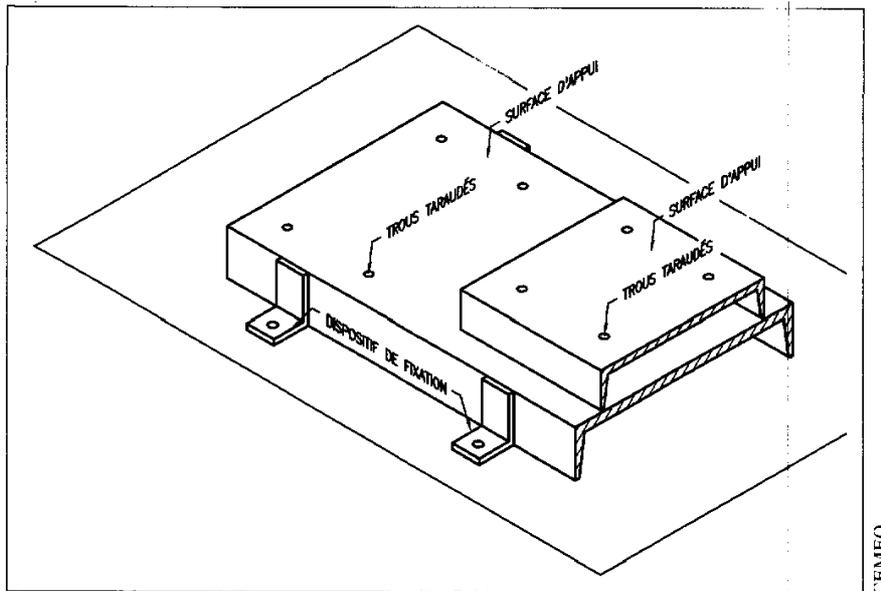


Figure 36

Surface d'appui du socle

Aucune bavure ne doit exciter sur les surfaces d'appui. On doit nettoyer soigneusement la surface, enlever les saletés et la graisse, limer les écorchures et vérifier avec une règle à dresser la planéité des surfaces d'appui. Le socle doit être parfaitement plan et au niveau aux points de fixation. Les filets des trous de fixation doivent être en bon état. Parfois, il est nécessaire de les nettoyer avec un taraud approprié. Il faut toujours vérifier le serrage du socle sur la fondation et s'assurer d'un bon nivelage (figures 36 et 37).

Vérins de calage

Pour rendre plus facile et plus précis l'alignement horizontal, on a recours à des vérins de calage. Ce sont des vis et des écrous qui sont fixés sur le socle et sur les supports de la machine. En les vissant ou en les dévissant, on peut contrôler horizontalement le déplacement de la machine de façon très précise. Pour de grosses machines, on installera un dispositif hydraulique. La méthode à la masse ou au marteau est non seulement incorrecte, mais cela peut endommager le corps de la machine et les roulements (figure 37).

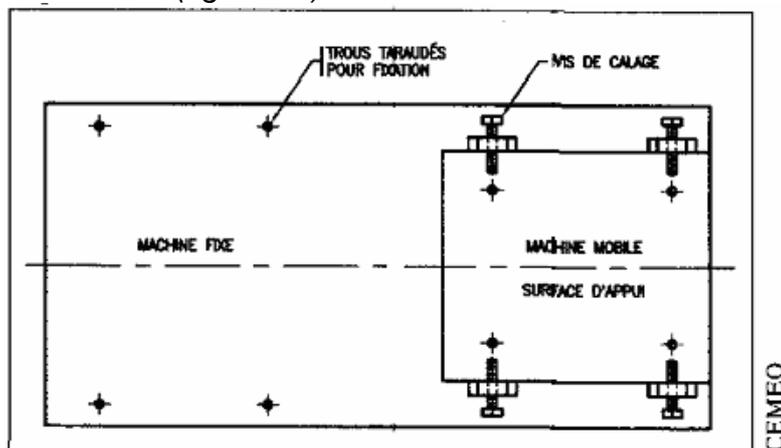


Figure 37

5.3. Supports

Avant de déposer la machine sur le socle, il faut vérifier si les quatre supports de fixation reposent parfaitement d'aplomb et sans jeu sur celui-ci. Les supports de la machine à aligner doivent être inspectés minutieusement. Ils doivent être exempts de coups, de fissures, de bavures et de saletés. S'il en est ainsi, il faudra les limer ou les meuler, les souder ou les nettoyer avant de procéder à la fixation. Dans un premier temps, on vérifie la correspondance des trous du socle avec la machine à déplacer ; on introduit les quatre boulons et on s'assure du libre déplacement horizontal parallèle et angulaire de la machine ; ensuite, on vérifie l'appui des supports sur le socle avec des calibres d'épaisseur (figure 38).

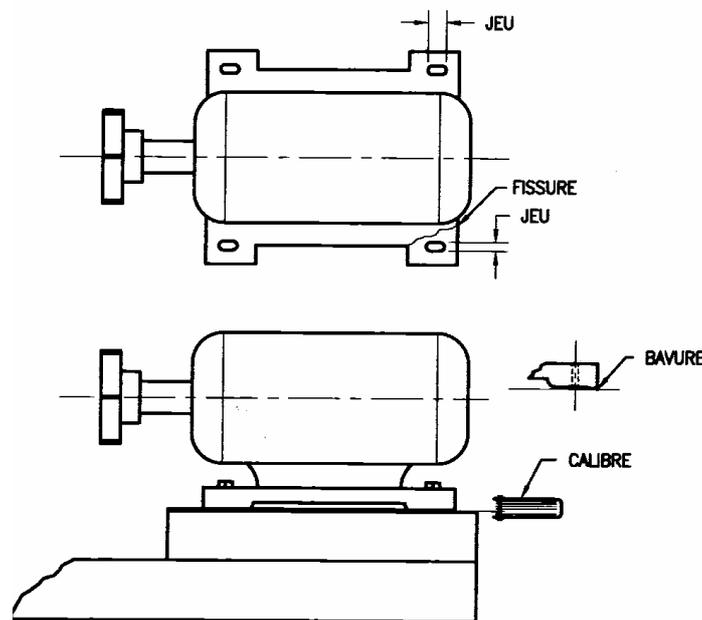


Figure 38

Pour procéder à l'étape de vérification de la stabilité des supports de la machine sur la base, il suffit de serrer à la pression recommandée trois supports de la machine et d'essayer d'insérer une lame calibrée sous le quatrième support. S'il est impossible d'introduire une lame calibrée, c'est que les supports sont au même niveau sur le socle. S'il est possible d'introduire une lame calibrée sous les supports, on devra procéder à l'ajustement de boîtage, ce que nous verrons dans les sections suivantes.

5.4. Dimensions

Les dimensions de la machine sont les distances utilisées pour calculer les valeurs de correction d'alignement au niveau de l'accouplement et au niveau des pieds de la machine. Selon les formules de calcul choisies, les dimensions à relever seront sensiblement les mêmes. Ces dimensions seront prises à l'aide d'un ruban à mesurer ou d'une règle graduée en pouces ou en millimètres. La figure 39 nous indique où se situent les points de mesure.

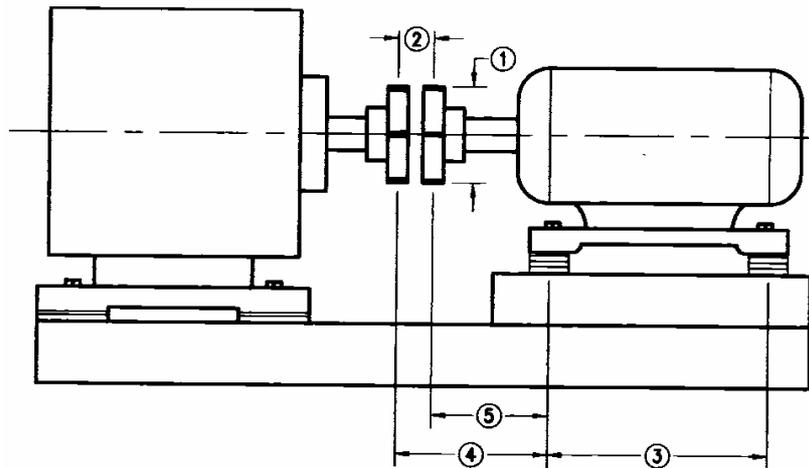


Figure 39

5.5. Cales

Il existe différents types de cales pour l'ajustement de la hauteur des machines et pour mettre d'aplomb les supports d'une machine. Certaines cales sont taillées à la main à l'aide de cisailles dans des feuilles de laiton de différentes épaisseurs. D'autres sont fabriquées ou usinées dans des plaques d'acier. Ces cales sont mesurées et calibrées à l'aide d'instruments de précision qui sont des micromètres ou des verniers. Aujourd'hui, la demande se fait de plus en plus grande et le temps accordé à une installation est très important et coûteux. Certaines compagnies fabriquent des cales de différentes dimensions et épaisseurs et que l'on retrouve dans des coffrets. Ces cales sont calibrées, réutilisables et faciles à installer (figure 40).

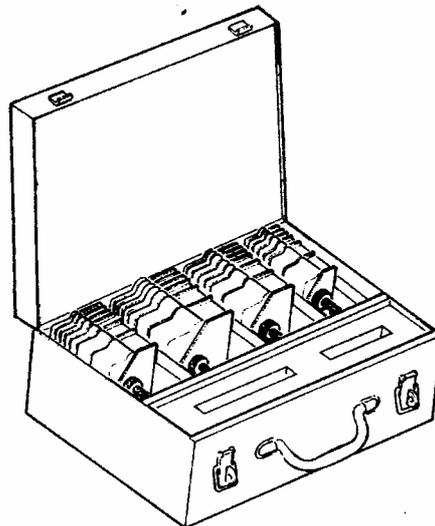


Figure 40 – Boîte des cales

Avec seulement un jeu de trois cales, on combine presque toutes les épaisseurs demandées. Ces cales, à partir de leur forme, assurent un appui parfait aux supports ; elle sont ébarbées et les arrêtes sont arrondies pour éviter les blessures. Elles existent pour les différents diamètres de boulons et dans différentes épaisseurs (figure 41).

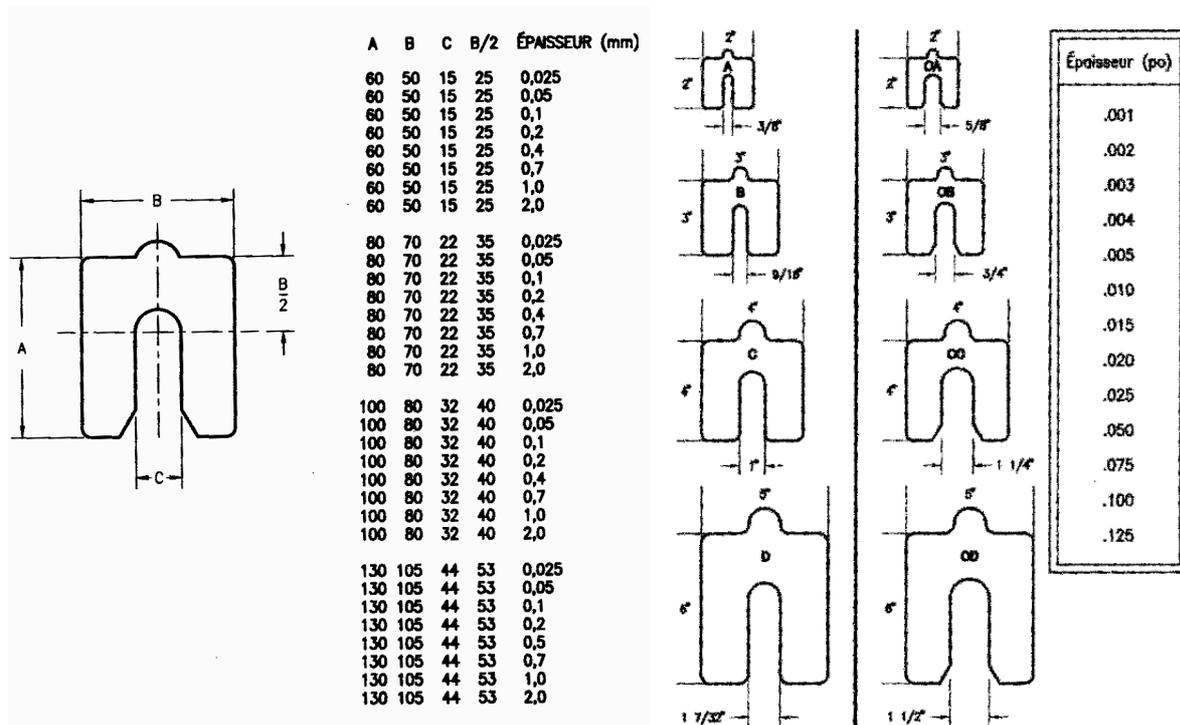


Figure 41 – Ensemble des cales

Les cales sont conçues pour s'adapter à des boulons de diamètre standard variant de 15 à 44 mm. L'épaisseur des cales varie de 0,025 à 3,125 mm.

D'autres cales existent sur le marché pour faciliter l'ajustement d'un pied angulaire. On les utilise lorsqu'on effectue peu d'alignement. Elles portent le nom de cales laminées ou cales d'ajustage à peler (figure 42). Ce sont des feuilles de laiton ou d'acier laminé qui **permettent de** fabriquer une cale étagée. Elles se composent de 4 cales de 0,05 mm et de 8 cales de 0,01 mm par bloc et s'adaptent à des boutons de 12 à 42 mm.

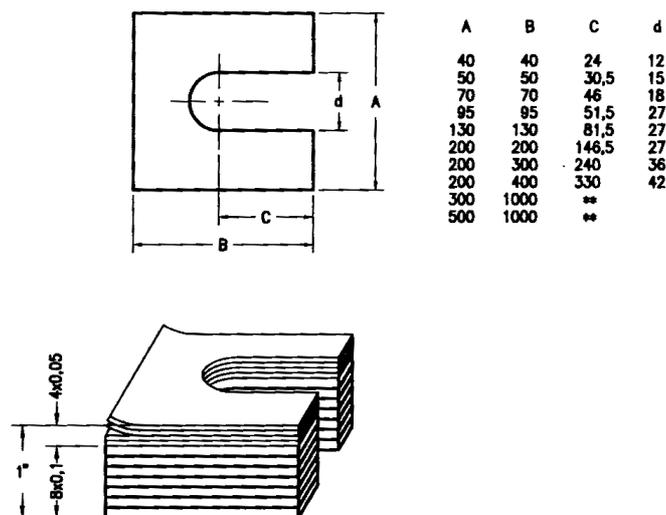


Figure 42 – Cales laminées

Partage des cales

La dimension obtenue lorsqu'on mesure le boîtage peut apporter quelques difficultés. Il faut se rappeler que le nombre maximal de cales recommandé ne doit pas dépasser quatre. Normalement, une combinaison de trois cales est suffisante. On commence par déterminer l'épaisseur d'une cale par la valeur de la dernière décimale (celle de droite), en continuant vers la gauche.

Exemple : hauteur des cales : 0,123 mm

1 cale de 0,003 mm

1 cale de 0,020 mm

1 cale de 0,100 mm

On aura trois cales à insérer sous le support : 1 = 0,02 ; 2 = 0,003 ; 3 = 0,1

Exemple :: hauteur de cales de 2,275 mm

1 cale de 0,025 mm

1 cale de 0,05 mm

1 cale de 0,200 mm

1 cale de 2,00 mm

On aura quatre cales à insérer.

Positionnement

Les cales doivent être propres et avoir les bonnes dimensions par rapport au boulon et elles doivent être mesurées avant l'installation sous les supports des machines. En soulevant légèrement le support de la machine avec une barre de levier, on insère les cales sous le support. Elles doivent s'insérer librement sans accroc et former un bloc. Elles sont déposées parallèlement sous le support de la machine centrée avec la surface d'appui et elles doivent être facilement à enlever (figure 43).

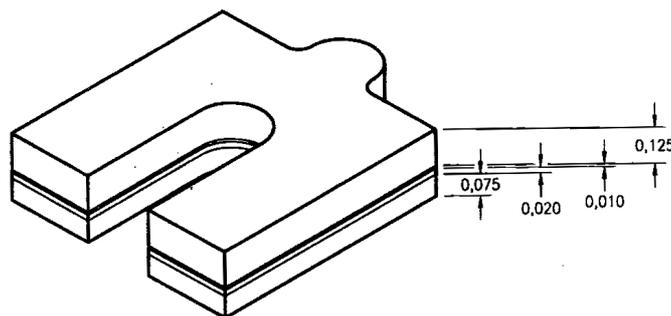


Figure 43 – Montage de cales

Pour empêcher que les cales minces ne se déforment, on les protégera en les insérant entre les cales les plus épaisses. Si le nombre de cales dépasse quatre, la stabilité de la machine diminue et cela peut occasionner un glissement lors du serrage. Dans ce cas, on enlève les cales et on les remplace par un nombre moindre.

S'il s'agit d'un pied de machine angulaire, on devra, avant insérer les cales parallèles, se fabriquer un montage étagé de différentes largeurs pour éliminer cet angle (figure 44).

Après usage, les cales peuvent être réutilisées. Il faudra les nettoyer et les ranger par ordre de grandeur dans un coffret approprié.

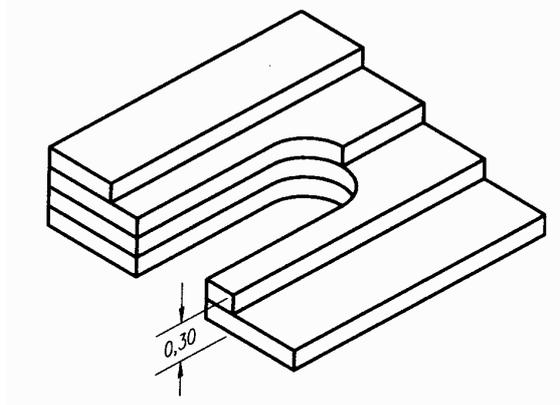


Figure 44 – Cales étagées

Etapes d'installation

Pour cette étape, on commence par choisir les outils et les équipements nécessaires. Ensuite, il faut déterminer la hauteur de cales requise sous les supports de l'équipement.

Montage

- mesurer la hauteur des cales en vous servant d'un micromètre.
- soulever légèrement le support de la machine.
- insérer les cales et faire le positionnement.
- déposer lentement le support de la machine et serrer le boulon à la tension recommandée en s'assurant qu'il n'y ait pas de glissement.

5.6. Pied boiteux

On utilise ce terme quand un ou des supports d'une machine ne reposent pas parfaitement sur le socle, ce qui rend la base instable (figure 45).

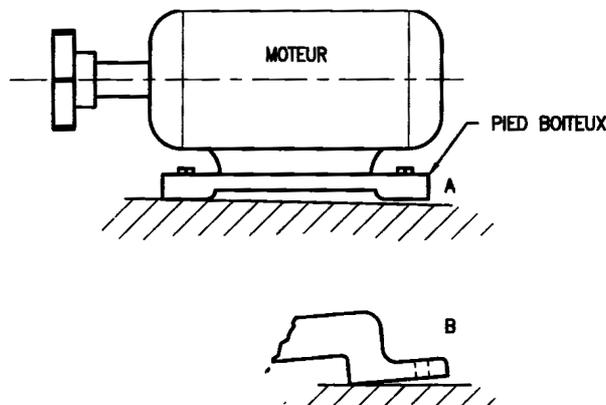


Figure 45 – Pied boiteux

Causes

Les causes possibles du boitage sont :

- les surfaces d'appui ne sont pas planes ;
- l'alignement n'est pas correct ;
- les raccordements externes empêchent la machine fixe d'appuyer correctement sur le socle ;
- le dessous des supports de la machine est écrasé et les supports sont mal serrés.

Conséquences

Les pieds boiteux peuvent occasionner des bris de plusieurs sortes :

- la déformation des supports ;
- la flexion des arbres ;
- la déformation des roulements et des accouplements
- des vibrations élevées
- la défaillance des roulements
- le déplacement de la machine à cause d'une rupture des ancrages.

Tout travail d'alignement correct doit débuter par vérification du pied boiteux.

Types

On distingue trois types de pieds boiteux :

Les pieds boiteux parallèles, le pied boiteux angulaire et le pied boiteux induit.

- **Les pieds boiteux parallèles**

Il consiste en un jeu parallèle entre le pied de la machine et la surface de son support. Il peut être corrigé par l'insertion de cales correspondant à la dimension spécifiée (figure 46).

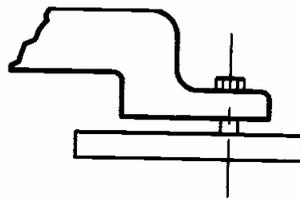


Figure 46 – Pied boiteux parallèle

- **Le pied boiteux angulaire**

Il s'agit d'un jeu conique en forme de coin entre le pied de la machine et la surface du socle. Il peut être corrigé par l'insertion de différentes largeurs sous les supports. Ce travail demande beaucoup plus de temps et de minutie (figure 47).

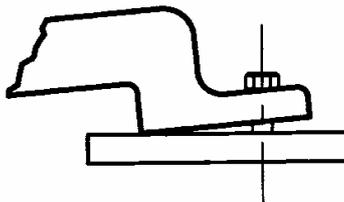


Figure 47 – Pied boiteux angulaire

- **Le pied boiteux induit**

Ce type de pied boiteux dépend des effets secondaires des raccordements externes de la machine la tubulure et l'accouplement exerce une force sur la machine. Ce type de boîtage peut se corriger en desserrant et en démontant la tubulure pour éliminer les effets des forces sur la machine. Parfois, il peut être nécessaire de modifier la tubulure ou la fixation de certains équipements avant de procéder à l'élimination du boîtage.

Vérification

Avant chaque alignement, on doit vérifier le boîtage de l'équipement et faire les corrections qui s'imposent.

La procédure générale pour cette vérification est la suivante :

- vérifier les conditions de la base et des supports de l'équipement.
- Serrer l'équipement sur la base en utilisant si possible une clé dynamométrique de serrage selon le couple de serrage recommandé.
- installer ensuite un comparateur à cadran sur base magnétique, le palpeur placé perpendiculairement sur le support de la machine et placer le comparateur à zéro (figure 48).

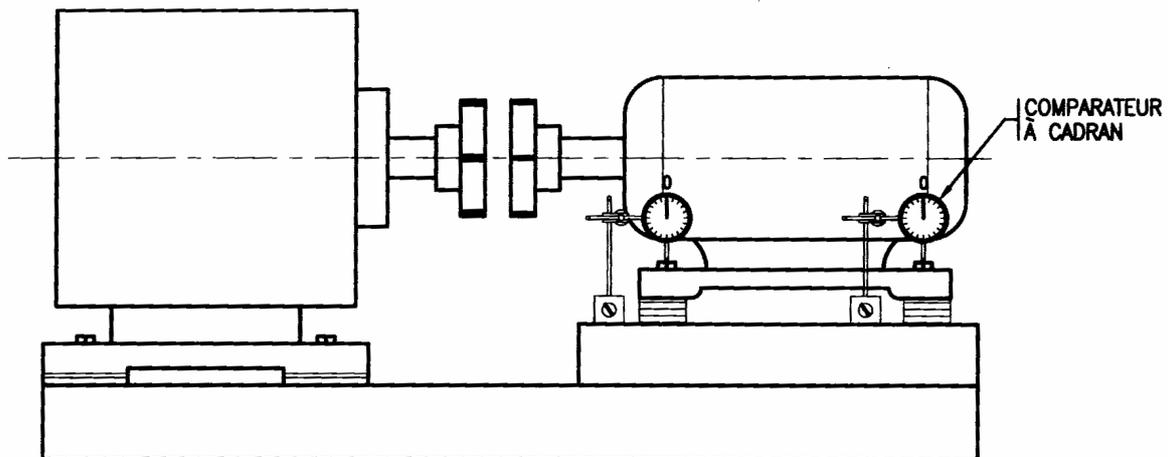


Figure 48 – Vérification d'un pied boiteux

- desserrer le support n°1 et relever la lecture au cadran du comparateur.
- resserrer le support selon la tension recommandée. Le cadran du comparateur doit retourner à zéro.
- relever les mesures des trois autres supports en procédant de la même manière.
- faire la comparaison des relevés (figure 49) et déterminer la valeur de correction des supports à corriger.

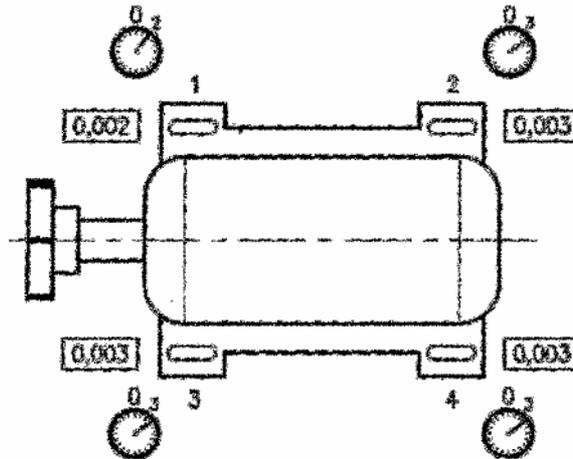


Figure 49 – Relevé des lectures d'un pied boiteux

- desserrer le support à corriger. A l'aide d'une barre de levier ou d'un vérin hydraulique, soulever le support et insérer l'épaisseur de cales requises. Resserrer selon la tension recommandée.
- refaire l'étape précédente, s'il y a d'autres supports à corriger.
- après un premier ajustement, il serait préférable de recommencer le procédé en prenant une lecture à chaque support sans insérer de cales et de comparer les lectures de chacun des supports. Les tolérances acceptables doivent se situer entre 0,08 mm.

5.7. Arbres

Les arbres sont des éléments mécaniques servant à recevoir ou à transmettre des mouvements dans une machine. La plupart des arbres sont munis de chemins de clé, de cannelures, de dentelures ou de trous pour goupille dans le but d'entraîner une autre pièce en rotation.

Concentricité

La concentricité se définit comme étant la plus grande distance radiale admise entre tous les points de la surface considérée. En pratique, c'est la différence entre la plus grande et la plus petite des distances mesurées perpendiculairement sur un arbre à partir de l'axe de la machine sur différents points de la circonférence.

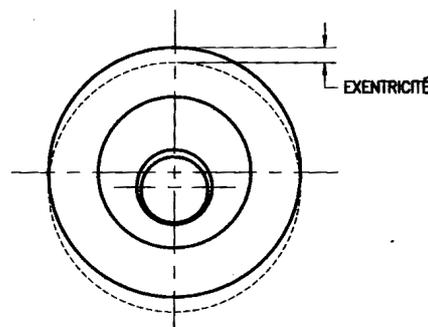


Figure 50

Vérification

Pour vérifier la concentricité, on installe solidement un comparateur à cadran muni d'une base magnétique sur le socle de la machine ou sur la machine. Le palpeur du comparateur est monté perpendiculairement en contact avec l'axe de l'arbre et enfoncé légèrement. On remet le cadran à zéro et on fait tourner l'arbre d'un tour complet en observant l'aiguille ; la lecture ne devrait pas excéder 0,025 mm.

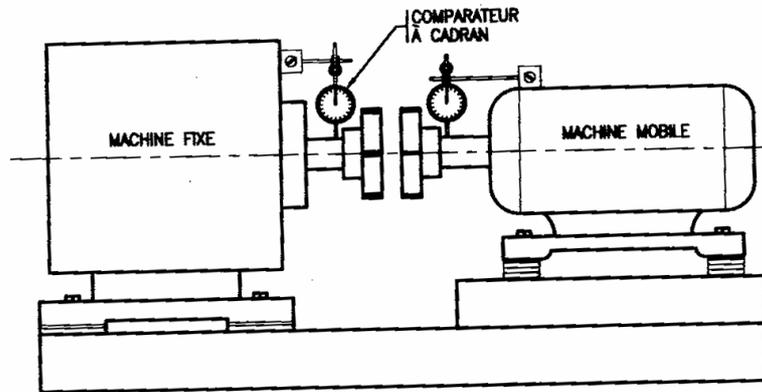


Figure 51

Rectitude

C'est la plus grande distance admissible mesurée en tout point parallèlement à l'axe normal de l'arbre.

Une vérification rapide s'effectue à l'aide d'une règle de précision sur les deux machines. On dépose le côté de la règle sur l'arbre. La règle doit être placée sur la longueur de l'arbre parallèle à 180°. Si la règle appuie parfaitement sur toute la longueur, aucune correction ne devra être apportée pour respecter les tolérances.

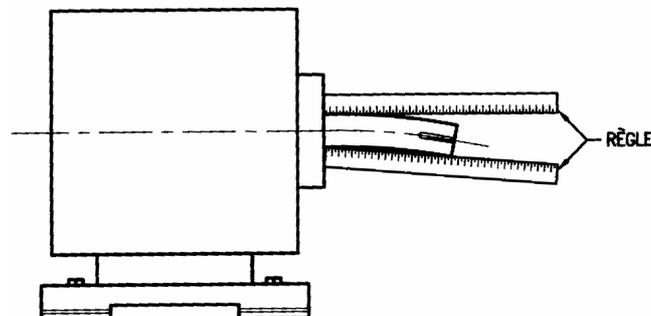


Figure 52

Torsion

On appelle torsion la contrainte subie sous l'action de deux couples opposés agissant dans un plan parallèle. Ces contraintes ont pour effet de faire pivoter l'arbre autour de son axe avant qu'il ne se rompe (figure 53).

Une vérification rapide s'effectue par le chemin de clé. On constate une déviation de clé avec son axe. Il faut vérifier avec une règle sur les deux machines dans la rainure du chemin de clé.

Normalement, lorsqu'un arbre est tordu, on obtient une excentricité et une légère flexion (figure 53).

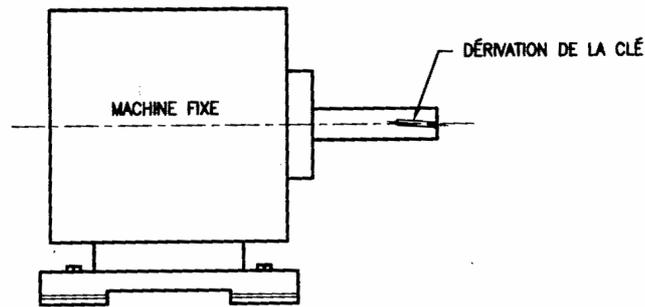


Figure 53

5.8. Roulements

Jeu radial

Il est très important de vérifier le jeu radial de roulement supportant les arbres des machines à aligner.

La tolérance admissible dépendra du type de roulement et de son application. La tolérance normale acceptable sur des équipements tels que pompes, ventilateurs et autres équipements tels que pompes, ne devrait pas excéder 0,025 mm sur le jeu radial.

Vérification

Pour vérifier le jeu de roulement d'une machine, on fixe un comparateur à cadran à l'aide d'une base magnétique sur le bâti de la machine à vérifier. On place le palpeur de l'indicateur à la verticale, perpendiculairement à l'axe de l'arbre et on ajuste le cadran à zéro. A l'aide d'un support et d'un levier, on soulève légèrement l'arbre de la machine ; la valeur indiquée devrait correspondre à la la valeur des tolérances recommandées (figure 54).

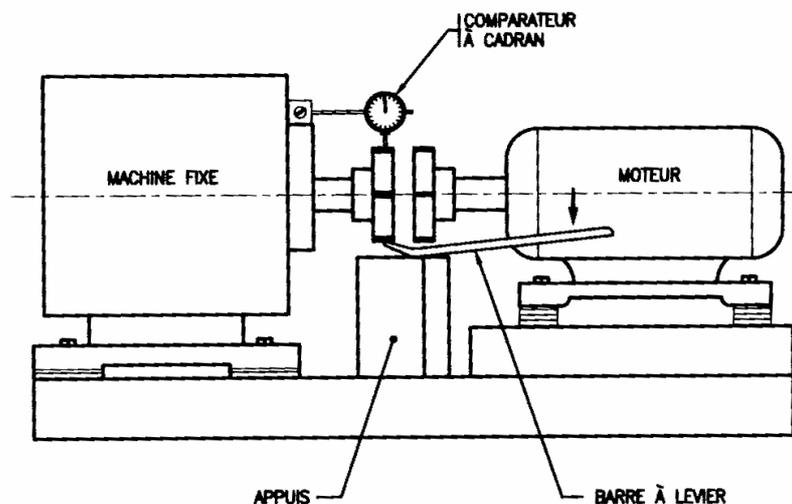


Figure 54

5.9. Accouplement

L'accouplement est un dispositif servant à entraîner et à réunir deux machines. Le montage déficient d'un accouplement peut compromettre l'efficacité de la liaison entre les arbres.

Concentricité

La vérification de la concentricité se fait à l'aide d'un comparateur à cadran et d'une base magnétique fixée sur le socle de la machine ou sur le bâti de la machine.

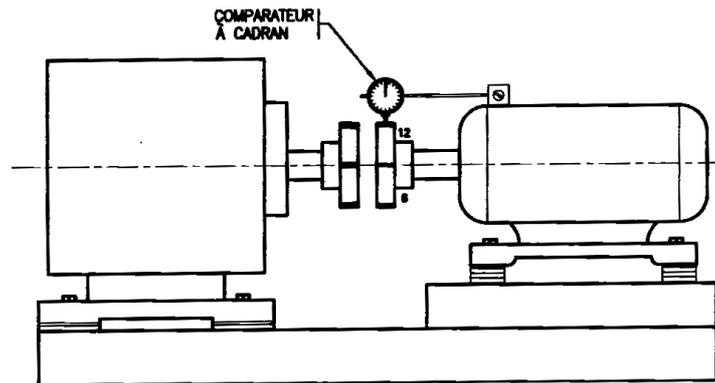


Figure 55

Le palpeur est placé perpendiculairement à l'axe sur la partie extérieure du manchon, le cadran ajusté à zéro. On fait faire une rotation complète de l'arbre : la valeur obtenue ne doit pas excéder 0,025 mm ou les tolérances acceptables de l'accouplement.

Ajustement d'une clavette

On utilise une clavette pour empêcher le manchon de tourner sur son arbre. Un jeu de 0,125 à 0,250 mm doit être assuré entre le fond de la rainure du manchon et la clavette pour empêcher que celle-ci ne soit forcée dans la rainure du manchon. Pour une vérification rapide, on utilise un calibre d'épaisseur ou une lumière : un libre espace doit exister. La clavette ne doit être retenue que par une vis de blocage à même le manchon et être de la même longueur que le manchon de l'accouplement.

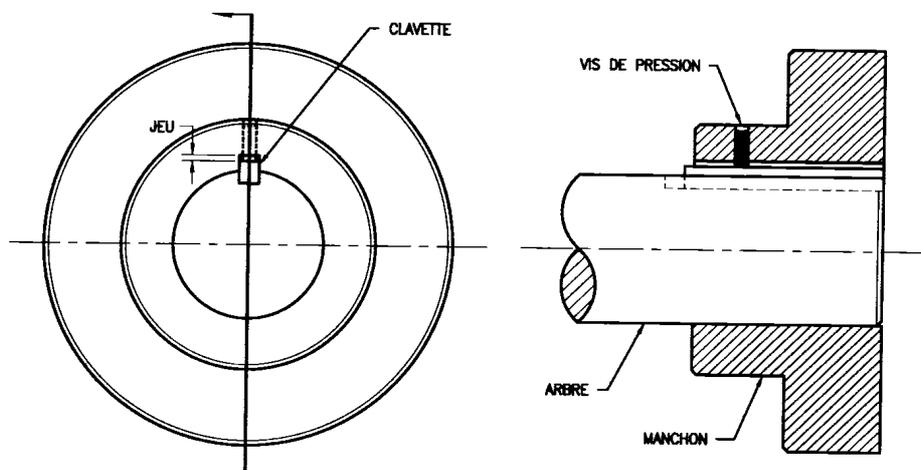


Figure 56

6. VÉRIFICATIONS PRÉALABLES À L'ALIGNEMENT

Avant de procéder à un alignement, il est très important de planifier les étapes qu'il faudra suivre scrupuleusement selon le type d'installation qu'on aura à aligner. En effet, on peut avoir à aligner une machine qui est déjà en place ou une machine qu'il faudra installer.

6.1. Machine installée

Lorsqu'on doit procéder à un alignement sur une machine fonctionnelle, il est important, autant que possible, d'examiner l'état de la machine lors de son fonctionnement. On observe les points suivants : les vibrations, la température, la fixation de la tuyauterie et les conditions générales de la machine.

Les étapes de vérification pour ce type d'alignement sont les suivantes :

- 1) Prendre les mesures de sécurité qui s'imposent. (verrouillage)*
- 2) Vérifier la condition des boulons et parfaire le serrage des équipements.*
- 3) Vérifier le jeu radial des équipements.*
- 4) Vérifier la concentricité de l'arbre et de l'accouplement.*
- 5) Vérifier le voilement de l'accouplement et si nécessaire, faire l'ajustement du manchon avec l'arbre.*
- 6) Vérifier les supports de la machine.*
- 7) Vérifier le boitage et la mobilité horizontale et verticale de la machine.*
- 8) Faire le serrage selon la tension recommandée.*

6.2. Machine à remplacer

Lorsqu'on doit procéder au remplacement d'un moteur, d'une machine ou d'une nouvelle installation, on enlève toutes les cales de la base et on repart à zéro.

Quelques étapes de vérification majeures s'imposent :

- 1) Faire le verrouillage de l'équipement ou vérifier le verrouillage.*
- 2) Vérifier le socle de la machine (hauteur disponible pour la machine mobile).*
- 3) Vérifier les supports de la machine.*
- 4) Positionner la machine sur les surfaces d'appui et la boulonner.*
- 5) S'assurer de la mobilité horizontale et verticale de la machine.*
- 6) Suivre les procédures normales de vérification d'une machine installée.*

***Module 17 : ALIGNEMENT
CONVENTIONNEL
GUIDE DE TRAVAUX PRATIQUES***

TP1 – Vérification et correction du boitage des équipements

1.1. Objectif visé

Vérifier et corriger les défauts d'installation d'un équipement.

1.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 2 heures.

1.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- moteur avec accouplement, génératrice ou à un ventilateur et socle sur banc d'essai
- barre de levier ou vérin
- boîte de cales calibrées
- 2 comparateurs à cadran avec base magnétique
- ensemble de clés
- matériel de protection.

1.4. Description du TP

Le travail pratique proposé vise la vérification et les corrections d'une machine avant l'alignement.

1.5. Déroulement du TP

- 1) Identifier la machine : vitesse de la machine, diamètre de l'accouplement, diamètre de l'arbre de la machine fixe, diamètre de l'arbre de la machine mobile.
- 2) Sélectionner l'outillage
- 3) Prendre les mesures de sécurité qui s'imposent
- 4) Déboulonner tous les équipements et enlever-les du socle.
- 5) Vérifier le socle (la surface, les trous taraudés, la rectitude des surfaces d'appui) et nettoyer si c'est nécessaire.
- 6) Vérifier les supports de la machine fixe et de la machine mobile (saleté, graisse, écorchure, fissure).
- 7) Manutentionner la machine fixe sur le socle.
- 8) Installer la machine fixe et boulonner à la bonne tension.
- 9) Manutentionner la machine mobile sur le socle.
- 10) Installer la machine mobile, vérifier le déplacement horizontal et vertical pour permettre l'alignement et boulonner à la bonne tension
- 11) Relever le boitage de la machine fixe et corriger; compléter le relevé de la figure 1.1.

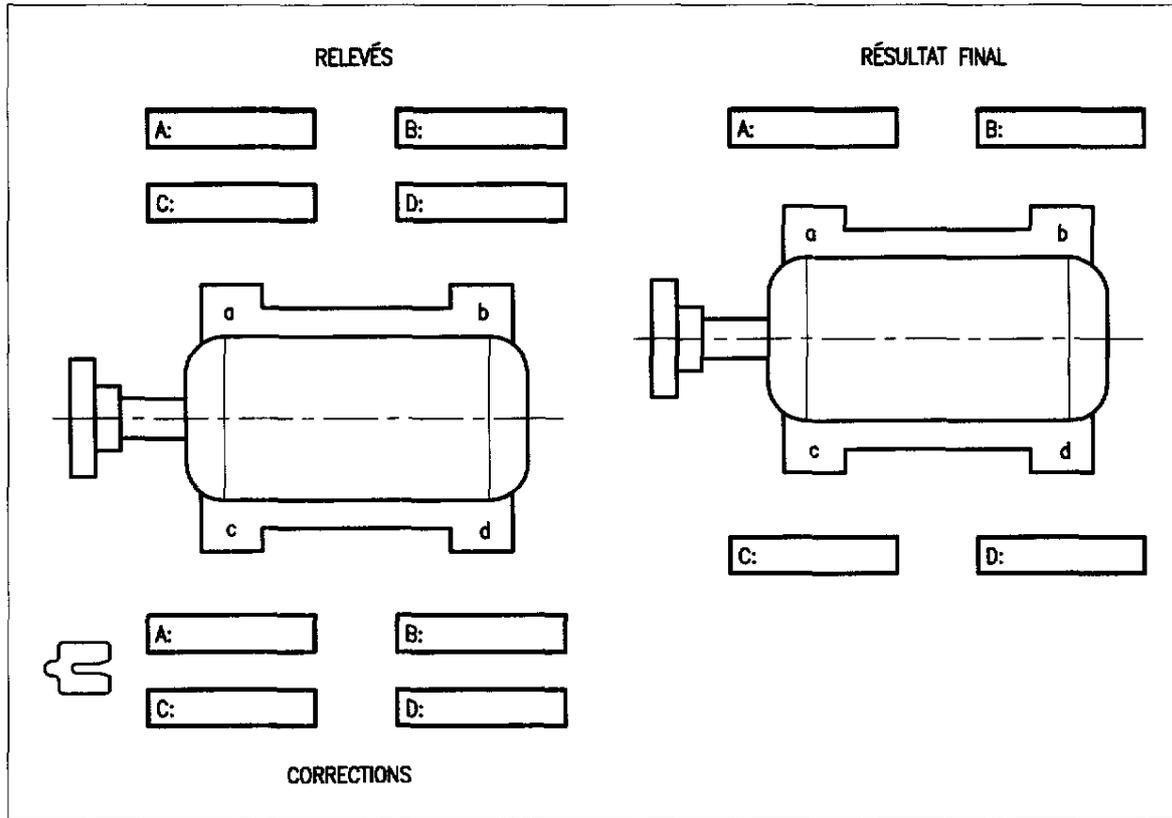


Figure 1.1

Sur un équipement déjà en place et en fonction, on doit s'assurer seulement du serrage de la machine fixe et du serrage du socle sur la fondation. On fait la correction du boitage sur la machine mobile seulement si l'on n'a pas à démonter la machine fixe.

12) Relever le boitage sur la machine mobile et corriger. Compléter le relevé de la figure 1.2.

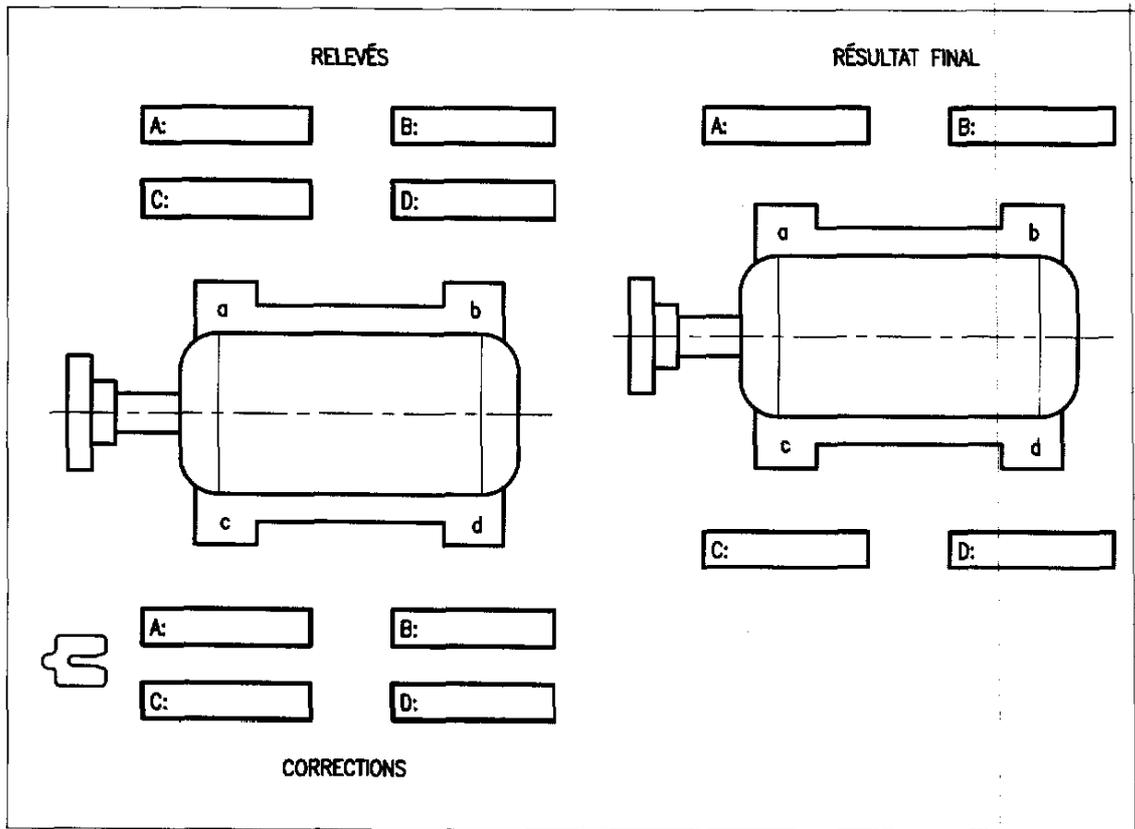


Figure 1.2

- 13) Faire le marquage des repères sur l'accouplement. Vérifier et relever le jeu radial sur :
 - la machine mobile
 - la machine fixe
- 14) Vérifier et relever la concentricité de l'accouplement sur :
 - la machine mobile
 - la machine fixe
- 15) Vérifier le serrage de l'accouplement et des clavettes sur les arbres.
- 16) Vérifiez et relevez le voilage de l'accouplement sur :
 - la machine mobile
 - la machine fixe

TP2 – Alignement conventionnel avec règle et calibres d'épaisseur

2.1. Objet du TP :

Réaliser sur un équipement un alignement d'arbres avec la méthode conventionnelle en utilisant une règle et un jeu de calibres d'épaisseur.

2.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 2 heures.

2.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- moteur accouplé à une machine installée sur un socle
- ensemble de clés
- barre de levier ou vérin
- boîte de cales d'épaisseur
- règle et calibres d'épaisseur
- 2 comparateurs à cadran avec base magnétique
- matériel de protection.

2.4. Description du TP

Le travail pratique proposé vise la vérification complète d'un équipement à aligner, les corrections du boitage et l'alignement par la méthode conventionnelle avec règle et calibres d'épaisseur.

2.5. Déroulement du TP

- 1) Identifier l'équipement : diamètre de l'accouplement, la distance entre les supports de la machine à aligner
- 2) Sélectionner l'outillage
- 3) Prendre les mesures de sécurité qui s'imposent
- 4) Vérifier les équipements.
- 5) Vérifier et corriger le boitage
- 6) Faire un croquis identifiant le relevé du boitage de l'équipement sur les quatre supports.
- 7) Marquer les repères d'alignement sur l'accouplement.
- 8) Relever le jeu radial de l'équipement sur :
 - La machine fixe
 - La machine à aligner
- 9) Relever le boilage de l'accouplement sur :
 - La machine fixe
 - La machine à aligner

- 10) Relever la concentricité de l'accouplement sur :
 - La machine fixe
 - La machine à aligner
- 11) Faire le préalignement de l'équipement.
- 12) Relever le déport angulaire vertical, faire les calculs et corriger.
 - Premier relevé et corrections :
 - $P_1 =$
 - $P_2 =$
 - Deuxième relevé et corrections :
 - $P_1 =$
 - $P_2 =$
- 13) Relever le déport parallèle vertical et corriger.
- 14) Relever le déport angulaire horizontal et corriger.
- 15) Relever le déport parallèle horizontal et corriger.
- 16) Faire une vérification des corrections.
- 17) La tolérance acceptable en utilisant cette méthode sera de 0,125 mm.
- 18) Relever les valeurs résiduelles des corrections des :
 - déport angulaire vertical
 - déport parallèle vertical
 - déport angulaire horizontal
 - déport parallèle horizontal

TP3 – Alignement avec comparateurs

3.1. Objet du TP :

Effectuer un alignement conventionnel en utilisant un comparateur à cadran.

3.2. Durée du TP

Le travail pratique proposé est d'une durée de 2 heures.

3.3. Equipements et matière d'œuvre par équipe

- moteur accouplé à une machine installée sur un socle
- matériel de protection
- ensemble de clés
- barre de levier ou vérin
- boîte de cales d'épaisseur
- règle et calibres d'épaisseur
- 2 comparateurs à cadran avec base magnétique
- 2 comparateurs avec ensemble de fixation pour arbres.

3.4. Description du TP

Le travail pratique proposé vise la vérification complète d'un équipement à aligner, les corrections du boitage et l'alignement par la méthode conventionnelle du comparateur à cadran.

3.5. Déroulement du TP

- 1) Identifier l'équipement : diamètre de l'accouplement, la distance entre les supports de la machine à aligner
- 2) Relever le jeu radial de l'équipement sur :
 - La machine fixe
 - La machine à aligner
- 3) Relever le voilage de l'accouplement sur :
 - La machine fixe
 - La machine à aligner
- 4) Relever la concentricité de l'accouplement sur :
 - La machine fixe
 - La machine à aligner
- 5) Relever le boitage et corriger-le.
- 6) Faire le préalignement à la règle

RELEVÉ FINAL	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CORRECTIONS	<input type="text"/>	<input type="text"/>
RELEVÉS	<input type="text"/>	<input type="text"/>
RELEVÉ FINAL	<input type="text"/>	<input type="text"/>
RELEVÉS	<input type="text"/>	<input type="text"/>
CORRECTIONS	<input type="text"/>	<input type="text"/>

CEMEQ

- 7) Relever le diamètre de serrage et la tension de serrage
- 8) Relever sur la machine les dimensions pour fins de calcul et indiquer-les sur le croquis.
- 9) Relever la lecture du déport angulaire vertical
 - $P_1 =$
 - $P_2 =$
- 10) Donner la valeur totale des corrections du déport parallèle vertical
- 11) Après les corrections, reporter les valeurs résiduelles des :
 - déport angulaire vertical
 - déport parallèle vertical
 - déport angulaire horizontal
 - déport parallèle horizontal

***Module 17 : ALIGNEMENT
CONVENTIONNEL
EVALUATION DE FIN DE MODULE***

O.F.P.P.T.
EFP

MODULE 17 : ALIGNEMENT CONVENTIONNEL

FICHE DE TRAVAIL

Stagiaire : _____

Code : _____

Formateur : _____

Durée : 3 heures

(Exemple)

L'activité de synthèse s'exécute sur un équipement industriel comprenant un moteur accouplé à une génératrice ou un ventilateur, assemblé sur un socle et pourvu de vis de calage comme montré à la figure 1. Cette machine devrait être alimentée par une source d'énergie, les diamètres des arbres des machines doivent se situer entre 25 et 40 mm de diamètre et les accouplements devraient avoir entre 50 et 100 mm.

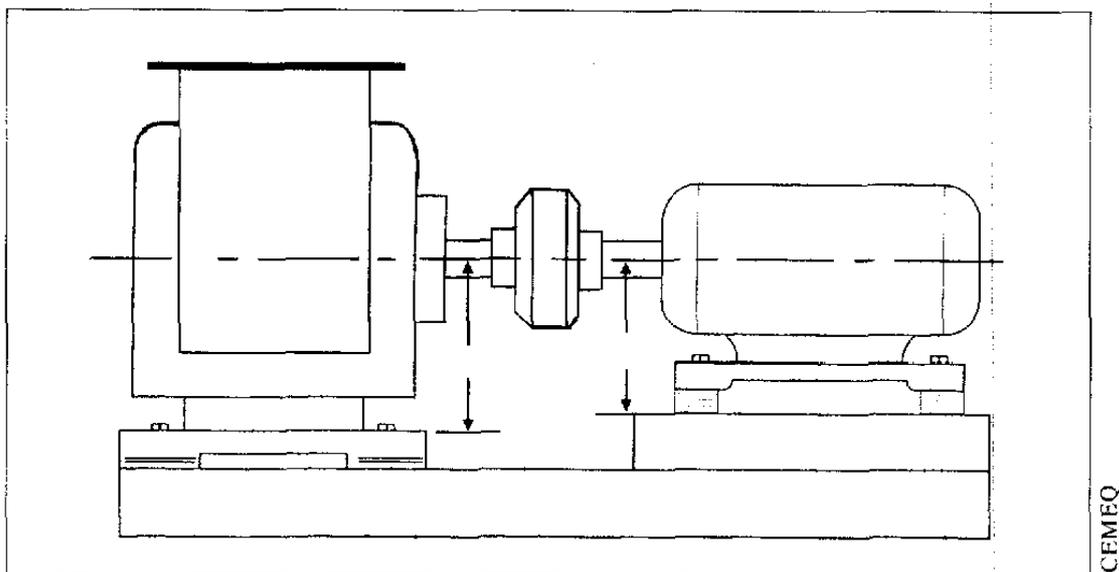


Figure 1

- 1) Inspecter la machine à aligner.
- 2) Sélectionner l'outillage.
- 3) Prendre les mesures de sécurité qui s'imposent.
- 4) Vérifier le serrage de la machine :
 - grosseur des boulons
 - tension de serrage
- 5) Vérifier les pièces et l'équipement :
 - le jeu radial de l'arbre de la machine fixe
 - le jeu radial de l'arbre de la machine à déplacer
 - le voilage de l'accouplement
 - la concentricité de l'accouplement
- 6) Corriger le boitage de la machine à aligner.

	Relevé du boitage	Corrections
Support 1		
Support 2		
Support 3		
Support 4		

- 7) Faire le préalignement à la règle.
- 8) Faire le montage des comparateurs et relever les défauts d'alignement verticaux :
 - angulaire
 - parallèle
- 9) Calculer les corrections des supports à l'aide de la formule appropriée au montage.
 - P_1 = support avant
 - P_2 = support arrière
- 10) Faire le calcul du déport voulu en tenant compte de la dilatation thermique de la machine.
- 11) Corriger les déports verticaux. Installer les cales sous les supports.
- 12) Corriger les déports horizontaux.
- 13) Serrer correctement les supports de la machine à aligner.
- 14) Relever les déports résiduels :
 - déport angulaire vertical
 - déport parallèle vertical
 - déport angulaire horizontal
 - déport parallèle horizontal
- 15) Comparer les déports résiduels avec les tolérances recommandées.

O.F.P.P.T.
E.F.P.

Filière : EM
Niveau : Qualification

Examen de fin de module

FICHE D'EVALUATION

Stagiaire :

N°	Description	Barème	Note
1	Sélection de l'outillage	5	
2	Vérification du serrage de la machine	5	
3	Vérification des pièces et de l'équipement	5	
4	Correction du boitage de la machine à aligner	10	
5	Préalignement à la règle	5	
6	Relevé des défauts d'alignement verticaux	10	
7	Calcul des corrections des supports à l'aide de la formule appropriée au montage	10	
8	Calcul du déport voulu en tenant compte de la dilatation thermique de la machine	10	
9	Correction des déports verticaux	10	
10	Correction des déports horizontaux	10	
11	Serrage correct des supports de la machine à aligner	10	
12	Relevé des déports résiduels	5	
13	Comparaisons des déports résiduels avec les tolérances recommandées	5	
	TOTAL	100	

COMMISSION:

1.

2.

LISTE DE REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

<i>Ouvrage</i>	<i>Auteur</i>	<i>Edition</i>
<i>Alignement conventionnel (Guide d'apprentissage)</i>		<i>CEMEQ, 1996</i>