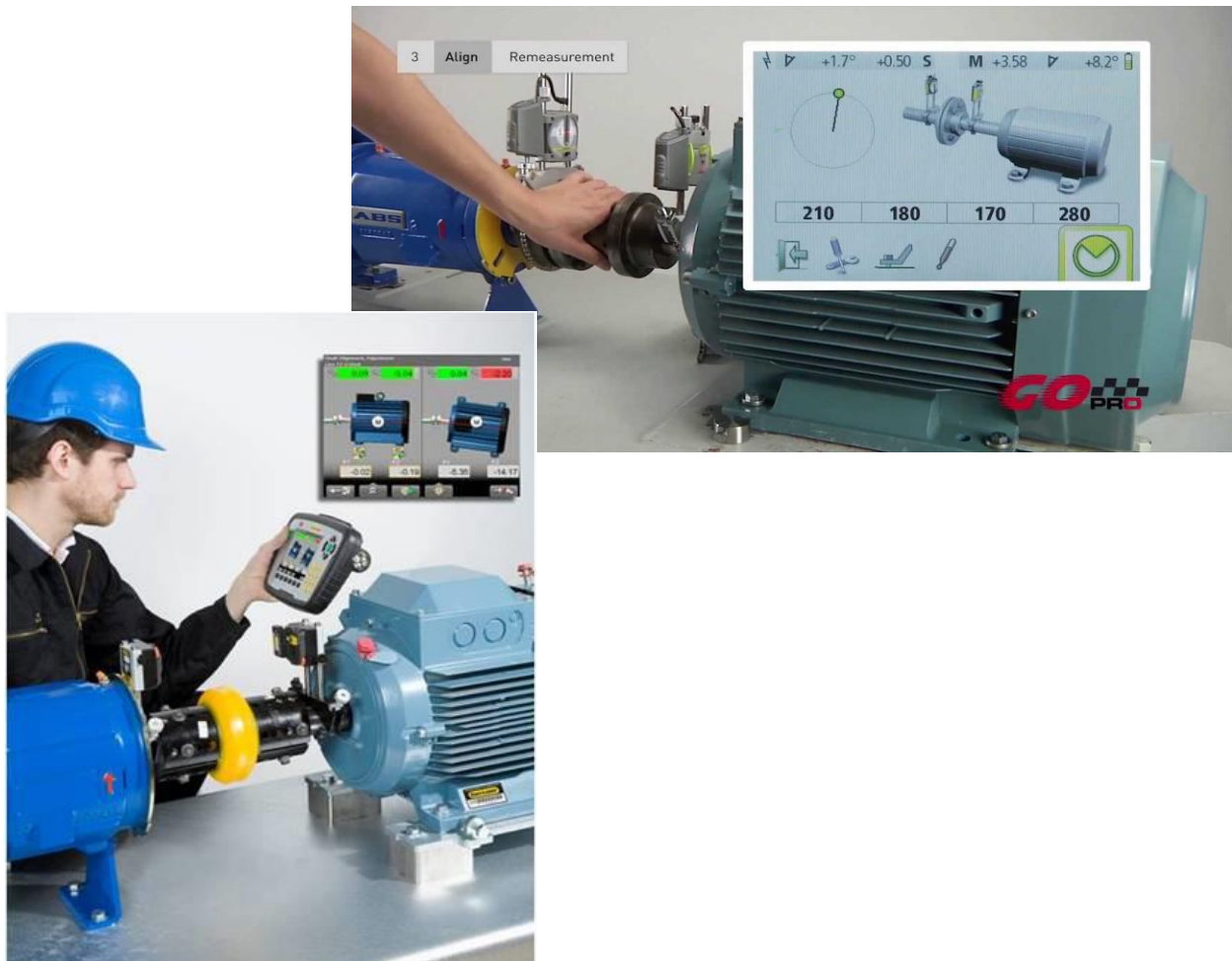


## TP5

## ALIGNEMENT DES ARBRES HORIZONTAUX



**Prof. Smail ZAKI / Prof. Mohamed ABOUSSALEH**

Année Universitaire : 2022-2023

Attention : Deux rapports identiques auront une note égale à 0.

---

## Remarque Importante

Le rapport à rendre doit :

- Être clair et rédigé selon les normes de rédactions de rapport (page de garde, titre, table des matières, résumé, introduction, objectifs, ....., conclusions et recommandations).
  - Contenir les explications des objectifs visés par le TP.
  - Contenir les résultats et analyses.
  - Respect la chronologie fournie à la fin de ce fascicule.
- 

L'objectif de ce travail pratique est de :

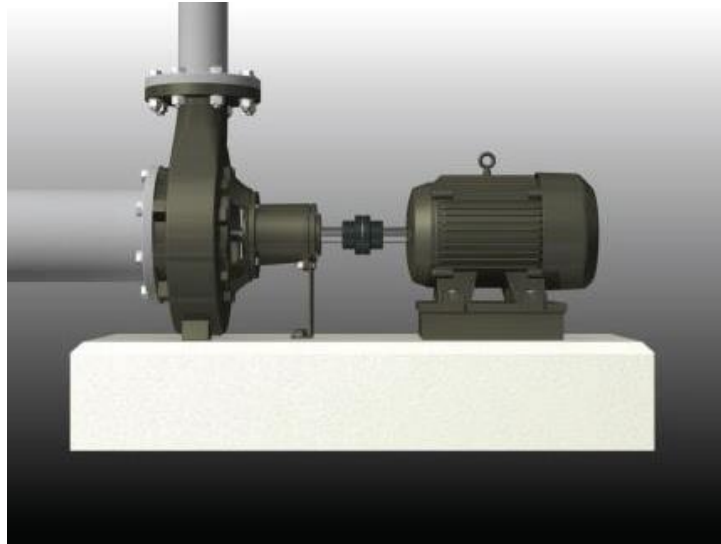
- Comprendre les bases de l'alignement des arbres,
  - Prévoir les démarches pratiques à mettre en œuvre pour les applications industrielles,
  - Identifier les méthodes, normes et procédures nécessaires,
  - Utiliser un appareillage spécifique et réaliser le lignage des arbres.
- 

### I. Alignement des arbres :

L'alignement des arbres c'est la correction de la position relative de deux machines qui sont accouplées pour que les axes soient alignés lorsque les machines travaillent à une température de service normale. Afin d'obtenir les tolérances requises l'alignement des arbres se fait en déplaçant les paires de pieds avant et arrière d'une machine, verticalement et horizontalement. Les tolérances de l'alignement dépendent en grande partie de la vitesse de rotation des arbres. L'alignement des machines doit être réalisé dans les tolérances indiquées par le fabricant. Le tableau ci-dessous peut être utilisé si aucune tolérance limite n'est indiquée.

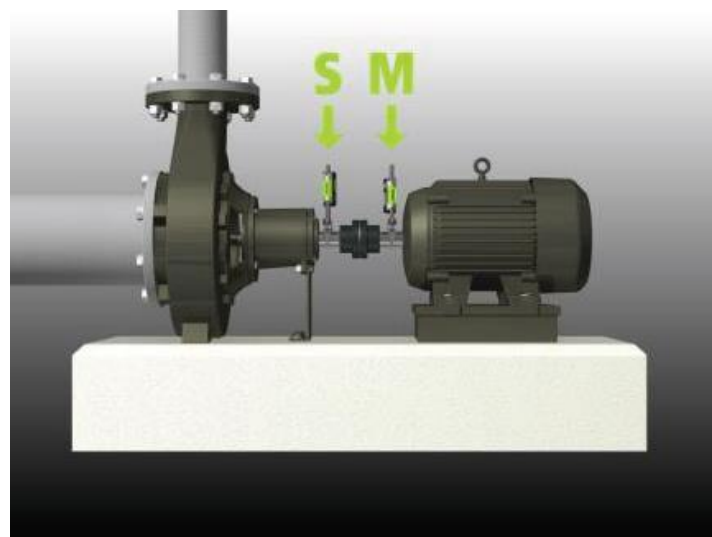
	Déport de parallélisme	Défaut angulaire
RPM	mm	mm/100 mm
0-1000	0.13	0.10
1000-2000	0.10	0.08
2000-3000	0.07	0.07
3000-4000	0.05	0.06
4000-6000	0.03	0.05

Alignement d'arbres : Déterminez et réglez la position relative de deux machines connectées, comme un moteur et une pompe, afin que les centres de rotation des arbres soient colinéaires lorsque les machines fonctionnent dans des conditions normales. La correction d'alignement d'arbres horizontal consiste à déplacer les paires de pieds avant et arrière d'une machine, verticalement et horizontalement, jusqu'à ce que les arbres soient alignés en fonction des tolérances autorisées. Le système comporte une table de tolérances.



## II. Système de mesure : FIXTURLASER GO Pro

Le FIXTURLASER GO Pro est un système laser d'alignement des arbres qui fournit les fonctions de mesure, d'alignement et de gestion des données. Comporte deux unités de mesures placées sur chacun des arbres grâce à un dispositif de fixation spécial fourni avec le système.



Après avoir tourné les arbres dans différentes positions de mesure, le système calcul la distance relative entre les deux arbres, sur deux plans différents. Les distances entre les deux plans de mesure, la distance au couplage et les distances aux pieds de la machine sont saisies dans le système. La fenêtre d'affichage affiche alors les conditions d'alignement réelles, ainsi que la position des pieds. La machine peut être réglée en fonction des valeurs indiquées.

Les résultats de l'alignement peuvent être enregistrés dans le gestionnaire de mémoire.

Les mesures enregistrées en mémoire peuvent facilement être transférées à un PC à des fins d'édition ultérieure.

### **III. FONCTIONS DE PRE-ALIGNEMENT**

Pour obtenir le meilleur alignement d'arbres possible, il faut effectuer un certain nombre de vérifications préalables. Il est souvent nécessaire d'effectuer ces vérifications pour obtenir un alignement précis. Il est généralement impossible d'obtenir l'alignement souhaité sans effectuer des vérifications préalables.

Avant de vous rendre sur le site, vérifiez les éléments suivants :

- Quelles sont les tolérances requises ?
- Certains mouvements sont-ils à prévoir ?
- Le montage du système de mesure fait-il l'objet de certaines restrictions ?
- Est-il possible de faire tourner les arbres ?
- Quelles cales faut-il prévoir ?

Avant d'installer le système d'alignement sur la machine, vérifiez l'assise, le boulonnage et le calage de celle-ci. Vérifiez également que les réglages de la machine peuvent s'effectuer librement (y a-t-il assez d'espace pour la déplacer ?).

Une fois les vérifications visuelles effectuées, certains points doivent être examinés :

- Vérifiez que la machine est à la bonne température pour l'alignement.
- Éliminez les vieilles cales rouillées (vérifiez que vous pouvez les enlever).
- Vérifiez le dispositif de couplage et desserrez les boulons de couplage.
- Vérifiez la stabilité des pieds.
- Pièces mécaniques desserrées.
- Vérifiez l'état du couplage et de l'arbre.
- Contraintes au niveau des tuyauteries.
- Alignement grossier.
- Vérifiez l'écart de couplage (alignement axial).

## IV. MONTAGE

1. Le capteur désigné par la lettre « M » doit être monté sur la machine mobile et celui désigné par la lettre « S » sur la machine fixe. Les capteurs seront assemblés sur leur fixation en V, et placés de chaque côté du couplage.



2. Maintenez la fixation en V en position verticale et montez-la sur les arbres de l'objet de la mesure.

Tirez sur l'extrémité ouverte de la chaîne, tendez-la de façon à éliminer le mou et attachez-la au crochet.



3. Bien tendre la chaîne à l'aide de la vis de tension. Le cas échéant, utilisez le tenseur fourni. Évitez de trop serrer. Si le diamètre de l'arbre est trop important, les chaînes peuvent être allongées à l'aide de chaînes supplémentaires.



4. Réglez la hauteur du capteur en le faisant glisser sur les rails jusqu'à ce que les deux lasers soient alignés. Confirmez ces réglages en refermant les deux pinces situées au dos des capteurs.



## V. DEMARRAGE DU PROGRAMME

Démarrez le programme en touchant l'icône d'alignement d'arbre horizontal du menu principal et appuyez sur OK.

Une table de tolérances s'affiche dès que le programme est démarré.




Sélectionnez la tolérance et appuyez sur OK.


Accédez aux paramètres pour sélectionner les paramètres requis.



## VI. TABLE DES TOLERANCES

Les tolérances d'alignement dépendent en grande partie de la vitesse de rotation des arbres. L'alignement des machines doit être effectué en fonction des tolérances du fabricant. La table fournie avec FIXTURLASER GO Pro peut être utile si aucune limite n'est indiquée. Les tolérances suggérées peuvent servir de point de départ pour le calcul de tolérances en interne lorsque les tolérances recommandées par le fabricant ne sont pas disponibles. Ces tolérances représentent les déviations maximales autorisées par rapport aux valeurs recherchées.

	 rpm	 mm/100	 mm
	-2000	0.08	0.10
▶	2000-3000	0.07	0.07
	3000-4000	0.06	0.05
	4000-6000	0.05	0.03
	MY TOL	0.06	0.08



### Sélection de tolérances

La flèche de gauche indique la tolérance sélectionnée.

Sélectionnez la tolérance en les faisant défiler et appuyez sur OK.

### Saisissez une tolérance personnalisée

1. Faites défiler jusqu'à la dernière rangée.
2. Saisissez un nom de tolérance et une vitesse de rotation, et appuyez sur OK ou déplacez le curseur vers la droite.
3. Saisissez une tolérance pour les valeurs d'angles, et appuyez sur OK ou déplacez le curseur vers la droite.
4. Saisissez une tolérance pour les compensations, et appuyez sur OK ou déplacez le curseur vers la droite.

## VII. PARAMÈTRES

### PARAMÈTRES



Ces paramètres sont spécifiques à cette application.

#### Durée d'échantillonnage



Sélectionnez une durée d'échantillonnage normale ou longue.

#### Unité de mesure d'angle



Pour modifier l'unité de mesure d'angle, sélectionnez l'icône d'unité de mesure d'angle et appuyez sur OK. Entrez une autre unité de mesure d'angle et appuyez sur OK.

#### Filtre d'écran réglable



Sélectionnez filtre désactivé, filtre type 1, ou filtre type 2.

Pour modifier le filtre d'écran réglable, sélectionnez l'icône filtre d'écran réglable et appuyez sur OK. Sélectionnez filtre désactivé, filtre type 1, ou filtre type 2 avec

Pour modifier la durée d'échantillonnage, sélectionnez l'icône de durée d'échantillonnage et appuyez sur OK. Sélectionnez une durée d'échantillonnage normale ou longue à l'aide des boutons gauche/droit et appuyez sur OK.

La durée d'échantillonnage longue convient aux environnements à fortes vibrations.

#### Table des tolérances



Ouvrez la table de tolérances en sélectionnant l'icône table de tolérances et en appuyant sur OK.

les touches gauche/droite et appuyez sur OK.

Note : En mode de fonctionnement normal, le filtre d'écran réglable doit être désactivé, et activé uniquement dans les environnements comportant de fortes vibrations.

#### Écran basculé



Sélectionnez écran normal ou écran basculé.

Pour passer à l'écran basculé, sélectionnez l'icône écran basculé et appuyez sur OK. Sélectionnez écran normal ou écran basculé à l'aide des boutons gauche/droit et appuyez sur OK.



### Ajout d'une nouvelle machine avec données définies



Ouvre une fenêtre permettant d'ajouter une nouvelle machine avec des données spécifiées dans les Données définies pour la machine.

Les données entrées, telles que les écarts, valeurs-cibles et tolérances, seront sauvegardées.

### Désactivation des inclinomètres

Si les inclinomètres ne fonctionnent pas correctement, p.ex. en cas de fortes vibrations, il est possible de les désactiver.



Désactive les inclinomètres.

Le mode de mesure avec inclinomètres désactivés est décrite en fin de chapitre.

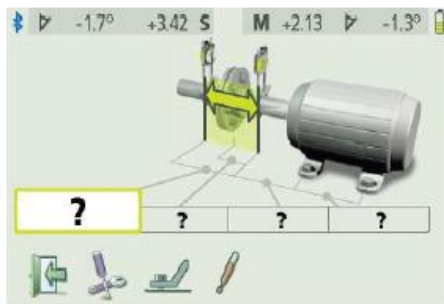
### Quitter



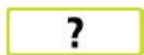
Permet de sortir des paramètres et de revenir à l'application.

## VIII. SAISIE DES DIMENSIONS

### SAISIE DES DIMENSIONS



L'écran affiche la machine mobile.



Sélectionnez les fenêtres de dimensions afin de saisir des dimensions.

Mesure et saisie des dimensions.

Veuillez saisir toutes les distances. La distance entre les capteurs, celle entre le centre du couplage et le capteur M, celle entre le capteur M et la première paire de pieds, ainsi que la distance entre les première et deuxième paires de pieds.

**SOFTCHECK :** Allez à Softcheck pour vérifier les pieds boiteux. Voir le chapitre « Softcheck ».



**VALEURS CIBLES:** Allez à Valeurs cibles pour saisir les valeurs cibles.





## IX. METHODE DE MESURE

### Méthode Tripoint™

Avec la méthode Tripoint, les conditions d'alignement peuvent être calculées en enregistrant trois points tout en faisant pivoter les arbres d'au moins 90 degrés.

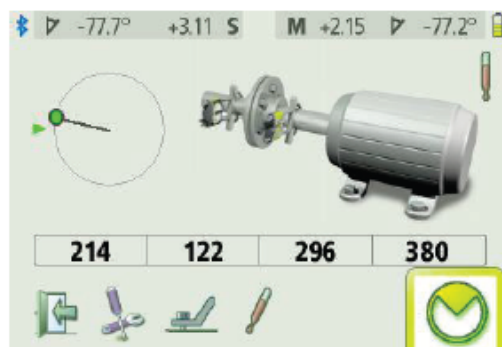
REMARQUE : Les arbres doivent être couplés lors d'une mesure à l'aide de la méthode Tripoint afin d'obtenir des résultats aussi fiables et précis que possible.

CONSEIL : Plus l'angle de mesure des trois points est grand, plus le nombre de mouvements et de répétition des mesures sera faible. Angle minimum entre les mesures : 45°.

Une flèche verte clignotante indique les positions de mesure appropriées.

## X. ENREGISTREMENT DES POINTS DE MESURE

### ENREGISTREMENT DES POINTS DE MESURE

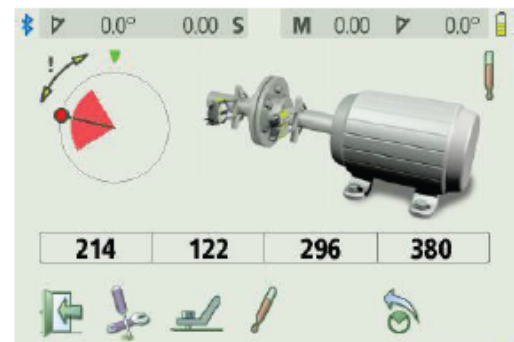


Configurez les capteurs afin qu'ils forment à peu près le même angle de rotation dans la première position de mesure.



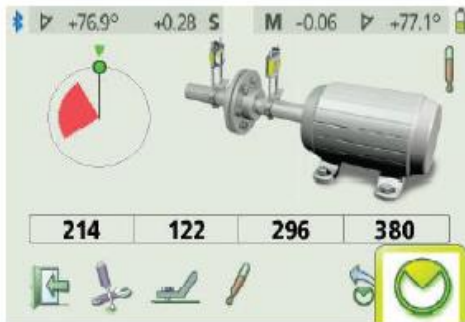
Sélectionnez l'icône d'enregistrement et appuyez sur OK.

Le premier relevé est enregistré.



Faites pivoter les arbres jusqu'à la position suivante. Les arbres doivent pivoter de 45° minimum.

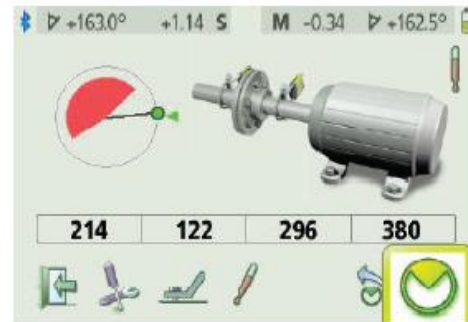
Le secteur vert indique les positions autorisées. Le secteur rouge indique les positions non autorisées. L'icône « Enregistrer » n'est pas affichée si la rotation est inférieure à 45°.



Sélectionnez l'icône d'enregistrement et appuyez sur OK.

Le deuxième relevé est enregistré.

Faites pivoter les arbres jusqu'à la troisième position.



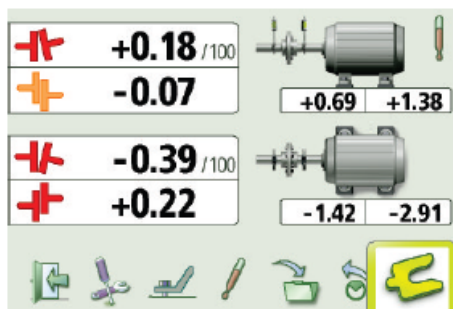
Sélectionnez l'icône d'enregistrement et appuyez sur OK.

Le troisième relevé est enregistré.

CONSEIL : En enregistrant la troisième mesure à 3 h, les capteurs seront déjà dans la position correct pour l'alignement horizontal.

## XI. RESULTATS DES MESURES

### RESULTATS DES MESURES



L'écran « Résultats de mesure » affiche les valeurs d'accouplement et les valeurs de pieds tant à la verticale qu'à l'horizontale.

Le symbole qui apparaît à gauche des valeurs de couplage indique la direction angulaire et la compensation, et aussi si ces valeurs respectent les tolérances imposées.



Tolérance respectée (vert).



Tolérance double respectée (jaune).



Hors tolérance double (rouge).

Un symbole en regard du couplage indique le statut de celui-ci.



Tolérance respectée.

## XII. ÉVALUATION DES RESULTATS

Les valeurs angulaires et de compensation servent à déterminer la qualité d'alignement.

Ces valeurs sont comparées aux tolérances d'alignement afin de déterminer les éventuelles corrections nécessaires. Si les tolérances appropriées sont sélectionnées dans la table de tolérances, les symboles décrits ci-dessus indiquent si les valeurs d'angle et de compensation respectent ou non ces tolérances.

Les valeurs de pied indiquent les positions des pieds de la machine mobile sur lesquelles des corrections peuvent être effectuées.

En fonction du résultat, le programme guidera également l'utilisateur.

*Tout d'abord, le programme recommandera toujours à l'utilisateur de sauvegarder la mesure.*

*Puis, si le résultat de mesure indique que la machine est mal alignée, il sera conseillé à l'utilisateur d'aller à la section calage.*

*Si le résultat de mesure se trouve au sein des tolérances, le système conseillera à l'utilisateur de quitter la phase de mesure.*

Enregistrer le résultat de mesure.

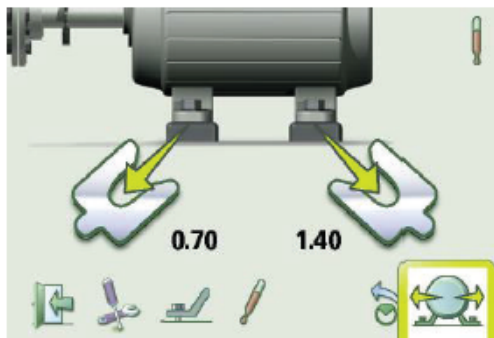


Aller à calage.



## XIII. CALAGE

### CALAGE



Lorsque le calage est terminé, passez à l'alignement dans le sens horizontal.



Aller à la fonction d'alignement.

L'écran « Calage » affiche les valeurs de pieds dans le sens vertical comme des valeurs de calage appropriées.

Les flèches indiquent si des cales doivent être ajoutées ou retirées pour régler la machine dans le sens vertical.

Les signes de cases cochées montrent que le calage n'est pas nécessaire.

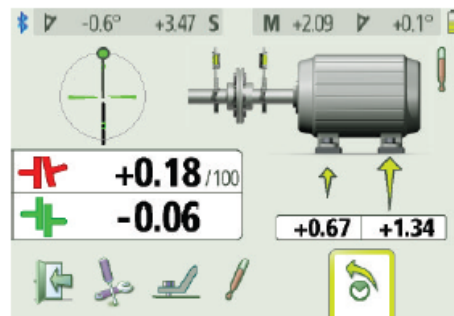
## XIV. ALIGNEMENT

### ALIGNEMENT

Si la machine a été réglée verticalement dans l'écran de calage, passez directement à l'alignement dans le sens horizontal.

Si la machine n'a pas été ajustée dans l'écran de calage, l'alignement dans le sens vertical doit être réalisé en premier.

### Sens vertical

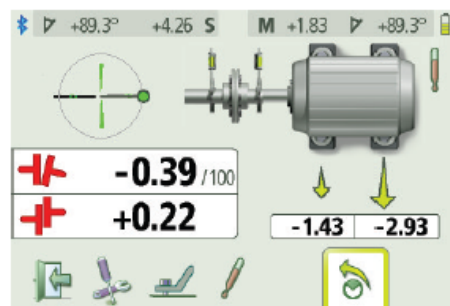


Faites pivoter les arbres en position 12h ou 6h afin d'effectuer des réglages dans le sens vertical. Le guide d'angle vous aide à trouver la bonne position.

Réglez la machine dans le sens vertical jusqu'à ce que les valeurs d'alignement, tant angulaire que de parallélisme, respectent les tolérances requises. Les flèches au niveau

des pieds indiquent dans quelle direction la machine doit être déplacée.

### Sens horizontal



Faites pivoter les arbres en position 3h ou 9h afin d'effectuer des réglages dans le sens horizontal. Le guide d'angle vous aide à trouver la bonne position.

Réglez la machine dans le sens horizontal jusqu'à ce que les valeurs d'alignement, tant angulaire que de parallélisme, respectent les

tolérances requises. Les flèches au niveau des pieds indiquent dans quelle direction la machine doit être déplacée.

### Vérification et nouvelle mesure

Placez les arbres à nouveau en position 12h ou 6h, et vérifiez que la machine reste bien dans la plage de tolérances.

L'alignement est alors terminé. Pour confirmer le résultat, effectuez une nouvelle mesure.



Effectuez une nouvelle mesure.

## XV. AUTRES FONCTIONS

### Indicateur de desserrage

Le système comporte une fonction de détection de jeu de couplage et de desserrage destinée à fournir une précision optimale. Il affiche l'indicateur de desserrage si l'une des conditions suivantes est remplie :

- Les unités M et S sont éloignées de plus de 3 degrés.
- La position angulaire mutuelle des unités M et S change de plus de  $0,7^\circ$  aux points de mesure suivants, par rapport au premier point de mesure.

Une fois le jeu de couplage ou le desserrement éliminé pour éviter l'une ou l'autre des situations ci-dessus, le message de desserrement disparaît automatiquement.

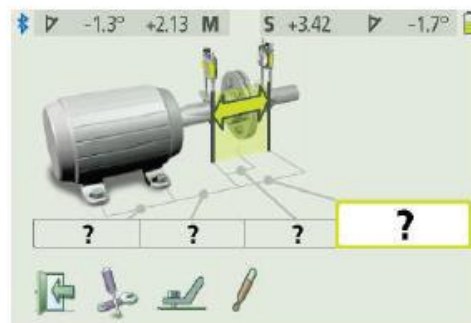
### **Symbole de valeur cible**

Lorsque des valeurs cibles sont utilisées dans la mesure, cela est indiqué par la présence d'un symbole de valeur cible dans le coin supérieur droit de l'écran.

### **Écran basculé**

L'écran peut être basculé pour avoir le moteur sur le côté gauche.

Sélectionnez écran basculé dans les paramètres.



### **Mesure avec inclinomètres désactivés**

Si les inclinomètres ne fonctionnent pas correctement, p.ex. en cas de fortes vibrations, il est possible de les désactiver.

- Désactivez les inclinomètres dans les paramètres.

Une fois les inclinomètres désactivés, le système fonctionnera normalement, hormis en ce qui concerne les points suivants :

- Les mesures doivent être enregistrées conformément à la « méthode de l'horloge ». Enregistrez la première mesure à 9 h, faites pivoter les arbres de  $180^\circ$  et enregistrez la deuxième mesure à 3 h, faites pivoter de  $90^\circ$  vers l'arrière jusqu'à 12 h afin d'enregistrer la troisième et dernière mesure.
- Pendant l'alignement, utilisez les boutons haut et bas pour passer de l'affichage horizontal à l'affichage vertical de la machine et vice versa.

Changement d'affichage.



## XVI. CONSIGNES DE SECURITE

- Enlevez les piles pour éviter tout endommagement.
- Ne jamais regarder directement le rayon laser.
- Ne jamais diriger le rayon laser directement dans les yeux de quelqu'un.
- Les commandes, réglages ou exécutions de procédures autre que ceux indiqués dans le présent document sont susceptibles d'entraîner une exposition a des rayonnements.



- Les unités de mesure (M4 et S4) peuvent être branchées au chargeur pour être rechargées tout en restant dans la mallette.
- Il est important que le capot de la mallette soit ouvert pendant le chargement ; dans le cas contraire, le système ne pourrait être correctement chargé et pourrait se trouver endommagé.

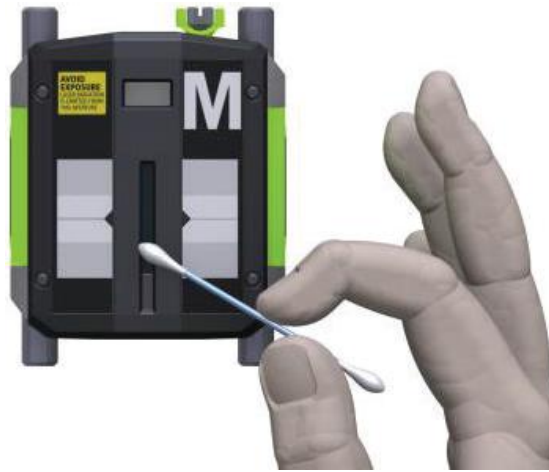


- Le système doit être nettoyé avec un chiffon ou un tampon en coton humidifié à l'aide d'une solution savonneuse peu concentrée, hormis les surfaces vitrées du détecteur et du laser, qui doivent être nettoyées à l'alcool.





- Pour un fonctionnement optimal, les ouvertures de diodes laser, les surfaces de détection et les bornes des connecteurs doivent être exempts de graisse et de poussière. L'unité d'affichage doit être maintenue propre et la surface de l'écran doit être protégée contre les rayures.



- Évitez d'utiliser des chiffons en papier, qui
- Risquent de rayer la surface du détecteur.



- Évitez d'utiliser de l'acétone.

## XVII. Questions

Etablir une méthode mathématique pour aligner deux axes ?

Effectuer l'alignement des arbres en utilisant les comparateurs à Cadran, ainsi le fichier fourni ?

**Il est impératif de rédiger le compte rendu sur place**



## **Structure du compte rendu de TP**

### **1. Introduction**

### **2. Méthode1 : comparateur à cadran**

- a) Justification du montage proposé
- b) Résultats de l'état initial
- c) Résultats après réglage

### **3. Méthode 2 : comparateur TDX**

- a) Mode opératoire
- b) Résultats de l'état initial
- c) Résultats après réglage

### **4. Conclusion et recommandations**