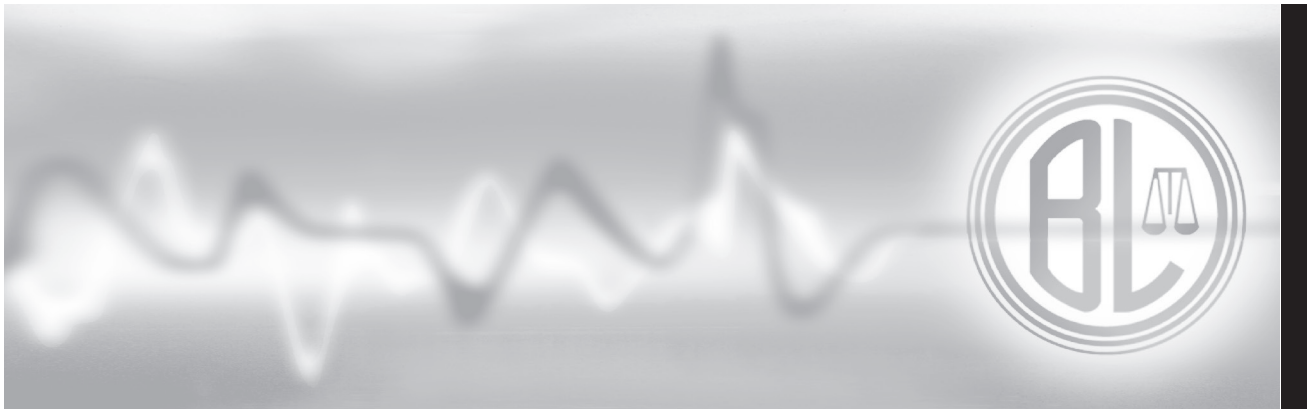
Vibration equipment division

N600

ANALYSEUR DE SPECTRE BICANAL ET EQUILIBREUR

MANUEL D'UTILISATION ET D'ENTRETIEN



www.cemb.com

CEMB S.p.A.
Via Risorgimento, 9
23826 MANDELLO del LARIO (Lc) Italy

**Traduction de la notice originale*

CEMB
BALANCING MACHINES

INDEX GÉNÉRALE

1. DESCRIPTION GÉNÉRALE 5

1.1 FOURNITURE STANDARD 5
1.2 FOURNITURE EN OPTION 5
1.3 CONNEXIONS 6
1.4 BATTERIE 7
1.5 CONSEILS GÉNÉRAUX 7

2. PANORAMA GÉNÉRAL 8

2.1 TOUCHES PRÉSENTES SUR LE PANNEAU 8
2.2 FONCTIONS D'UTILISATION GÉNÉRALE 10
2.2.1 FONCTIONS LIÉES À LA PHASE DE MESURE 10
2.2.2 FONCTION "AUTRES FONCTIONS..." 10
2.2.3 FONCTIONS OPÉRANT SUR LES GRAPHIQUES 11
2.2.4 ENREGISTREMENT DES MESURES 13
2.2.5 CAPTURE ET ENREGISTREMENT DES IMAGES À L'ÉCRAN 14

3. TABLEAU INITIAL (MENU) 15

4. FONCTION SETUP 16

4.1 SETUP CAPTEURS 16
4.1.1 TYPE DE CAPTEUR 16
4.1.2 SENSIBILITÉ DU CAPTEUR 17
4.1.3 CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE 17
4.2 RÉGLAGE MESURE 18
4.2.1 UNITÉ DE MESURE 18
4.2.2 TYPE DE MESURE 18
4.2.3 UNITÉ DE FRÉQUENCE 19
4.2.4 FRÉQUENCE MAX 19
4.2.5 NB LIGNES 19
4.2.6 NB MOYENNES 19
4.3 SETUP GÉNÉRAL 20
4.3.1 DATE 20
4.3.2 HEURE 20
4.3.3 LANGUE 20
4.3.4 SYSTÈME DE MESURE 20
4.3.5 TIME ZONE 20
4.3.6 MISE À JOUR FIRMWARE 20

5. FONCTION VIBROMÈTRE 22

5.1 VIBROMÈTRE - TABLEAU DE MESURE 22
5.1.1 IMPRESSION DIRECTE DE LA VALEUR DE VIBRATION (OPTION) 22
5.2 SURVEILLANCE DANS LE TEMPS 23
5.3 SURVEILLANCE EN VITESSE 23

6. FONCTION FFT (FAST FOURIER TRANSFORM) 25

6.1 ANALYSE SPECTRALE (FFT) 25
6.2 CURSEUR HARMONIQUE 25
6.3 FONCTION FORME D'ONDE 26

6.4 Setup trigger 26
6.4.1 Mode 27
6.4.2 Canal 27
6.4.3 Seuil 28

7. Fonction équilibrage 29

7.1 Choix du programme d'équilibrage 30
7.1.1 Nouveau programme - Setup équilibrage 30
7.1.1.1 Nombre de plans 30
7.1.1.2 Précision filtre 30
7.1.2 Chargement du programme depuis les archives 31
7.1.3 Utilisation du programme actuel 31
7.1.4 Archivage sur clé USB 31
7.2 Séquence d'étalonnage 32
7.3 Exécution de la mesure 33
7.3.1 Masse test 33
7.4 Mesure du balourd et calcul de la correction 34
7.5 Décomposition du poids de correction 36
7.6 Enregistrement d'un programme d'équilibrage 37

8. Fonction archives 38

8.1 Ouvrir projets existants 38
8.2 Modifier points sélectionnés 39
8.3 Nouveau projet 40
8.4 Importer projets d'une clé USB 40
8.5 Exporter projets sur clé USB 40
8.6 Éliminer projet 41

9. Fonction archives 42

9.1 Charger images 42
9.2 Éliminer images 43

10. Programme CEMB N-Pro (option) 44

10.1 Critères du système 44
10.2 Installation du logiciel 44
10.3 Installation des drivers pour la communication USB avec les instruments N100 et N300 (uniquement pour version 1.3.4 et versions précédent) 45
10.4 Installation des drivers pour la communication USB avec les instruments N100 et N300 (uniquement pour version 1.3.5 et versions supérieures) 46
10.5 Activation du logiciel 47
10.6 Utilisation du logiciel 48
10.6.1 Barre des fonctions 48
10.7 Programmations générales 49
10.8 Lecture des données de l'instrument N100 ou N300 50
10.9 Archives données téléchargées depuis l'instrument N100 ou N300 51
10.10 Lecture des données de l'instrument N600 51
10.11 Affichage des données présentes dans les archives 52
10.12 Fonctions spécifiques pour les graphiques du spectre 52
10.13 Mesure de la valeur synchrone de vibration (seulement pour les instruments N100 et N300) 53
10.14 Données d'équilibrage (seulement pour les instruments N300 et N600) 54
10.15 Génération et impression des certificats (reports) 54
10.16 Génération et impression de certificats de mesures multiples (multi-report) 55

Appendice A

DONNÉES TECHNIQUES 56

Appendice B

CRITÈRES D'APPRÉCIATION 58

Appendice C

GUIDE À L'INTERPRÉTATION D'UN SPECTRE 62

Appendice D

CAPTEUR LASER POUR INSTRUMENTS CEMB N 68

Appendice E

INFORMATIONS POUR LA CRÉATION DE TEMPLATES (MODÈLES) PERSONNALISÉS POUR LES CERTIFICATS GÉNÉRÉS PAR LE PROGRAMME CEMB N-PRO 69

Annexe: Précision d'équilibrage des rotors rigides

1. Description générale

L'appareil N600, avec ses accessoires, est livré dans une mallette spéciale. Rangez-le dans sa mallette après chaque utilisation, pour éviter tout risque d'endommagement durant le transport.

1.1 Fourniture standard

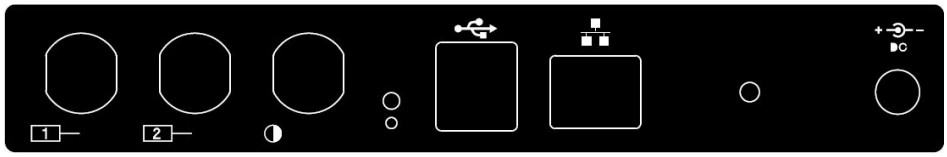
- 2 Capteurs accéléromètres 100mV/g
- 2 câbles pour accéléromètres L 2,5 m
- 1 câble spirale ultra résistant pour environnement industriel L 2 m
- 2 Aimants Ø 25 mm
- 2 pointes de touche
- 1 photocellule laser hi-speed 250000 tr/min avec support et aimant
- 1 rouleau de bande réfléchissante
- 1 clé USB pour le transfert de données
- Règle angulaire
- Chargeur de batteries
- Fiche universelle
- Malette de transport avec bandoulière
- Manuel d'utilisation

1.2 Fourniture en option

- Imprimante thermique Bluetooth pour l'impression directe de certificats sur papier thermique standard ou adhésif
- Housse de protection
- Capteur vélocimètre type DM-40 avec cordon et base magnétique
- Capteur de proximité type ARA-18 avec tige, cordon et base magnétique
- Câble de connexion des capteurs L 5 m
- Rallonge de 10 m pour capteurs
- Rallonge de 10 m pour photocellule
- Logiciel CEMB ADS pour archivage et traitement des données

Après avoir connecté l'imprimante Bluetooth, attendre environ 5 secondes, pour permettre à la procédure automatique de reconnaissance et d'initialisation de s'achever. À ce point seulement on pourra imprimer, en appuyant sur la touche F3 Print .

1.3 CONNEXIONS



1 Chargeur de batterie
2 Zone de dissipation chaleur interne (électronique)
3 Port de réseau (utile pour connecter l'instrument à un pc et partager un dossier pour l'échange de données entre les deux éléments)
4 2 ports USB type A (master)
5 Bouton de réinitialisation de l'instrument
6 Voyant indicateur de la charge de la batterie
7 Entrée photocellule
8 2 entrées canaux de mesure

La connexion des capteurs et de la photocellule peut être réalisée simplement en branchant le connecteur dans la prise correspondante, en le poussant jusqu'à ce qu'un "clic" signale que l'enclenchement a eu lieu. Veiller d'aligner correctement la connexion de sécurité, comme illustré dans la photo:

Pour retirer le connecteur, appuyer sur sa partie terminale (bleu ou jaune) et tirer en même temps le corps principal (gris) de manière à le débloquer

ATTENTION!

ÉVITER DE TIRER LE CONNECTEUR AVEC FORCE SANS L'AVOIR D'ABORD DÉBLOQUÉ, COMME PRÉCÉDEMMENT DÉCRIT, SOUS RISQUE DE L'ENDOMMAGER.

1.4 Batterie

L'appareil N600 est doté d'une batterie au lithium rechargeable incorporée, qui consent une autonomie de plus de huit heures, dans des conditions d'utilisation normale de l'appareil.
L'état de charge de la batterie est indiqué par une icône située dans le coin en haut à droite de l'écran.

batterie complètement chargée

batterie partiellement chargée

batterie presque déchargée (lorsqu'elle s'affiche, l'appareil a encore une autonomie d'environ une heure)

batterie déchargée: effectuer la recharge dans les 5 minutes

Dans ce cas, toutes les mesures éventuellement encore actives et, par conséquent, non encore sauvegardées, seront perdues.

ATTENTION!

Il est vivement recommandé de recharger la batterie après avoir éteint l'appareil. La charge se complétant en moins de cinq heures, éviter de laisser branché le chargeur de batteries pendant un délai excessivement long (maximum 12 heures).

ATTENTION!

La batterie au lithium peut supporter sans problèmes des cycles de chargement - déchargement même quotidiens, alors qu'elle risque de s'endommager si elle se décharge complètement. Pour ce motif, nous vous conseillons d'effectuer une recharge au moins une fois tous les trois mois, même en cas de non utilisation prolongée

Puisque la plus grande consommation est due au rétro-éclairage de l'afficheur LCD, celui-ci s'éteint automatique ment après deux minutes, sans besoin d'appuyer sur aucune touche. L'appui sur une touche quelconque (sauf sur

et sur les touches du clavier alphanumérique) suffira à le rallumer.

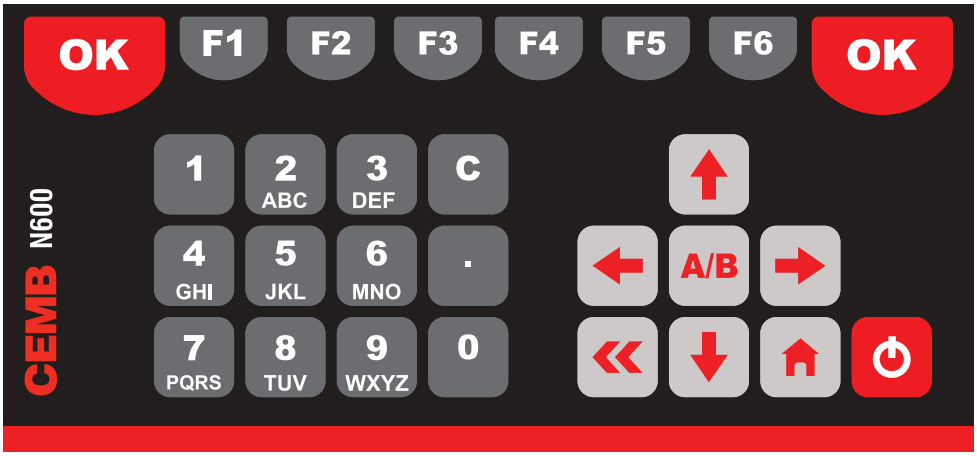
1.5 Conseils généraux

Conserver et utiliser l'instrument loin de sources de chaleur et de champs électromagnétiques de grande intensité (inverseur et moteurs électriques de grande puissance).
La précision de la mesure peut être invalidée par le câble de connexion entre le transducteur et l'instrument, nous recommandons par conséquent de:

- ne pas faire parcourir à ce câble des tronçons en commun avec les câbles de puissance;
- préférer une superposition perpendiculaire en cas de croisement avec les câbles de puissance;
- toujours utiliser le câble le plus court possible ; en effet, les lignes flottantes fonctionnent comme des antennes actives et passives.

2. PANORAMA GÉNÉRAL

2.1 TOUCHES PRÉSENTES SUR LE PANNEAU



Le panneau de l'instrument CEMB N600 intègre un clavier dans lequel les touches peuvent être subdivisées par fonction:

► **touche de branchement/débranchement**

Appuyer sur cette touche pour brancher l'appareil; garder la touche appuyée pendant au moins 3 secondes pour l'éteindre, puis relâcher la touche.

*APRÈS AVOIR APPUYÉ SUR LA TOUCHE , L'APPAREIL NE SERA PRÊT À L'EMPLOI QU'À LA FIN DE LA PROCÉDURE DE BRANCHEMENT, SIGNALÉE PAR L'AFFICHAGE DU TABLEAU INITIAL (☛ **TABLEAU INITIAL - MENU**).*

APRÈS AVOIR ÉTEINT L'APPAREIL, ATTENDRE ENVIRON 30 SECONDES AVANT DE LE REBRANCHER.

► **touches pour naviguer entre les pages**

L'appui sur cette touche dans un tableau de setup confirme les réglages sélectionnés et permet de passer au tableau suivant. Au contraire, un tableau de mesure possède la fonction démarrer/arrêter la mesure (☛ ***DÉMARRER / ARRÊTER L'ACQUISITION***).

POUR FACILITER L'UTILISATION DE L'APPAREIL MÊME AVEC LA MAIN GAUCHE, LA TOUCHE EST PRÉSENTE DES DEUX CÔTÉS DE L'AFFICHEUR.

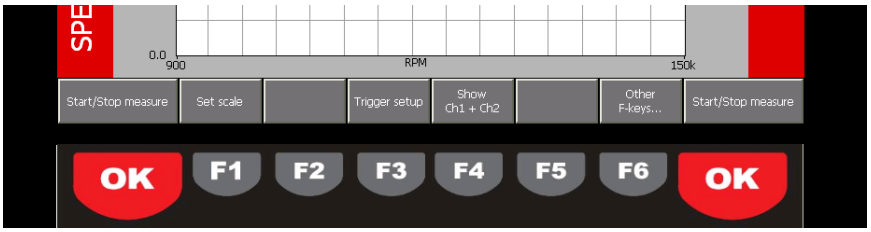
Appuyer sur cette touche pour quitter le tableau actuel et retourner à celui précédent, sans tenir compte des éventuelles modifications (ou enregistrements) dans les programmations

Utilisé pour le retour à la page principale, à partir de n'importe quelle autre page.

► **touches fonction**

F1 F2 F3 F4 F5 F6

Dans les différents tableaux chacune d'elles est reliée à des fonctions différentes, indiquées à chaque fois sur les touches représentées en bas de l'afficheur. Chacune de ces fonctions s'active en appuyant sur la touche située au-dessous.

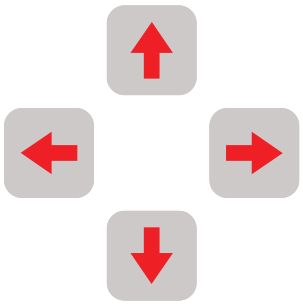


Dans les tableaux de setup elles sont utilisées pour programmer les différents paramètres, chacun indiqué par un numéro correspondant à celui de la touche fonction sur laquelle il faut appuyer pour le modifier.

► **touche tabulation**

A/B Elle est uniquement utilisée en présence de deux graphiques représentés sur la même page. Appuyer sur cette touche pour changer le graphique actif auquel les fonctions sélectionnées seront appliquées. Le graphique actif est identifié par le symbole placé à droite.

► **flèches directionnelles**



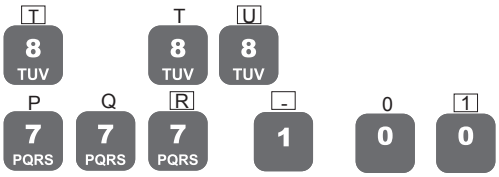
Dans l'affichage d'un graphique, elles augmentent ou diminuent respectivement la valeur minimum ou maximum de l'axe x (,) ou de l'axe y (,). Au contraire, lorsqu'on entre une valeur pour un paramètre, elles déplacent le curseur à gauche ou à droite (,) et augmentent ou diminuent la valeur en question (,).

► **clavier alphanumérique**

Il consent d'entrer des caractères alphanumériques dans les champs qui ne permettent pas seulement des sélections prédéfinies. Lorsqu'on ne peut entrer que des numéros, il fonctionne comme un clavier numérique normal. Au contraire, pour insérer un caractère, appuyer à plusieurs reprises sur une touche pour faire défiler celles qui lui sont attribués (par exemple, M N O 6) jusqu'à ce que le caractère désiré s'affiche.
Le curseur passe automatiquement à la position suivante après une pause d'une seconde, ou après l'appui sur une touche différente.

Avec C vous pouvez effacer le caractère à gauche du curseur.

Par exemple, si vous désirez insérer le mot "TUR-1" appuyer sur:



UNE ICONE INDIQUE SI, POUR LES LETTRES ON VALIDE LE STYLE MAJUSCULE (*SÉLECTIONNABLE AVEC*) *OU MINUSCULE* (*SÉLECTIONNABLE AVEC*).

► **touche de capture images**

C La pression sur cette touche permet de capturer les images présentes à l'afficheur et d'afficher un tableau qui permet leur enregistrement (☛ ***CAPTURE ET ENREGISTREMENT D'IMAGES À L'ÉCRAN***).

2.2 FONCTIONS D'UTILISATION GÉNÉRALE

En même temps que de nombreuses fonctions spécifiques pour chaque fonctionnalité différente, décrites dans les sections correspondantes, certaines fonctions d'utilisation générale, sont présentées ci-après.

2.2.1 FONCTIONS LIÉES À LA PHASE DE MESURE

► **Démarrer / Arrêter l'acquisition**

Dans tous les tableaux de mesure, appuyer sur OK pour démarrer l'acquisition et l'arrêter toujours en appuyant sur OK. L'état d'acquisition active se reconnaît facilement (excepté dans la fonction Equilibrage) par la présence d'une bande indicatrice du niveau du signal en entrée de chacun des canaux actifs.

Dans la fonction Equilibrage, au contraire, cet état est signalé par une indication de la qualité de la mesure en cours (☛ ***EXÉCUTION DE LA MESURE***).

2.2.2 FONCTION "AUTRES FONCTIONS..."

Lorsque les fonctions accessibles à partir d'un certain tableau sont plus de six, les touches fonction auxquelles les faire correspondre sont insuffisantes; dans ce cas, la touche F6 est associée à Other F-keys...

L'appui sur cette touche provoque le remplacement des fonctions correspondant à F1 F5 par cinq autres fonctions. Pour restaurer la correspondance initiale, appuyer sur F6 .

2.2.3 *Fonctions opérant sur les graphiques*

► **Programmation échelle**

Set scale	consent de sélectionner la fonction de modification de la valeur minimum et de celle maximum des axes d'un graphique, de cette manière, on pourra afficher uniquement la zone de plus grand intérêt. Son activation rend disponibles les sousfonctions suivantes:
Back	quitte la fonction Programmer échelle
xmin	programme la valeur minimum de l'axe x
xmax	programme la valeur maximum de l'axe x
Ymin	programme la valeur minimum de l'axe y
Ymax	programme la valeur maximum de l'axe y
Autoscale	programme les limites des axes conformément aux données du graphique

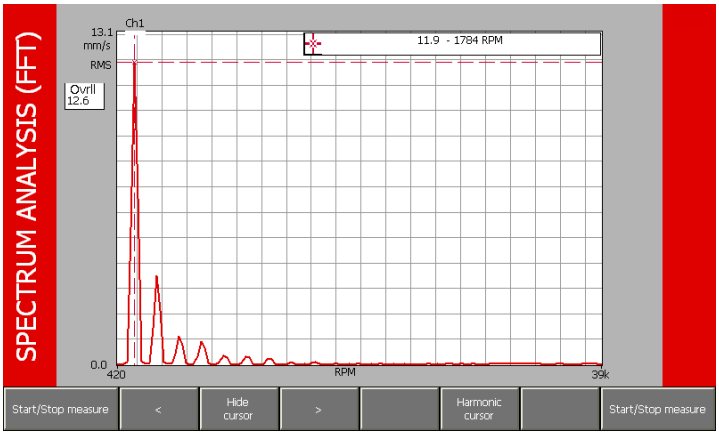
La valeur de l'extrême sélectionné (x_{min}, x_{max}, Y_{min} or else Y_{max}, affichée en blanc sur fond noir), peut être augmentée ou diminuée en appuyant respectivement sur ◄ , ► pour l'axe x et sur ▼ , ▲ pour l'axe y.

La mesure peut être démarrée avec OK *même lorsque Programmer échelle est actif, mais cela provoque automatiquement la sortie de cette fonction.*

Lorsque dans le même tableau deux graphiques sont représentés en même temps, les fonctions d'échelles interviennent sur le graphique actif (identifié par le symbole ◄). Pour changer le graphique actif, appuyer sur la touche A/B .

► **Utilisation du curseur**

Dans n'importe quel graphique, pourvu que la zone visible ne soit pas vide, vous pouvez introduire un curseur, afin de faciliter la lecture et l'interprétation des données affichées : cela peut se faire avec F2 Show cursor . Une fenêtre en haut à droite du graphique affiche les coordonnées du point où se trouve le curseur.



Le curseur peut être déplacé d'un pas à droite ou à gauche en utilisant respectivement F1 < ou F3 > .

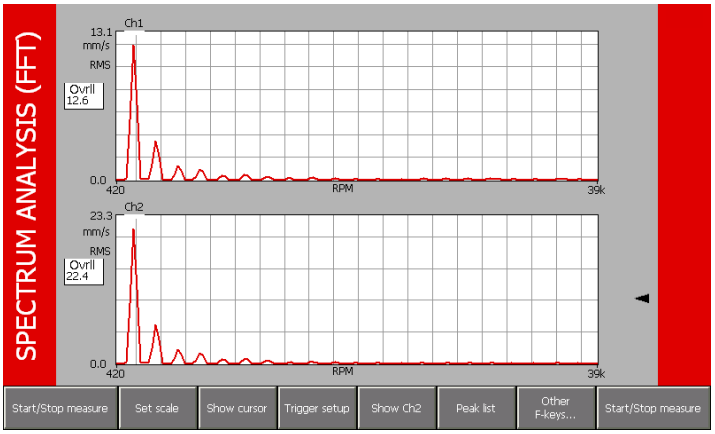
Pour atteindre rapidement des points très éloignés de la position actuelle, gardez appuyé F1 < ou F3 > . Appuyer sur F2 Hide cursor pour éliminer le curseur.

La mesure peut être démarrée avec **OK** *même lorsque le curseur est visible; à la fin de la mesure le curseur demeure visible.*

Lorsque dans le même tableau deux graphiques sont représentés en même temps, on pourra visualiser le curseur sur les deux tableaux, pour faciliter les comparaisons et les évaluations. Cependant, la pression sur les touches fonction agit seulement sur le graphique actif à ce moment là (identifié par le symbole ◄). Pour changer le graphique actif, appuyer sur la touche **A/B** .

► Changement du canal affiché

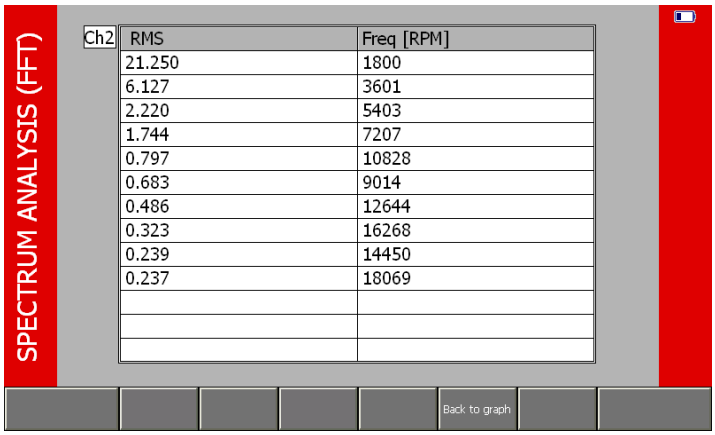
Si les deux canaux de mesure sont validés, différents types d'affichage sont possibles:
- seulement graphique du canal Ch1
- seulement graphique du canal Ch2
- graphiques des canaux Ch1 et Ch2 en même temps



Le passage en séquence des différentes possibilités s'obtient en appuyant à plusieurs reprises sur la touche **F4** qui correspond à chaque fois aux options Show Ch2 | Show Ch1 + Ch2 | ou Show Ch1 .

► Liste pics

La sélection de cette fonction affiche un tableau avec les 10 pics de la valeur la plus élevée présents dans la partie du graphique affichée, associés à leur position correspondante. Leur valeur est calculée en appliquant au graphique un algorithme d'interpolation. Cela consent, par exemple, de localiser dans une FFT même les pics non situés en correspondance d'une des lignes du spectre (utilisation plus fréquente).



Appuyer sur F5 Back to graph pour quitter cette fonction et afficher de nouveau le ou les graphiques.

Les 10 pics les plus élevés sont déterminés par rapport à la valeur de celui le plus haut présent dans le graphique; mais, dans certaines circonstances, la liste pourrait contenir moins de 10 pics.

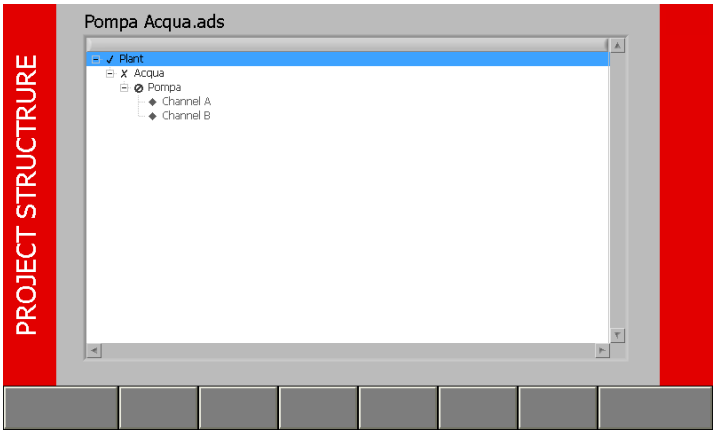
En cas d'affichage des graphiques des deux canaux, la liste des pics est calculée pour celui actif (localisable avec le symbole).

2.2.4 Enregistrement des mesures

L'instrument N600, structuré selon une logique de Routes (parcours) de mesure, permet de sauvegarder facilement les données acquises ; à cet effet, deux types de Routes sont disponibles (**FONCTION ARCHIVES**):

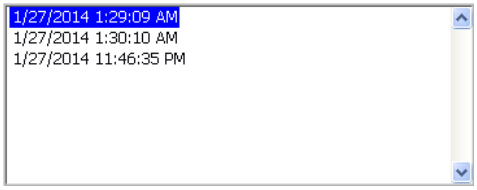
- route soft
- route strict

En cas d'utilisation de l'option Route Soft, la pression sur [Save] permet de visualiser la page STRUCTURE PROJET relative à la route présentement active. Tous les points de mesure, marqués du symbole , permettent d'effectuer plusieurs fois la sauvegarde des données.



Le choix du point de mesure pour sauvegarder la mesure effectuée peut être effectué à l'aide des flèches et , ensuite, il suffit ensuite d'appuyer sur [Save] pour effectuer la sauvegarde de la mesure sur le point choisi.
Dans le cas où aurait été effectuée une acquisition bi-canal, la sauvegarde est automatiquement effectuée pour les deux canaux sur le même fichier.
En cas d'utilisation de l'option Route Strict, après avoir appuyé sur la touche F5 [Save] un pop-up informe l'utilisateur que la sauvegarde de la mesure a été correctement effectuée.

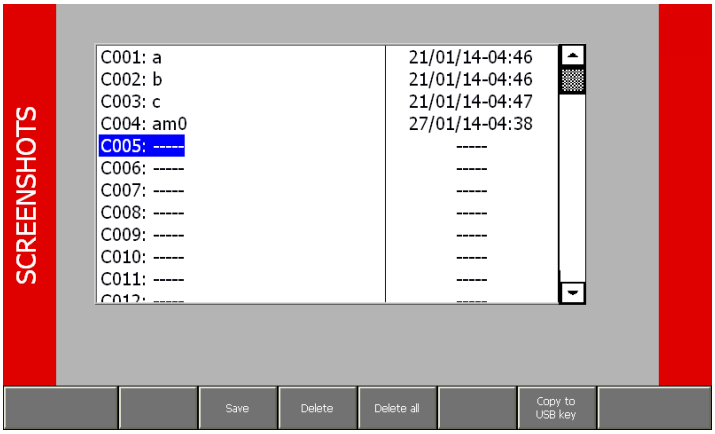
La touche [Load measure], accessible en appuyant sur la touche [Other F-keys...], permet de recharger les mesures précédemment traitées.



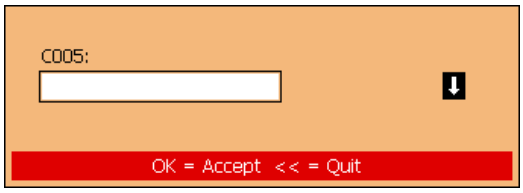
À l'aide des flèches et , sélectionner la mesure à recharger (indiquée par la date mm/jj/aaaa et l'heure hh:mm:ss d'acquisition) et confirmer en appuyant sur la touche [OK].

2.2.5 CAPTURE ET ENREGISTREMENT DES IMAGES À L'ÉCRAN

Dans tous les tableaux de l'appareil N600 l'image visible à l'afficheur peut être capturée avec C et enregistrée sous le format png dans des archives spéciales. Elle pourra ensuite être utilisée pour accompagner une documentation éventuellement produite par l'opérateur.

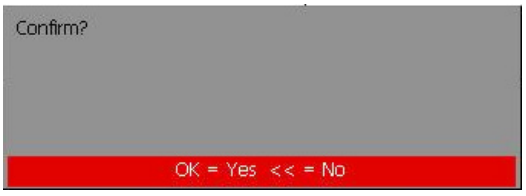


Le choix de la position pour l'enregistrement peut s'effectuer avec les flèches ↓ et ↑, il suffira ensuite d'appuyer sur F2 [Save] pour afficher un pop-up où entrer le nom désiré, ainsi qu'indiqué au point ***CLAVIER ALPHANUMÉRIQUE***.



L'effacement d'une image, et le vidage de la position correspondante dans les archives, peuvent être obtenus en appuyant sur F3 [Delete]. Avec F4 [Delete all] au contraire, on peut vider complètement les archives images.

En appuyant sur les touches ci-dessus, le pop-up demande à l'opérateur de confirmer l'opération en appuyant sur la touche OK ou bien de quitter en appuyant sur la touche «.



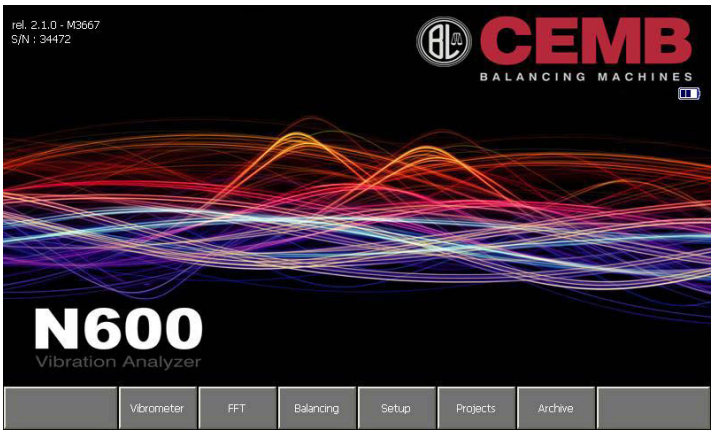
Enfin, à l'aide de la touche F6 [Copy to USB key], tous les fichiers image sauvegardés sur l'instrument sont copiés à l'intérieur d'un dossier « Screenshots » (captures d'écran) qui est automatiquement créé sur la clé USB connectée à l'instrument.

À CHAQUE FOIS QUE L'ON SOUHAITE SAUVEGARDER DE NOUVELLES IMAGES DES TABLEAUX SUR LA MÊME CLÉ USB, DANS LE DOSSIER « SCREENSHOTS », SONT CRÉÉS DES SOUS-DOSSIERS DONT LE NOM EST CONSTITUÉ DE LA DATE ET DE L'HEURE.

LES TOUCHES ← ET →, QUI AUGMENTENT OU DIMINUENT RESPECTIVEMENT DE 10 LA POSITION SÉLECTIONNÉE, PEUVENT ÊTRE EMPLOYÉES POUR FAIRE DÉFILER RAPIDEMENT LES ARCHIVES.

3. TABLEAU INITIAL (MENU)

Au branchement de l'appareil N600, le tableau principal suivant s'affiche:



avec une série d'informations :
- logo du producteur et nom de l'instrument
- numéro de série (S/N) de l'appareil
- version du programme présent
- état de la batterie:

  > complètement chargée

  > partiellement chargée

  > presque déchargée

  > déchargée

appareil sous charge (connexion à la prise électrique au moyen du chargeur de batteries fourni).
Comme un vrai menu, il propose et consent de sélectionner les fonctions disponibles:

► **Vibromètre**
- Mesure de la valeur totale et de la valeur synchrone de vibration
- Mesure et mémorisation de la vibration au changement du temps et de la vitesse du rotor.

► **FFT (Fast Fourier Transform)**
- décomposition de la vibration dans ses fréquences composantes
- visualisation de la forme d'onde de la vibration

► **Equilibrage**
- Equilibrage des rotors

► **Setup**
- programmation des caractéristiques des capteurs reliés à l'appareil
- programmation des paramètres généraux de fonctionnement de l'appareil

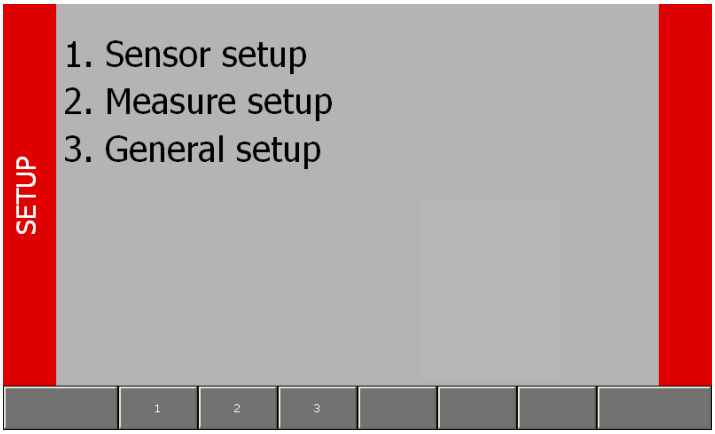
► **Gestion des projets**
- ouverture d'un projet existant
- modification des points de mesure sélectionnables dans un projet durant une campagne de mesure sur champ
- création d'un nouveau projet (Route Soft uniquement)
- importation de nouveaux projets (Route Soft et Route Strict) depuis une clé USB
- sauvegarde de projets avec données sauvegardées sur la clé USB
- élimination de projets existants

► **Archive**
- charger une image de l'écran précédemment capturée

- éliminer une ou toutes les images de l'écran précédemment capturées

POUR RETOURNER À CE TABLEAU, APPUYER SUR *DANS N'IMPORTE QUEL AUTRE TABLEAU.*

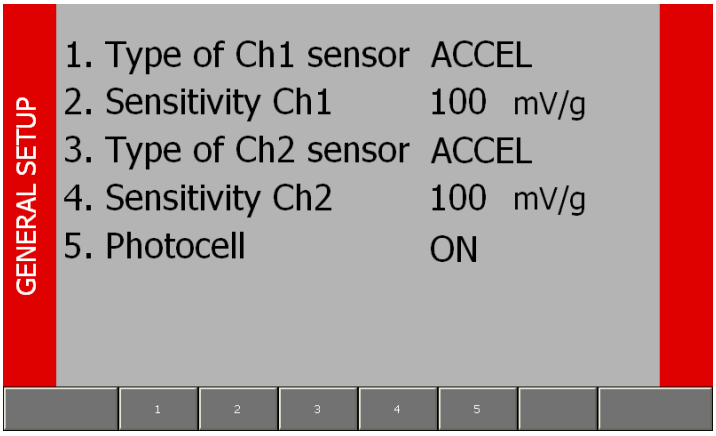
4. FONCTION SETUP



Cette fonction permet d'effectuer tous les réglages de configuration possibles sur l'instrument N600. Ces réglages sont les suivants:

- Réglage capteurs: configuration relative aux capteurs pouvant être interfacés avec l'instrument
- Réglage mesure: configuration relative aux réglages de mesure
- Réglage général: configuration relative aux paramètres d'utilisation générale de l'appareil.

4.1 SETUP CAPTEURS



L'appareil N600 peut être utilisé avec différents types et modèles de capteurs, c'est pourquoi, pour obtenir une mesure correcte, il faudra programmer exactement le type et la sensibilité des capteurs effectivement reliés.

BIEN QUE L'APPAREIL SOIT EN MESURE DE FONCTIONNER CORRECTEMENT AVEC N'IMPORTE QUELLE COMBINAISON DE CAPTEURS, NOUS CONSEILLONS DE CONNECTER DES CAPTEURS DU MÊME TYPE ET DU MÊME MODÈLE AUX DEUX CANAUX.

4.1.1 TYPE DE CAPTEUR

Possibilité de sélectionner une quelconque des possibilités suivantes :

- **OFF** : capteur non présent (ou canal à garder éteint)
- **ACCEL** : accéléromètre
- **VELOC** : vélocimètre
- **DISPLC** : capteur de proximité (non-contact)

ON NE PEUT PAS PROGRAMMER LES DEUX CANAUX SUR OFF, AU MOINS UN DES DEUX CANAUX DOIT ÊTRE ACTIF.

Bien que l'unité de mesure désirée puisse être différente de celle naturelle du capteur, seules ces combinaisons sont possibles.

TYPE DE CAPTEUR	MESURE DESIRÉE
ACCEL	Accélération, vitesse, déplacement
VELOC	Vitesse, déplacement
DISPLC	déplacement

L'instrument N600 est en mesure de déterminer automatiquement si à un canal validé (c'est-à-dire non réglé sur OFF dans Setup capteurs) aucun capteur n'est relié. Il le signale en affichant le symbole *à proximité de la barre de signal du canal correspondant (seulement durant la mesure). Pour éviter son affichage, il est conseillé d'invalider le canal éventuellement non utilisé en réglant sur OFF.*

ATTENTION!

Si ce symbole s'affiche pour un canal où, en réalité, un capteur est branché, c'est l'indice d'un dysfonctionnement possible du capteur, ou d'un problème de connexion (par exemple le câble pourrait avoir été tranché).
Dans ce cas, faites quelques essais en reliant au canal en question un capteur qui est certainement en bon état. Si l'indication persiste, contacter le service après-vente CEMB.

4.1.2 Sensibilité du capteur

C'est le nombre de Volts par unité produits par le capteur : pour les différents types on l'exprime en:

TYPE DE CAPTEUR	SENSIBILITÉ	VALEUR TYPIQUE
ACCEL	mV/g	100
VIT	mV/(mm/s)	21,2
DISPLC	mV/µm	4

ATTENTION!

Différents modèles peuvent avoir des sensibilités différentes des valeurs typiques : chercher avec attention la valeur correcte dans la documentation du capteur et programmer cette valeur.

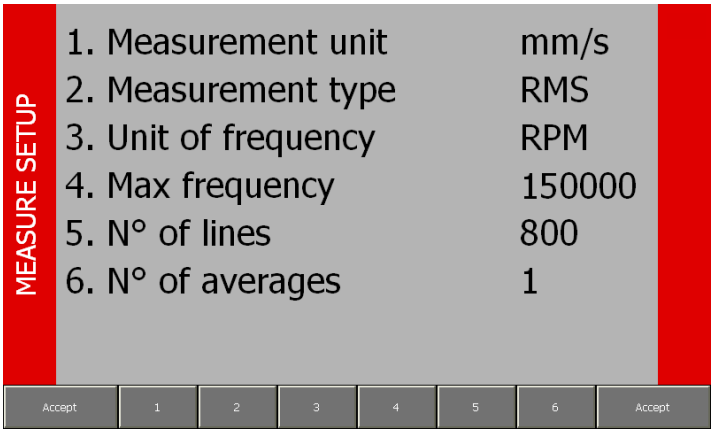
4.1.3 Cellule photoélectrique

Il est possible de sélectionner l'activation du circuit relatif à l'alimentation de la cellule photoélectrique. En réglant le paramètre sur ON, la cellule photoélectrique est constamment alimentée dès qu'elle est connectée à l'instrument.

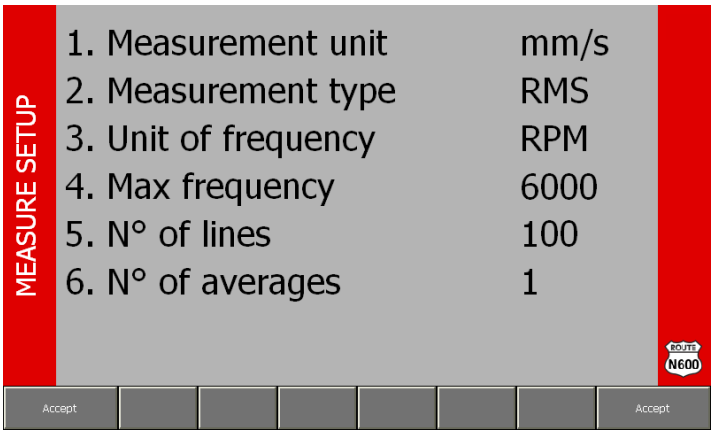
Dans le cas où la cellule photoélectrique ne serait pas activée, quand un programme est sélectionné qui nécessite l'utilisation de la cellule photoélectrique, un pop-up en demande l'activation.

4.2 RÉGLAGE MESURE

En cas d'analyse effectuée en utilisant l'option Route Soft, cette fonction permet d'effectuer les réglages nécessaires à la fois pour obtenir une bonne mesure de valeur globale (overall) à travers la fonction Vibromètre et pour mettre en évidence sur le spectre les informations significatives, en les séparant de l'inévitable bruit de fond, relatives à la fonction FFT.



EN CAS D'ANALYSE EFFECTUÉE EN UTILISANT L'OPTION ROUTE STRICT, CETTE FONCTION PERMET SIMPLEMENT DE VÉRIFIER LES PARAMÈTRES RÉGLÉS, SANS QU'IL NE SOIT TOUTEFOIS POSSIBLE DE LES MODIFIER. LE SYMBOLE ROUTE N600 *PERMET D'IDENTIFIER UN RÉGLAGE RELATIF À ROUTE STRICT.*



4.2.1 UNITÉ DE MESURE

Sélectionner l'unité de mesure dans laquelle on souhaite que la vibration soit fournie ; les options sont les suivantes:
- accélération (g) – exalte les fréquences les plus hautes et atténue les plus basses
- vitesse (mm/s ou inch/s)
- déplacement (µm ou mils) – exalte les fréquences les plus basses et atténue les plus hautes.

4.2.2 TYPE DE MESURE

Modalité dans laquelle chaque composant (ligne) du spectre est fourni ; soit :
- **RMS** (Root Mean Square) : valeur quadratique moyenne
  il s'agit de la valeur moyenne de la vibration préalablement élevée au carré ;
  valeur habituellement utilisée dans les normes européennes, en particulier pour les mesures d'accélération et de vitesse.
  indice direct du contenu « énergétique » de la vibration : il représente de fait la puissance intrinsèque de la vibration qui se décharge sur les supports ou les appuis de la structure vibrante.
- **PK** (Peak) : valeur de pic
  il s'agit de la valeur maximale atteinte par la vibration sur un intervalle de temps donné ;
  pour des signaux purement sinusoïdaux, elle est tout simplement égale à la valeur RMS multipliée par 1,41 ;
- **PP** (Peak-to-Peak) : valeur de pic à pic
  il s'agit de l'écart entre la valeur maximale et la valeur minimale atteintes par la vibration sur un intervalle de temps donné ;
  pour des signaux purement sinusoïdaux, elle est tout simplement égale à la valeur RMS multipliée par 2,82 ;
  elle est généralement utilisée pour les mesures de déplacement.

4.2.3 Unité de fréquence

Les options sont les suivantes :
- Hz - cycles (tours) / seconde
- RPM - tours/minute

Entre les deux unités, existe naturellement la relation 1 HZ = 60 RPM (tours/minute)

4.2.4 Fréquence max

Il s'agit de la fréquence maximale du phénomène analysé ; il s'agit en l'occurrence de la fréquence maximale visualisable sur le spectre. Elle peut être choisie parmi les valeurs prédéfinies 100, 500, 1 000, 2 500, 5 000 et 10 000 Hz, sur la base desquelles l'instrument N600 choisit la fréquence appropriée pour l'acquisition des données.

Le choix type, adapté à la plupart des situations, est de 1 000 Hz (60 000 RPM), conformément à la norme ISO 10816-1.

Une procédure pratique généralement utilisée consiste à s'assurer que la fréquence maximale réglée est d'au moins 20-30 fois la fréquence de rotation de l'arbre examiné. Cela permet d'inclure également dans le spectre la zone de haute fréquence sur laquelle se manifestent généralement les problèmes dus aux roulements.

Pour des autres conditions identiques, le choix d'une basse fréquence maximale (inférieure à 1 000 Hz) provoque une importante augmentation des temps nécessaires à l'acquisition et à la mesure.

4.2.5 Nb lignes

Ce paramètre définit le nombre de lignes utilisées dans l'algorithme de FFT, qui est lié à la résolution en fréquence dans le spectre. Cela détermine la proximité de la fréquence par rapport aux deux pics, de telle sorte qu'ils restent distincts sur le graphique de FFT. Cette résolution est égale à:

$$\frac{f_{max}}{N_{linee}}$$

aussi, pour qu'elle reste constante, si la fréquence maximale est augmentée, le nombre de lignes doit lui aussi être augmenté.
Il est utile de rappelé que le temps nécessaire à l'acquisition du bon nombre d'échantillons est exactement égal à l'inverse de la résolution ; à cela doit être ajouté celui nécessaire au traitement des données. Le tableau ci-dessous montre des exemples du lien entre résolution et temps d'acquisition :

Résolution [Hz]	**$t_{acquisition}$ [sec]**
5	0,2
2,5	0,4
1,25	0,8
0,625	1,6
0,3125	3,2

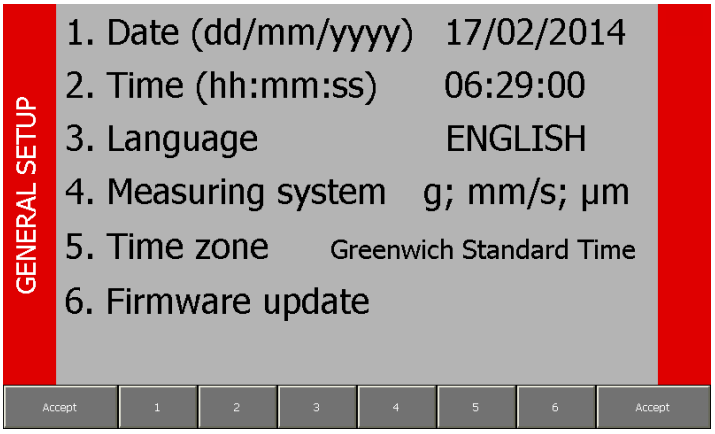
L'utilisation d'un nombre de lignes excessif est déconseillée, sauf dans les cas où une résolution extrême serait indispensable. Ce choix se traduit en effet, par une augmentation des temps de calcul et de l'espace nécessaire à la sauvegarde des données, souvent sans que ne soient ajoutées d'informations particulières. Un choix raisonnable est de 200, 400 ou au maximum 800 lignes, en veillant à régler une fréquence max. cohérente avec la situation effective.

4.2.6 Nb moyennes

Il s'agit du nombre de spectres/données qui doivent être calculés et moyennés pour augmenter la stabilité de la mesure. Quatre moyennes suffisent amplement pour des mesures normales de vibration effectuées sur des machines rotatives.

En appuyant sur OK les réglages effectués sont confirmés.

4.3 SETUP GÉNÉRAL



Les paramètres d'utilisation générale dans l'appareil doivent être programmés dans cette page.

APPUYER SUR LA TOUCHE . POUR AFFICHER LE POP-UP SYSTEM INFO, CONTENANT LES INFORMATIONS COMPLÈTES SUR LE SYSTÈME. APPUYER SUR UNE TOUCHE QUELCONQUE POUR FERMER CETTE FENÊTRE.

4.3.1 DATE

Avec le clavier alphanumérique entrer la date sous le format JJ/MM/AAAA..

4.3.2 HEURE

Avec le clavier alphanumérique entrer l'heure sous le format HH:MM:SS.

4.3.3 LANGUE

Sélectionner une des langues possibles :
- ITALIEN
- ENGLISH
- DEUTSCH
- FRANÇAIS
- ESPAÑOL

4.3.4 SYSTÈME DE MESURE

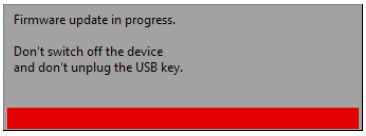
Les unités de mesure utilisées pour les valeurs d'accélération, de vitesse et de déplacement, peuvent être respectivement :
- g; mm/s; µm: unités métriques
- g; inc/s; mils: unité anglo-saxonnes

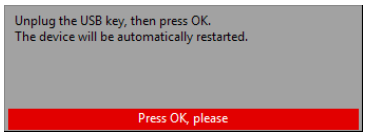
4.3.5 TIME ZONE

Permet de régler le fuseau horaire. Ce réglage est important dans le cas où l'instrument serait associé au logiciel de traitement de données CEMB Advanced Diagnostic Software.

4.3.6 MISE À JOUR FIRMWARE

L'appui sur la touche F6 ne programme aucun paramètre, mais il consent de mettre à jour le programme (firmware) à l'intérieur de l'appareil, en cas de nécessité.
Chaque nouvelle version de firmware est composée d'un fichier avec extension fmw, qui doit être copié dans le directory principal dans la clé USB fournie. Il suffit d'insérer le pendrive dans un des ports USB de l'appareil et d'appuyer ensuite sur F6 pour mettre en route la procédure de mise à jour automatique, à la fin de laquelle le *pop-up:*

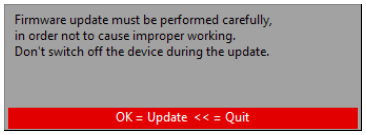




signale que le transfert du fichier a eu lieu et demande d'éteindre et de rebrancher l'appareil pour compléter l'opération.

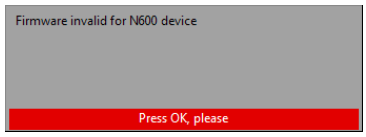
ATTENTION!

LA MISE À JOUR DU FIRMWARE EST UNE OPÉRATION DÉLICATE, QUI PEUT DURER PLUSIEURS MINUTES ET DOIT ÊTRE EFFECTUÉE EN SE CONFORMANT DIRECTEMENT AUX INSTRUCTIONS FOURNIES, POUR NE PAS PROVOQUER DES DYSFONCTIONNEMENTS OU LA PERTE DES DONNÉES ; POUR CE MOTIF, UNE CONFIRMATION EXPLICITE EST DEMANDÉE AVANT D'ACTIVER CETTE PROCÉDURE.



Il faut utiliser uniquement des firmwares fournis directement par le service aprèsvente CEMB. Retirer la clé USB avant de remettre en route l'appareil.

En cas d'utilisation d'un firmware non valable, le pop-up suivant s'affiche:



ATTENTION!

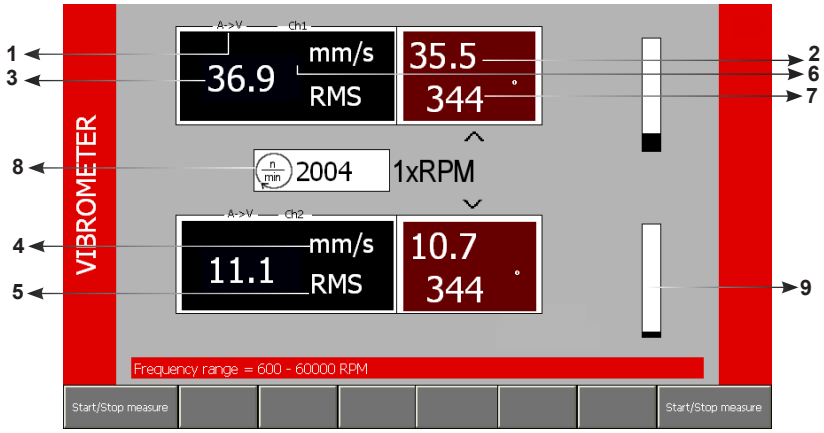
AU CAS OÙ L'OPÉRATION DE MISE À JOUR AUTOMATIQUE NE SE TERMINERAIT PAS AVEC SUCCÈS, CONTACTER LE SERVICE APRÈS-VENTE CEMB, EN INDIQUANT LE TYPE D'ERREUR SIGNALÉE.

5. FONCTION VIBROMÈTRE

Une des informations les plus simples, mais à la fois les plus significatives dans l'analyse des vibrations, réside dans la valeur globale (overall) de la vibration. En effet, c'est souvent le premier paramètre à considérer pour évaluer les conditions de fonctionnement d'un moteur, d'un ventilateur, d'une pompe ou d'une machine-outil. Des tableaux opportuns consentent de discriminer entre un état excellent et un état bon, admissible, tolérable ou même dangereux (☛ ***APPENDICE B - CRITÈRES D'APPRÉCIATION***). Dans certaines situations, au contraire, il peut être intéressant de connaître les valeurs de module et de phase de la vibration synchrone (1xRPM), c'est-à-dire correspondant à la vitesse de rotation du rotor.
La fonction vibromètre réalise ce type de mesures et rend disponibles deux fonctions de surveillance, pour observer le cours de la vibration dans le temps ou au changement de la vitesse du rotor.

5.1 VIBROMÈTRE - TABLEAU DE MESURE

La page de mesure présente une série d'informations, organisées comme indiqué dans la figure:



1. informations de mesure : elles indiquent l'unité du capteur (A, V ou D) et l'éventuelle conversion effectuée pour fournir l'overall (par exemple A→V signifie que la lecture est faite avec un accéléromètre, mais la vibration est fournie en vitesse)
2. canal mesuré
3. valeur globale de la vibration
4. unité de mesure
5. type de mesure
6. valeur de la vibration synchrone
7. phase de la vibration synchrone
8. vitesse de rotation du rotor
9. barre de niveau du signal

EN *LES VALEURS OBTENUES DE CETTE MANIÈRE PEUVENT ÊTRE UTILISÉES POUR ÉVALUER L'ÉTAT DE FONCTIONNEMENT D'UN APPAREIL EMPLOYANT, PAR EXEMPLE, LES TABLEAUX ET LES DIAGRAMMES PRÉSENTÉS À L'**APPENDICE B** DE CE MANUEL.*

La mesure de default est celle de la valeur totale de vibration, mais en appuyant sur F4 [1xRPM measure] on pourra passer à la mesure de la valeur synchrone: on affiche ainsi les informations sur le module, sur la phase et sur la vitesse de rotation. L'appui sur F4 [Overall measure] permet de retourner à la mesure de l'overall. .

*POUR EFFECTUER UNE MESURE SYNCHRONE, IL FAUT CONNECTER LA PHOTOCELLULE ET VÉRIFIER QU'ELLE EST PLACÉE CORRECTEMENT (☛ **MONITORING EN VITESSE**).*

5.1.1 IMPRESSION DIRECTE DE LA VALEUR DE VIBRATION (OPTION)

En connectant l'imprimante portable fournie (option), et en appuyant sur F3 [Print] on pourra imprimer directement dans le champ les valeurs de vibration affichées dans la page VIBROMÈTRE.

5.2 SURVEILLANCE DANS LE TEMPS

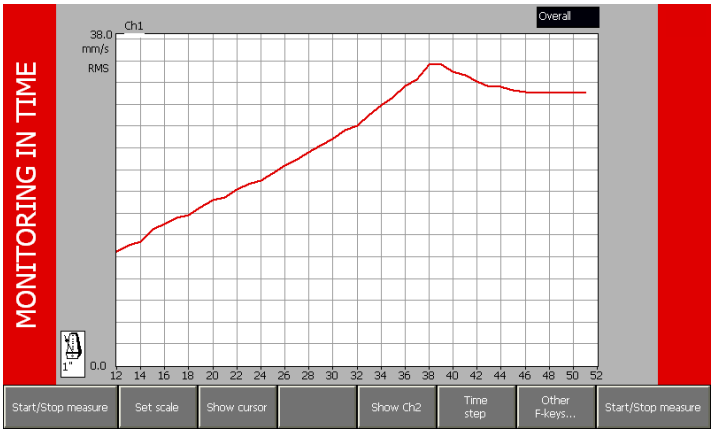
La fonction de surveillance dans le temps consent d'observer (et éventuellement de mémoriser) le cours, dans le temps, de la valeur globale de vibration. A cet effet, il faudra programmer une valeur adaptée pour le paramètre F5 [Time step] en choisissant une des possibilités:

- 1'' - une seconde
- 10'' - dix secondes
- 1' - une minute
- 15' - quinze minutes

Après l'appui sur [OK] on effectue la mesure d'overall, indiquée par un point sur le graphique; à la cadence programmée, cette mesure est automatiquement répétée, et un nouveau point est représenté dans le graphique. La disponibilité d'une nouvelle mesure est signalée par l'affichage rapide, en blanc sur fond noir, de la valeur de la cadence temporelle (sous l'icône avec le métronome [1"]).

Lorsque le nombre de mesures effectuées dépasse les quarante, seules les quarante plus récentes sont visibles dans le graphique.
Pour arrêter la surveillance, appuyer de nouveau sur [OK] les fonctions typiques de gestion des graphiques deviennent alors disponibles (☛ ***FONCTIONS OPÉRANT SUR LES GRAPHIQUES***).

- Programmer échelle (avec laquelle, si on le désire, on pourra aussi afficher toutes les mesures effectuées)
- Afficher curseur
- Changement du canal affiché
- Liste pics



Sélectionner F6 [Other F-keys...] et ensuite F4 [Save] pour enregistrer toute la surveillance dans un fichier, en vue des analyses successives. Si la saisie est validée pour les deux canaux, la sauvegarde est automatiquement effectuée pour les deux canaux dans le même fichier.

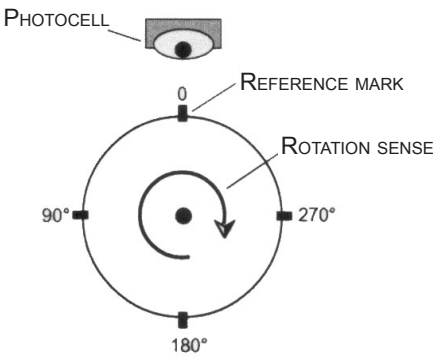
PUISQUE ON ACCÈDE À LA FONCTION DE SURVEILLANCE DANS LE TEMPS, À PARTIR DU TABLEAU VIBROMÈTRE, LES PROGRAMMATIONS UTILISÉES POUR LE CALCUL DE L'OVERALL SONT CELLES SÉLECTIONNÉES DANS L'AFFICHAGE SETUP VIBROMÈTRE.

LA MÉMOIRE RÉSERVÉE À UN MONITORING SIMPLE CONSENT DE MÉMORISER AU MAXIMUM 1024 VALEURS PAR CANAL: À L'OBTENTION DE LA LIMITE, LA SAISIE EST AUTOMATIQUEMENT ARRÊTÉE POUR NE PAS AVOIR DE PERTES DE DONNÉES. C'EST LA RAISON POUR LAQUELLE IL EST IMPORTANT D'UTILISER LA CADENCE LA PLUS OPPORTUNE SUR LA BASE DE LA DURÉE DU PHÉNOMÈNE EXAMINÉ.

5.3 SURVEILLANCE EN VITESSE

Dans de nombreuses situations il peut être utile de lier la valeur de la vibration à celle de la vitesse de rotation d'un arbre ; de cette manière on pourra rechercher, par exemple, comment varient l'overall ou la composante synchrone durant la mise en route ou l'arrêt de la machine, en déterminant les zones critiques éventuelles, ou celles à risque de résonance, qu'il est toujours préférable d'éviter
Pour utiliser cette fonction, le signal tachymétrique est essentiel; il faut donc:

- appliquer une plaquette catadioptre sur le rotor comme repère (0°). A partir de cette position, les angles sont mesurés dans le sens opposé à celui de rotation de l'arbre



- Brancher la photocellule et la placer correctement (50 - 400 mm), de manière à ce que la led située sur le dos de celle-ci s'éclaire une seule fois par tour, lorsque le rayon lumineux éclaire le repère. Si le fonctionnement n'est pas régulier, éloigner ou rapprocher la photocellule, ou l'incliner par rapport à la surface de la pièce ☞ ***APPENDICE D - CAPTEUR LASER POUR INSTRUMENTS CEMB N***.

La surveillance en vitesse peut être effectuée selon deux modalités différentes:
- surveillance de la vibration globale (overall)
- surveillance de module et de phase de la vibration synchrone à la vitesse de rotation (1xRPM)

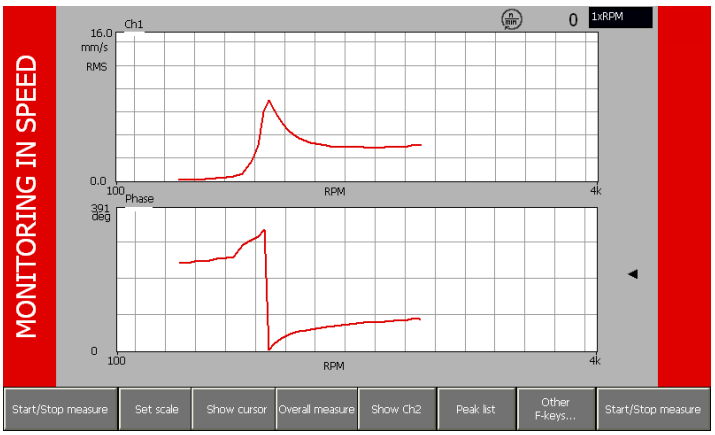
Une icône dans la partie haute de la page indique quelle modalité est actuellement sélectionnée. Pour la changer, appuyer sur F3 .

Dans un monitoring synchrone, deux graphiques s'affichent toujours en même temps; ceux-ci peuvent être:
- module et phase de la vibration du canal 1
- module et phase de la vibration du canal 2
- modules de la vibration des deux canaux

On pourra passer entre les différents modules en appuyant sur F4

Après l'appui sur OK une mesure de vibration et une lecture de la vitesse sont effectuées, représentées ensuite avec un point sur le graphique ; ces mesures sont automatiquement répétées et, à chaque fois, un nouveau point est ajouté au graphique. Par commodité, en haut à droite, à côté du symbole s'affiche la vitesse actuelle du rotor, exprimée en tr/min.

La surveillance s'arrête en appuyant de nouveau sur OK, et les fonctions typiques de gestion des graphiques deviennent disponibles (☞ ***FONCTIONS OPÉRANT SUR LES GRAPHIQUES***).
- Programmation échelle
- Affichage curseur
- Changement du canal affiché
- Liste pics



En sélectionnant F4 Save toute la surveillance peut être enregistrée dans un fichier, pour les analyses successives.

Si la saisie pour les deux canaux est validée, la sauvegarde est automatiquement effectuée pour les deux canaux dans le même fichier.

LA PRESSION SUR LA TOUCHE F4 Save *PERMET LA SAUVEGARDE DE LA MESURE EN SÉLECTIONNANT LE POINT DE MESURE APPROPRIÉ DANS L'ÉLÉMENT ARBRE RELATIF À LA ROUTE ACTUELLEMENT SÉLECTIONNÉE.*

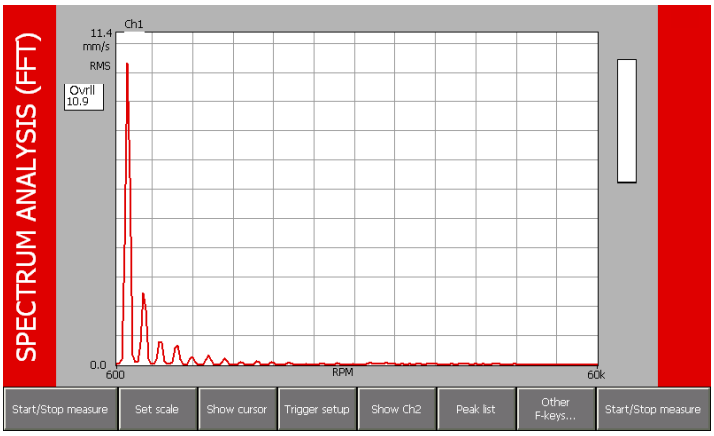
LA TOUCHE F2 Load measure *PERMET DE RECHARGER LES MESURES PRÉCÉDEMMENT TRAITÉES PAR L'INSTRUMENT.*

6. FONCTION FFT (FAST FOURIER TRANSFORM)

Une analyse complète de la vibration ne peut pas faire abstraction de l'étude des différents apports qui participent à former sa valeur globale. Pour ce motif, il est indispensable de pouvoir effectuer une analyse spectrale avec l'algorithme FFT (Fast Fourier Transform). Cette technique consent de décomposer un signal mesuré et mémorisé durant une certaine période, dans ses fréquences composantes, en facilitant ainsi la découverte de leurs causes. L'analyse des pics les plus élevés présents dans le spectre, associée à celle des fréquences aux quelles elles correspondent, permet d'établir les principales sources de vibration et, par conséquent, les aspects sur lesquels intervenir pour la réduire. Bien qu'un spectre contienne une série d'informations très significatives, son interprétation requiert une certaine expérience et attention ; à cet effet, le matériel présenté dans l'***APPENDICE C - GUIDE À L'INTERPRÉTATION D'UN SPECTRE*** peut s'avérer utile.

6.1 ANALYSE SPECTRALE (FFT)

Aux signaux acquis en respectant les programmations effectuées, on applique l'algorithme appelé FFT; conformément aux recommandations dérivées du traitement mathématique d'où il est obtenu. Cette élaboration numérique est précédée de l'application d'une fenêtre de Hanning au signal acquis; cela consent d'atténuer les effets de bord dus à la numérisation, et de réduire les phénomènes de leakage (dispersion) dans le spectre. L'aspect de la page de mesure est celui illustré dans la figure. La page de mesure est organisée de manière à maximiser le plus possible l'aire destinée à la représentation du graphique de FFT.



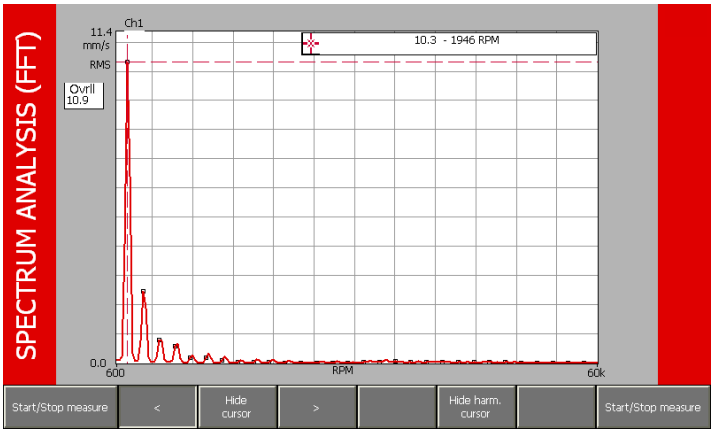
Un encadré Ovrll s'affiche à gauche. Il contient la valeur globale (overall) du signal pour le canal affiché. Les unités de mesure sont les mêmes que la FFT. Cette information consent de garder sous contrôle la vibration totale, même durant l'analyse de ses composantes prises individuellement.

Outre aux fonctions habituelles de gestion des graphiques (☛ ***FONCTIONS OPÉRANT SUR LES GRAPHIQUES),*** de:
- Programmation de l'échelle
- Affichage du curseur
- Changement du canal affiché
- Liste des pics pour afficher la liste des pics les plus hauts dans le spectre (☛ ***LISTE PICS***)

Sont disponibles:
- Forme d'onde (☛ ***FONCTION FORME D'ONDE***).
- Setup trigger pour programmer un trigger à utiliser pour démarrer l'acquisition (☛ ***SETUP TRIGGER***).

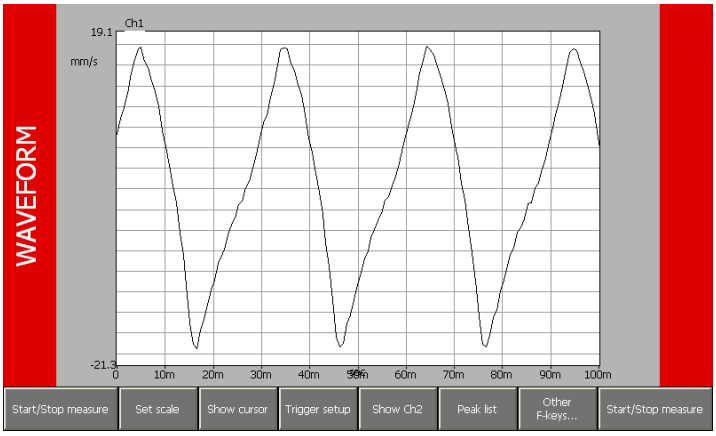
6.2 CURSEUR HARMONIQUE

La visualisation du curseur sur un graphique FFT (☛ ***UTILISATION DU CURSEUR***) rend disponible un mode particulier appelé curseur harmonique.
La fréquence à laquelle se trouve le curseur au moment de l'appui sur F5 [Harmonic cursor] est considérée comme étant celle fondamentale du signal en examen, et sur le graphique sont indiquées toutes les harmoniques d'ordre supérieur (2a, 3a, 4a, …)
Le déplacement du curseur, qui varie la fréquence considérée comme fondamentale, provoque la mise à jour automatique de la position de toutes celles multiples. L'utilisation du curseur harmonique consent de reconnaître avec facilité dans le spectre les familles de pics en correspondance des fréquences multiples entre elles, typiquement indicatives de défectuosités particulières (☛ ***APPENDICE C***).



6.3 FONCTION FORME D'ONDE

Dans la seconde série de fonctions (accessible en appuyant sur F6 [Other F-keys...]) se trouve F1 [Waveform] qui affiche une page où les signaux de vibration sont représentés dans le domaine du temps.



Dans ce mode, l'appareil N600 peut s'utiliser comme un véritable oscilloscope et il enrichit ultérieurement la variété des informations des signaux de vibration. Sont aussi présentes toutes les fonctions typiques de gestion des graphiques (☛ ***FONCTIONS OPÉRANT SUR LES GRAPHIQUES***).
Pour retourner à la page ANALYSE SPECTRALE sélectionner F6 [Other F-keys...] puis F1 [Back to FFT] .

6.4 SETUP TRIGGER

Dans certains cas, il peut être utile que le début de l'acquisition corresponde non pas à l'appui sur [OK] par l'opérateur, mais à une condition quelconque liée au phénomène observé, cela est possible en validant le trigger. De cette manière, la mesure ne commence pas immédiatement après l'appui sur [OK], mais seulement lorsque le signal du canal de trigger dépasse un seuil préétabli.
La fonction avec un trigger peut être validée de deux modes distincts:

- **Cont.** (mode continu)
- **Single** (mesure simple)

et il nécessite de la programmation de

- un canal
- un seuil

Une des utilisations les plus communes est ce que l'on appelle l'Impact test: un marteau est utilisé pour solliciter une structure et en provoquer la vibration, dans le but d'en relever les fréquences naturelles. A cet effet, il faut positionner un capteur dans la zone que l'on désire examiner, et choisir une valeur de seuil supérieure au bruit de fond affiché, mais inférieure à celui produit par le coup de marteau avec lequel la structure sera sollicitée.

Après avoir validé le trigger et sélectionné les programmations désirées, appuyer sur OK. *Pour retourner à la page de mesure, dans laquelle le mode choisi pour le trigger est identifié par une icone spécifique:*

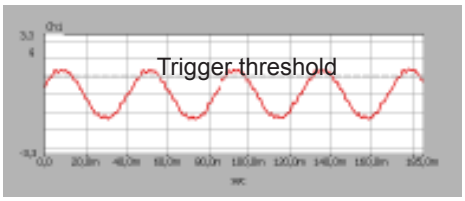
- *mode continu*
- *mode " mesure simple "*

À présent, il suffit d'appuyer sur OK, et d'attendre que le seuil du trigger soit dépassé.
Au cas où l'on désirerait arrêter manuellement le procédé (avant ou après le dépassement du seuil) il suffit d'appuyer de nouveau sur OK again.

6.4.1 Mode

C'est le paramètre indiquant si le trigger est:

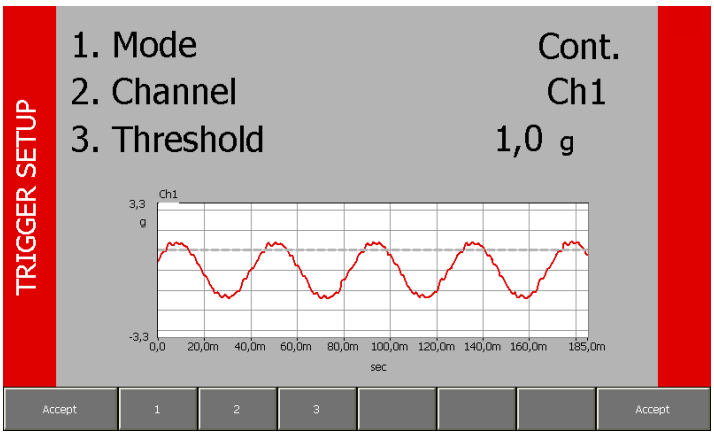
- **OFF** (invalidé): la mesure est démarrée et arrêtée manuellement par l'opérateur en appuyant sur OK
- **Cont**. (validé en mode continu): l'acquisition est démarrée lorsque le signal dépasse le seuil de trigger, et elle continue jusqu'à ce que l'opérateur l'arrête manuellement (en appuyant sur OK)
- **Single** (validé en mode "mesure simple") : Lorsque le signal dépasse le seuil de trigger une mesure simple est effectuée (en respectant les paramètres programmés pour la FFT), ensuite l'acquisition est automatiquement arrêtée; c'est le mode le plus utilisé, parce qu'il consent d'analyser des phénomènes de type transitoire ; en programmant de manière adaptée les paramètres pour la FFT, on pourra obtenir un temps d'acquisition suffisamment longs pour contenir toute l'information significative.



Des acquisitions successives permettraient de capturer seulement le bruit, elles seraient donc contreproductives.

Si le trigger est validé, dans la page de SETUP TRIGGER des programmations suivantes s'affichent:

- Canal
- Seuil



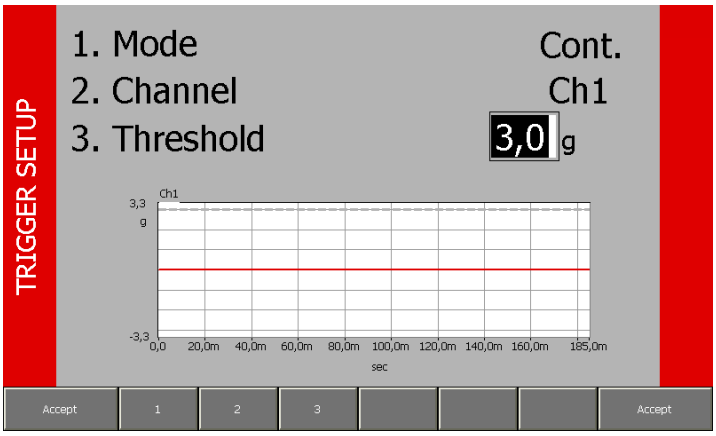
6.4.2 Canal

Indique sur quel canal (Ch1 ou Ch2) est effectuée la comparaison entre la valeur du signal et celle de seuil, pour activer l'acquisition.

Si un seul des deux canaux de mesure est validé, le choix du canal de trigger est évidemment obligé, et il est donc automatiquement forcé.

6.4.3 SEUIL

C'est le niveau que le signal doit dépasser (dans un front de montée de la forme d'onde) pour que l'acquisition soit automatiquement démarrée. Généralement, le choix d'une valeur adéquate est une des opérations les plus délicates, mais avec l'instrument N600, cette opération est considérablement simplifiée. Dans le graphique situé en bas de la page, sont représentés en temps réel le signal du canal de trigger (en ligne continue) et le seuil actuel (en pointillé). Les effets des différentes valeurs pour ce seuil peuvent donc être immédiatement évalués, en facilitant ainsi un choix rapide de celui le plus opportun.



Après l'appui sur F3 la valeur de seuil peut être programmée de deux manières:

- en composant sur le clavier numérique (seulement après l'appui sur OK, la ligne en pointillé sur le graphique se déplace);
- en utilisant ↓ et ↑, pour augmenter ou diminuer la valeur d'un simple chiffre, qui peut être sélectionnée avec ← et → (la ligne en pointillé dans le graphique se déplace immédiatement, mais à la fin, il faudra de toute façon appuyer sur OK pour valider).

LE SEUIL DE TRIGGER DOIT DE TOUTE FAÇON ÊTRE PROGRAMMÉ DANS L'UNITÉ DE MESURE NATURELLE DU CAPTEUR. CEPENDANT, DANS LA PAGE DE MESURE, LA VIBRATION PEUT AUSSI ÊTRE FOURNIE DANS D'AUTRES UNITÉS, MÊME SI, DANS LE CAS D'UNE MESURE AVEC TRIGGER ACTIVÉ, CELA EST DÉCONSEILLÉ.

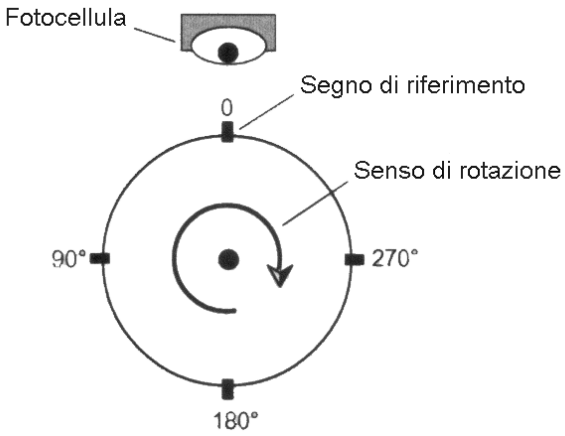
LA PRESSION SUR LA TOUCHE F5 [Save] *PERMET LA SAUVEGARDE DE LA MESURE EN SÉLECTIONNANT LE POINT DE MESURE APPROPRIÉ DANS L'ÉLÉMENT ARBRE RELATIF À LA ROUTE ACTUELLEMENT SÉLECTIONNÉE.*

LA TOUCHE F2 [Load measure] *PERMET DE RECHARGER LES MESURES PRÉCÉDEMMENT TRAITÉES PAR L'INSTRUMENT.*

7. FONCTION ÉQUILIBRAGE

Une des causes de vibration que l'on constate davantage dans la pratique réside dans le balourd d'une partie du rotor (manque d'uniformité de la masse autour de son axe de rotation), qui peut être corrigé avec une procédure d'équilibrage.
L'appareil N600 permet d'équilibrer un rotor quelconque dans des conditions de service, sur un ou deux plans, en utilisant un ou deux détecteurs de vibration et une photocellule. Pour les situations les plus communes (équilibrage sur un plan avec un seul capteur et équilibrage sur deux plans avec deux capteurs) des procédures ad hoc ont été réalisées. Ces procédures guident pas à pas l'opérateur tout le long de la séquence d'opérations. Dans tous les autres cas, une procédure générale guidée est disponible (rarement utilisée).
Les normes devant être respectées pour effectuer un équilibrage correct sont :

- mettre en place les capteurs le plus près possible des supports du rotor à équilibrer, en utilisant la base magnétique ou la fixation à travers le trou fileté pour obtenir une bonne répétibilité ;
- Appliquer une plaquette catadioptre sur le rotor comme repère (0°). A partir de cette position, les angles sont mesurés dans le sens opposé à celui de rotation de l'arbre.



- connecter la photocellule et la placer correctement (50 – 400 mm), de manière à ce que la led placée sur le dos de celle-ci s'éclaire une seule fois par tour, lorsque le rayon lumineux éclaire le repère. Si le fonctionnement n'est pas régulier, éloigner ou rapprocher la photocellule, ou l'incliner par rapport à la surface de la pièce (☛ ***APPENDICE D - CAPTEUR LASER POUR INSTRUMENTS CEMB N***).

D'autres considérations sont illustrées dans l'annexe ***PRÉCISION D'ÉQUILIBRAGE DES ROTORS RIGIDES***.

La procédure d'équilibrage se compose de deux parties :

- étalonnage: une série de lancers consent de définir, pour un rotor déterminé, les paramètres nécessaires à l'équilibrage.
- mesure du balourd et calcul de la correction

Puisque l'étalonnage est généralement un procédé laborieux, les paramètres obtenus peuvent être mémorisés, puis rappelés en cas d'interventions successives sur la même machine. Cela est possible grâce à des programmes d'équilibrage: un programme est défini par une série de programmations, pour opérer sur un rotor particulier, et il contient toutes les informations et les données acquises sur le rotor. A n'importe quel moment on pourra enregistrer le programme en cours dans des archives prévues à cet effet, pour pouvoir en disposer par la suite.

SI ON DÉSIRE UTILISER LES DONNÉES ET LES PARAMÈTRES D'UN PROGRAMME PRÉCÉDEMMENT MÉMORISÉ, IL FAUT QUE LES TRANSDUCTEURS SOIENT MONTÉS SUR LE ROTOR EXACTEMENT DANS LA MÊME POSITION.

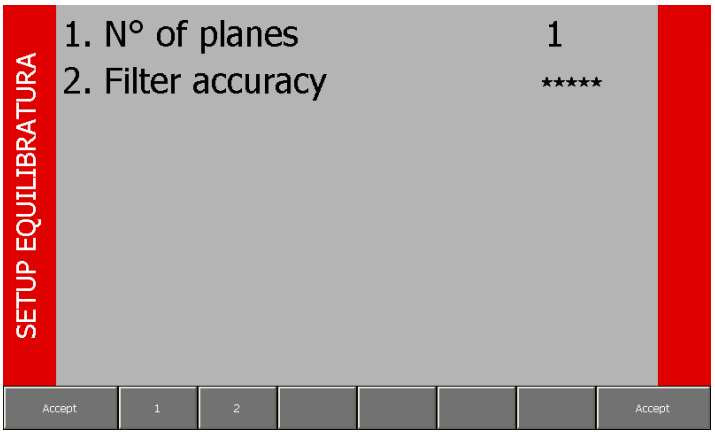
7.1 Choix du programme d'équilibrage

La sélection de la fonction d'Équilibrage propose à l'opérateur une page dans laquelle sélectionner le programme d'équilibrage à utiliser, en choisissant parmi les options :

- Nouveau programme
- Chargement programme depuis les archives
- Utilisation du programme actuel (disponible seulement si un programme a été précédemment créé ou chargé)
- Archivage sur clé USB

7.1.1 Nouveau programme - Setup équilibrage

La création d'un nouveau programme demande la programmation d'une série de paramètres, effectuée dans le tableau SETUP ÉQUILIBRAGE.



7.1.1.1 Nombre de plans

C'est le nombre de plans sur lequel on désire agir pour corriger le balourd du rotor, et il peut être de 1 ou 2.

7.1.1.2 Précision filtre

L'équilibrage dans des conditions de signal non particulièrement stable est certainement critique et requiert une acquisition pendant un plus long délai, pour atteindre une qualité satisfaisante de la valeur mesurée. Pour ce faire, il faudra intervenir sur la précision du filtre:

★★★ acquisition effectuée avec un filtre large : plus rapide mais adaptée seulement dans des conditions de signal particulièrement stable (hautes valeurs de balourd)

★★★★ acquisition effectuée avec un filtre étroit : adaptée dans la plupart des conditions

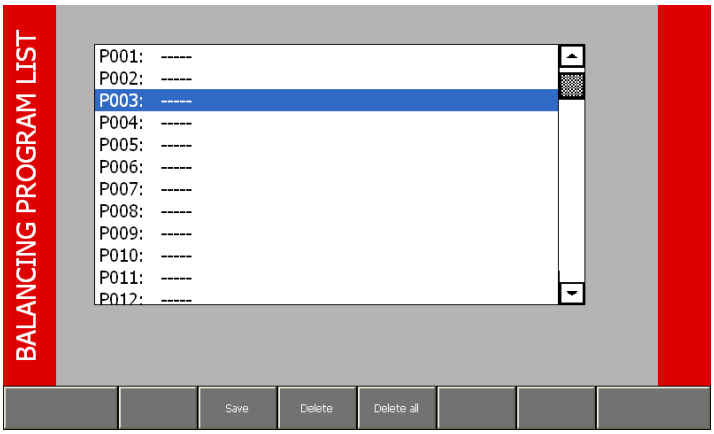
★★★★★ acquisition effectuée avec un filtre très étroit : adaptée dans des conditions de signal particulièrement critiques (basses valeurs de balourd) ; elle requiert des délais plus longs

Selon la précision sélectionnée pour le filtre, l'appareil détermine automatiquement le nombre de tours nécessaires pour chaque saisie. Puisque, dans certaines situations, il peut même falloir cent tours, le temps requis pour une mesure peut aussi être de plusieurs dizaines de secondes. Étant donné qu'il faut quelques saisies consécutives pour que la qualité de la mesure atteigne un niveau acceptable, dans le minutes. Par exemple, pour un rotor à 600 RPM, il pourrait falloir jusqu'à dix secondes avant l'affichage du premier résultat de mesure.

La confirmation des programmations sélectionnées (avec OK) crée un nouveau programme d'équilibrage, auquel aucun nom n'est associé, vu qu'il résulte accessible directement comme programme courant. Seulement lors d'un enregistrement éventuel dans les archives, l'opérateur devra entrer un nom spécifique qui, à partir de ce moment là, le caractérisera..

7.1.2 Chargement du programme depuis les archives

Sélectionner cette option pour accéder aux archives des programmes.



Les flèches et consentent de faire défiler les 10 positions disponibles, en sélectionnant donc le programme désiré (visible en négatif, c'est à dire avec l'inscription en blanc sur fond noir, celui-ci peut donc être téléchargé en appuyant sur F1 Load measure . Au cas où l'opération requise ne pourrait pas être exécutée correctement (par exemple, si on cherche de charger un programme d'une position vide, indiquée par le symbole -----), un message d'erreur s'affiche dans la bande noire placée en bas de la page.
Après le chargement, le programme affiche, pour l'opérateur:

- le tableau de mesure et de correction du balourd, si la procédure d'étalonnage a déjà été complétée
- le tableau d'étalonnage, dans le cas contraire

7.1.3 Utilisation du programme actuel

Elle permet de reprendre le dernier programme utilisé (nouveau ou téléchargé), exactement à partir du point auquel on l'a quitté.

ATTENTION!

Le débranchement de l'appareil provoque la perte des données non sauvegardées (et par conséquent également du programme en cours).
Initialement, cette option n'est donc pas disponible lors d'un nouveau branchement; elle le devient seulement après la création d'un programme ou de son chargement depuis les archives.

7.1.4 Archivage sur clé USB

Permet l'exportation, sur une clé USB connecté, tous les programmes d'équilibrage prededentemente enregistrés.
Vous allez créer un fichier "Unb_Data.ini", avec laquelle ils peuvent alors être faites du rapport d'équilibrage personnalisé.

7.2 Séquence d'étalonnage

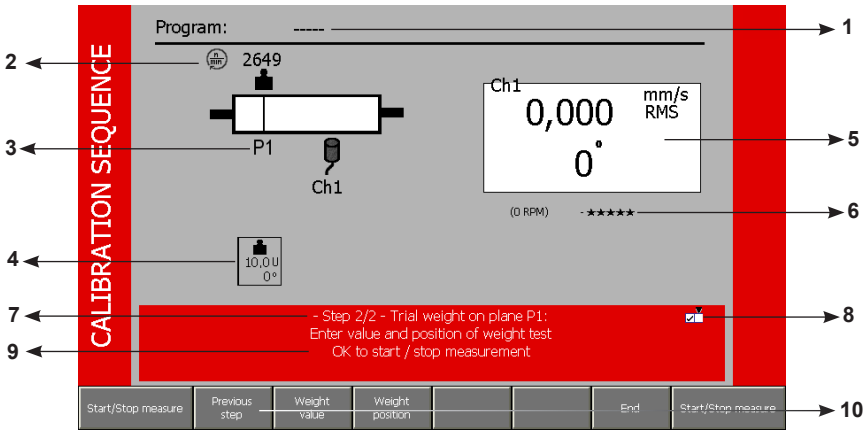
L'opération d'étalonnage, nécessaire pour pouvoir évaluer le balourd d'un rotor est, en général, une procédure composée de plusieurs étapes. En particulier, pour deux cas plus communs, elle consiste en :

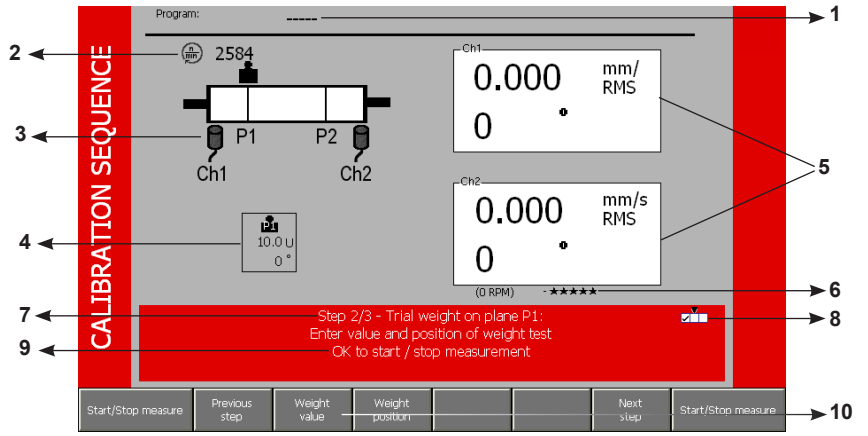
- Étalonnage pour équilibrage sur un plan:
  - > premier lancer sans masse test
  - > deuxième lancer avec masse test sur le plan d'équilibrage
- Étalonnage pour équilibrage sur deux plans :
  - > premier lancer sans masse test
  - > deuxième lancer avec masse test seulement sur le premier plan d'équilibrage
  - > troisième lancer avec masse test seulement sur le second plan d'équilibrage

Pour les deux configurations:

- correction sur un plan avec un capteur
- correction sur deux plans avec deux capteurs

le tableau de la séquence d'étalonnage sur l'appareil N600 est organisé comme illustré dans les figures:





1. numéro et nom du programme d'équilibrage (si chargé depuis les archives), autrement ----
2. vitesse de rotation actuelle, en tours minute
3. schéma de la position des capteurs et des plans de correction sur le rotor; indication du plan sur lequel appliquer l'éventuelle masse test

Cette représentation est purement indicative ; les capteurs et les plans de correction peuvent être choisis dans n'importe quelle position relative entre eux (capteurs externes ou internes aux plans, ...) étant donné que l'étalonnage sert expressément à déterminer les paramètres corrects pour l'équilibrage dans chaque configuration.

4. valeur et position angulaire de l'éventuelle masse test
5. indication de la composante de vibration synchrone à la rotation (balourd) en valeur et phase pour chaque canal de mesure
6. vitesse de rotation moyenne et précision du filtre avec lesquels la vibration a été mesurée

La valeur moyenne de la vitesse est très importante puisque la procédure d'étalonnage peut être considérée bien effectuée seulement si entre un pas et l'autre cette vitesse ne présente aucune différence supérieure à 5%. Le contrôle de cette condition est laissé à l'opérateur.

7. indication du numéro du pas d'étalonnage sélectionné
8. indication de l'état des pas d'étalonnage
   > complété
   > à effectuer
9. instructions pour le pas d'étalonnage courant
10. fonctions pour le choix du pas d'étalonnage

Previous step (F1): aller au pas précédent

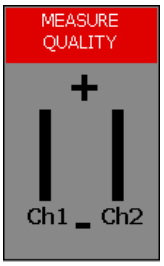
Next step (F6): aller au pas suivant (au cas où celui en cours serait le dernier pas de la séquence, cette fonction, indiquée avec F6 End, termine l'étalonnage et charge la page de mesure du balourd).

A la sélection de chaque pas déjà complété, l'écran affiche les données disponibles (vibration, vitesse moyenne de mesure, ...). Ces informations sont utiles, même en un second temps, pour décider si répéter ou non la mesure.

Bien que conseillant d'effectuer les pas d'étalonnage dans l'ordre dans lequel ils sont présentés, rien n'interdit d'en choisir un autre selon ses propres exigences.

7.3 Exécution de la mesure

Pour chacun de ces pas, la mesure doit commencer par l'appui sur OK ; un panneau pop-up s'affiche indiquant en temps réel la qualité de la mesure actuelle (pour chaque canal).



Plus le niveau des barres est haut, plus la mesure (dont la moyenne est faite dans le temps) est qualitativement bonne.

Ayant atteint le niveau désiré, arrêter la mesure en appuyant de nouveau sur OK .

Si l'opérateur décide d'accepter la valeur obtenue, il doit appuyer sur F5 correspondant à l'option Accept, qui clignote pour signaler à l'opérateur d'appuyer sur cette touche.
Lorsque la mesure est acceptée, le pas d'étalonnage correspondant est signalé comme complété ☑.

*Des signaux instables produisent des mesures dont la qualité ne parvient pas à arriver à des niveaux acceptables ; dans ces conditions, il est conseillé d'augmenter la précision du filtre (☛ **Précision filtre**) et de répéter ensuite toute la procédure.*

Si la qualité d'une mesure particulière a été altérée par un événement spécifique (par exemple un choc), le temps nécessaire à la faire remonter pourrait s'avérer excessivement long ; pour l'accélérer on pourra restaurer manuellement la mesure en appuyant sur Reset .

7.3.1 Masse test

L'étalonnage requiert l'utilisation d'une masse test, à appliquer en succession en correspondance des différents plans de correction. Ces deux paramètres doivent être programmés au moyen des fonctions spéciales F2 Weight value et F3 Weight position en entrant les valeurs opportunes sur le clavier numérique, et en les confirmant avec OK .

Pour couvrir les différentes exigences d'une utilisation, en cas d'équilibrage sur deux plans, on pourra spécifier une différente masse test (valeur et position angulaire) sur le plan 1 et sur le plan 2.

LA VALEUR DE LA MASSE TEST DOIT ÊTRE INDIQUÉE EN UNITÉS GÉNÉRIQUES U : L'OPÉRATEUR POURRA DÉCIDER EN TOUTE AUTONOMIE DE FAIRE CORRESPONDRE CES U AUX UNITÉS PHYSIQUES QU'IL PRÉFÈRE, EN TENANT COMPTE QUE MÊME LE BALOURD ET LA CORRECTION NÉCESSAIRES SERONT INDIQUÉS DANS LES MÊMES UNITÉS U.

ATTENTION!

LA MASSE TEST EST CHOISIE CORRECTEMENT SI CHACUN DES LANCERS PRODUIT UNE VARIATION SUFFISANTE DE LA VIBRATION, PAR RAPPORT À CELLE DU LANCER INITIAL.

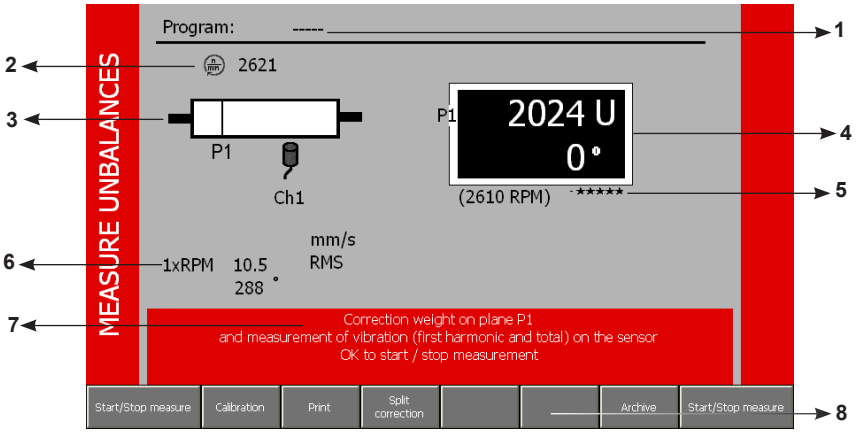
CETTE PRESCRIPTION PEUT ÊTRE CONSIDÉRÉE SATISFAITE DANS AU MOINS UN DES CAS SUIVANTS :

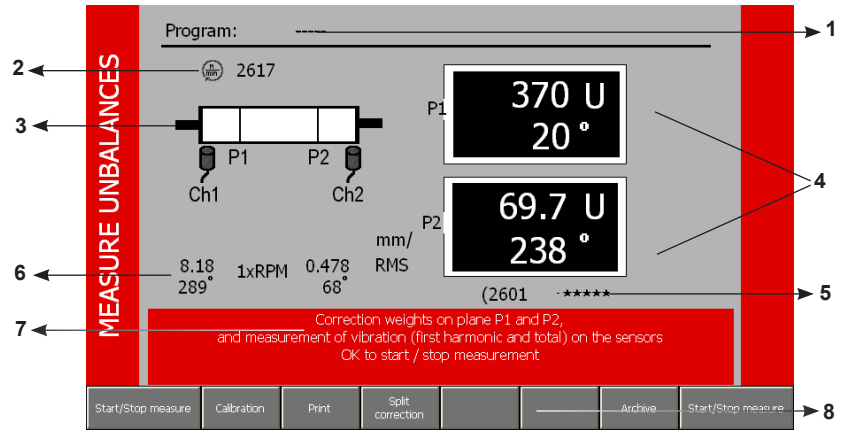
- VARIATION DU MODULE D'AU MOINS 30%

- VARIATION DE LA PHASE D'AU MOINS 30°

7.4 MESURE DU BALOURD ET CALCUL DE LA CORRECTION

La page MESURE BALOURDS est esthétiquement très semblable à celle d'étalonnage :





On peut obtenir les informations suivantes :

1. numéro et nom du programme d'équilibrage (si chargé depuis les archives) autrement ----
2. vitesse de rotation actuelle, en tours minute
3. schéma de la position des capteurs et des plans de correction sur le rotor

Cette représentation est purement indicative ; les capteurs et les plans de correction peuvent être choisis dans n'importe quelle position relative entre eux (capteurs externes ou internes aux plans, ...) étant donné que l'étalonnage permet expressément de déterminer les paramètres corrects pour l'équilibrage dans chaque configuration.

4. indication de la masse de correction, en valeur et position, sur chaque plan

Le module est indiqué en unités génériques U, correspondant à celles utilisées dans la programmation de la masse test. Puisque le programme utilise des corrections pour l'apport de matériel, la position indiquée est celle dans laquelle la masse de correction doit être ajoutée. Si on désire procéder à l'enlèvement de matière, il faudra intervenir dans une position diamétralement opposée (additionner 180° à la phase affichée).

5. vitesse de rotation moyenne et précision du filtre avec lesquels le balourd a été mesuré.

ATTENTION!

La valeur moyenne de la vitesse est importante puisqu'elle consent de contrôler que la mesure soit effectuée à une vitesse non trop différente de celle utilisée lors des lancers d'étalonnage (différences inférieures à 5%).
A cause de petites non-linéarité toujours présentes dans la pratique, ne procédez pas au calcul de la correction à une vitesse trop différente de celle d'étalonnage.
Le contrôle de cette condition est laissé à l'opérateur.

---

6. valeur et phase de la vibration synchrone à la rotation (1xRPM) et valeur totale (Overall) mesurée aux capteurs

Cette information a une importance considérable comme indicateur de la bonté de l'équilibrage : dans la pratique, il faut réduire la vibration au-dessous une certaine valeur considérée tolérable (☛ Appendice B). Cependant, la diminution du balourd n'a un effet que sur la composante 1xRPM. Si la valeur de cette composante est faible et l'Overall est élevé, c'est l'indice de problématiques diverses du balourd, qu'un équilibrage ne peut pas corriger.

7. instructions pour la mesure du balourd et le calcul de la correction
8. fonctions disponibles

Calibration (F1): procédure d'étalonnage

Si la procédure d'étalonnage n'a pas été complétée, cette touche clignote pour indiquer à l'opérateur qu'il faut retourner à la procédure d'étalonnage avant de pouvoir effectuer des mesures de balourd. Dans le cas contraire, les masses de correction sont déjà indiquées, ainsi que les positions où opérer, obtenues des lancers d'étalonnage.

Print (F2): impression directe d'un certificat d'équilibrage, en utilisant l'imprimante portable fournie (option). Sur le certificat sont indiqués les balourds aux plans de correction (en unités U), outre aux valeurs de vibration (globale et synchrone) à ces mêmes plans. Nous donnons ci-dessous un exemple de ce certificat.

Split correction (F3): fonction de décomposition du poids de correction sur deux angles programmables (☛ ***DÉCOMPOSITION DU POIDS DE CORRECTION***).

Archive (F6): affiche les archives des programmes (pour consentir l'enregistrement ou l'élimination d'un programme).

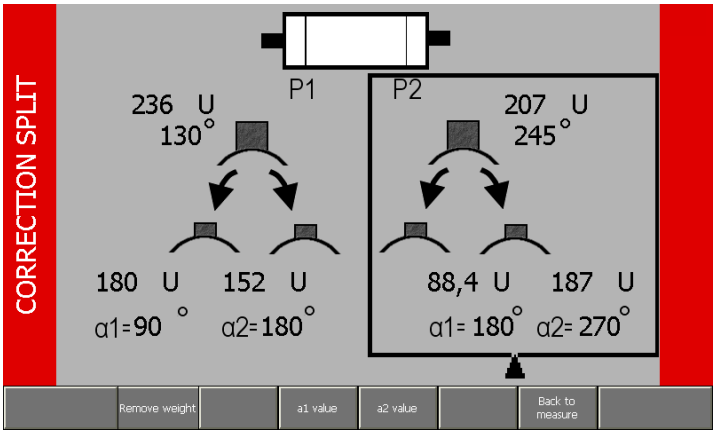
De même que dans l'étalonnage, la mesure démarre et s'arrête lorsqu'on appuie sur OK ; lorsqu'elle est active, un pop-up s'affiche, signalant la qualité de la mesure de chaque canal. Les corrections indiquées ayant été effectuées, on pourra répéter la procédure mesure-correction, jusqu'à ce que les conditions désirées soient respectées (typiquement, la vibration aux capteurs inférieure à une certaine valeur).

7.5 DÉCOMPOSITION DU POIDS DE CORRECTION

Dans cette page on pourra choisir parmi les modalités de correction:

- par adjonction de matière
- par retrait de matière

en appuyant respectivement sur les touches F1 [Add weight] et [Remove weight].
Dans certaines situations pratiques on ne pourra pas corriger dans la position calculée en théorie comme étant celle optimale: dans le cas d'un ventilateur, par exemple, cette position pourrait tomber dans l'espace entre deux pales, où il est évident qu'on ne peut pas ajouter ou retirer de la matière. Souvent, même pour les rotors uniformes, on préfère corriger en correspondance des trous déjà présents ou, de toute façon, éviter d'intervenir sur des zones particulières



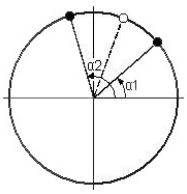
La fonction de décomposition de l'instrument N600 calcule les poids à appliquer ou à retirer en correspondance de deux positions quelconques α1 e α2, de manière à ce que leurs effets soient équivalents à ceux de la correction, calculée par l'algorithme d'équilibrage.

Appuyer sur F3 [α1 value] ou sur F4 [α2 value] pour attribuer à ces deux positions la valeur la plus opportune, en choisissant parmi celles effectivement disponibles dans la pratique pour un rotor particulier. Appuyer sur [OK] pour calculer automatiquement les deux poids de correction correspondants et les afficher.
Cette opération peut être exécutée séparément sur chaque plan, après avoir sélectionné, en appuyant sur [A/B] le plan désiré.

En appuyant sur F6 [Back to measure] s'affiche à nouveau la page du déséquilibre résiduel.

ATTENTION!

QUELLE QUE SOIT LA VALEUR DE α1 ET α2, L'ANGLE PLEIN EST SUBDIVISÉ EN DEUX PARTIES, DONT UNE CONVEXE (<180°) ET L'AUTRE CONCAVE (>180°). POUR RENDRE POSSIBLE LA DÉCOMPOSITION POSSIBLE, IL FAUDRA CHOISIR LES ANGLES α1 ET α2 DE MANIÈRE À CE QUE LA POSITION DE LA CORRECTION CALCULÉE EN ÉQUILIBRAGE SOIT CONTENUE DANS LA ZONE CONVEXE. DANS LE CAS CONTRAIRE, CETTE DÉCOMPOSITION EST IMPOSSIBLE ET L'INSTRUMENT N600 INDIQUE ZÉRO COMME POIDS DE CORRECTION POUR LES DEUX POSITIONS α1 ET α2.

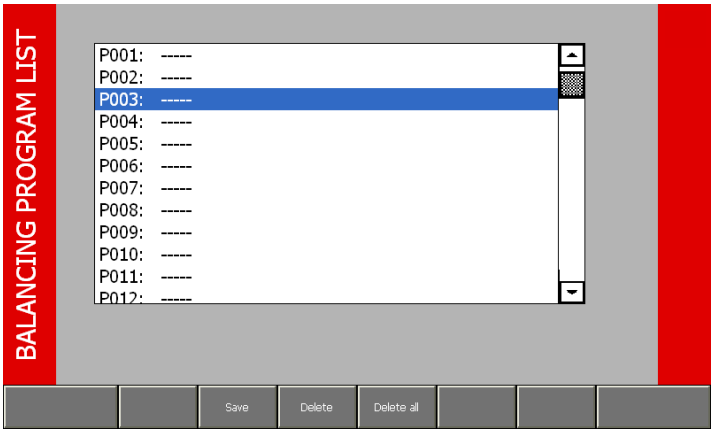


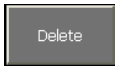
Remarquons que plus les positions a1 et a2 s'éloignent de celle calculée en équilibrage, plus les valeurs des masses correspondantes augmentent. Nous conseillons, par conséquent, de choisir les valeurs a1 et a2 le plus près possible de celles de l'angle de correction obtenu par l'équilibrage et de toute façon, de faire en sorte qu'el les diffèrent de moins de 150°.

7.6 Enregistrement d'un programme d'équilibrage

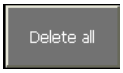
Après avoir visualisé les archives des programmes, on pourra sélectionner avec et la position où enregistrer celles en en usage. Appuyer sur F2

pour afficher un pop-up où entrer le nom du programme, ainsi qu'indiqué au point ***CLAVIER NUMÉRIQUE***.



Au contraire, appuyer sur F3 

pour éliminer le programme sélectionné, pourvu que ce ne soit pas celui en cours.

Avec F4 

au contraire, on pourra effacer tous les programmes d'équilibrage présents dans les archives.

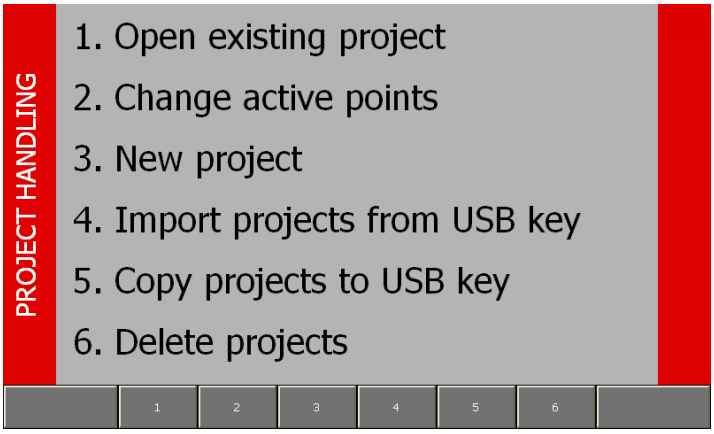
8. FONCTION ARCHIVES

L'instrument N600 fonctionne en suivant la logique des Routes (parcours de travail), dans laquelle peuvent être sauvegardées toutes les données traitées et archivées dans l'instrument.
Ces routes se subdivisent en deux types distincts :

- Route Soft (ce type peut être créé avec le logiciel RouteManager). Il est possible de créer une route « simplifiée » directement sur l'instrument - ***NOUVEAU PROJET***.
  Ce type est caractérisé par le fait que deux points de mesure sont créés, dont les caractéristiques de réglage de mesure peuvent être modifiées à tout moment).
- Route Strict (ce type peut être créé uniquement avec le logiciel RouteManager). Ce type est caractérisé par le fait que les points de mesure créés ont des réglages de mesure effectués via logiciel, à savoir non modifiables durant l'acquisition des données).

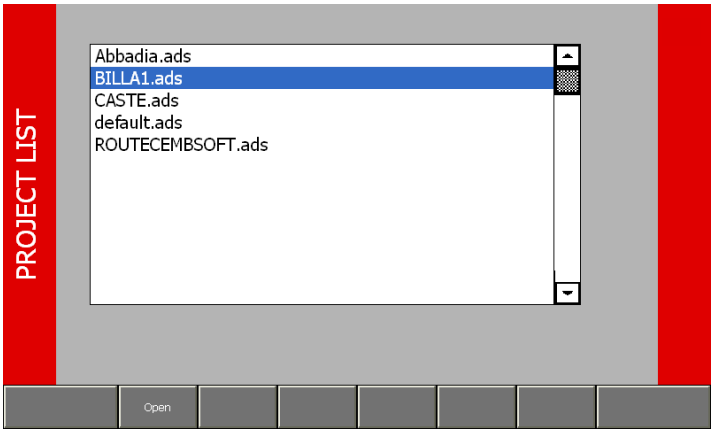
La pression sur [Projects] propose à l'opérateur un cadre de GESTION PROJETS qui offre les options suivantes:

- Ouvrir projet existant (sélectionner dans une liste de projets disponibles)
- Modifier point sélectionnés (sélectionner un point de mesure dans l'élément arbre du projet sélectionné)
- Nouveau projet (créer une nouvelle Route Soft)
- Importer projets depuis une clé USB (importer une Route Soft/Strict créée avec le logiciel et précédemment sauvegardée sur une clé USB)
- Exporter projets sur clé USB (exporter une route, de l'instrument à la clé USB)
- Éliminer des projets (éliminer un projet existant sur l'instrument)



8.1 OUVRIR PROJETS EXISTANTS

Les projets (Route) sauvegardés sur l'instrument N600 peuvent être sélectionnés à l'aide de cette fonction. Pour changer de projet actif, se déplacer dans la liste avec les flèches ↓ et ↑ ; sélectionner le projet en question (reconnaissable à l'indication blanche sur fond bleu) et confirmer à l'aide de la touche F1 [Open] .

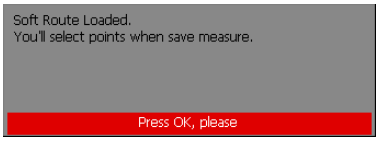


Dans le cas où serait sélectionnée une Route de type Strict, s'affiche la page STRUCTURE PROJET ; se déplacer dans la liste des points de mesure à l'aide des flèches et puis sélectionner le premier point de la liste à l'aide de la touche F2 Link to chA.

La mesure acquise est sélectionnée selon les modalités établies en phase de création de la Route ; les fonctions de mesure (vibromètre, FFT, waveform, monitor_T et monitor_V) sont caractérisées par le logo ROUTE N600, et les graphiques indiquent sur la partie supérieure le nom du point de mesure.

En cas d'analyse effectuée en utilisant l'option route strict, cette fonction de réglage mesure permet simplement de vérifier les paramètres réglés, sans qu'il ne soit toutefois possible de les modifier. Le symbole ROUTE N600 permet d'identifier un réglage relatif à route strict.

Dans le cas où serait sélectionnée une Route de type Soft, un pop-up informe l'opérateur du type de Route sélectionné et de la modalité de sauvegarde des données acquises.

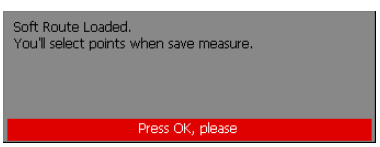


Appuyer sur OK *pour confirmer le pop-up ci-dessus.*

8.2 Modifier points sélectionnés

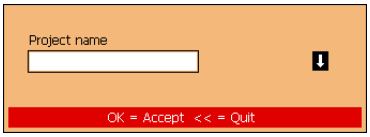
Sur l'instrument N600, dans le cas où serait active une Route de type Strict, cette fonction permet de modifier les points de l'élément arbre relatif à la route sélectionnée. Pour chaque point de mesure sélectionné, la mesure est acquise sur la base des réglages effectués en phase de création du parcours à l'aide du logiciel Route Manager.
En accédant à la fonction, il est possible de visualiser la page STRUCTURE PROJET relative à l'arbre correspondant à la Route présentement activée ; se déplacer à l'aide des flèches et pour sélectionner le point de mesure concerné ; il suffit ensuite d'appuyer sur la commande F5 Save pour confirmer le point de mesure.

En cas d'analyse effectuée à l'aide d'une route soft active, en accédant à cette fonction, un pop-up informe l'opérateur que les points de mesure d'attribution/sauvegarde de la lecture sont choisis au moment de la sauvegar de de la mesure. En appuyant sur OK*, l'instrument affiche à nouveau la page initiale.*



8.3 NOUVEAU PROJET

Cette fonction permet de créer directement sur l'instrument N600 une Route de type Soft caractérisée par deux points de mesure uniquement. Un pop-up s'affiche qui permet de saisir le nom voulu, comme indiqué dans le chapitre ☛ ***CLAVIER ALPHANUMÉRIQUE***.

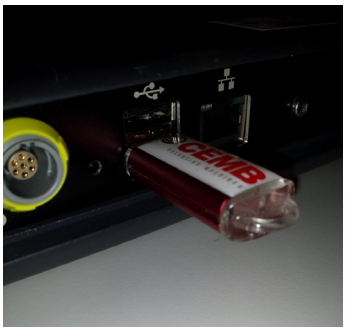


Saisir le nom voulu et confirmer le tout en appuyant sur OK. Ensuite, la Route Soft précédemment créée est automatiquement activée.

8.4 IMPORTER PROJETS D'UNE CLÉ USB

Avec cette fonction, tous les projets sauvegardés sur la clé USB connectée à l'instrument N600 sont copiés dans la mémoire interne de ce dernier. Un pop-up informe que l'opération a été effectuée correctement. Confirmer en appuyant sur OK.

L'instrument étant doté d'un logiciel d'exploitation Windows, toute clé USB formatée pour ce système permet la connexion avec l'instrument.

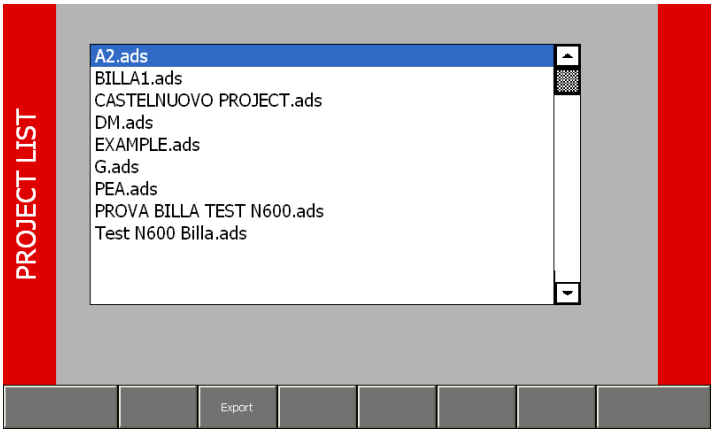


ATTENTION!

DANS LE CAS OÙ L'ON ACCÉDERAIT À LA FONCTION SANS AVOIR PRÉALABLEMENT CONNECTÉ DE CLÉ USB AU PORT CORRESPONDANT, UN POP-UP EN INFORME L'OPÉRATEUR.

8.5 EXPORTER PROJETS SUR CLÉ USB

Permet d'exporter sur une clé USB les Routes sauvegardées sur l'instrument N600. En accédant à la fonction à l'aide de la touche F5 s'affiche la page Liste Projets : se déplacer à l'aide des flèches ↓ et ↑ pour se positionner sur la Route à copier sur la clé USB (indication blanche sur fond bleu). Confirmer le tout en appuyant sur la touche F2 Export un pop-up informe l'opérateur que l'opération a été effectuée correctement. Fermer le pop-up en appuyant sur la touche OK.



DANS LE CAS OÙ L'ON SOUHAITERAIT COPIER SUR UNE CLÉ USB UN PROJET DÉJÀ SAUVEGARDÉ SUR CETTE MÊME CLÉ, UN POP-UP DEMANDE LA CONFIRMATION DE L'ÉCRASEMENT DU FICHIER.

DANS LE CAS OÙ L'ON ACCÉDERAIT À LA FONCTION SANS AVOIR PRÉALABLEMENT CONNECTÉ DE CLÉ USB, UN POP-UP INFORME L'OPÉRATEUR DE LA NÉCESSITÉ DE CONNECTER UNE CLÉ USB.

8.6 ÉLIMINER PROJET

Permet d'éliminer des projets sauvegardés sur l'instrument. L'élimination d'un projet peut être obtenue en appuyant sur la touche F5 [Delete], en le sélectionnant sur la page Liste Projets et en se déplaçant à l'aide des flèches et pour se positionner sur le projet à éliminer.

À l'aide de la touche F6 [Delete all] il est en revanche possible d'éliminer intégralement tous les projets sauvegardés sur l'instrument.

IL N'EST PAS POSSIBLE D'ÉLIMINER DE LA LISTE LE PROJET PRÉSENTEMENT ACTIVÉ.

9. FONCTION ARCHIVES

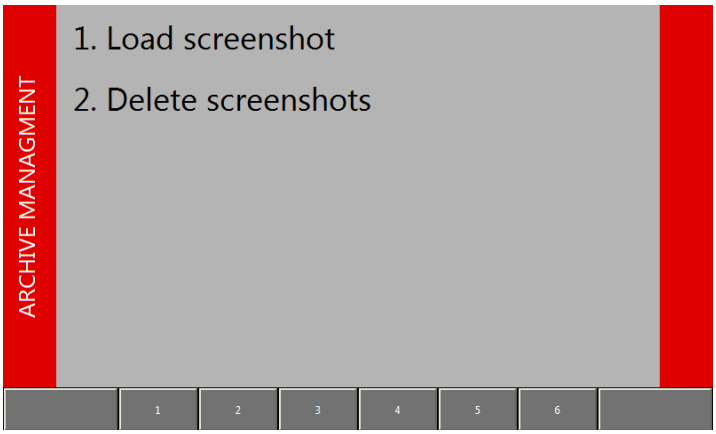
L'instrument N600 permet de visualiser et de gérer les images de l'écran précédemment sauvegardées en appuyant sur

, et en utilisant cette fonction spécifique directement accessible depuis le tableau initial.

La pression sur F6

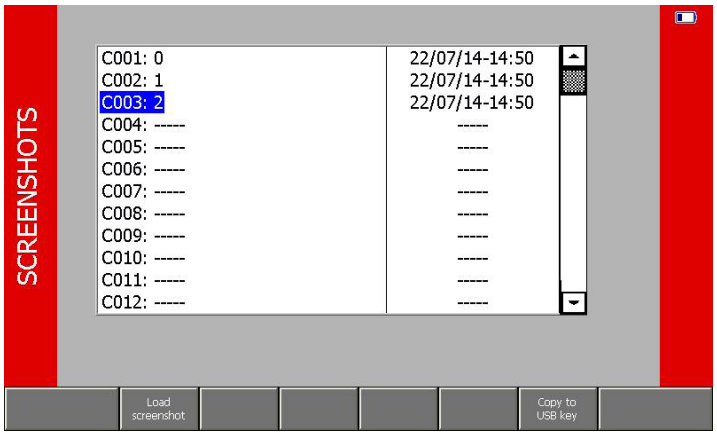
propose à l'opérateur une page ARCHIVES sur laquelle il est possible de choisir une des options suivantes:

- charger image (pour visualiser les images écran précédemment sauvegardées)
- éliminer images (pour éliminer une ou toutes les images archivées).



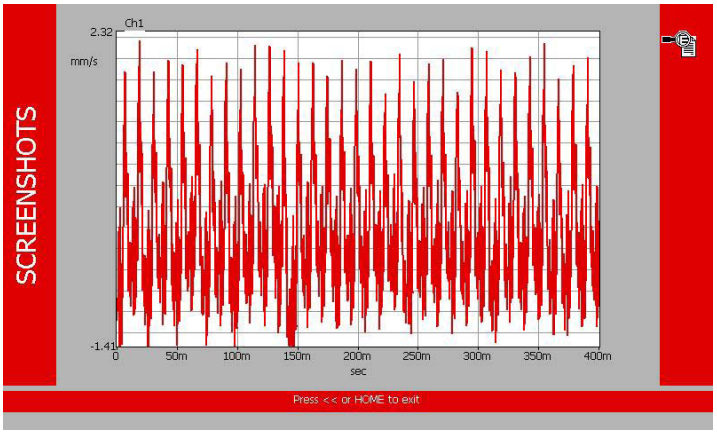
9.1 CHARGER IMAGES

Cette option permet de charger sur l'écran et conséquemment de revoir les images précédemment archivées.
La page présente une liste de positions où les images ont été sauvegardées:



Le choix de l'image à charger s'effectue avec les flèches et ; ensuite, il suffit d'appuyer sur F1

pour charger l'image sélectionnée.

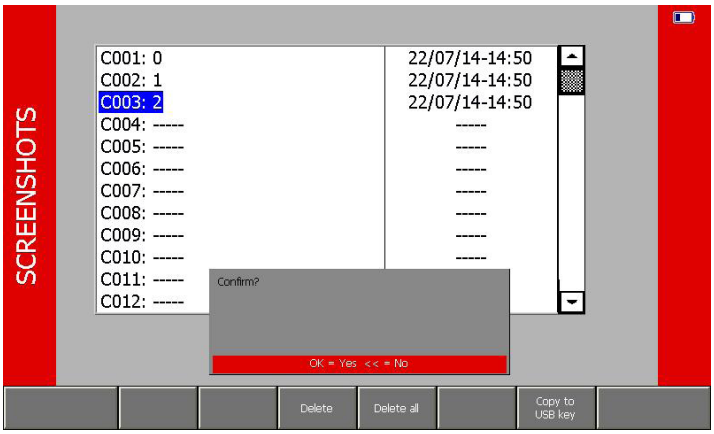


Pour revenir à la liste des images archivées, appuyer sur ou sur pour revenir à la page principale..

LES IMAGES CHARGÉES PRÉSENTENT L'ICÔNE *, POUR INDIQUER QU'EST VISUALISÉE, NON PAS UNE DONNÉE, MAIS UNE IMAGE PRÉCÉDEMMENT ACQUISE.*

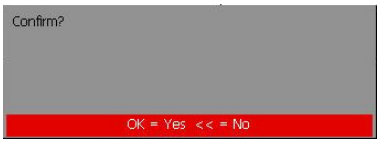
9.2 ÉLIMINER IMAGES

L'élimination d'une image et le vidage de la position correspondante dans l'archive sont obtenus en appuyant sur F3 Delete. F4 Delete all permet en revanche de vider complètement l'archive des images.
La page présente une liste de positions où les images ont été sauvegardées.



Le choix de l'image à éliminer s'effectue avec les flèches et ; ensuite, il suffit d'appuyer sur F3 Delete pour éliminer l'image sélectionnée.

La pression sur F4 Delete all, permet en revanche d'éliminer toutes les images archivées en une seule opération.
En appuyant sur les touches ci-dessus, le pop-up demande à l'opérateur de confirmer l'opération en appuyant sur la touche OK ou bien de quitter en appuyant sur la touche .



Concernant les deux fonctions Charger image et Éliminer images, à l'aide de la touche F6 Copy to USB key tous les fichiers d'image sauvegardés sur l'instrument sont copiés dans un dossier « Captures d'écran » qui est automatiquement créé sur la clé USB connectée à l'instrument.

À CHAQUE FOIS QUE L'ON SOUHAITE SAUVEGARDER DE NOUVELLES IMAGES DES TABLEAUX SUR LA MÊME CLÉ USB, DANS LE DOSSIER « CAPTURES D'ÉCRAN », SONT CRÉÉS DES SOUS-DOSSIERS DONT LE NOM EST L'HEURE ET LA DATE.

LES TOUCHES *ET* *, QUI RESPECTIVEMENT AUGMENTE ET ABAISSE DE 10 LA POSITION SÉLECTIONNÉE, PEUVENT ÊTRE UTILISÉES POUR CONSULTER RAPIDEMENT L'ARCHIVE.*

10. PROGRAMME CEMB N-PRO (OPTION)

Les données mémorisées avec l'appareils N100, N300 et N600 peuvent être facilement téléchargées sur un PC, traitées et sauvegardées sur le disque dur, puis analysées, comparées et imprimées.
Ces opérations sont possibles grâce au logiciel CEMB N-Pro (Professional Environment for N-Instruments), disponible pour les systèmes d'exploitation Microsoft Windows.
Son interface a été attentivement étudiée pour rendre son utilisation intuitive et, par conséquent, extrêmement simple même pour les utilisateurs peu expérimentés.

DANS CE CHAPITRE SONT UTILISÉES LES EXPRESSIONS GÉNÉRIQUES D'"INSTRUMENT N" OU D'"APPAREIL N" DÉSIGNANT SEULEMENT LES MODÈLES N100,N300 ET N600 AVEC LESQUELS LE LOGICIEL CEMB N-PRO PEUT ÊTRE UTILISÉ (COMMUNICATION, ORGANISATION DES DONNÉES DANS LES ARCHIVES, IMPRESSION, …).

AU CONTRAIRE, LE PROGRAMME CEMB N-PRO NE PEUT PAS ÊTRE UTILISÉ AVEC D'AUTRES INSTRUMENTS CEMB, MÊME SI CEUX-CI SONT DE LA FAMILLE N.

10.1 CRITÈRES DU SYSTÈME

L'installation et l'utilisation du programme CEMB N-Pro requièrent:
- processeur : au moins Intel Pentium IV 1GHz, ou équivalent Athlon
- mémoire: 512Mo (conseillée: 1Go ou supérieure)
- espace sur le disque : au moins 400Mo libres avant l'installation (ne comprend pas l'espace ensuite occupé par les archives des données)
- Système d'exploitation:
  - > Microsoft Windows 2000 au moins Service Pack 4
  - > Microsoft Windows XP au moins Service Pack 2
  - > Microsoft Windows Vista
  - > Microsoft Windows 7 (32 et 64 bits)
  - > Microsoft Windows 8 et 8.1 (32 et 64 bit)
- résolution vidéo 1024x768 ou supérieure.

10.2 INSTALLATION DU LOGICIEL

Pour installer le logiciel CEMB N-Pro, lancer le programme setup.exe, présent dans le CD-ROM, et cliquer ensuite sur la touche Next >> sans changer aucune option.

Le logiciel sera ainsi installé dans le directory prédéfini pour les programmes.

ATTENTION!
(SEULEMENT POUR LES INSTRUMENTS N100 ET N300)
DURANT L'INSTALLATION DU LOGICIEL, UN DOSSIER EST CRÉÉ CONTENANT LES DRIVERS POUR LA COMMUNICATION USB: IL EST DONC IMPORTANT QUE LOGICIEL CEMB N-PRO SOIT INSTALLÉ AVANT DE CONNECTER L'APPAREIL N100 OU N300 AU PC, SOUS RISQUE DE DYSFONCTIONNEMENTS.

EN CAS DE MISE À JOUR DE VERSIONS PRÉCÉDENTES À LA VERSION 1.3.3 SUR LE SYSTÈME D'EXPLOITATION WINDOWS VISTA, WINDOWS 7 ET WINDOWS 8, LES OPÉRATIONS CI-APRÈS DEVRONT ÊTRE COMPLÉTÉES POUR POUVOIR UTILISER LE LOGICIEL :

- *AVEC LA TOUCHE DROITE DE LA SOURIS, CLIQUER SUR L'ICÔNE DU PROGRAMME CEMB N-PRO SUR LE DESKTOP*
- *SÉLECTIONNER LE MENU 'COMPATIBILITÉ'*
- *VÉRIFIER QUE L'OPTION 'EXÉCUTER LE PROGRAMME EN MODE FONCTIONNANT POUR :' EST INVALIDÉE*
- *VÉRIFIER QUE L'OPTION 'EXÉCUTER LE PROGRAMME COMME ADMINISTRATEUR' EST INVALIDÉE*

- *APPUYER SUR OK.*

10.3 INSTALLATION DES DRIVERS POUR LA COMMUNICATION USB AVEC LES INSTRUMENTS N100 ET N300 (UNIQUEMENT POUR VERSION 1.3.4 ET VERSIONS PRÉCÉDENT)

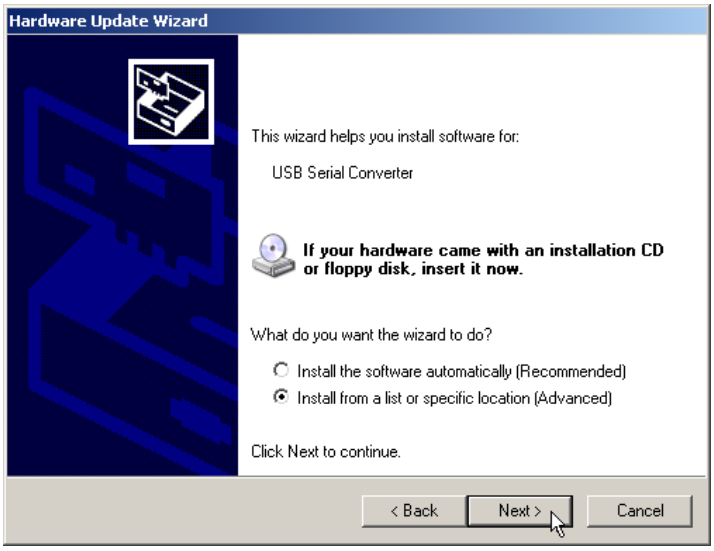
Seulement après avoir correctement installé le logiciel CEMB N-Pro, brancher l'appareil N au PC en utilisant le câble USB fourni; après quelques secondes, le message suivant s'affiche:

Nouveau matériel trouvé
USB <-> Série

dans la barre des applications de Windows (coin en bas à droite).
Ensuite, la fenêtre de la procédure guidée d'adjonction d'un nouveau matériel s'affiche.

- À la demande d'autoriser Windows à se connecter à Internet pour créer les drivers, sélectionner l'option '**Non, pas cette fois**' et appuyer sur '**Continuer >**'

- Sélectionner ensuite **'Installer d'une position spécifique (Avancé)'** et appuyer sur '**Continuer >**'



- Valider les options **'Chercher le meilleur driver dans ces parcours'** et 'Inclure ce parcours dans la recherche'. Avec la touche **'Chercher'** sélectionner le sous-dossier '**USB driver**' de celui où est installé le logiciel CEMB N-Pro. À ce point seulement appuyer sur '**Continuer >**'.

À la fin de cette procédure guidée, le matériel 'USB Serial Converter' sera correctement installé.
Attendre l'affichage, dans la barre des applications de Windows, du nouveau message:

Nouveau matériel trouvé
USB Port série

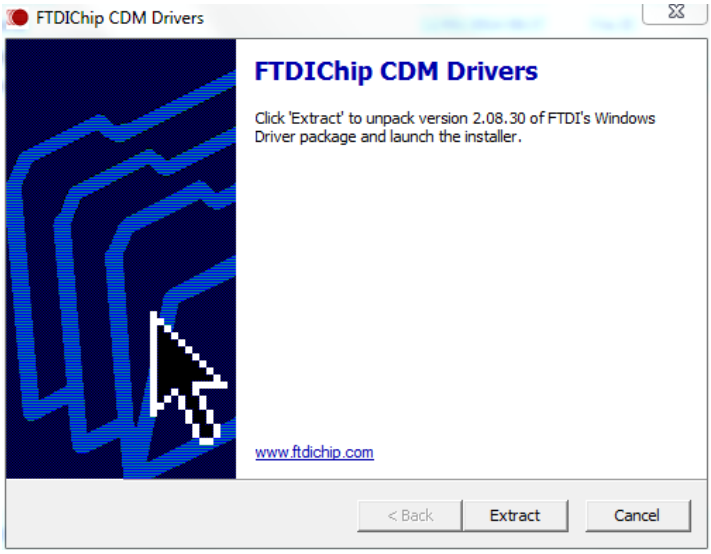
et l'affichage d'une seconde fenêtre pour la procédure guidée d'adjonction d'un nouveau matériel.

Répéter exactement la même marche pour installer le matériel 'USB Serial Converter'.
À ce point seulement la communication entre le PC et les appareils N100 - N300 peut se faire correctement.

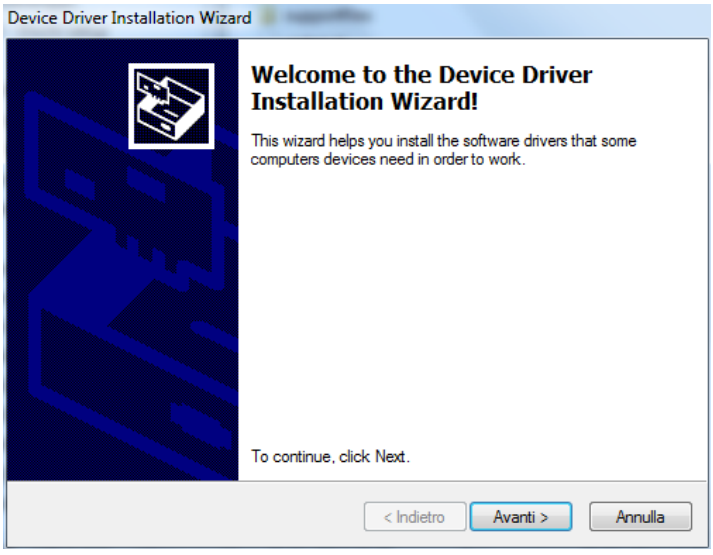
POUR POUVOIR INSTALLER CORRECTEMENT LE LOGICIEL ET LES DRIVERS, IL FAUT POSSÉDER LES DROITS D'ADMINISTRATEUR SUR LE PC UTILISÉ ; POUR CE FAIRE, EFFECTUER UN LOGIN COMME UTILISATEUR ADMINISTRATEUR.

10.4 INSTALLATION DES DRIVERS POUR LA COMMUNICATION USB AVEC LES INSTRUMENTS N100 ET N300 (UNIQUEMENT POUR VERSION 1.3.5 ET VERSIONS SUPÉRIEURES)

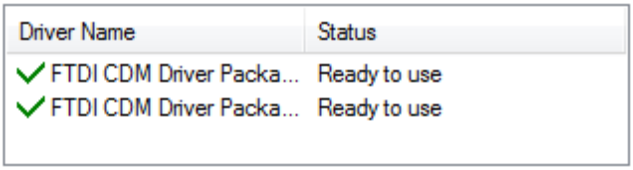
A partir de la version 1.3.5, les drivers USB de communication avec les instruments N100 et N300 sont installés automatiquement avec le programme N-Pro.
Une fois le programme installé, s'affiche la fenêtre « **FTDIChip CDM Drivers** » d'installation des drivers USB. Cliquer sur Extract :



Ensuite, s'affiche automatiquement la fenêtre « **Welcome to the Device Driver Installation Wizard!** ».
Cliquer sur « **Continuer>** » :

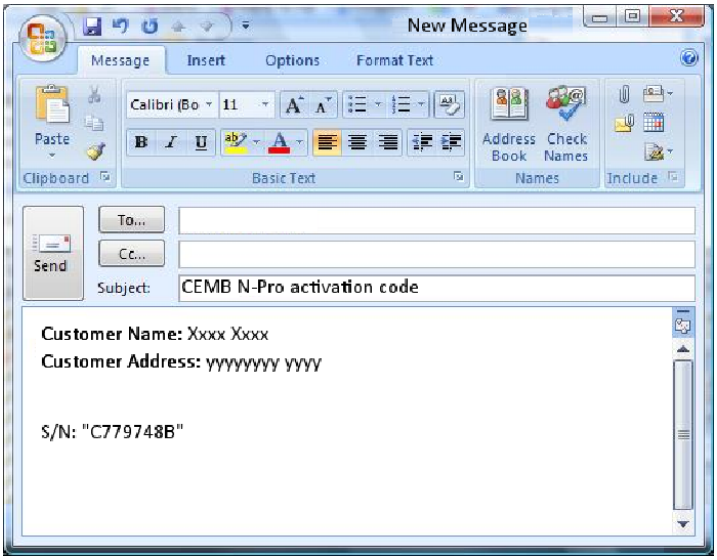


La fin de l'installation est signalée par l'image suivante :



10.5 ACTIVATION DU LOGICIEL

Lors de la première exécution du logiciel, un pop-up s'affiche avec le numéro de série (S/N) du logiciel ; le programme demande alors d'entrer le code d'activation correspondant.
Vous pouvez obtenir ce code en adressant un e-mail au service après-vente CEMB, département Analyse Vibrations (voir www.cemb.com) en spécifiant l'objet "CEMB N-Pro activation code" et en indiquant dans le message vos coordonnées et le numéro de série (S/N) visible dans le pop-up.
Le service après-vente CEMB vous répondra par un e-mail contenant votre code d'activation (AC).
Il vous faudra alors entrer ce code pour compléter la procédure d'enregistrement et permettre l'utilisation du logiciel.



ATTENTION

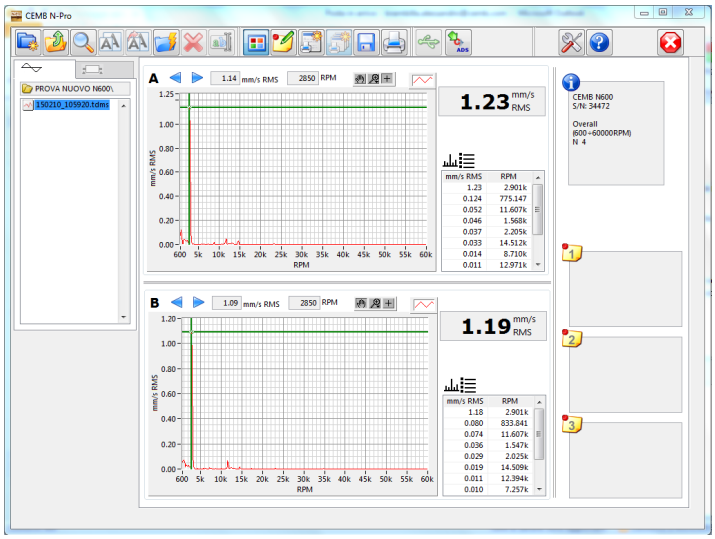
POUR POUVOIR COMPLÉTER AVEC SUCCÈS L'ENREGISTREMENT DU LOGICIEL CEMB N-PRO, IL FAUDRA LE LANCER AVEC LES DROITS D'ADMINISTRATEUR SUR LE PC. CE PROGRAMME POURRA ÊTRE ENSUITE EXÉCUTÉ MÊME PAR DES UTILISATEURS MUNIS DE DROITS PLUS LIMITÉS.

L'APPUI SUR "ENREGISTRER APRÈS" PERMET UNE UTILISATION TEMPORAIRE DU LOGICIEL, DANS L'ATTENTE DE RECEVOIR LE CODE D'ACTIVATION CORRECT DE LA PART DU SERVICE APRÈS-VENTE CEMB.

ATTENTION

L'INSTALLATION DU LOGICIEL CEMB N-PRO NÉCESSITE D'UN CODE D'ACTIVATION DIFFÉRENT SUR CHAQUE PC, CHACUN DESQUELS DOIT ÊTRE DEMANDÉ À CEMB AVEC LES MODALITÉS DÉCRITES CI-DESSUS.

10.6 UTILISATION DU LOGICIEL



L'accès complet à toutes les fonctions disponibles dans le logiciel CEMB N-Pro est possible à travers les touches de la barre des fonctions située en haut de la page.
À gauche s'affiche toujours le contenu des archives données, subdivisé en:

- mesures de vibration (d'overall, ou synchrones)
- équilibrages (seulement pour le instrument N300)

Tout l'espace restant est réservé à des informations contextuelles à la fonction tour à tour active, comme décrit aux paragraphes suivants.

10.6.1 BARRE DES FONCTIONS

Dans la barre des fonctions, les touches sont groupées selon leur typologie:

- **Fonctions concernant les archives des données:**

crée un nouveau dossier

affiche le contenu du dossier supérieur

cherche dans les archives

copie l'élément sélectionné

déplace l'élément sélectionné

colle dans la position affichée l'élément à copier ou à déplacer

élimine l'élément sélectionné

renomme l'élément sélectionné

- **Fonctions pour l'affichage des éléments des archives:**

affiche l'élément sélectionné

modification des notes associées à l'élément (mesure de vibration ou équilibrage) affiché. Pour une flexibilité maximale, à chaque élément peuvent être associées 3 notes différentes: l'utilisateur est libre d'insérer les informations qu'il estime les plus opportunes au cas par cas

génère et affiche un report de l'élément sélectionné

génère et affiche un multi-report des éléments sélectionnés

sauvegarde le report (ou multi-report) généré

imprime le report (ou multi-report) généré

- **Fonction pour le téléchargement des appareils N100 et N300:**

démarre / quitte la procédure automatique de téléchargement des données de l'appareil N à travers la connexion USB

- **Fonction pour le téléchargement de appareil N600:**

démarre la procédure de téléchargement des données de l'appareil N600, précédemment enregistrées sur clé USB

- **Fonctions d'utilisation générale:**

ouvre la fenêtre Programmations

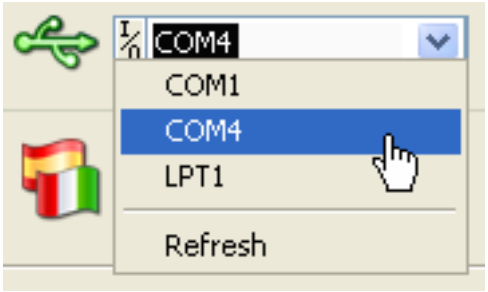
affiche un panneau contenant les informations sur le logiciel (producteur, version, …)

quitte le programme.

10.7 PROGRAMMATIONS GÉNÉRALES

Programmer dans cette fenêtre les paramètres généraux de fonctionnement du logiciel CEMB N-Pro, tels:

- le port du PC auquel sera branché l'appareil N qui sera un des ports série COMx disponibles, et énumérés en cliquant sur le menu défilant (seulement pour les instruments N100 et N300).



POUR SÉLECTIONNER CORRECTEMENT LE PORT, SUIVRE LA MARCHE CI-APRÈS :

- *L'INSTRUMENT N (N100 OU N300) N'ÉTANT PAS BRANCHÉ AU PC, CLIQUER SUR LE MENU DÉFILANT ET SÉLECTIONNER REFRESH, EN NOTANT LA LISTE DES PORTS DISPONIBLES*
- *BRANCHER L'INSTRUMENT N (N100 OU N300) AU PC ET ATTENDRE QUELQUES SECONDES*
- *CLIQUER DE NOUVEAU SUR LE MENU DÉFILANT ET SÉLECTIONNER REFRESH*
- *LE PORT AUQUEL L'APPAREIL A ÉTÉ BRANCHÉ EST CELUI QUI A ÉTÉ AJOUTÉ PAR RAPPORT À LA LISTE PRÉCÉDEMMENT NOTÉE.*

ATTENTION

IL EST CONSEILLÉ DE TOUJOURS BRANCHER L'INSTRUMENT N (N100 OU N300) AU MÊME PORT USB DU PC. DANS LE CAS CONTRAIRE, IL FAUDRA MODIFIER LE NUMÉRO DU PORT COM DANS LA FENÊTRE PROGRAMMATIONS GÉNÉRALES ET, DANS CERTAINS CAS, MÊME RÉPÉTER L'INSTALLATION DES DRIVERS USB.

- la langue des messages que l 'on peut choisir dans un menu défilant entre :
  Italiano
  English
  Français
  Deutsch
  Español

- La modalité de visualisation des valeurs de fréquence peut être choisie à l'aide de la case correspondante comme suit :
  > sélectionné : montre les fréquences exprimées en kRPM ou en kHz
  > non sélectionné : montre les fréquences exprimées en RPM ou en Hz

- Le parcours du dossier de la base (DB_N-Pro) des archives données sur le PC à l'intérieur duquel le programme crée les sous-dossiers:
  > vibr: pour les mesures de vibration
  > bal : pour les données d'équilibrage (seulement pour l'instrument N300)

Après avoir programmé les valeurs désirées, appuyer sur .

Pour quitter la fenêtre sans effectuer aucune programmation, appuyer sur .

10.8 LECTURE DES DONNÉES DE L'INSTRUMENT N100 OU N300

Après avoir branché l'instrument N au PC, avoir vérifié et, éventuellement, modifié la programmation du port USB, avec le logiciel CEMB N-Pro, vous pouvez effectuer en automatique la lecture de toutes les mesures présentes dans les archives,

de l'instrument N, simplement en appuyant sur .
Après quoi, il suffira d'attendre l'affichage du message qui signale la fin de cette opération, sans appuyer sur aucune touche. Le progrès de la lecture des données est signalé par le remplissage progressif d'une barre horizontale. Dans chacune des deux archives (vibration et équilibrage), cette procédure crée un dossier dont le nom est obtenu en partant de la date et de l'heure actuelles sous la forme AAMMJJ_hhmmss où:

- AA = deux derniers chiffres de l'année
- MM = mois de l'année (01 janvier; 02 février; … 12 décembre)
- JJ = jour du mois
- hh = heure du jour (00 … 23)
- mm = minutes (00 … 59)
- ss = secondes (00 … 59)

de cette manière, les mesures s'afficheront automatiquement par ordre de téléchargement.
Les utilisateurs ayant des exigences particulières, ou plus avancées, peuvent renommer ce dossier à leur gré, ainsi que copier ou déplacer tout ou partie du contenu là où ils le désirent.

L'APPUI SUR *AVANT LA FIN DU TÉLÉCHARGEMENT PROVOQUE L'ARRÊT IMMÉDIAT DE CETTE OPÉRATION QUI, DE CE FAIT, NE SERA PAS COMPLÉTÉE.*

LA LECTURE DES DONNÉES DEPUIS L'INSTRUMENT NE MODIFIE EN AUCUNE MANIÈRE LES ARCHIVES PRÉSENTES DANS L'APPAREIL: APRÈS AVOIR VÉRIFIÉ LE TÉLÉCHARGEMENT CORRECT SUR LE PC, L'OPÉRATEUR PEUT DÉCIDER DE LES ÉLIMINER DE L'INSTRUMENT, COMME DÉCRIT AU POINT ARCHIVES MESURES.

LES DONNÉES D'ÉQUILIBRAGE SONT UNIQUEMENT DISPONIBLES POUR L'APPAREIL N300. LE MODÈLE N100, AU CONTRAIRE, EFFECTUE ET MÉMORISE SEULEMENT LES MESURES DE VIBRATION.

10.9 Archives données téléchargées depuis l'instrument N100 ou N300

Le logiciel CEMB N-Pro subdivise les archives des données sur le PC en deux sous-archives, une pour les mesures de vibration (symbole) et une pour les données d'équilibrage ( ), que l'utilisateur peut librement organiser à son gré.

La touche permet de créer des dossiers et des sous-dossiers pour subdiviser les données, par exemple, par typologie, par date, opérateur, ieu .

Avec les touches , et il peut copier ou déplacer des fichiers un à un ou d'entiers dossiers. Par le simple appui sur une touche, il peut également renommer ou éliminer un élément.
Pour faciliter l'utilisation des archives des mesures, une fonction de recherche, très utile , est également disponible, avec laquelle insérer le nom de ce que l'on désire chercher (ou une partie de celui-ci).
Au cas où plusieurs éléments correspondant à ce qui est cherché seraient présents dans les archives, ceux-ci seront présentés en séquence en appuyant sur la touche "Trouver suivant" .

10.10 Lecture des données de l'instrument N600

Après avoir exporté sur une clé USB la Route (fichier *.ads) sur laquelle ont été sauvegardées les données avec l'instrument N600, connecter la clé au port USB du PC. Sélectionner l'icône : un popup confirme ensuite l'exportation du fichier *.ads :

Cette procédure crée dans l'archive « vibration » (symbole) un dossier dont le nom varie en fonction du type de route importée:

- Route Soft : dossier et sous-dossiers nommés génériquement Plant > Group > Machine > Channel A_B ; contenant les mesures acquises et nommées « YYMMDD_hhmmss.tdms » ; pour la précision:
  - > YY : les deux derniers chiffres de l'année
  - > MM: mois de l'année (01 janvier, 02 février, (…), 12 décembre)
  - > DD: jour du mois
  - > Hh : heure du jour (00 … 23)
  - > mm: minutes (00 … 59)
  - > ss: secondes (00 … 59)
- Route Strict : dossier et sous-dossiers nommés comme indiqué en phase de création de la route à l'aide du logiciel RouteManager; contenant les mesures acquises nommées « YYMMDD_hhmmss.tdms » (voir plus haut description Route Soft)

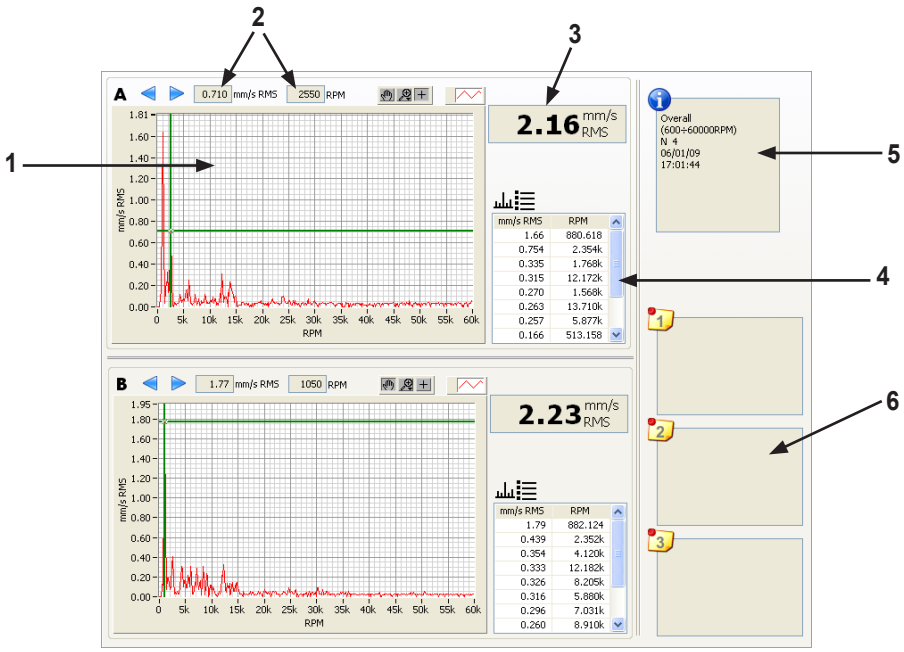
Les utilisateurs ayant des exigences particulières ou nécessitant des fonctions avancées peuvent renommer librement ces dossiers ainsi que copier ou déplacer où que ce soit tout ou partie de leur contenu.
Concernant les données d'équilibrage, après avoir exporté sur une clé USB le fichier « Unb_Data.ini » sur lequel ont été sauvegardés les programmes sauvegardés sur N600, connecter la clé au port USB du PC. Sélectionner l'icône et le parcours de prélèvement du fichier ci-dessus.
Cette procédure crée dans l'archive « équilibrage » (symbole) un dossier dont le nom sera « YYMMDD_hhmmss » (pour les nomenclatures, voir plus haut).
Il contiendra les programmes d'équilibrage nommés comme indiqué sur l'instrument N600 (Pxxx.N3b).

10.11 Affichage des données présentes dans les archives

Sélectionner un fichier des archives et appuyer sur la touche pour afficher le contenu de manière claire et détaillée.
Pour les différentes typologies de donnée on aura:

1. graphique du spectre (non affichable directement sur l'instrument N100 ou N300)
2. position et valeur du curseur
3. valeur globale de vibration
4. liste des pics
5. informations et paramètres de la mesure
6. notes associées à la mesure

Mesure de la valeur globale de vibration:



10.12 Fonctions spécifiques pour les graphiques du spectre

- **Curseur**
  Sur le graphique se trouve un curseur qui peut être déplacé d'un pas à la fois, à gauche ou à droite, en cliquant sur .
  En sélectionnant on pourra cliquer directement sur le curseur et, en gardant appuyée la touche gauche de la souris, la traîner rapidement dans la position désirée.

- **Zoom**
  Cliquer sur la touche pour sélectionner une des différentes modalités de zoom :

  > (agrandir rectangle) : cliquer sur un point et traîner le curseur pour sélectionner le rectangle que l'on désire agrandir

  > (zoom x) cliquer sur un point et en déplacer horizontalement le curseur, pour sélectionner la portion d'axe x que l'on désire agrandir

  > (zoom y) : cliquer sur un point et en déplacer verticalement le curseur, pour sélectionner la portion d'axe x que l'on désire agrandir

  > (autoscale) : cliquer sur le graphique pour programmer automatiquement les axes aux valeurs les plus appropriées, sur la base de ce qui s'affiche

  > (zoom in) : cliquer sur un point pour agrandir la partie autour de ce point

  > (zoom out) : cliquer sur un point pour afficher une zone plus ample autour de ce point.

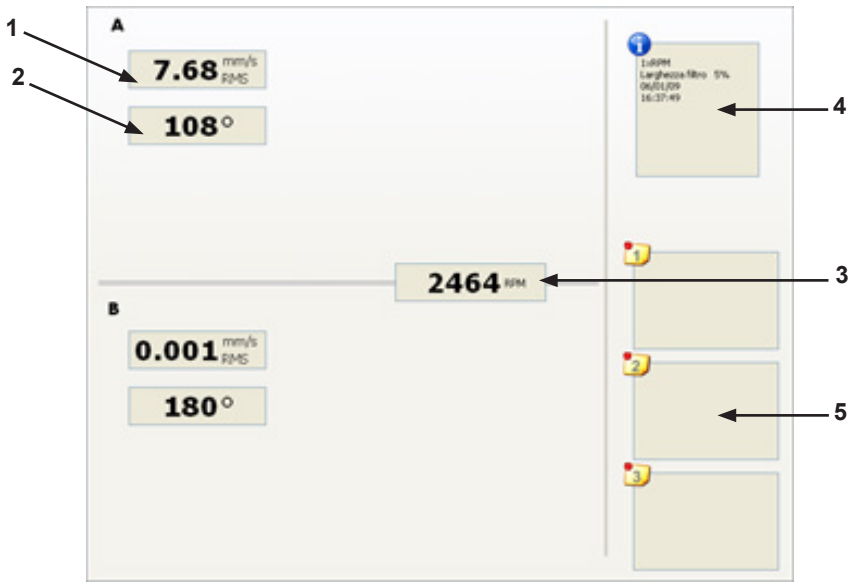
- **Déplacement du graphique dans la fenêtre**

  Sélectionner , ensuite cliquer sur un point du graphique et sans relâcher la touche de la souris, déplacer tout le graphique à l'intérieur de la fenêtre. Pratiquement, cela correspond à changer les extrêmes, minimum et maximum, des deux axes, sans cependant altérer l'échelle. En amenant le curseur hors de la fenêtre, le graphique retourne à la position avant le déplacement.

Les valeurs minimum et maximum des axes peuvent être modifiées une à une simplement en cliquant dessus et en entrant une nouvelle valeur avec le clavier.

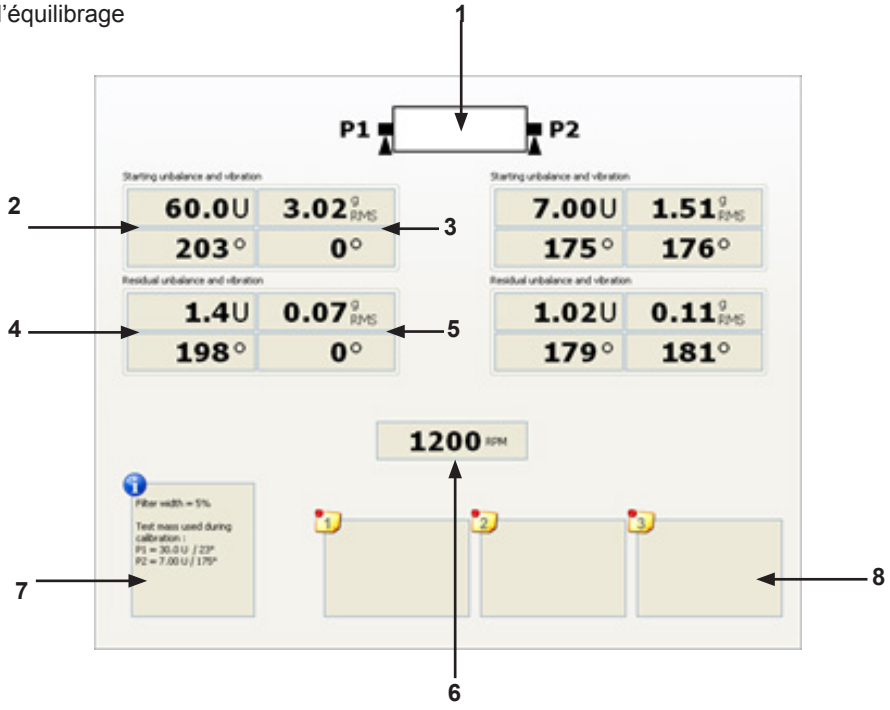
10.13 Mesure de la valeur synchrone de vibration (seulement pour les instruments N100 et N300)

1. amplitude de la valeur synchrone de vibration
2. phase de la valeur synchrone de vibration
3. fréquence de la valeur synchrone de vibration
4. informations et paramètres de la mesure
5. notes associées à la mesure



10.14 Données d'équilibrage (seulement pour les instruments N300 et N600)

1. typologie d'équilibrage (sur un ou deux plans)
2. valeur (en unités génériques U) et phase du balourd initial
3. valeur et phase de la vibration initiale
4. valeur (en unités génériques U) et phase du balourd final (c'est-à-dire après l'équilibrage)
5. valeur et phase de la vibration finale (c'est-à-dire après l'équilibrage)
6. vitesse du rotor
7. informations et paramètres de l'équilibrage
8. notes associées à l'équilibrage



Les notes associées à chaque mesure peuvent être insérées ou modifiées à chaque instant en appuyant sur .
Cette possibilité constitue une aide valable dans la phase de post-analyse des données: l'utilisateur peut ajouter des observations ou des commentaires relatifs aux valeurs ou au type de mesure, mais aussi aux conditions d'acquisition. On peut également insérer un mémoire pour les interventions futures, de même que les notes considérées importantes.
Par exemple, en cas d'équilibrage, il est conseillé de spécifier à quelles unités physiques (mg, g, kg, g· mm, g· cm, g· m, …) correspondent les unités génériques U.

10.15 Génération et impression des certificats (reports)

Le logiciel CEMB N-Pro permet de créer et d'imprimer avec extrême facilité des certificats personnalisés, aussi bien d'analyse des vibrations que d'équilibrage.

Après avoir appuyé sur la touche il suffit de sélectionner un modèle (template) pour le certificat qu'on désire générer. Ce modèle est un simple fichier HTML que l'utilisateur peut créer ou personnaliser selon ses nécessités, en utilisant un éditeur HTML quelconque. Le programme CEMB N-Pro génère un report en remplaçant automatiquement dans le template un certain nombre de codes prédéfinis par les valeurs correspondantes de la mesure affichée.
Le résultat s'affiche ensuite dans une fenêtre, et on valide les fonctions:

- : pour sauvegarder le report venant d'être généré, en spécifiant son nom et sa position
- : pour imprimer le report affiché, en sélectionnant une imprimante parmi celles installées sur le PC.

Si le PC est déjà doté d'une imprimante PDF virtuelle (ex. PDFCreator, …), il suffira de la sélectionner pour obtenir un certificat sous le format PDF au lieu de sur papier. Vous pourrez sauvegarder ce certificat sur le disque dans la position et avec le nom désirés, en permettant un archivage aisé et son envoi par e-mail. À tout moment, vous pourrez obtenir une copie sur papier en imprimant le document PDF.

Pour faciliter l'utilisateur, le programme CEMB N-Pro met à votre disposition quelques templates de démonstration, qui peuvent être utilisés comme base pour des personnalisations successives. Ces modèles se trouvent dans le sous-dossier Report Templates du directory N-Pro où est installé le programme.

ATTENTION

Si vous désirez personnaliser un des templates déjà présents dans le dossier Report Templates, il faudra sauvegarder le modèle modifié avec un nom différent, ou dans un dossier différent. En effet, une mise à jour successive du logiciel N-Pro, écrira par écrasement les templates distribués par CEMB avec le programme.

La liste des codes utilisables dans les template et leur signification, de même que quelques suggestions pour la création de certificats personnalisés, sont indiquées dans l'Appendice E.

10.16 Génération et impression de certificats de mesures multiples (multi-report)

À partir de la version 1.3 le logiciel CEMB N-Pro permet de créer et d'imprimer avec extrême facilité des certificats personnalisés comprenant les données de mesure et d'équilibrage différents. Cela permet de grouper en un seul document une série de mesures effectuées en des temps successifs, également pour des points différents de différentes machines.
Le certificat est complètement personnalisable grâce à l'extension du concept de template : les codes prédéfinis pour un rapport multiple sont formés de deux parties:

- le code de l'information à remplacer (identique au report d'une mesure simple)
- le numéro progressif de la mesure à laquelle le code se réfère.

Les étapes pour générer un rapport multiple sont très simples:

1. avec 'CTRL + click' ou 'SHIFT + click' sélectionner des archives des données toutes les mesures à inclure dans le multi-report, qui doivent être contenues dans un seul dossier
2. appuyer sur la touche
3. sélectionner le template désiré

La description, la liste et la signification des codes utilisables dans les templates des multi-reports sont indiquées dans l'Appendice E.

Appendice A

Données techniques

Appareil
- Dimensions : env. 225 x 200 x 50 mm
- Poids : 1,4 kg

Champ de fonctionnement
- Température: de -10° à +50° C
- Humidité de l'air: de 0 à 95% sans condensation

Alimentation
- Batterie au lithium rechargeable de 6 Ah
- Temps de charge: < 5 heures (avec batterie complètement déchargée)
- Alimentateur-chargeur de batteries pour 100-240 V, 50/60 Hz (24 V, 1.5 A)
- Autonomie : > 8 heures avec une utilisation normale de l'appareil

Écran
- TFT LCD couleur 7" à rétro-éclairage à leds
- Convertisseur A/D : résolution 24 bits

Clavier
- 28 touches (incluant les 6 touches de fonction)

Entrées
- 2 canaux de mesure indépendants et simultanés (accéléromètre, vélocimètre, non-contact, tout signal dynamique max. 5V-PP)
- 1 canal cellule photoélectrique (vitesse et référence angulaire)
- 2 ports USB pour l'échange de données

Capteurs connectables
- accéléromètre
- vélocimètre
- capteur de proximité
- générique, avec signal max. 5 V-PP
- cellule photoélectrique 30 ÷ 250 000 RPM

Imprimante portable bluetooth (option)
- Dimensions : 146 x 88 x 65 mm
- Poids : 0,360 kg (sans rouleau de papier)
- Impression sur papier standard ou adhésif
- Largeur papier : 57,5 mm ± 1 mm

Fonctions
- Mesure de la vibration totale (accélération, vitesse et déplacement)
- Mesure de la phase de la vibration
- Analyse de la vibration sur l'intervalle de fréquence
- Monitorage de la vibration totale en fonction du temps ou de la vitesse (diagramme de Bode)
- Équilibrage d'éléments rotatifs en condition de service 1 ou 2 plans
- Forme d'onde

Modalité de mesure
- Valeur efficace (RMS)
- Valeur de pic (Pk)
- Valeur de pic à pic (PP)

Unité de mesure
- Accélération : [g]
- Vitesse : [mm/s] ou [mils]
- Déplacement : [µm] ou [mils]
- Fréquence : [Hz] ou [RPM]

Fonction vibromètre
- • Mesure de la vibration totale
- • Fréquence maximale programmable (100, 500, 1 000 Hz ; 2,5, 5, 10 KHz)
- • Mesure de valeur et phase de la vibration fondamentale 1x
- • Mesure vitesse rotative

Fonction FFT (analyse de fréquence)
- Analyse FFT (manuel/trigger)
- Fréquence maximale programmable (100, 500, 1 000 Hz ; 2,5, 5, 10 KHz)
- Résolution (100, 200, 400, 800, 1 600, 3 200 lignes)
- Nombre de moyennes : de 1 à 16
- Liste des pics principaux

Fonction Monitor - Data Logger
- Enregistrement et indication des variations de la valeur totale de la vibration dans le temps.
- Mémorisation et visualisation des variations de la vibration et de la phase lors des variations de la vitesse de rotation

Fonction équilibrage
- Nombre des plans de correction : de 1 à 2
- Indicateur graphique de la stabilité de la mesure
- Procédure d'équilibrage guidée pas à pas, avec possibilité de réglages et de modifications intermédiaires.
- Décomposition vectorielle du déséquilibrage
- Correction par ajout ou élimination de matériau

Appendice B

Critères d'appréciation

UNI ISO 10816-3 Vibrations mécaniques - Évaluation des vibrations des machines à travers des mesures effectuées sur des parties non rotatives - Partie 3 : Machines industrielles d'une puissance nominale supérieure à 15 kW et vitesse de rotation nominale comprise entre 120 tours/min. et 15 000 tours/min., quand les mesures sont effectuées in situ.

Introduction

La norme ISO 10816-1 constitue le document de base qui décrit les conditions générales requises pour l'évaluation des vibrations sur différents types de machine, quand les mesures de la vibration sont effectuées sur des parties non rotatives. Elle fournit un guide spécifique pour évaluer l'ampleur de la vibration mesurée sur des roulements, des supports de roulements ou des enveloppes de machines industrielles, quand les mesures sont effectuées in situ.

Points de mesure

Le plus souvent, les mesures doivent être effectuées sur les parties apparentes de la machine habituellement accessibles. Il est important de veiller à ce que les mesures soient raisonnablement représentatives de la vibration du logement du roulement et qu'elles n'induisent aucune résonnance ni aucune amplification locale. Les positions et le sens des mesures de vibration doivent garantir une bonne sensibilité aux formes dynamiques de la machine. D'une manière générale, cela requiert deux positions de mesure radiale orthogonales sur chaque couverture ou sur chaque support du roulement, comme indiqué sur les figures 1 et 2. Les capteurs peuvent être placés dans toute position angulaire sur les logements ou sur les supports du roulement. Pour des machines montées horizontalement, il est généralement préférable de positionner les capteurs verticalement et horizontalement. Sur les machines inclinées ou verticales, la position qui fournit la lecture maximale de la vibration, généralement dans le sens de l'axe élastique, doit être une de celles utilisées. Dans certains cas, il peut être recommandé d'effectuer également une mesure dans le sens axial. Sur une couverture ou sur un support de roulement, il est possible d'utiliser un seul capteur à la place des deux capteurs orthogonaux habituellement utilisés, à condition d'être certain que ce capteur fournit des informations suffisantes sur l'amplitude de vibration de la machine. Il est toutefois nécessaire de prendre des précautions quand la vibration est mesurée avec un seul capteur au niveau d'un plan de mesure, puisque celui-ci risque de ne pas être orienté de telle sorte qu'il puisse fournir une approximation raisonnable de la valeur maximale de ce plan.

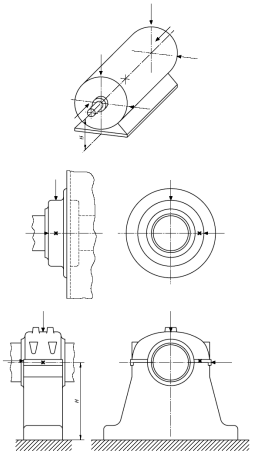


Figura 1 Points de mesure

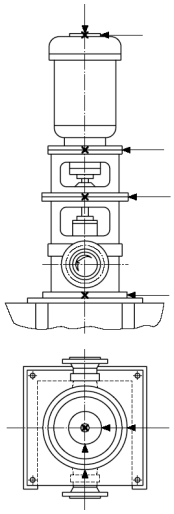


Figura 2 Points de mesure pour groupes de machines verticales

Classification selon le type de machine, la puissance nominale ou la hauteur d'axe

Les différences significatives dans la conception, le type ou les roulements et les structures de soutien nécessitent une subdivision en plusieurs groupes de machines (pour ce qui touche à la hauteur d'axe H, voir ISO 496). Les machines des 4

groupes suivants peuvent être peuvent avoir un axe horizontal, vertical ou incliné et peuvent être montées sur des supports rigides ou flexibles.

Groupe 1: Machines de grandes dimensions d'une puissance nominale supérieure à 300 kW ; machines électriques à hauteur d'axe H ≥ de 315 mm.
Généralement, ces machines sont dotées de roulements à manchon. La gamme de vitesse de fonctionnement ou nominale est relativement étendue, elle est comprise entre 120 tours/min. et 15 000 tours/min.

Groupe 2: Machines de moyennes dimensions d'une puissance nominale supérieure à 15 kW jusqu'à 300 kW inclus; machines électriques à hauteur d'axe de 160 mm ≤ H < 315 mm.
Généralement, ces machines sont dotées de roulements à rouleau et leur vitesse de fonctionnement est supérieure à 600 tours/min.

Groupe 3: Pompes avec turbine à ailettes et moteur indépendant (centrifuges, à flux mixte ou à flux axial) d'une puissance nominale supérieure à 15 kW.
Les machines de ce groupe peuvent être dotées de roulements à manchon ou de roulements à rouleau.

Groupe 4: Pompes avec turbine à ailettes et moteur intégré (centrifuges, à flux mixte ou à flux axial) d'une puissance nominale supérieure à 15 kW.
Les machines de ce groupe sont généralement dotées de roulements à manchon ou à rouleau.

Classification en fonction de la flexibilité du support

La flexibilité du groupe de soutien dans les sens indiqués est classée en tenant compte de deux possibilités :

- supports rigides
- supports flexibles.

Ces conditions du support sont déterminées par le rapport entre la flexibilité de la machine et celle de sa fondation. Si la fréquence naturelle la plus basse du système mixte machine-support est supérieure, d'au moins 25% au moins, à la fréquence principale d'excitation (dans la plupart des cas, il s'agit de la fréquence de rotation) ; dans ce sens, on peut considérer le système de soutien comme rigide. Tous les autres systèmes de soutien peuvent être considérés comme flexibles.
Exemples types : les moteurs électriques de grandes et moyennes dimensions, pour l'essentiel à basse vitesse, sont dotés de supports rigides, alors que les turbo-générateurs et les compresseurs d'une puissance supérieure à 10 MW et les groupes de machines verticaux sont généralement dotés de supports flexibles.
Dans certains cas, un support peut être rigide dans un sens et flexible dans l'autre. Par exemple, la fréquence naturelle inférieure dans le sens vertical peut être très supérieure à la fréquence principale d'excitation, alors que la fréquence naturelle dans le sens horizontale peut être considérablement inférieure. Un tel système est rigide sur le plan vertical, mais flexible sur le plan horizontal. Dans de tels cas, il est nécessaire d'évaluer la vibration selon la classification du support qui correspond au sens de mesure. Si la classe du système machine-support ne peut être facilement établie à partir de dessins ou calculée, elle peut être établie par des essais.

Zones d'évaluation

Les zones d'évaluation suivantes sont définies pour permettre une évaluation qualitative des vibrations d'une machine donnée et pour fournir d'éventuelles indications pour d'éventuelles mesures à prendre.

Zona A: Les vibrations de machines à leur première mise en service se situent généralement sur cette zone.

Zona B: Les machines présentant des vibrations sur cette zone sont généralement acceptables pour un service de longue durée sans restrictions.

Zona C: Les machines présentant des vibrations sur cette zone sont généralement acceptables pour un service continu de longue durée. Généralement, la machine peut fonctionner dans ces conditions pendant une période limitée, jusqu'à ce que se présente une occasion favorable pour une intervention de correction.

Zona D: Des valeurs de vibrations sur cette zone sont considérées comme graves au point de pouvoir causer des dommages à la machine.

Les valeurs numériques attribuées aux limites de zone ne sont pas destinées à servir de spécifications d'acceptation, qui doivent faire l'objet d'un accord entre le constructeur de la machine et le client. Toutefois, ces valeurs constituent des indications générales qui permettent d'éviter les dysfonctionnements graves ou l'introduction de pré-requis non plausibles. Dans certains cas, pour une machine donnée, des solutions particulières de construction peuvent être adoptées nécessitant la prise en compte de valeurs différentes (supérieures ou inférieures) pour les limites de zone. Dans ce cas, il est généralement nécessaire que le constructeur de la machine fournisse les raisons et confirme, en particulier, que la machine ne peut subir de dommages en cas de valeurs de vibration supérieures.

Limites des zones d'évaluation

Tableau A.1
Classification des zones de sévérité de vibration pour machines du Groupe 1 : Machines de grandes dimensions d'une puissance nominale supérieure à 300 kW mais non supérieure à 50 MW ; machines électriques à hauteur d'axe H ≥ de 315 mm

Classe su support	Limite de zone	Déplacement efficace, µm	Vitesse efficace mm/s
Rigide	A/B	29	2,3
	B/C	57	4,5
	C/D	90	7,1
Flexible	A/B	45	3,5
	B/C	90	7,1
	C/D	140	11,0

Tableau A.2
Classification des zones de sévérité de vibration pour machines du Groupe 2 : Machines de moyennes dimensions d'une puissance nominale supérieure à 15 kW jusqu'à 300 kW inclus; machines électriques à hauteur d'axe de 160 mm ≤ H < 315 mm

Classe su support	Limite de zone	Déplacement efficace, µm	Vitesse efficace mm/s
Rigide	A/B	22	1,4
	B/C	45	2,8
	C/D	71	4,5
Flexible	A/B	37	2,3
	B/C	71	4,5
	C/D	113	7,1

Tableau A.3
Classification des zones de sévérité de vibration pour machines du Groupe 3 : Pompes avec turbine à ailettes et moteur indépendant (centrifuges, à flux mixte ou à flux axial) d'une puissance nominale supérieure à 15 kW.

Classe su support	Limite de zone	Déplacement efficace, µm	Vitesse efficace mm/s
Rigide	A/B	18	2,3
	B/C	36	4,5
	C/D	56	7,1
Flexible	A/B	28	3,5
	B/C	56	7,1
	C/D	90	11,0

Tableau A.4

Classification des zones de sévérité de vibration pour machines du Groupe 4 : Pompes avec turbine à ailettes et moteur intégré (centrifuges, à flux mixte ou à flux axial) d'une puissance nominale supérieure à 15 kW.

Classe su support	Limite de zone	Déplacement efficace, µm	Vitesse efficace mm/s
Rigide	A/B	11	1,4
	B/C	22	2,8
	C/D	36	4,5
Flexible	A/B	18	2,3
	B/C	36	4,5
	C/D	56	7,1

Appendice C

GUIDE À L'INTERPRÉTATION D'UN SPECTRE

CAS TYPIQUES DE VIBRATIONS DES MACHINES

1. GUIDE RAPIDE DE PREMIERE ORIENTATION

Valeurs mesurées lors du contrôle
f = fréquence de vibration [cycles/min] ou [Hz]
s = amplitude de déplacement [µm]
v = vitesse de vibration [mm/s]
a = accélération de vibration [g]
n = vitesse de rotation d'une pièce [tours/min]

Relèvement fréquence	**Causes**	**Notes**
1) f = n	Balourds de corps rotatifs	Intensité proportionnelle au balourd, principalement en direction radiale, augmente avec la vitesse
	Fléchissement du rotor	Parfois, vibrations très sensibles
	Résonance de corps rotatifs	Vitesse critique près de n, intensité de vibration très élevée
	Roulements montés excentriques	Il est préférable d'équilibrer le rotor monté sur ses roulements
	Désalignements	Présence également d'une vibration axiale importante, plus de 50% de la vibration transversale; même fréquentes f = 2n, 3n
	Excentricité des poulies, engrenages, etc.	Lorsque l'axe de rotation ne coïncide pas avec l'axe géométrique
	Irrégularité du champ magnétique dans des machines électriques	La vibration disparaît en coupant le courant
	Courroie ayant pour longueur un multiple exact du développement de la poulie	Avec le stroboscope, on peut bloquer simultanément la courroie et la poulie
	Engrenage avec une dent défectueuse	Souvent, une vibration de balourd se superpose
	Forces alternes	Présence de la seconde et de la troisième harmonique
2) $f \cong n$ avec cognements	Superposition de défauts de balourd mécanique et irrégularité du champ magnétique	Dans les moteurs asynchrones; le cognement est dû au coulissement

3) $f \cong (0{,}40 \div 0{,}45)\ n$	Roulements à glissement avec lubrification défectueuse	Pour n élevé, au-dessus de la 1° critique. Contrôler au stroboscope. Mouvement de précession du pivot (oil whirl).
	Cage roulement défectueuse	Eventuelles harmonique
4) $f = ½\ n$	Faiblesse mécanique du rotor. Coques desserrées du roulement à glissement. Affaissements mécaniques	C'est une sous-harmonique qui se présente souvent mais qui n'est presque jamais importante. Présence souvent aussi de *f = 2n, 3n, 4n* et demi-harmoniques
5) f = 2n	Désalignement desserrement mécanique	Présence d'une forte vibration axiale. Boulons desserrés, jeu excessif des parties mobiles et des roulements, criques et ruptures dans la structure : présence de sous-harmoniques et d'harmoniques supérieures
6) *f* est un multiple exact de *n*	Roulements désalignés ou bien forcés dans leur siège Engrenage défectueux	Fréquence = n x nombre de sphères ou de rouleaux. Contrôler au stroboscope. f = z n (z = nombre de dents défectueuses). Pour usure générale, dents mal faites si z = nombre total de dents
	Désalignements avec jeux axiaux excessifs	Souvent dus à des desserrements mécaniques
	Roue à aubes (pompe, ventilateurs)	*f = n* x nombre d'aubes (ou de canaux)
7) *f* très supérieur à *n* non un multiple exact	Roulements endommagés	Fréquence, intensité et phase instables. Vibration axiale
	Roulements à glissement avec frottement excessif	Lubrification défectueuse totalement ou en zones. Crissement audible
	Courroies trop tendues	Characteristic audible screech
	Courroies multiples non homogènes	Crissement audible caractéristique
	Engrenages à basse charge	Chocs entre les dents pour manque de chargement; vibration instable
	Roues à aubes pour l'action du fluide (cavitation, reflux, etc.)	Fréquence et intensité instables. *f = n* x nombre d'aubes par nombre de canaux. Vibration axiale fréquente
8) *f* = fréquence naturelle d'autres parties	Roulements à glissement avec jeux excessifs	Exaltation pour choc (oil whip) des vibrations d'autres pièces. Contrôler au stroboscope
	Courroies excitées à cause de la vibration d'autres pièces	Exemples: poulies excentriques ou déséquilibrées, désalignements, balourds de rotors
9) *f* instable avec cognements	Courroies multiple non homogènes Courroie avec plusieurs allonges	Intensité instable
10) $f = n_c$ $n \neq n_c$	(n_c = vitesse critique de l'arbre) Roulements	Pour des rotors au-dessus de la vitesse critique
	(n_r = fréquence de réseau) Moteurs électriques, générateurs	Présence aussi d'harmoniques
12) $f = f_c < n$ ou bien $f = 2\ f_c$	Courroie avec une zone ayant un défaut d'élasticité	f_c c'est la fréquence de la courroie $f_c = \pi\ D\ n\ /\ l$ (*D* = diamètre poulie; l = longueur courroie)

Des vibrations axiales sensibles, au-dessus de 10% de la vibration transversale, indiquent quelques causes typiques:

- désalignement (supérieur à 40%)
- fléchissement de l'arbre, en particulier de moteurs électriques
- roulements de butée défectueux
- excentricité elliptique du rotor des moteurs électriques

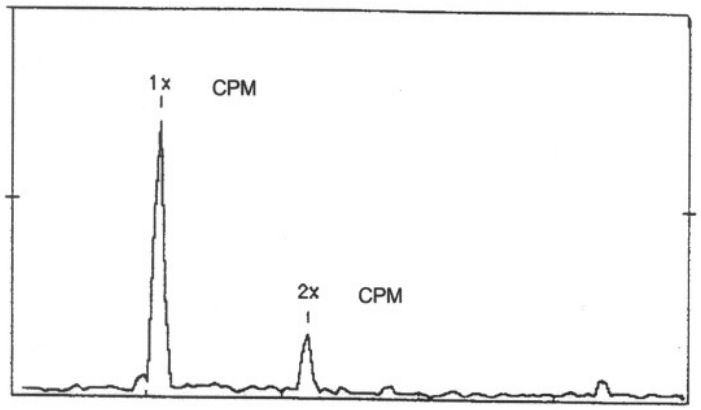
- forces dérivant de tuyaux
- fondations déformées
- frottement des étanchéités presse-étoupe, etc.
- frottements axiaux du rotor
- roulements radiaux défectueux
- accouplements défectueux
- courroies défectueuses.

2. SPECTRES TYPIQUES DES VIBRATIONS RELATIVES AUX DÉFAUTS LES PLUS COURANTS

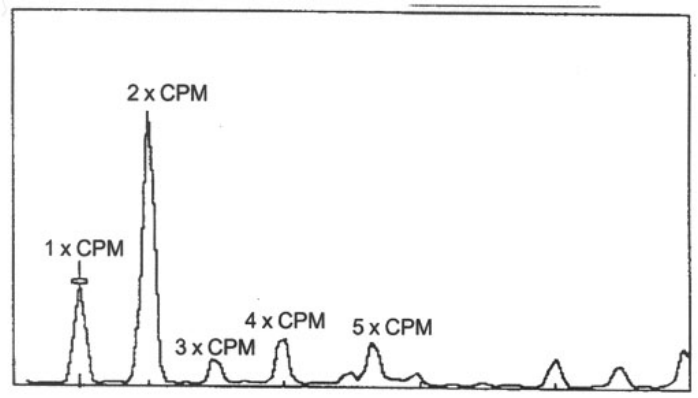
LES SPECTRES SUIVANTS SONT PUREMENT INDICATIFS. CEUX OBTENUS AVEC L'INSTRUMENT N600 ONT UN ASPECT GRAPHIQUE DIFFÉRENT.

Nous indiquons ci-dessous les spectres des vibrations typiques, provoquées par les défauts les plus courants que l'on trouve dans l'expérience pratique.
CPM = vitesse de rotation de l'arbre en tours par minute

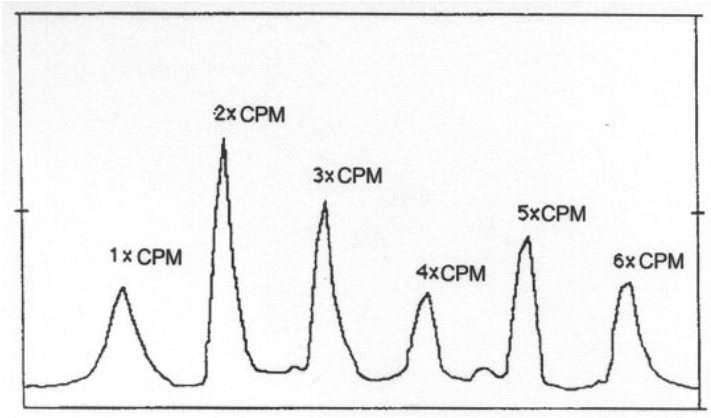
BALOURD



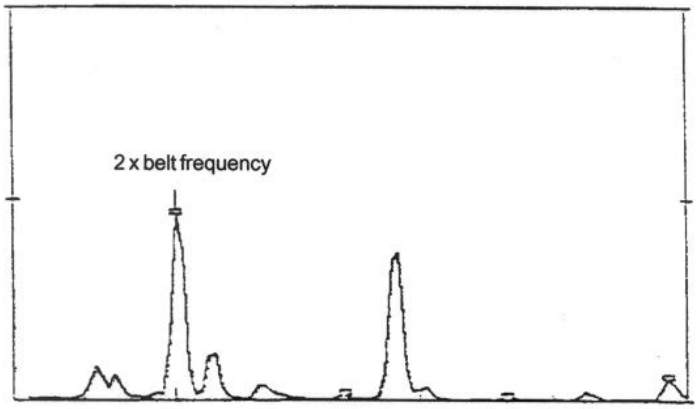
DÉSALIGNEMENT



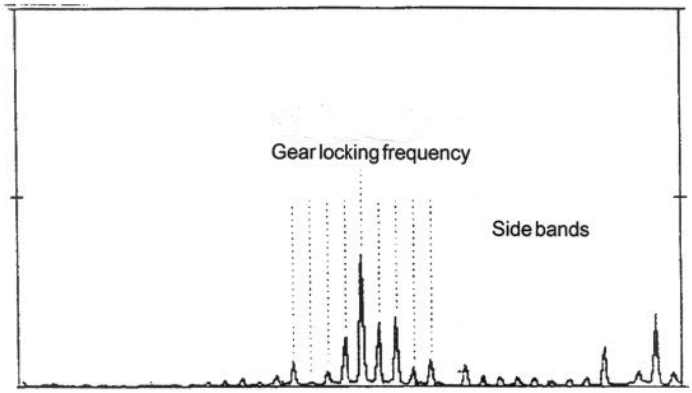
DESSERREMENT MÉCANIQUE/JEU



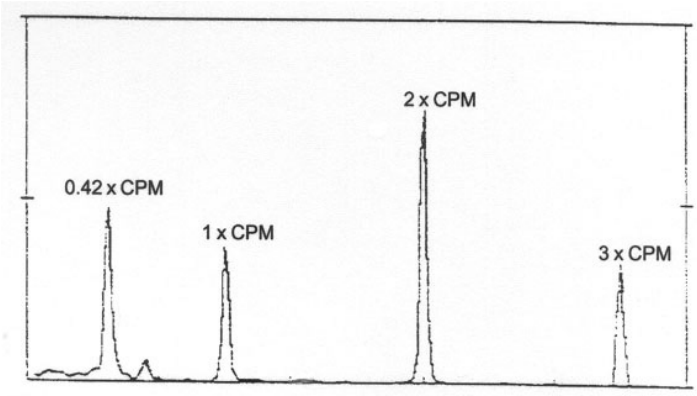
COURROIE



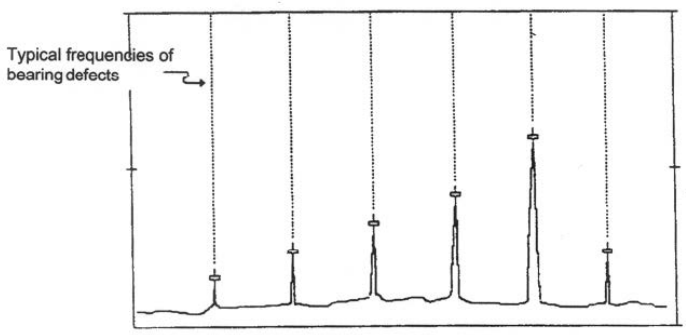
ENGRENAGES



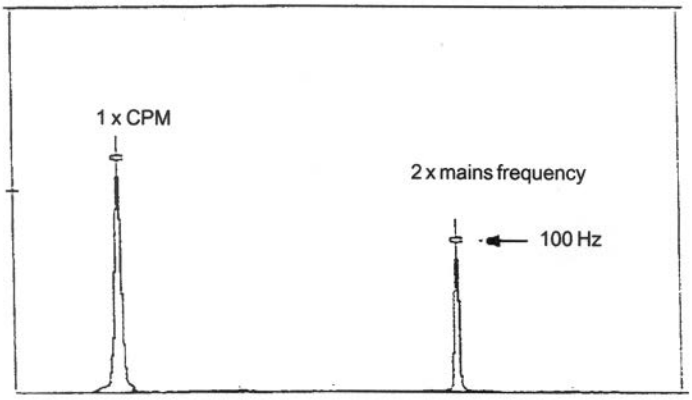
COUSSINETS À GLISSEMENT



ROULEMENTS



MOTEURS ÉLECTRIQUES



3. FORMULES POUR LE CALCUL DES FRÉQUENCES TYPIQUES DES DÉFAUTS DES ROULEMENTS

SYMBOLES:

FTF = fréquence cage
BPFO = défaut sur piste externe
BPFI = défaut sur piste interne
BSP = défaut sur rouleau/sphère

Les fréquences des roulements peuvent être calculées en connaissant :
S = nombre de tours arbre
PD = diamètre primitif
BD = diamètre sphère/rouleau
N = nombre de sphères/rouleaux
Θ = angle de contact

Cas le plus commun:

a - bague externe fixe (bague interne rotative)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot cos\Theta \right]$$

$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot cos\Theta \right]$$

$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot cos\Theta \right]$$

$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot cos\Theta \right)^2 \right]$$

b - bague externe rotative (bague interne fixe)

$$FTF = \frac{S}{2} \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot cos\Theta \right]$$

$$BPFO = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 - \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot cos\Theta \right]$$

$$BPFI = \frac{S}{2} \cdot N \cdot \left[1 + \left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot cos\Theta \right]$$

$$BSP = \frac{S}{2} \cdot \left(\frac{PD}{BD} \right) \cdot \left[1 - \left(\left(\frac{BD}{PD} \right) \cdot cos\Theta \right)^2 \right]$$

Formules de calcul approchées (± 20%)

FTF = 0.4 x S (a) ou bien 0.6 x S (b)
BPFO = 0.4 x N x S (a) ou bien (b)
BPFI = 0.6 x N x S (a) ou bien (b)
BSP = 0.23 x N x S (N < 10) (a) ou bien (b)
= 0.18 x N x S (N ≥10) (a) ou bien (b)

Appendice D

Capteur laser pour instruments CEMB N

Spécifications

CEMB code complet :	9206812659
Distance de l'objectif :	100 - 2000 mm nom.
Courant :	30 mA nom.

Pièces détachées

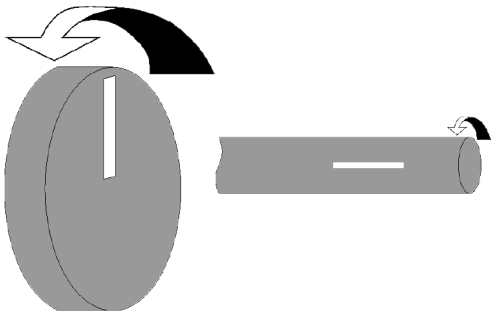
CEMB capteur uniquement code :	800625541
CEMB câble uniquement code :	962600025

Branchements

Borne 1	Marron	Alimentation positif
Borne 3	Blanc	Terre
Borne 4	Vert	Signal de sortie

Instructions d'utilisation

1. Position catadioptre sur élément rotatif ou arbre.
2. Fixer un morceau de ruban réfléchissant sur l'élément rotatif.
3. Les dimensions doivent être égales au moins au double du spot laser.
4. Faire en sorte que le rayon laser atteigne le centre du catadioptre. Quand le laser est connecté à l'instrument, le VOYANT d'indication s'allume quand le rayon passe sur le catadioptre puis s'éteint. Durant la rotation, le VOYANT semble toujours éteint.



Utilisation sans catadioptre

Dans certaines conditions particulières, il est possible de ne pas utiliser le catadioptre. Si une différence existe entre une partie de l'élément rotatif et la partie restante, il est possible de ne pas utiliser le catadioptre.
En présence de plus d'un objectif par tour, la vitesse mesurée n'est pas correcte.
Sur des surfaces très réfléchissantes, positionner le laser à 90° par rapport au point de mesure et colorer une partie de celui-ci à l'aide d'un pinceau.

ATTENTION!

Le laser détecte le contraste en réflectance et non pas la différence de couleur.
la réponse du système peut varier en fonction du type d'application;
il convient de faire quelques essais afin d'établir la meilleure solution.

Appendice E

Informations pour la création de templates (modèles) personnalisés pour les certificats générés par le programme CEMB N-Pro

Codes Numériques

Lors de la création du certificat, le logiciel CEMB N-Pro remplace automatiquement dans le modèle un certain nombre de codes prédéfinis (sous la forme #x#) avec les informations correspondantes, relatives à la mesure affichée à ce moment-là.

Pour que le remplacement soit effectué correctement, utilisez seulement les codes suivants :

#1#	Date actuelle
#2#	Heure actuelle
#3#	Note numéro 1 ajoutée à la mesure
#4#	Image du graphique du spectre du canal A
#5#	Image du graphique du spectre du canal B
#6#	Nom de la mesure
#7#	Parcours (*path*) du dossier contenant la mesure
#8#	Numéro de série de l'appareil N100 ou N300
#11#	Type de mesure (Pk, PP, RMS)
#12#	Type de capteur connecté au canal A
#13#	Type de capteur connecté au canal B
#14#	Mesure (overall, 1xRPM, 2xRPM, …)
#15#	Nombre de moyennes (seulement pour mesure overall)
#16#	Largeur du filtre synchrone, en % (seulement pour mesures synchrones ou équilibrages)
#17#	Fréquence maximum mesurée (seulement pour mesure overall)
#18#	Nombre de lignes du spectre
#19#	Note numéro 2 ajoutée à la mesure
#20#	Note numéro 3 ajoutée à la mesure
#48#	Modèle de l'appareil avec lequel a été prise la mesure (N100, N300)

#49#	Version firmware de l'appareil N100 ou N300
#50#	Unité de mesure des fréquences et des vitesses
#51#	Date à laquelle la mesure a été effectuée
#61#	Heure à laquelle la mesure a été effectuée
#301#	Valeur totale (overall) de la vibration du canal A
#302#	Valeur totale (overall) de la vibration du canal B
#311#	Valeur de la vibration synchrone du canal A
#312#	Valeur de la vibration synchrone du canal B
#321#	Phase de la vibration synchrone du canal A
#322#	Phase de la vibration synchrone du canal B
#331#	Fréquence de la vibration synchrone du canal A
#332#	Fréquence de la vibration synchrone du canal B
#351#	Unité de mesure de la vibration (g, mm/s, µm, …)
#401#	Fréquence du pic n°1 de la vibration du canal A
#402#	Fréquence du pic n°2 de la vibration du canal A
#...#	Fréquence du pic n°... de la vibration du canal A
#405#	Fréquence du pic n°5 de la vibration du canal A
#426#	Valeur du pic n°1 de la vibration du canal A
#427#	Valeur du pic n°2 de la vibration du canal A
#...#	Valeur du pic n°... de la vibration du canal A
#430#	Valeur du pic n°5 de la vibration du canal A
#451#	Fréquence du pic n°1 de la vibration du canal B

#452#	Fréquence du pic n°2 de la vibration du canal B
#...#	Fréquence du pic n°... de la vibration du canal B
#455#	Fréquence du pic n°5 de la vibration du canal B
#476#	Valeur du pic n°1 de la vibration du canal B
#477#	Valeur du pic n°2 de la vibration du canal B
#...#	Valeur du pic n°... de la vibration du canal B
#480#	Valeur du pic n°5 de la vibration du canal B
#601#	Valeur du balourd initial sur le plan P1 (en unités U)
#602#	Phase du balourd initial sur le plan P1 (en degrés °)
#603#	Valeur de la vibration initiale sur le plan P1
#604#	Phase de la vibration initiale sur le plan P1 (en degrés °)
#605#	Valeur du balourd actuel (final) sur le plan P1 (en unités U)
#606#	Phase du balourd actuel (final) sur le plan P1 (en degrés °)
#607#	Valeur du balourd initial sur le plan P2 (en unités U)
#608#	Phase du balourd initial sur le plan P2 (en degrés °)
#609#	Valeur de la vibration initiale sur le plan P2
#610#	Phase de la vibration initiale sur le plan P2 (en degrés °)
#611#	Valeur du balourd actuel (final) sur le plan P2 (en unités U)
#612#	Phase du balourd actuel (final) sur le plan P2 (en degrés °)
#613#	Vitesse d'équilibrage

En cas de multi-report (certificat produit en mettant ensemble les données de N mesures différentes) il est nécessaire d'utiliser les codes de forme #x-y# où

- x = code numérique énuméré dans le tableau précédent
- y = numéro progressif de la mesure qui compose le multi-report (1, 2, … N)
  Par exemple :
  > #6-1# = nom de la mesure n° 1 du multi-report
  > #11-2# = type de la mesure n° 2 du multi-report
  > …

Conseils pour la personnalisation des certificats

L'utilisation d'un modèle (template) HTML pour créer des certificats offre au client la pleine liberté de personnaliser ceux distribués par CEMB avec le programme, ou d'en créer des nouveaux. Les clients ayant des exigences particulières peuvent insérer des logos ou des images en toute autonomie, ainsi que modifier les dimensions ou les couleurs des inscriptions. Puisque ces templates sont un document HTML, il est opportun de les modifier ou de les créer avec des programmes adaptés, appelés éditeurs HTML. Leur utilisation est semblable à celle d'un programme de traitement de textes normal (Microsoft Word, Openoffice Writer, …), avec la différence que les documents sont générés et sauvegardés directement sous le format HTML: ainsi, l'aspect graphique du document n'est pas altéré lors de la sauvegarde. En cas d'utilisation de programmes de traitement de textes, au contraire, lorsqu'on sauvegarde ensuite sous le format HTML, les alignements, les espaces, les dimensions, etc. risquent d'être modifiés après la conversion et la sauvegarde : dans ces cas, le modèle HTML final peut s'avérer différent de ce qu'on aurait voulu créer, ce qui est fréquemment constaté par les utilisateurs de Microsoft Word 2000 ou supérieur.

De nombreux éditeurs HTML sont disponibles; nous en indiquons quelques-uns ci-dessous:

KompoZer: multilingue, téléchargeable gratuitement du site http://www.kompozer.net/
W3C Amaya: multilingue, téléchargeable gratuitement du site http://www.w3.org/Amaya/
Mozilla Composer: multilingue, partie de la suite Mozilla Seamonkey, téléchargeable gratuitement du site http://www.seamonkey-project.org/

- Adobe Dreamweaver: multilingue, et payant.

Pour faciliter l'utilisateur, le programme KompoZer est compris dans le CD avec le logiciel CEMB N-Pro.

Création de certificats sous le format PDF

Pour pouvoir générer des certificats sous le format PDF, il suffit d'installer sur son PC une imprimante PDF virtuelle, et de la sélectionner après avoir appuyé sur la touche dans le logiciel CEMB N-Pro.
Si vous ne disposez pas encore de cette imprimante, vous pouvez installer PDFCreator, téléchargeable gratuitement du site http://sourceforge.net/projects/pdfcreator/.
Après l'installation, une nouvelle imprimante appelée PDFCreator s'affichera dans la fenêtre 'Imprimantes et fax' à côté des imprimantes réelles connectées au PC.

CEMB
23826 MANDELLO DEL LARIO (LC) ITALY

PRECISION D'EQUILIBRAGE DES ROTORS RIGIDES

L'équilibrage a le but d'améliorer la distribution des masses dans un rotor de manière à que celui-ci tourne dans ses supports sans créer des forces centrifuges supérieures à une valeur limite admissible.

Ce but peut et doit être atteint seulement jusqu'à une certaine limite; en effet, après l'équilibrage, des déséquilibres résiduels persistent inévitablement. Comme dans les usinages des pièces sur les machines-outils, étant donné qu'il est impossible d'obtenir des dimensions " exactement " égales à celles indiquées sur le dessin, on établit des " tolérances d'usinage " dont la valeur varie cas par cas suivant les exigences de chaque pièce; ainsi, dans l'équilibrage, il faut obtenir la précision d'équilibrage adaptée à chaque cas, en établissant le " déséquilibre résiduel maximal admissible ou tolérance d'équilibrage ".

Il est évident qu'un équilibrage insuffisant pourrait causer des vibrations intolérables avec tous les inconvénients et les avaries qui en suivraient. Ce serait, toutefois, une erreur d'équilibrer un rotor avec une précision supérieure à celle nécessaire pour un service régulier et sans inconvénients de la machine sur laquelle le rotor doit être monté, en exigeant par exemple la précision de l'équilibrage à la valeur maximale permise par les machines à équilibrer disponibles.

En effet, on n'améliorerait pratiquement pas les qualités du rotor mais on augmenterait inutilement le temps nécessaire à l'équilibrage et, par conséquent, le coût de l'opération. Pour fixer la tolérance d'équilibrage, il est en outre nécessaire de considérer le concept de la " reproduetibilité " c'est-à-dire de la valeur minimale qui peut être sûrement retrouvée en faisant plusieurs essais. Par exemple, Si par la simple opération de démontage et de remontage d'une pièce sur l'équilibreuse ou de l'équilibrer dans des temps différents sur la machine réelle il se manifeste une variation de l'excentricité de 5 microns, il n'y aurait aucun sens d'équilibrer cette pièce avec une précision bien inférieure à 5 microns.

Par conséquent, il est nécessaire que la tolérance la plus avantageuse du point de vue technique et économique soit déterminée et prescripte pour chaque rotor.

Il faut donc indiquer sur les plans:

- la valeur du déséquilibre résiduel maximal admissible pour chacun des plans de correction, également précisés;
- ou et comment doivent être appliquées les masses de correction, ou bien où le matériel peut être enlevé sans endommager la pièce;
- les pivots sur lesquels le rotor doit être appuyé sur l'équilibreuse;
- le champ conseillable de la vitesse d'équilibrage;
- toutes les autre données opportunes suivant le cas pour permettre à l'opérateur de faire un équilibrage rapide et sûr.

Ceci vaut pour les rotors flexibles. Du moment que les opérations d'équilibrage sont différentes selon que le rotor peut être considéré rigide ou flexible, il va sans dire que la précision ou la tolérance d'équilibrage est également différente dans les deux cas. Il suffit, en effet, d'observer que dans le rotor flexible l'effet du déséquilibre est amplifié par la flexion élastique, de sorte que des forces d'importance différente que celles relatives à un rotor rigide de même déséquilibre sont générées sur les supports. On en déduit que, toutes les autres conditions demeurant les mêmes, les tolérances d'équilibrage des deux cas seront différentes Si l'on voudra obtenir sur les supports des forces ou des vibrations égales.

Ce que nous exposerons ci-après, sauf différente spécification, ne sera valable que pour les rotors rigides.

UNITES DE MESURE DE LA TOLERANCE D'EQUILIBRAGE

La tolérance d'équilibrage est donnée par le produit du balourd maximal admissible par sa distance de l'axe de rotation.

Si l'on divise la tolérance d'équilibrage par le poids du rotor, on obtiendrait le "déséquilibre spécifique". Celui-ci est aussi appelé "excentricité résiduelle tolérable" car, dans le cas du déséquilibre statique, il exprime l'excentricité du centre de gravité du rotor de l'axe de rotation causée par le déséquilibre admissible.

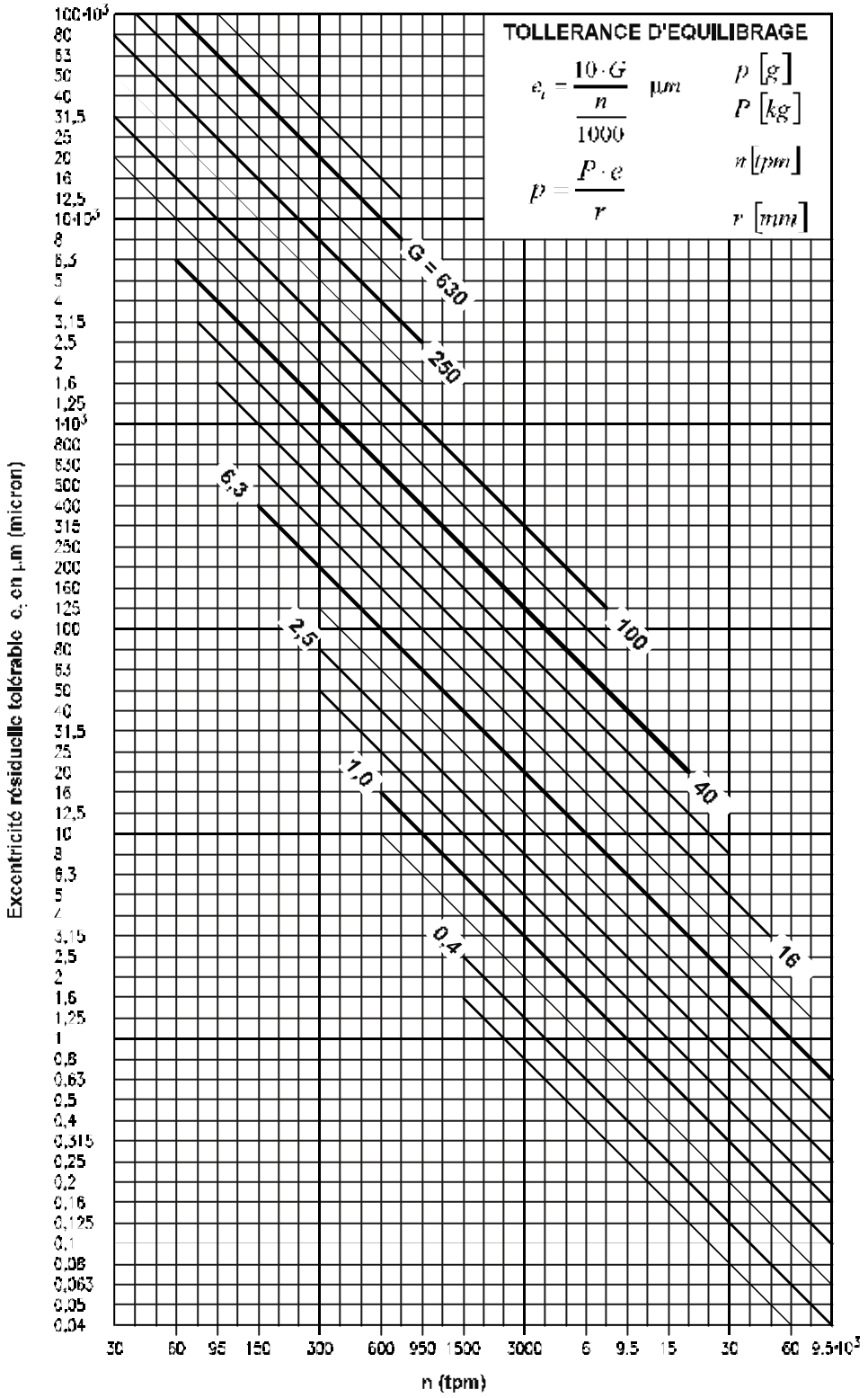
SYMBOLES

p (grammes)	= déséquilibre maximal admissible
r (mm)	= distance de p de l'axe de rotation
P (kg)	= poids du rotor
n (tours/min)	= vitesse de rotation en service normal
$p \cdot r$ (g·mm)	= déséquilibre restant admissible
$e = \frac{p \cdot r}{P}$ (micromètre)	= excentricité maximale résiduelle admissible
G (mm/s)	= degré d'équilibrage (voir tableau)

CLASSIFICATION DES ROTORS DEGRÉS D'ÉQUILIBRAGE

Note - Nous avons souligné en italique les catégories de rotors non comprises dans les tableaux ISO mais ajoutées par l'auteur.

Degré **G** mm/s	TYPE DE ROTOR
0,4	Gyroscopes Mandrins, disques et induits de rectifieuses rapides de haute précision *Broches de filage*
1,0	Induits de petits moteurs rapides, à exigences d'équilibrage élevées Rotors de tourne-disque, enregistreurs, *projecteurs cinématographiques* Actionemments de rectifieuses de haute précision *Rotors de turbines et compresseurs de moteur â jet très rapides* *Rotors de turbines à vapeur à exigences d'équilibrage élevées*
2,5	Rotors de turbines à vapeur et à gaz., turboalternateurs turbosoufflantes, turbopompes Turbines de propulsion de navires marchands *Compresseurs rapides, supercompresseurs pour avions* Induits de moteurs moyens et grands dont les exigences d'équilibrage sont élevées Induits de petits moteurs à bonne exigence d'équilibrage *pour appareils électroménagers de haute qualité, fraises de dentiste, aérosol* Induits de petits moteurs exclus des conditions indiquées par le degré 6,3 Actionnements des machines-outils *Ventilateurs pour le conditionnement de l'air dans les hôpitaux et dans les salles de concert* *Engrenages rapides (au dessus de 1000 t/min) des réducteurs de turbines marines* Disques et tambours pour les mémoires les ordinateurs
6,3	Induits de petits moteurs électriques, produits en série, dans les emplois peu sensibles aux vibrations ou lors du montage de support antivibratoires Induits de moteurs électriques moyens et grands (dont la hauteur de l'arbre est au moins 80 mm) sans exigences particulières Pièces de machines-outils et de machines en général Parties rapides de machines opératrices, *châssis de tissage et de filature, machines à matter les fils, paniers de centrifuge usés (écrémeuses, dépurateurs, laveuses)* *Rotors de machines hydrauliques* Volants, ventilateurs, pompes hydrauliques Engrenages de réducteurs de turbines marines de propulsion pour navires marchands Cylindres et roulements pour imprimeuses Rotors unis aux turbines à gaz pour l'aéronautique Pièces détachées de machines dont les exigences sont élevées
16	Arbres de transmission, arbres à cardan dont les exigences d'équilibrage sont élevées Pièces de machines agricoles, de moulins, de machines à battre le blé Pièces de moteurs pour voitures, camions, locomotives (à essence ou diesel) Vilebrequins complets de volant et d'embrayage à six ou plus cylindres dont les exigences d'équilibrage sont élevées *Paniers de centrifugeuses lentes* *Hélices d'embarcations légères (hors-bord, aéroglisseurs)* *Jantes de roues pour automobiles et motocyclettes* *Poulies normales de transmission* *Grandes cylindres pour papeteries* *Outils en une seule pièce pour machines pour le bois*
40	Roues et jantes de roues pour voitures Arbres de transmission et essieux complets pour automobiles Vilebrequins complets de volants et embrayages de moteurs à 4 temps avec 6 ou plus cylindres montés élastiquement, avec vitesse du piston supérieure à 9 m/s Vilebrequins complets de volants et embrayages de moteurs pour voitures, camions et locomotives *Arbres de transmission pour poulies* *Outils en plusieurs pièces pour machines pour le bois*
100	Vilebrequins complets de moteurs diesel à 6 ou plus cylindres, vitesse du piston supérieure à 9 m/s Moteurs complets d'automobiles et locomotives *Vilebrequins complets de moteurs à 1, 2 ou 3 cylindres*
250	Vilebrequins complets de moteurs diesel à 4 cylindres, montés rigidement avec vitesse du piston supérieur à 9 m/s
630	Vilebrequins complets de grands moteurs à quatre temps montés rigidement Vilebrequins complets de moteurs diesel marins montés élastiquement
1600	Vilebrequins complets de grands moteurs à 2 temps montés rigidement
4000	Vilebrequins complets de moteurs diesel marins montés rigidement, avec un nombre quelconque de cylindres, avec vitesse des pistons inférieure à 9 m/s



EMPLOI DU DIAGRAMME DEL LA TOLERANCE D'EQUILIBRAGE

Le degré d'équilibrage ***G*** sera déterminé suivant les caractéristiques du rotor et de la machine sur laquelle le rotor fonctionnera en service normal (voir tableau pour le degré d'équilibrage ***G***).

On obtient ensuite du diagramme l'excentricité résiduelle tolérable, en fonction de la vitesse de rotation, en correspondance du degré ***G***.

L'excentricité résiduelle n'est pas une valeur rigoureuse: elle peut varier pour un degré donné de ***G*** d'un minimum à un maximum correspondant aux deux lignes minces situées au-dessous et au-dessus de la ligne ***G***, selon le type et le but du rotor et selon les caractéristiques de construction de la machine sur laquelle le rotor sera monté.

La tolérance d'équilibrage en g·mm est obtenue de l'excentricité résiduelle ***e*** (en micromètres) en la multipliant par le poids du rotor ***P*** (kg).

Les valeurs de tolérance obtenues sont en général suffisamment indicatives et assurent avec de grandes probabilités des conditions de service satisfaisantes. De toute façon, des corrections peuvent être opportunes et parfois nécessaires, en particulier lorsque la machine présente des caractéristiques de construction nettement différentes de celles des machines traditionnelles de la même catégorie.

CONDITIONS DE VALIDITÉ DU DIAGRAMME DES TOLERANCES D'EQUILIBRAGE

1. *Les valeurs de tolérance se réfèrent au rotor complet: Si les plans de correction sont deux et si le rotor est approximativement symétrique, chaque plan de correction a une tolérance égale à la moitié de la valeur mesurée, à la condition que les plans de correction soient symétriques par rapport au centre de gravité et près des supports;* en cas de forte asymétrie du rotor ou de la position des plans de correction, il est nécessaire de distribuer opportunément le déséquilibre résiduel entre les deux plans de correction.
2. Les valeurs de tolérance sont valables indifféremment pour les déséquilibres statiques et pour les déséquilibres de couple.
3. Le rotor doit être considéré rigide dans toute la gamme des vitesses de fonctionnement et dans les conditions effectives de travail de la machine réelle Paliers, supports, bâtis, fondations, accouplements avec d'autres rotors, actionnements, etc.).

NOTE 1 - Degrés d'équilibrage 0,4 - 1
Pour les rotors des classes 0,4 et 1 tolérance d'équilibrage doit être normalement contrôlée par la méthode directe expérimentale.

L'influence des moyens d'entraînement du rotor et des paliers peut être importante.

NOTE 2 – Emploi des outils auxiliaires
Dans les rotors qui doivent être montés pour l'équilibrage sur des *arbres auxiliaires ou sur des brides auxiliaires,* les tolérances indiquées ont un sens uniquement si l'on contrôle, outre le déséquilibre de l'arbre et de la bride auxiliaire, le jeu de montage et la tolérance d'usinage de la pièce également par rapport aux concentricités avec l'axe de rotation tant pour l'arbre auxiliaire que pour l'arbre définitif. La somme des déséquilibres résiduels et des jeux traduits en valeur d'excentricité doit être évidemment inférieure à la tolérance d'équilibrage, car autrement la précision d'équilibrage obtenue serait illusoire.

NOTE 3 - *Rotors assemblés*
Dans les *rotors assemblés* les déséquilibrages des pièces composantes doivent être additionnés vectoriellement, en tenant compte également des déséquilibres qui dérivent du montage (tolérances d'usinage, jeux, clavettes de pression, etc.).

Le déséquilibre résultant après l'assemblage doit être inférieur à celui indiqué dans les diagrammes relatifs au rotor complet: en cas contraire, il faut effectuer l'équilibrage du rotor après l'assemblage, en choisissant deux plans de correction appropriés.

METHODE DIRECTE EXPERIMENTALE

La valeur plus précise et sûre du déséquilibre résiduel admissible ne s'obtient qu'en effectuant des essais directs. A ce but on fait l'équilibrage du rotor par la machine à équilibrer avec le maximum de précision possible, ensuite on monte le rotor dans la machine en conditions de service.

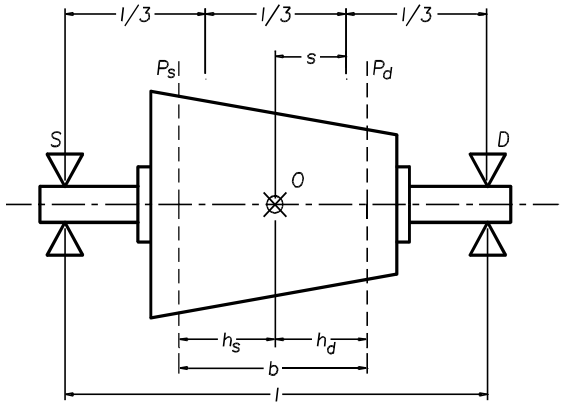
Il est ensuite nécessaire d'effectuer des essais successifs de déséquilibres croissants jusqu'à ce que les vibrations des supports ou de la machine rejoignent des valeurs mesurables. On mesure le déséquilibre maximum admissible par rapport à la valeur mesurée, par ex. un tiers. Les essais doivent être exécutés systématiquement de sorte que l'on considère tous les cas de vibrations possibles et toutes les conditions du rotor possibles ainsi que la position des déséquilibres additionnés.

DISTRIBUTION DU DESEQUILIBRE RESIDUEL ADMISSIBLE ENTRE LES DEUX PLANS DE CORRECTION

Dans la plupart des rotors il est possible de faire une raisonnable distribution du déséquilibre total admissible $\overline{U}$ du rotor sur chaque plan de correction en employant une des méthodes suivantes, à choisir selon les conditions indiquées.

U_s et U_d indiquent les déséquilibres résiduels admissibles respectivement pour le plan de correction du côté gauche et du côté droite (voir figures).

Le centre de gravité du rotor est indiqué par $\overline{O}$.

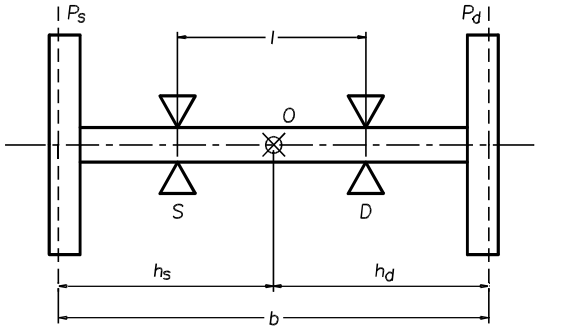


1) Si $\frac{l}{3} < b < l$; $s < \frac{l}{3}$ avec $h_s \cong h_d$ on peut considérer

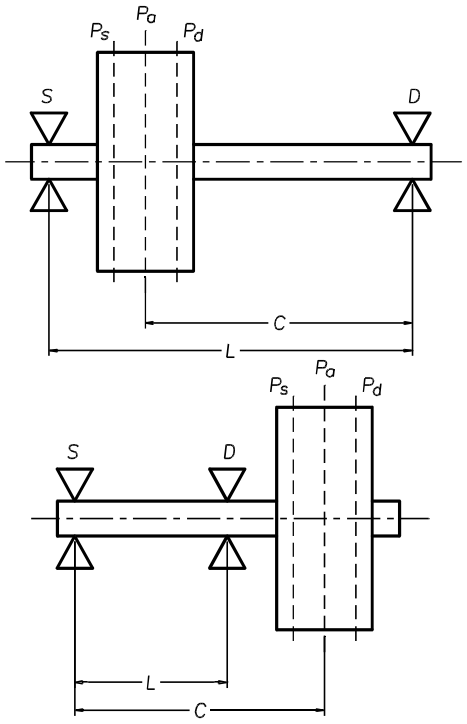
$$U_s = U_d = \frac{1}{2}U$$

Avec $h_s \neq h_d$ mais $0{,}3\,b < h_s < 0{,}7\,b$ on peut considérer

$$U_s = \frac{h_d}{b}U \; ; \; U_d = \frac{h_s}{b}U$$



2) Si $b > l$ est conseillable de prendre en considération une valeur supérieure du déséquilibre total que l'on doit distribuer comme sus-mentionné



3) Si $b < \frac{l}{3}$ il est conseillable de considérer un plan auxiliaire P_a (qui peut coïncider avec P_S ou P_d) pour lequel le déséquilibre maximum admissible est

$$U_a = \frac{U}{2}\frac{l}{2c}$$ et de plus pour les plans P_S et P_d

$$U_s = U_d = \frac{U}{2}\frac{3l}{4b}$$

4) En général le déséquilibre résiduel admissible pour les deux plans de correction est égal au produit du déséquilibre résiduel total admissible du rotor complet multiplié par le rapport entre la distance du *deuxième* plan de correction du centre de gravité du rotor et la distance entre les plans de correction.

Si le rotor n'est inclus dans aucune des méthodes simplifiées indiquées, il faut suivre la méthode générale valable pour n'importe quel rotor et pour n importe quelle position des plans de correction.

La méthode générale est décrite dans le dossier CEMB N. 8 (qui est envoyé sur demande à titre gracieux) et dans l'International Standard ISO 1940/1 (1986-09-0l) disponible en langue italienne et anglaise.

DIAGRAMMES PRATIQUES DE CORRECTION DU BALOURD

PERÇAGE SUR ACIER:

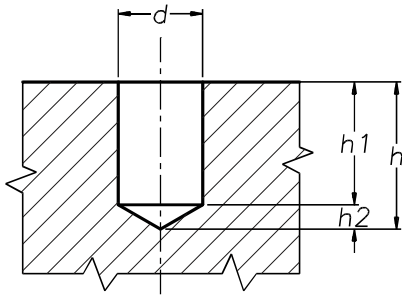
Utiliser les diagrammes de 1 à 5 secondes les exigences. Chaque diagramme fournit, en fonction du poids à enlever (P) et du diamètre de la pointe (d), la profondeur de perçage (h) nécessaire; les courbes sont entraînées en tenant compte de la forme conique (120°) de la pointe, pour l'acier (densité 7.85 kg/dm^3), en utilisant le critère décrit ci-dessous:

Unité de mesure:

P en grammes

d en mm

h_1-h_2-h en mm



Le poids total retiré d'un perçage est: P = 7.85 10^{-3} V (où V est le volume total du perçage) **(1)** en considérant que:

$V = V_1 + V_2$ où

$V_1 = \pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_1$ (Volume partie cylindrique) et

$V_2 = \frac{1}{3}\pi \cdot \left(\frac{d}{2}\right)^2 \cdot h_2$ (Volume partie conique)

$h_1 = h - h_2$; $h_2 = \frac{d}{2}\tan 30°$ le (1) divient:

$$P = 7.85 \cdot 10^{-3}\left(\frac{\pi}{4}d^2 h - 0.1511 \cdot d^3\right) \quad (2)$$

PERÇAGE SUR ALUMINIUM, FONTE, etc.

Le poids à enlever étant connu, il faudra le multiplier par un coefficient de correction dû à la différente densité des matériaux. Le poids obtenu est utilisé dans les diagrammes (1 à 5) pour avoir la valeur de profondeur correcte (h).

TABLEAU COEFFICIENT DE CORRECTION

MATERIEL	**D** Densité de référence (Kg/dm^3)	Coeff. de correction (7.85/D)
ALUMINIUM	2.7	2.91
FONTE	7.25	1.09
LAITON	8.5	0.92
CUIVRE	8.9	0.88

EXEMPLE:

Balourd à retirer P = 10 grammes. Pointe utilisée d = 14 mm. Matériel roulant ALUMINIUM. ***P correct = 10x2.91 = 29.1***
Du diagramme 1 on obtient h = 27 mm

CORRECTION AVEC ADDITION DE MATERIAU SUR ACIER:

Utiliser le diagramme 6. Il fournit, en fonction des dimensions commerciales d'épaisseur (***S***) et de largeur (***L***), le poids d'un plateau de 1 cm de longueur. Pour obtenir la longueur (***l***) nécessaire, diviser le balourd par le poids obtenu d'après le diagramme.

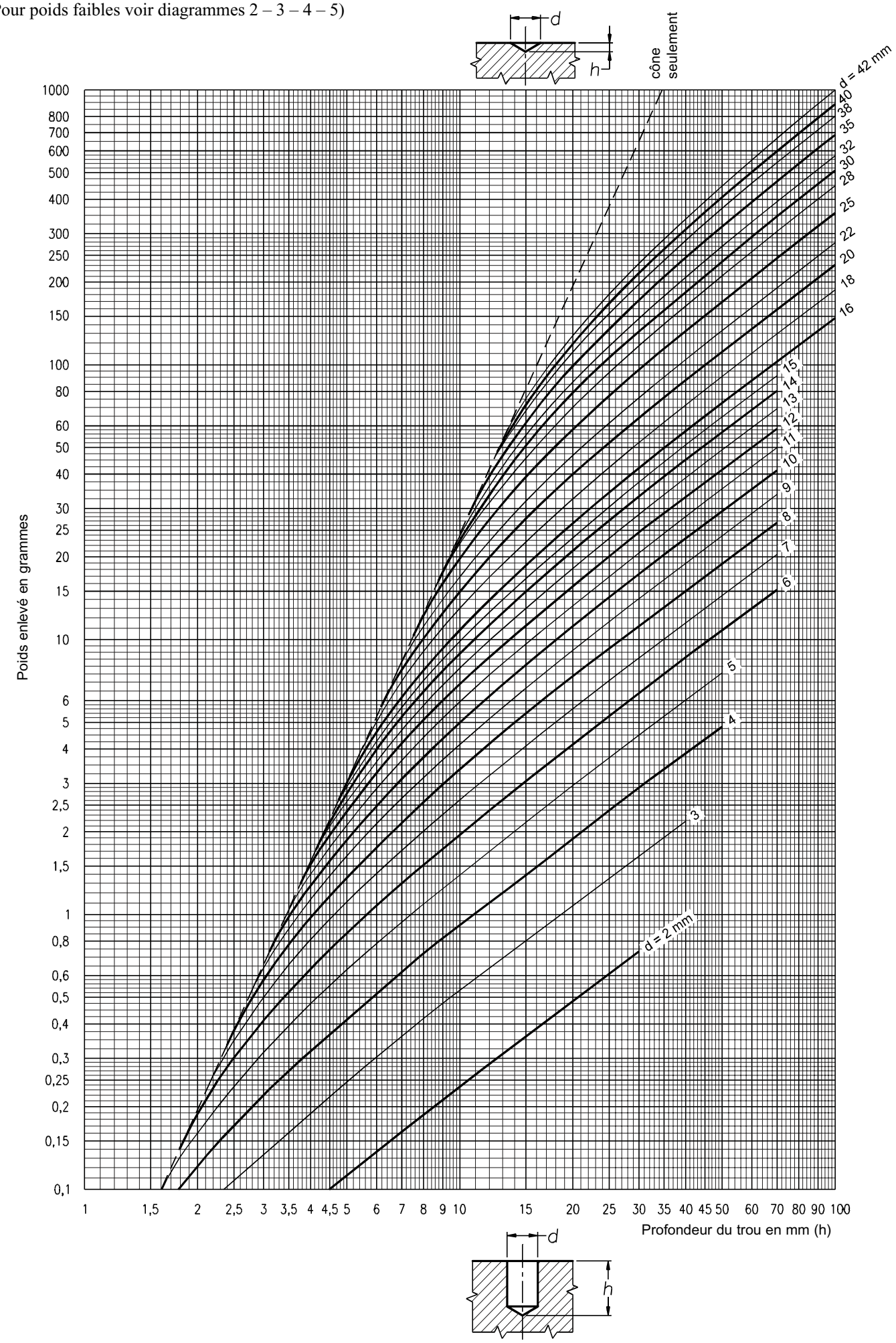
EXEMPLE: Balourd à ajouter 50 grammes
Plateau utilisé 50x10 mm.

Du diagramme l'on obtient un poids P = 39 grammes/cm

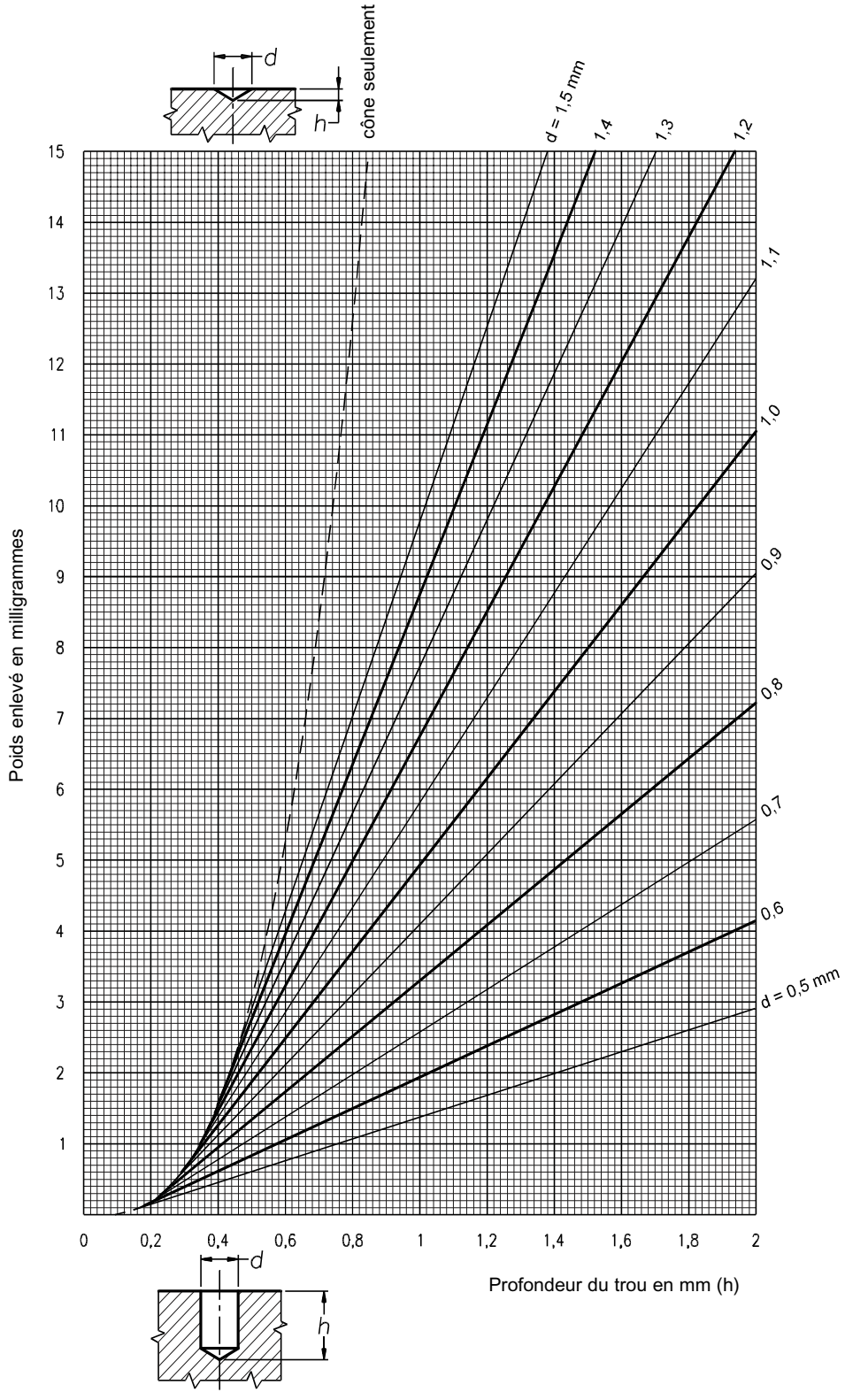
dont $l = \frac{50}{39} = 1.3$ cm.

1 - DIAGRAMME GENERAL DU POIDS ENLEVABLE PAR PERÇAGE SUR ACIER

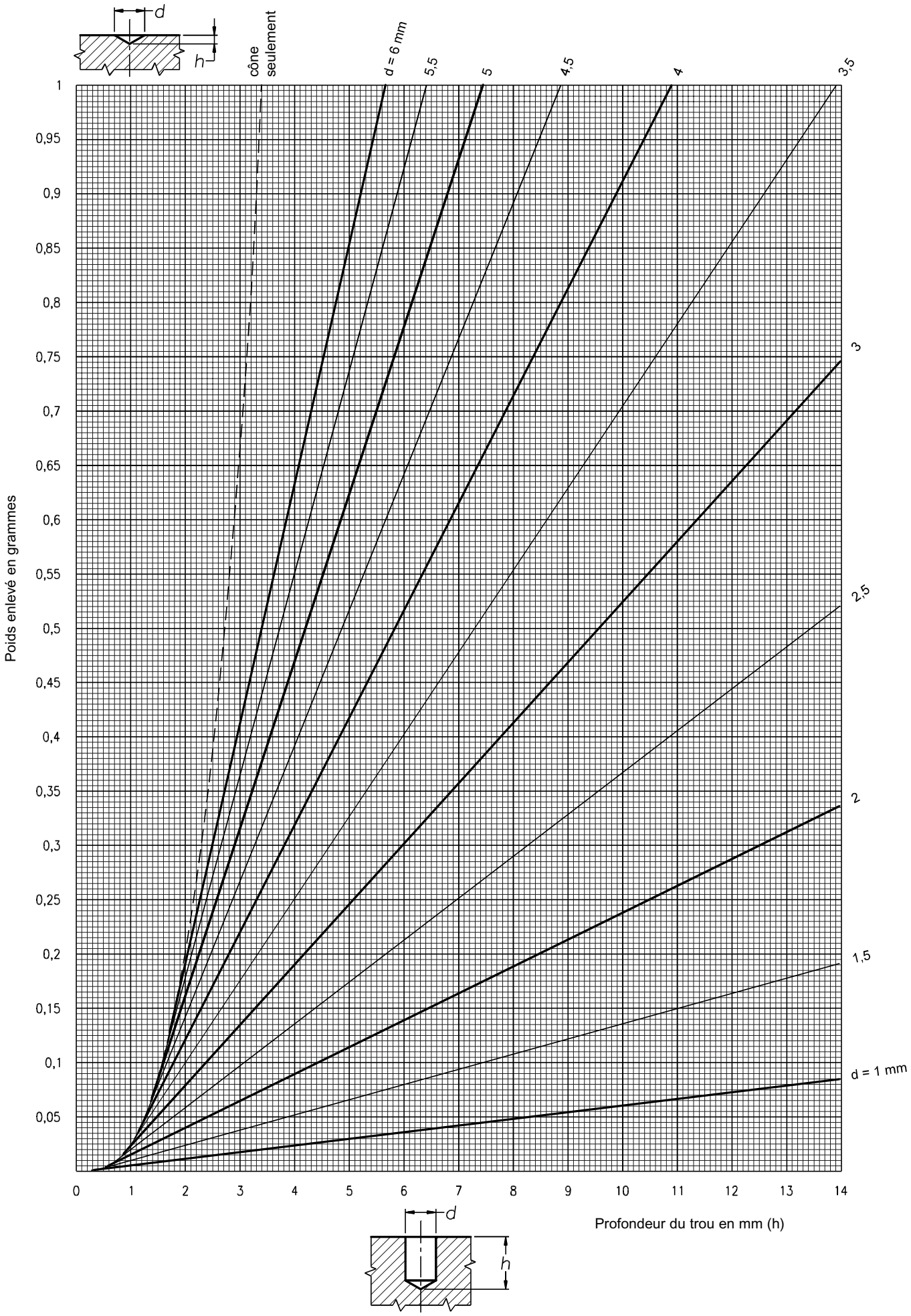
(Pour poids faibles voir diagrammes 2 – 3 – 4 – 5)



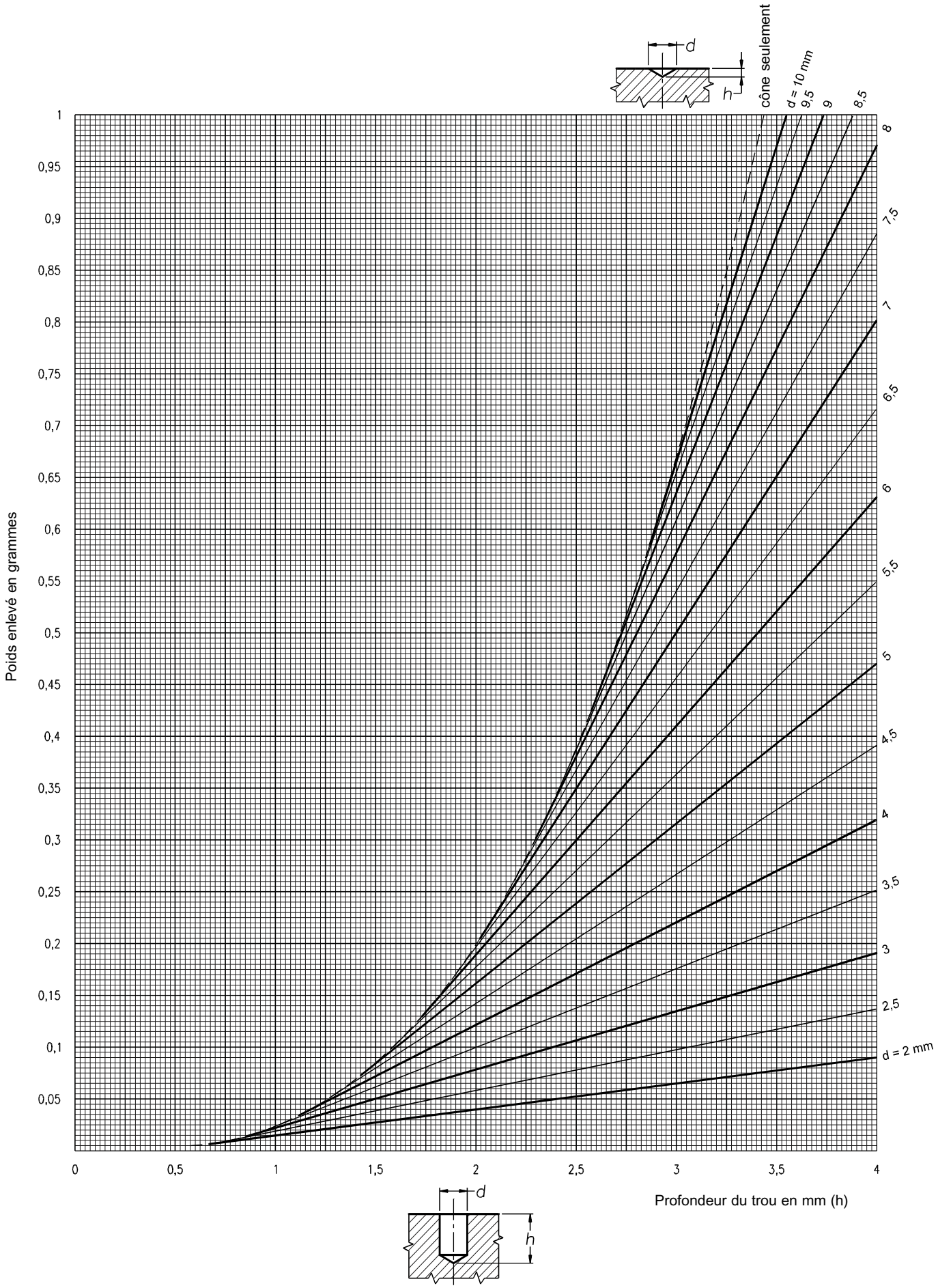
2 - DIAGRAMME POUR PERÇAGE FIN Ø 0,5 – 1,5 mm



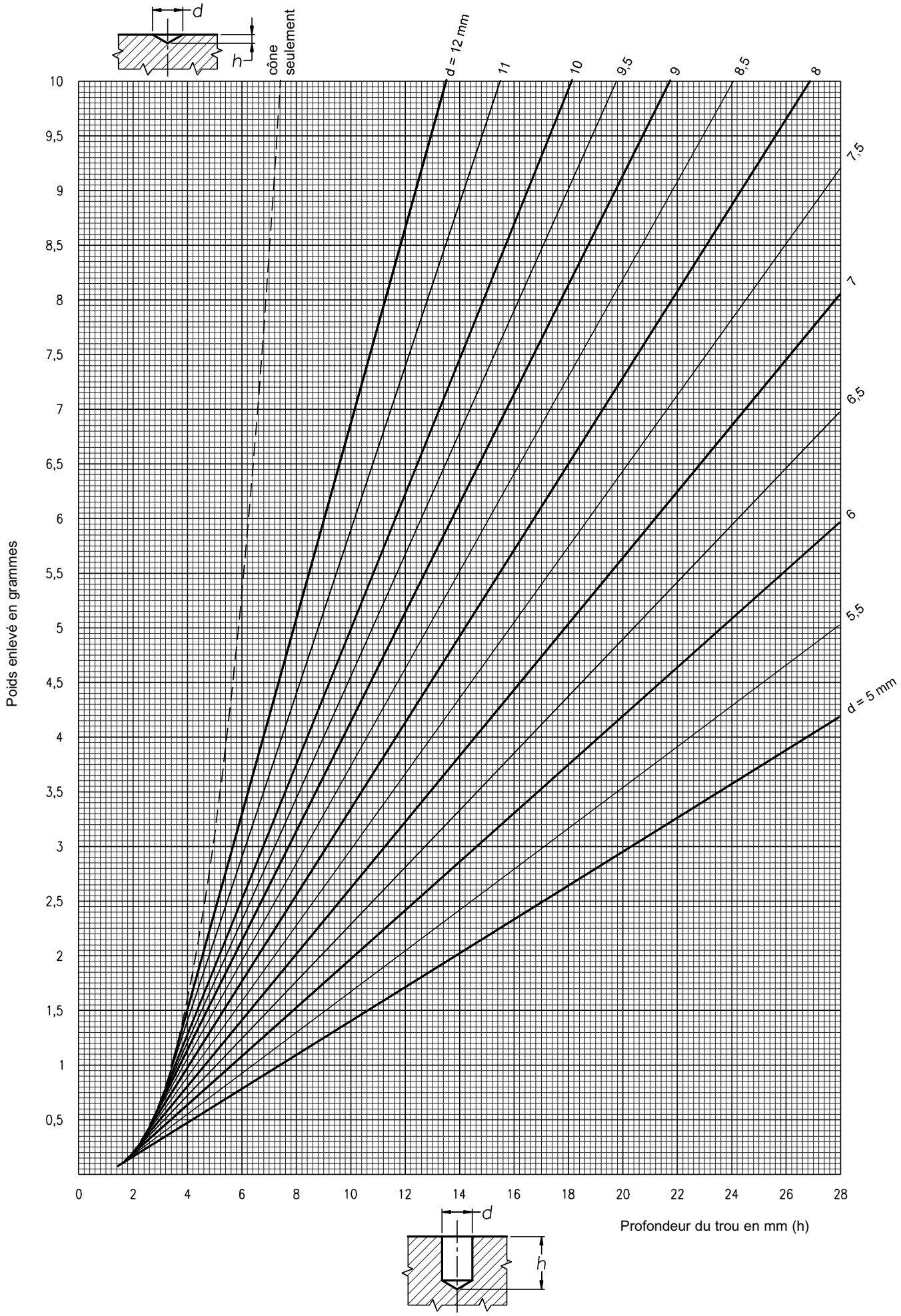
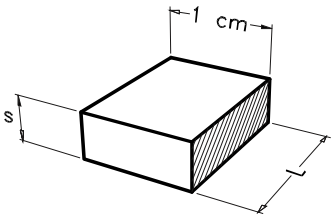
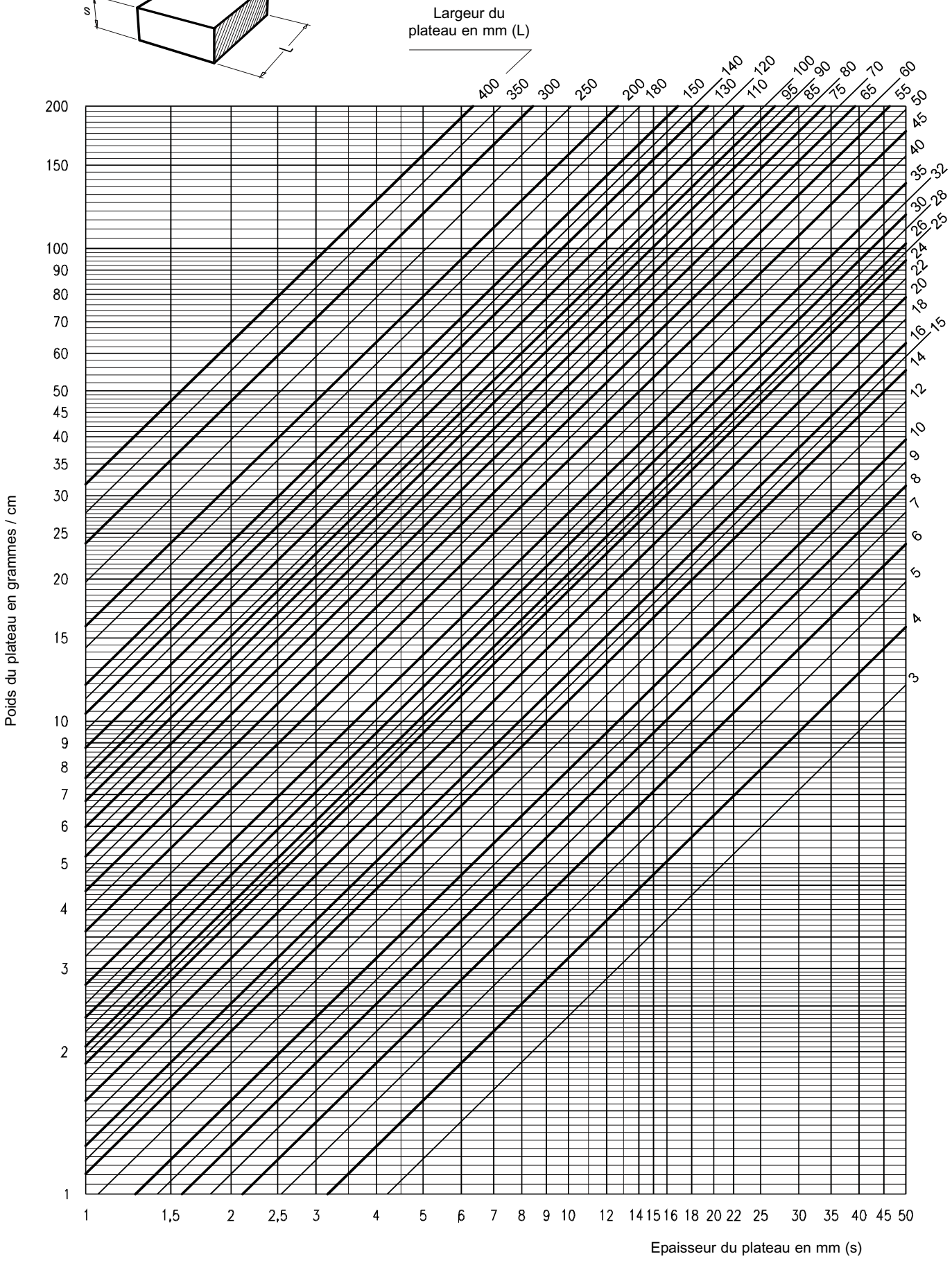
3 - DIAGRAMME POUR PERÇAGE FIN Ø 1 – 6 mm



4 - DIAGRAMME POUR PERÇAGE FIN Ø 2 – 10 mm



5 - DIAGRAMME POUR PERÇAGE FIN Ø 5 – 12 mm



6 - DIAGRAMME DU POIDS par cm D'UN PLATEAU EN ACIER EN FONCTION DES DIMENSIONS L - s