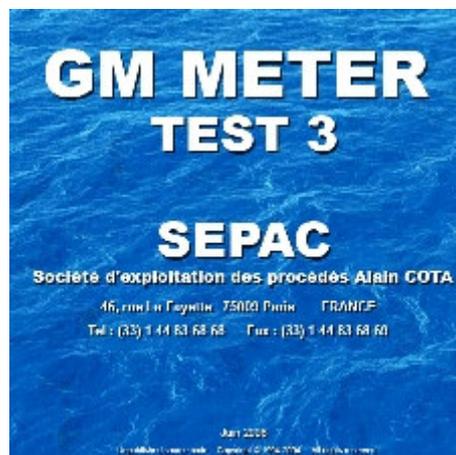


GM-METER TEST 3

Manuel utilisateur

Avril 2007



S E P A C

S E P A C

GM-METER TEST 3

Le GM-METER TEST 3 est la version portable de contrôle de notre appareil GM-METER destiné au suivi de la stabilité, et installé sur de nombreux navires.

Cette version a été développée pour répondre aux besoins des inspecteurs des AFFAIRES MARITIMES dans leur mission de contrôle des navires au neuvage et en service.

Le GM-METER TEST permet quatre types de mesures :

- Les mesures d'inclinaison lors de l'expérience de stabilité où il remplace avantageusement le pendule traditionnel.
- La mesure des tirants d'eau nécessaire à la pesée du navire
- L'enregistrement des inclinaisons du navire prises au cours de diverses manœuvres.
- La mesure de période propre de roulis, à titre indicatif pour les grandes unités, et à titre réglementaire pour les embarcations de moins de douze mètres.

Le GM-METER TEST 3 est un appareil de précision, et son usage offre toutes les garanties de fiabilité des résultats.

A la demande, chaque unité peut être vérifiée par le LABORATOIRE NATIONAL D'ESSAIS, et sa précision attestée officiellement.

VALEURS NOMINALES

GM-METER TEST III N° 05001

- Etalonnage usine du capteur d'inclinaison:

Date : 07-07-2006
Gain : G = 2623,25 A = 0
Offset : Z = 52717

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale : 2,30°

Coefficients de correction de la température :

A0 = 176,4279 A1 = -10,265 A2 = 0,169588 A3 = - 0,001939127

- Etalonnage usine du capteur de tirants d'eau:

Date : 07-07-2006
Gain : G = 2623,25 A = 0
Offset : Z = 52717

Coefficients de correction de la température :

A0 = 176,4279 A1 = -10,265 A2 = 0,169588 A3 = - 0,001939127

- Tarage du

Gain : G =
Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

- Tarage du

Gain : G =
Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

- Tarage du

Gain : G =
Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

- Tarage du

Gain : G =

Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

- Tarage du

Gain : G =

Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

- Tarage du

Gain : G =

Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

- Tarage du

Gain : G =

Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

- Tarage du

Gain : G =

Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

- Tarage du

Gain : G =

Offset : Z =

Inclinaison de contrôle entre les positions 1 et 2 de la cale :

Le GM-METER TEST 3 est destiné à mesurer les paramètres de stabilité des navires. Son utilisation permet d'obtenir rapidement et sûrement les résultats de l'expérience de stabilité, complétés de la mesure de la période propre de roulis et de l'inclinaison maximum transitoire mesurée en essai à la mer lors de la manœuvre d'appareils de levage ou d'une giration en route par exemple.

Le GM-METER TEST 3 est constitué d'un inclinomètre ultrasensible mesurant les angles d'inclinaison et d'un logiciel implanté sur un calculateur pilotant l'inclinomètre et analysant ses résultats ; pour la mesure des tirants d'eau, l'inclinomètre est remplacé par un capteur de pression mobile.

Le calculateur effectue plusieurs acquisitions par seconde, puis traite ces valeurs à travers un filtre numérique ce qui permet d'éliminer les perturbations apportées par les mouvements résiduels du navire.

Le GM-METER TEST 3 remplace donc le pendule traditionnel avec comme avantages :

- Une mise en oeuvre plus aisée, surtout sur les petites unités de faible creux où la mise en place d'un pendule suffisamment long est problématique.
- Une bonne précision toujours constante sans les aléas d'un montage occasionnel.
- Une grande sensibilité permettant de limiter les inclinaisons à de faibles valeurs et donc de manipuler des poids inclinants moins importants.
- Le filtrage des oscillations du navire permettant d'opérer avec des conditions peu favorables comme vent et clapot.
- Le calcul du GM résultant de l'expérience dès que l'on connaît le déplacement du navire.
- Une traçabilité complète qui permet de s'assurer qu'aucun incident n'est venu perturber les mesures.
- L'édition d'un rapport complet d'expérience pouvant faire foi dans un procès-verbal officiel.

Le principe de base du fonctionnement du GM-METER Test 3 est l'enregistrement complet à fréquence élevée des mouvements du navire pendant toute l'expérience de stabilité et non pas seulement pendant les saisies après mise en inclinaison. De cette façon tout incident est tracé, et des mesures complémentaires peuvent être effectuées après coup lors de l'exploitation des résultats.

Sommaire

Informations sur le système

Description

- Le capteur
- Le logiciel

Mise en service

- Test de bon fonctionnement
- Mise en route à bord

Le logiciel

Menu principal

- Mode acquisition
- Mode consultation
- Reprise de la dernière expérience
- Mode tarage

Paramètres de saisie

- Type de mesure
- Information navire

Procédures de mesures

- Mesure absolue
- Mesure relative
- Mesure mixte

Visualisation temps réel

- Ajustement de l'échelle
- Saisies
- Les flags
- Arrêt de l'expérience

Saisies

- Saisie de zéro
- Saisie d'inclinaison
- Moment inclinant
- Saisie de période

Visualisation de l'acquis

- Valeurs de l'inclinaison
- Filtrage du mouvement
- Le zoom
- Les cadres de saisies

Résultats

- Détails d'enregistrement
- Zéro moyen
- Zéro afférent

Résultats de la saisie de période

Moindres carrés

- Sélection des inclinaisons
- Résultats

Consultation : résultats acquis

- Mouvement acquis
- Détail des saisies
- Modification des saisies
- Création de saisies
- Suppression de saisies
- Particularités du mode Mixte

Super filtre

Attitude en cas d'incident

Impressions

Mesures de tirants d'eau

Conditions d'utilisation

Annexe : Procédures de mesure proposées

INFORMATIONS SUR LE SYSTEME

Le GM-METER TEST 3 vous permet d'effectuer vos expériences de stabilité avec la plus grande précision et la plus grande rapidité possible.

Dès sa mise en service pour le test d'inclinaison, le GM-METER TEST 3 enregistre les inclinaisons du navire et garde ainsi un journal complet du déroulement de l'expérience. Cet enregistrement est archivé et peut être repris après coup pour en tirer toutes les informations possibles.

En plus de la mesure des inclinaisons, le programme permet de mesurer la période de roulis du navire et d'exploiter les inclinaisons mesurées à l'aide d'une régression linéaire par la méthode des moindres carrés pour obtenir la valeur du GM.

Afin d'effectuer la pesée du navire, la mise en œuvre du capteur de pression mobile permet la mesure des tirants d'eau du navire.

Pour fonctionner parfaitement, le programme doit être adapté aux caractéristiques du capteur utilisé, aussi l'utilisateur doit modifier s'il y a lieu les paramètres permettant cette adaptation. Ces paramètres figurent sur la plaque signalétique du capteur.

- Le numéro et la date d'étalonnage identifient le capteur et figureront sur le procès verbal édité à l'issue de l'expérience.
 - Le gain et l'offset sont le résultat de l'étalonnage et figurent sur le certificat d'étalonnage qui accompagne le capteur.
- Si le capteur n'est pas modifié, ces paramètres sont conservés et auront simplement à être validés pour les utilisations suivantes.

Les unités utilisées sont :

- Le mètre pour les longueurs**
- La tonne pour les poids**
- La seconde pour le temps**
- Le degré décimal pour les angles**

Les angles sont comptés positifs ou négatifs suivant le sens de l'inclinaison.

Les moments sont saisis sans signe, en valeurs absolues

Pour les saisies numériques, le séparateur décimal est la virgule

Le GM-METER TEST 3 a pour vocation la mesure de petits angles, l'amplitude de mesure est $-4,5^\circ$ à $+4,5^\circ$ de part et d'autre de la verticale. La précision nominale de l'appareil est de 1/100, ou 1/1000 de degré suivant l'option choisie. La précision nominale est établie pour une température d'utilisation stable comprise entre 0°C et 45°C . Au-delà de ces températures, ou avec des variations de température importantes, la précision risque d'être dégradée.

Pour les mesures d'inclinaison et la mesure des tirants d'eau, le filtrage des oscillations résiduelles est optimisé à partir de la largeur du navire. Plus le navire est large, plus les saisies sont longues. Si dans certaines conditions opératoires, les saisies sont trop longues, on peut les réduire en introduisant une largeur plus faible (1 m minimum conseillé), le filtrage ne sera pas alors optimal.

Description

Le GM-METER TEST est constitué de deux éléments :

- Le capteur d'inclinaison avec son électronique dans un coffret.
- Le logiciel de commande implanté sur un PC portable.

- En option le capteur mobile de pression.

Le capteur est à connecter sur un port USB du PC. L'ensemble une fois assemblé fonctionne de façon autonome, le capteur étant alimenté par la liaison USB.

Le matériel est livré dans une mallette de transport contenant en accessoire une cale de contrôle, deux pieds de magnétiques, ainsi qu'un CD Rom permettant d'installer le programme.

. Le capteur d'inclinaison

Le capteur est équipé de quatre pieds dont un réglable permettant son positionnement sur un plan de pose. L'horizontale de référence est constituée par les deux pieds avant (opposés aux connecteurs).

Sur un navire en acier, on peut utiliser les pieds magnétiques fournis en accessoire. Pour cela, sous l'appareil, libérez les deux goujons de leur écrou de protection, et vissez-y les ventouses magnétiques en prenant soin de maintenir les rondelles en place.

Le capteur est alimenté par la liaison USB avec le PC. Un voyant lumineux permet le contrôle de la mise sous tension, et clignote pendant le fonctionnement.

Le coffret est étanche, IP 67, mais ne résisterait pas à une immersion prolongée.

. Le logiciel

Le logiciel est livré sur CD rom et est à installer sur le PC.

Pour cela, glissez le CD rom dans le lecteur, le programme d'installation se lance automatiquement, et suivez les instructions.

Mise en service

Il est décrit ici la mise en service pour le test d'inclinaison. Pour la mesure des tirants d'eau, on se reportera au chapitre correspondant.

. Test de bon fonctionnement

Il est conseillé d'effectuer avant chaque utilisation un contrôle de bon fonctionnement.

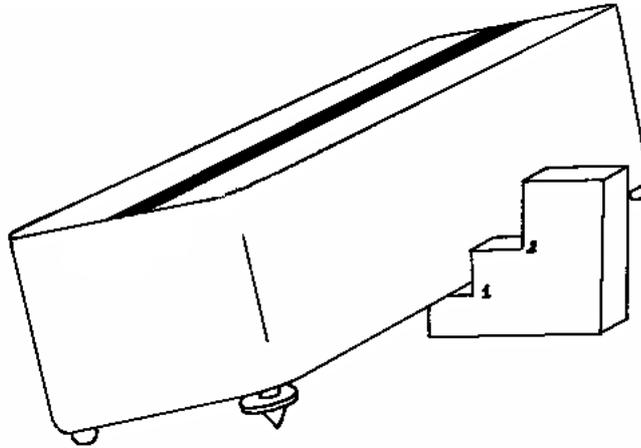
Le contrôle est réalisé à terre, à l'aide de la cale de contrôle livrée avec l'appareil.

- Faites fonctionner l'appareil pendant une dizaine de minutes pour le stabiliser en température.
- Placez le capteur sur un support plan, bien stable, en maçonnerie de préférence.
- Inclinez le capteur en utilisant la cale inférieure marquée 1.
- Lancez le programme (largeur du navire = 1)

Le gain est correct si l'inclinaison affichée entre les deux positions est celle indiquée au paragraphe VALEURS NOMINALES, à quelques centièmes de degrés près (suivant le soin apporté à l'opération).

Si malgré tous vos soins, la valeur mesurée reste éloignée de façon constante de la valeur nominale, il convient d'effectuer un tarage de l'appareil.

Si la valeur mesurée est aberrante, cela révèle un endommagement du capteur, contactez notre service après vente.



Utilisation de la cale de contrôle

Pour vérifier la référence de verticale (offset), placez le capteur sur un support plan approximativement horizontal, et notez l'inclinaison affichée. Faites pivoter le capteur de 180 degrés, la nouvelle inclinaison affichée doit être égale et opposée à la première à quelques centièmes de degrés près (suivant le soin apporté à l'opération). En cas d'écart important malgré vos soins, reprendre le tarage.

. Mise en route à bord

Choisir un plan rigide caractérisant l'horizontale du navire pour poser le capteur.

Tracez un trait parallèle à l'axe du navire, et placez le capteur en faisant coïncider son repère longitudinal avec le tracé.

Connectez le capteur à un port USB du PC avant de lancer le programme.

Il est recommandé d'attendre au moins une dizaine de minutes la stabilisation en température de l'appareil avant de commencer la mesure du zéro ou les mouvements de poids.

Pour maintenir l'appareil à une température stable, évitez de l'exposer au soleil ou à un fort courant d'air.

LE LOGICIEL

Le logiciel fonctionne sur votre PC portable équipé du système d'exploitation WINDOWS.

Toutes les fonctionnalités de WINDOWS sont respectées, en particulier, vous pouvez quitter momentanément le programme GM-METER pour utiliser un autre programme présent sur votre machine ; Attention toutefois de ne pas effectuer d'opérations qui ralentissent trop le PC comme des accès à la disquette par exemple.

Si le programme GM-METER ne répond plus à la suite d'un incident, vous pourrez utiliser les fonctionnalités de WINDOWS pour vous sortir de cette situation : Utilisez le clic droit de la souris sur la réduction de GM-METER dans la barre de tâche en bas de l'écran, puis *Fermeture* ; ou tapez au clavier **CTRL + ALT + SUPPR** pour accéder au gestionnaire de tâches et dans celui-ci demandez à sortir du programme GM-METER.

Attention : Après un incident sur le programme, avant de relancer celui-ci, il faut réinitialiser le capteur en déconnectant un instant la liaison USB.

Vous pourrez reprendre l'expérience de stabilité en utilisant la fonction **Reprise de la dernière expérience**.

Pour vous familiariser à la conduite du logiciel, une version de démonstration vous a été fournie. Cette version vous permet d'utiliser toutes les fonctionnalités du logiciel avec une simulation de saisie, sans utiliser le capteur. Pour ne pas perdre de temps, le défilement du mouvement a été accéléré à une vitesse double de la réalité.

Astuce : *Si une fausse manœuvre vous place dans une situation inextricable, par exemple avec un message d'erreur qui persiste, vous pouvez annuler votre dernière action avec*

ALT - F4

Une seconde action sur ces touches vous fera sortir du programme.

Menu principal

. Mode acquisition

Ce mode vous permet de réaliser une nouvelle expérience de stabilité.

Dès sa mise en fonction, l'inclinaison transversale du navire sera enregistrée et ce jusqu'à la fin de l'expérience. Ces informations seront mémorisées dans un fichier repéré par le nom du navire, la date et l'heure de début de l'opération. La dimension de ce fichier limite la durée de l'enregistrement à 13 heures.

On peut utiliser le système pour effectuer l'enregistrement des mouvements du navire sur de très longues périodes si on prend soin de sauvegarder les fichiers deux fois par jour (toute les 12 heures).

Vous pouvez si cela est nécessaire quitter momentanément cette partie du programme pour utiliser le mode consultation du même programme ou tout autre programme présent sur votre PC. Le mode acquisition continuera à fonctionner en tâche de fond, et lorsque vous y reviendrez en cliquant sur l'icône en bas de l'écran, vous n'aurez pas perdu un instant d'enregistrement. Attention toutefois de ne pas effectuer d'opérations qui ralentissent trop le PC comme des accès à la disquette par exemple.

Si vous connaissez la valeur du déplacement du navire dans les conditions de l'expérience, et si vous êtes capable d'évaluer à l'instant les moments inclinants appliqués pour incliner le navire, le mode acquisition vous fournira immédiatement la valeur du GM.

Si ces valeurs ne sont pas encore connues ou imparfaitement connues, le mode consultation utilisé en temps utile vous permettra d'obtenir le résultat.

. Mode consultation

Toutes les expériences de stabilité réalisées sont mémorisées sur le disque dur de votre PC dans le fichier RESULT.

Chaque expérience est repérée par le nom du navire et la date et l'heure de début d'opération.

Vous pouvez consulter une expérience déjà réalisée afin de l'exploiter complètement :

- Si vous ne connaissiez pas au moment de l'expérience, les valeurs du déplacement et des moments inclinants appliqués.
- Si vous voulez corriger ces valeurs après coup.
- Si vous voulez créer de nouveaux points de mesure et ainsi affiner le résultat.
- Si vous voulez affiner les mesures en utilisant la méthode de super filtrage
- Si vous voulez mesurer après coup la période de roulis
- Si vous voulez exploiter des mesures endommagées par un incident

. Reprise de la dernière expérience

Un incident vous a obligé à interrompre la saisie de l'expérience de stabilité.

La cause la plus fréquente est un manque d'autonomie de votre PC portable (si vous ne disposez pas de secteur à bord, vous devez utiliser une batterie additionnelle externe qui existe en option).

Si la position du capteur n'a pas été affectée par l'incident vous pouvez, après avoir rallumé votre PC, reprendre l'expérience interrompue, à l'aide de ce mode de fonctionnement.

Les mesures déjà effectuées restent valides, mais évidemment vous aurez perdu l'enregistrement des inclinaisons pendant l'interruption de fonctionnement.

. Mode tarage

Inclinaisons :

Le mode tarage fournit les inclinaisons du capteur directement en bits internes ce qui permet de déterminer le gain et l'offset si on a mesuré les inclinaisons en degrés à l'aide d'un appareil étalon.

Le tarage ne peut être effectué que dans un service de métrologie, et doit être effectué avec grand soin si l'on veut conserver les qualités de l'appareil. Les inclinaisons doivent être mesurées à l'aide d'un instrument de précision.

Pour le modèle 1/100 on pourra utiliser un niveau d'artillerie, ayant une précision meilleure que la demi-minute d'angle.

Pour le modèle 1/1000 un appareillage de laboratoire comme une règle sinus de précision est nécessaire.

Opérez sur un marbre extrêmement stable avec une température ambiante proche de 22°C, en vérifiant que la température interne affichée reste proche de 25°C. Pour une utilisation sous un climat extrême, assurez-vous que la température de tarage est proche de la moyenne des températures d'utilisation, la température interne lui étant supérieure de quelques degrés C.

Avant de commencer l'étalonnage, laissez fonctionner l'appareil pendant 30 minutes minimum, afin qu'il atteigne une température stable.

Le tarage consiste à déterminer l'offset du zéro par rapport à la verticale et le gain des mesures.

- L'OFFSET :

C'est la valeur brute de la mesure en bits internes (1/10 000 de degré environ) lorsque l'appareil est posé sur un plan parfaitement horizontal.

Sur un marbre, recherchez une droite horizontale à l'aide de l'appareil étalon. Si celui-ci ne permet pas de relever l'horizontale (référence 0 vrai), mais donne des mesures par rapport à une référence arbitraire, l'horizontale sera la position de l'appareil, pour laquelle, par retournement à 180° on obtient la même inclinaison.

Placez les deux pieds non réglables d'une extrémité du capteur sur la droite ainsi définie.

L'offset est le résultat de la mesure après avoir laissé le capteur au moins 15 minutes dans cette position (vérifiez la température interne).

- Le GAIN :

C'est la valeur brute de la mesure en bits internes correspondant à une inclinaison de 1 degré.

A l'aide de l'appareil étalon, inclinez le capteur d'un angle de -3° par rapport à la verticale ou d'une référence proche de la verticale. Laissez le capteur en fonctionnement pendant au moins une heure dans cette position. Vérifiez la température interne.

Inclinez le capteur à 3° et effectuez une mesure exactement 15 minutes après la mise en inclinaison ; résultat : II

Inclinez le capteur à -3° et effectuez une mesure exactement 15 minutes après la nouvelle mise en inclinaison ; résultat : I2

Inclinez le capteur à 3° et effectuez une mesure exactement 15 minutes après la nouvelle mise en inclinaison ; résultat : I3

Inclinez le capteur à -3° et effectuez une mesure exactement 15 minutes après la nouvelle mise en inclinaison ; résultat : I4

$$\text{Le gain recherché est } G = \frac{I1 - I2 + I3 - I4}{12}$$

Cette procédure permet d'éliminer l'influence de l'hystérésis sur la mesure.

Il est possible d'imprimer le résultat général du tarage en copiant l'écran Vue globale. Pour cela utilisez la touche **Impression écran** du clavier.

Tirants d'eau :

Le programme de tarage peut être théoriquement utilisé pour déterminer le gain et l'offset du capteur de pression. La précision extrême de ce capteur rend toutefois très difficile, sans un appareillage approprié, la mesure du gain. Nous ne conseillons donc pas cette opération à l'utilisateur par ses moyens (immersion de plusieurs mètres dans de l'eau déminéralisée, connue au millimètre près)

Il est par contre aisé d'ajuster le zéro du capteur, donc de déterminer l'offset : c'est tout simplement la valeur mesurée lorsque le capteur n'est pas immergé.

On pourra se contenter de cet ajustement, et n'effectuer l'étalonnage complet en laboratoire qu'une fois sur deux donc tous les quatre ans par exemple.

Paramètres de saisie

. Type de mesure

Le GM-METER TEST 3 permet d'effectuer les mesures d'inclinaison suivant tous les modes possibles :

- Mesures absolues

Le mode Mesures absolues compte les angles à partir d'une position de référence du navire qui est la position naturelle sans moment inclinant appliqué.

Les moments appliqués pris en compte sont les moments appliqués absolus, c'est à dire la valeur des poids inclinant avec un bras de levier correspondant à la distance du centre de gravité des poids par rapport à l'axe du navire.

Puisque par définition le moment appliqué à la position zéro de référence est nul, le moment inclinant appliqué est aussi la variation de moment par rapport à cette position.

- Mesures relatives

Ce mode compte les angles par rapport à la position inclinée précédente, le moment pris en compte étant celui qu'il a été nécessaire d'appliquer pour passer de la position précédente à la nouvelle inclinaison.

- Mesures mixtes

Ce mode mesure les angles d'inclinaison et les moments inclinants des deux manières précédentes ce qui permet d'effectuer le calcul suivant l'une ou l'autre procédure.

On trouvera dans le chapitre *Procédures de mesure* la description détaillée de ces différents modes.

. Informations navire

Outre le nom du navire qui sert à nommer les fichiers de mesure, il est demandé la largeur du navire. Cette dernière information permet en évaluant approximativement la période propre de roulis du navire de calculer la durée minimum de saisie des inclinaisons pour ne pas introduire d'erreur due au filtrage.

Il n'y a pas de limitation à la largeur pour les saisies de zéro et d'inclinaison.

Pour les saisies de période, la largeur minimum admissible est 2 m.

Plus la largeur est importante, plus la durée des saisies est longue ; aussi si on veut obtenir un résultat rapide en inclinaison, sans la précision optimum, il est toujours possible de saisir une largeur de 1 m. Cet artifice ne fonctionne pas pour la période. Dans ce cas on respectera la vraie largeur du navire, sauf dans le cas où la période sort des normes habituelles et pour lequel on pourra moduler légèrement la largeur saisie.

Procédures de mesure

La fonction procédure de mesure permet de choisir une procédure optimisée de mesure et ensuite de pouvoir accéder à tout instant à un aide-mémoire indiquant les étapes de l'expérience déjà effectuées et la prochaine étape à réaliser.

Cette fonction ne fournit qu'une indication et laisse la liberté à tout moment d'adopter un autre déroulement de l'opération, bien entendu on ne pourra plus alors utiliser l'aide-mémoire fourni par le programme.

Si aucune procédure proposée ne correspond à votre mode opératoire habituel, vous pouvez en choisissant *Procédure libre* supprimer cette fonction.

Les procédures proposées ont été déterminées avec deux objectifs : minimiser les mouvements de poids et obtenir des inclinaisons bien réparties pour rendre plus efficace la résolution par la méthode des moindres carrés.

Les procédures à deux poids qui sont les plus utilisées ont été complétées de mesures redondantes qui permettent d'affiner la précision en compensation du petit nombre de points de base mesurés.

Les poids figurés sont considérés de valeurs approximativement égales.

Deux procédures unifiées de l'Association des Sociétés de Classification (IACS) sont proposées, en mesures absolues ou en mesures mixtes.

Le choix de la procédure fait apparaître le schéma des opérations, la procédure peut alors être refusée pour un nouveau choix.

. Mesures absolues

Cette méthode est la plus naturelle, et permet de bien explorer la courbe de stabilité autour du zéro. Elle présente néanmoins certains inconvénients :

A moins de multiplier les mesures de zéro ce qui multiplie les mouvements de poids, la mesure du zéro de référence peut être éloignée dans le temps de certaines mesure d'inclinaison, ce qui peut introduire des erreurs dues à la modification des conditions extérieures (vent, courant, température..)

Il est nécessaire de connaître la position du centre de gravité des poids inclinant par rapport à l'axe du navire donc l'axe du navire et le centre de gravité des poids.

Néanmoins on peut s'affranchir de la connaissance de cet axe si on déplace les poids d'un bord sur l'autre, dans ce cas le moment inclinant due à chacun de ces poids est la valeur du poids avec comme bras de levier la distance de déplacement totale de ce poids.

Il faut un nombre important de poids pour obtenir un nombre suffisant de points de mesure (autant de point de mesure que de poids avec en plus le point correspondant au zéro).

Les procédures proposées sont :

Procédure avec 2 poids : 3 points de mesure

Procédure avec 3 poids : 6 points de mesure

Procédure avec 4 poids : 5 points de mesure

Procédure avec 6 poids : 7 points de mesure

. Mesures relatives

Avec cette méthode on n'effectue pas de zéro donc on réduit d'autant les mouvements de poids et les sources d'erreur.

La référence de chaque mesure étant la mesure précédente, on minimise l'importance des variations dans le temps des conditions extérieures.

Les moments inclinants étant les variations de moment par rapport à la position précédente, il n'est pas nécessaire de connaître la position de l'axe du navire. En prenant soin d'effectuer les inclinaisons d'un bord sur l'autre, les angles mesurés sont plus importants donc l'erreur relative plus faible que dans la méthode absolue (ou pour les mêmes angles, les poids nécessaires plus faibles).

Si on prend soin de déplacer les poids parallèlement à eux même, il n'est pas nécessaire de connaître leur centre de gravité.

La méthode est moins naturelle, aussi il convient de bien suivre le mode opératoire afin de bien répartir les points de mesure entre les inclinaisons de chaque bord. Certaines procédures ne fournissent pas autant de points qu'il y paraît à cause des redondances.

Les procédures proposées sont :

Procédure avec 1 poids : 2 points de mesure

Procédure avec 1 poids : 4 points de mesure

Procédure avec 2 poids : 4 points de mesure

Procédure avec 3 poids : 6 points de mesure

. Mesures mixtes

La procédure mixte est une procédure relative dans laquelle on a inséré des mesures de zéro afin de pouvoir appliquer l'une ou l'autre des méthode de résolution, ceci peut être très utile en cas d'erreur de procédure ou d'incident sur le capteur.

Une procédure mixte commence toujours par la saisie d'un zéro qui est nommé inclinaison 0.

Les procédures proposées sont :

Procédure avec 2 poids : 3 points ; 4 points en relatif

Procédure avec 3 poids : 6 points ; 8 points en relatif

Procédure avec 4 poids : 5 points en absolu ; 4 points en relatif

Procédure avec 4 poids : 4 points en absolu ; 8 points en relatif

Lors de la saisie, la procédure Mixte est traitée comme une procédure relative.

A la consultation, après coup, on peut choisir un dépouillement suivant une procédure Relative ou une procédure Absolue, dans ce cas les moments inclinants correspondants sont recalculés par le programme, mais il est possible de les corriger si on a pris soin de les mesurer directement.

. Procédures recommandées par l'Association Internationale des Sociétés de Classification (IACS)

Ces procédures peuvent être exécutées en mode absolu ou en mode mixte.

Il est important de noter que dans ces procédures, les poids doivent être bien individualisés ce qui permet d'utiliser des poids de valeurs sensiblement différentes.

Procédure avec 4 poids : 7 points de mesure

Procédure avec six poids : 7 points de mesure

Visualisation temps réel

Ce mode apparaît naturellement au lancement de l'acquisition. Lorsque l'on passe en *Visualisation de l'acquis* qui est décrit plus loin, on peut y revenir par la rubrique *Visualisation*.

Ce mode visualise la saisie des inclinaisons. Cette saisie se poursuit lorsque l'on change de mode de visualisation. Lorsque l'on revient à ce mode, c'est la saisie en cours qui est visualisée.

Les saisies et la sortie du programme s'effectuent toujours à partir de ce mode de visualisation qui est le mode de base, en particulier lors de l'application des poids inclinants, il servira à vérifier que l'inclinaison prévue est bien atteinte et donc que les poids inclinants sont suffisants.

. Ajustement de l'échelle

En cochant l'index *Echelles Autos*, l'échelle du graphe s'ajuste automatiquement.

En cas de besoin, on peut désactiver cette fonction et ajuster les échelles en agissant sur les curseurs :

Le premier fixe la valeur en degré du maximum du graphe

Le second fixe la valeur en degré du minimum du graphe

Le troisième fixe la longueur en seconde du graphe

. Les saisies

En cliquant sur la rubrique saisie apparaît le type de saisie à choisir

Deux modes de saisie sont possibles :

La saisie normale qui débute à l'instant où l'on clique sur son type et se poursuit pour les mesures d'angle jusqu'à ce que l'on arrête la saisie. La saisie a donc une durée variable, à la discrétion de l'utilisateur. Il est important de surveiller alors le mouvement dans la marge à droite du cadre afin d'interrompre la saisie avant qu'une perturbation qui s'annonce là ne pénètre dans le cadre de saisie.

La durée des saisies de période, elle, est par contre fixe.

La saisie au vol qui saisie l'enregistrement présent à l'écran. Ce mode permet d'exploiter un laps de temps déjà écoulé qui apparaît comme particulièrement favorable à l'écran, mais par contre la durée enregistrée est fixe.

. Les flags

L'utilisateur peut avoir besoin d'apposer des annotations sur l'enregistrement général des inclinaisons.

La rubrique Flag pose un drapeau numéroté sur l'enregistrement au moment où on l'active. Un texte peut être associé à chaque flag.

On pourra ainsi noter le début et la fin des mises en inclinaison et tout incident pouvant avoir une influence sur les mesures. Pour aider au repérage des incidents marqués par les flags, l'heure de pose du flag est visualisée.

Attention : le flag inséré n'est pas noté sur la visualisation temps réel mais apparaîtra sur la *Visualisation de l'acquis*.

. Arrêt de l'expérience

La seule façon d'arrêter l'expérience est d'agir sur le bouton d'arrêt dans la **Visualisation temps réel**.

Automatiquement à l'arrêt, l'ensemble de l'expérience est mémorisée pour une exploitation ultérieure.

Cette mémorisation ne fait que compléter l'enregistrement qui a lieu tout au long de l'expérience afin de se prémunir contre un incident qui arrêterait le cours normale.

L'expérience arrêtée par un incident, ou la dernière expérience mémorisée peuvent être reprises pour être poursuivies, à l'aide de la fonction **Reprise de la dernière expérience**.

Attention : Lors de l'arrêt, à la fin d'un enregistrement très long, les opérations pour arrêter et mémoriser correctement l'expérience peuvent nécessiter plusieurs secondes, ayez la patience d'attendre.

Saisies

Les saisies constituent le cœur du programme. Elles permettent de fixer les zones d'enregistrement sur lesquelles seront effectués les calculs d'angle ou de période. Néanmoins, comme l'ensemble de l'expérience est enregistrée, ces zones sélectionnées pourront être après coup modifiées, de nouvelles zones de saisie pourront être créées et les saisies inutiles pourront être supprimées.

. Saisie de zéro

Ce type de saisie n'existe que dans les procédures absolues et mixtes

La mesure du zéro constitue la référence des autres mesures, aussi celle-ci devra être réalisée avec le plus grand soin. Il est possible de mesurer autant de zéro que l'on veut, et il est conseillé d'en mesurer le plus possible. On se reportera au chapitre *Détail d'enregistrement* pour voir aux paragraphes *Zéro moyen* et *Zéro afférent* comment les utiliser.

La saisie n'est possible qu'à partir de la *Visualisation temps réel*. Sur le graphe de l'enregistrement apparaît le cadre de saisie minimum, c'est à dire la durée minimum de saisie compatible avec une précision acceptable. C'est le contenu de ce cadre qui constituera la mesure dans le cas d'une *Saisie au vol*.

Le choix *Saisie de zéro* dans la rubrique *Saisies* fait passer ce cadre en gras pendant que les enregistrements s'y accumulent. Lorsque le cadre est plein, le temps de saisie minimum est atteint, et le cadre s'agrandit pour recevoir les nouvelles mesures.

On a intérêt à prolonger la mesure le plus longtemps possible pour en augmenter la précision. Néanmoins il convient de surveiller l'évolution des mesures pour arrêter la saisie en cas de dégradations de la qualité (mouvement devenant important, inclinaison sous une rafale, saute de vent ...). La marge à droite du cadre est utile pour cette surveillance.

L'*Arrêt de la saisie du zéro* s'effectue par action sur le bouton rouge d'arrêt qui n'est efficient qu'une fois le temps de saisie minimum atteint.

On peut alors

. *Valider la saisie et retourner à la visualisation temps réel.*

. *Relancer une autre saisie* si celle-ci n'est pas satisfaisante.

. *Continuer la mesure* en la reprenant au moment où elle a été interrompue.

. *Déplacer le cadre vers la droite* ou la gauche pour éliminer un début ou une fin d'enregistrement non satisfaisant.

. *Diminuer ou agrandir la taille du cadre* donc la durée de mesure.

Le curseur à droite permet de choisir le pas de déplacement ou d'agrandissement du cadre.

Astuce : *Pour augmenter la marge à droite du cadre et avoir ainsi plus de latitude d'ajustement, arrêtez la mesure puis relancez-la après quelques instants. Ce temps apparaîtra en marge à droite.*

Le résultat de la mesure c'est à dire la position statique moyenne du navire résultant du filtrage de l'enregistrement présent dans le cadre de mesure est noté en haut à droite de l'écran. Pour le zéro, c'est une mesure absolue par rapport à la verticale, donc cet angle est la gîte statique du navire dans la mesure où le capteur a été positionné sur un plan représentatif de l'horizontale liée au navire.

. Saisie d'inclinaison

La saisie n'est possible qu'à partir de la *Visualisation temps réel*. Sur le graphe de l'enregistrement apparaît le cadre de saisie minimum, c'est à dire la durée minimum de saisie compatible avec une précision acceptable. C'est le contenu de ce cadre qui constituera la mesure dans le cas d'une *Saisie au vol*.

Le choix *Saisie d'inclinaison* dans la rubrique *Saisies* fait passer ce cadre en gras pendant que les enregistrements s'y accumulent. Lorsque le cadre est plein, le temps de saisie minimum est atteint, et le cadre s'agrandi pour recevoir les nouvelles mesures.

On a intérêt à prolonger la mesure le plus longtemps possible pour en augmenter la précision. Néanmoins il convient de surveiller l'évolution des mesures pour arrêter la saisie en cas de dégradations de la qualité (mouvement devenant important, inclinaison sous une rafale, saute de vent ...). La marge à droite du cadre est utile pour cette surveillance.

L'*Arrêt de la saisie d'inclinaison* s'effectue par action sur le bouton rouge d'arrêt qui n'est efficient qu'une fois le temps de saisie minimum atteint.

On peut alors

. *Valider la saisie et retourner à la visualisation temps réel*. Cette validation s'accompagne de la saisie du moment inclinant (voir paragraphe *Moments inclinants*)

. *Relancer une autre saisie* si celle-ci n'est pas satisfaisante.

. *Continuer la mesure* en la reprenant au moment où elle a été interrompue.

. *Déplacer le cadre vers la droite* ou la gauche pour éliminer un début ou une fin d'enregistrement non satisfaisant.

. *Diminuer ou agrandir la taille du cadre* donc la durée de mesure.

Le curseur à droite permet de choisir le pas de déplacement ou d'agrandissement du cadre.

Astuce : *Pour augmenter la marge à droite du cadre et avoir ainsi plus de latitude d'ajustement, arrêtez la mesure puis relancez-la après quelques instants. Ce temps apparaîtra en marge à droite.*

Le résultat de la mesure c'est à dire la position statique moyenne du navire incliné résultant du filtrage de l'enregistrement présent dans le cadre de mesure est noté en haut à droite de l'écran. Suivant le type de mesure, ce résultat se présente différemment :

- *Mesures Absolues* : l'inclinaison est notée brute par rapport à la verticale et relative par rapport au zéro afférent par défaut. Si l'inclinaison est mesurée avant la saisie de tout zéro donc sans zéro afférent, l'inclinaison relative est calculée par rapport à la verticale et les deux valeurs affichées sont égales.

- *Mesures Relatives et Mixtes*: l'inclinaison est notée brute par rapport à la verticale et relative par rapport à l'inclinaison précédente. Pour la première mesure (inclinaison 0) l'inclinaison relative est nulle.

On se reportera au chapitre *Détails d'enregistrement* pour plus de renseignements

Afin de conserver la précision nominale sur les mesures, les inclinaisons trop faibles (< 0,15°) ne sont pas validées, mais elles sont néanmoins enregistrées afin de maintenir la logique de l'expérience et le résultat est noté *Non significatif*.

. Moments inclinant

Les moments inclinant sont saisis en valeur absolue (le signe est donné par l'inclinaison) et sont notés en tonne-mètre.

Lors de la saisie d'une inclinaison, le moment inclinant associé est demandé.

. En mode Absolu, c'est le moment absolu appliqué pour cette inclinaison (c'est donc la variation de moment inclinant par rapport à la situation correspondant au zéro afférent)

. En mode Relatif, ce moment est la variation de moment par rapport à la situation de l'inclinaison précédente ou moment relatif.

. En mode Mixte c'est la variation de moment par rapport à la position précédente comme en mode relatif qui est demandée, le moment absolu correspondant, par rapport à l'inclinaison 0, est calculé par le programme. On peut néanmoins mesurer ce moment directement pour éventuellement affiner la valeur calculée automatiquement (moins précise car résultant de la somme de plusieurs moments relatifs).

On peut :

. Saisir la valeur du moment connue à cet instant (il sera toujours possible de la corriger plus tard).

. Différer cette saisie

. Faire apparaître une fenêtre de calcul pour calculer ce moment.

Pour calculer le moment inclinant, saisir les valeurs des poids, puis :

. En mesure Absolu : saisir les distances de déplacement de ces poids par rapport à leur position lors de la mesure du zéro afférent.

. En mesure Relative ou Mixte : saisir la distance de déplacement de chaque poids par rapport à la position précédente.

Astuce : *La distance de déplacement du centre de gravité d'un poids est égale à la distance de déplacement d'un point quelconque lié au poids si celui-ci est déplacé parallèlement à lui-même*

Conseil : en mode mixte, mesurez à la fois le moment relatif et le moment absolu pour chaque inclinaison. Cela permet une vérification des mesures d'une part, et d'autre part permet lors du traitement en mode absolu de saisir des valeurs plus précises que celles calculées par le programme.

Attention : Seules les inclinaisons pour lesquelles le moment inclinant a été renseigné pourront être utilisées dans la résolution par la méthode des moindres carrés.

. Saisie de la période

Le calcul de la période est effectué sur une durée fixe fonction de la dimension du navire.

En haut de l'écran apparaît le cadre de saisie, dès que celui-ci est plein, le spectre de l'énergie est dessiné en rouge dans la partie inférieure de l'écran et se renouvelle de façon continue pour correspondre à chaque instant au signal présent dans le cadre.

La saisie est interrompue par action sur le bouton rouge d'arrêt. Avant de valider la mesure on peut déplacer le cadre avec les boutons ***Déplacer le cadre vers la droite et la gauche***. A chaque position du cadre correspond un spectre d'énergie et un résultat de la mesure, ce qui permet de choisir une position fournissant les conditions optimum Le pas de déplacement du cadre peut être modifié à l'aide du curseur placé à droite des boutons. Si la mesure n'est pas satisfaisante, on peut en relancer une autre à l'aide de ***Relancer la saisie***.

Pour une mesure déjà effectuée, les résultats du calcul de période peuvent être visualisés par un clic droit sur le cadre de saisie de la période (rose).

La mesure de période peut toujours être réalisée après coup sur l'enregistrement de l'expérience de stabilité, même si aucune saisie de la période n'a été effectuée.

Visualisation de l'acquis

A tout instant il est possible de visualiser l'ensemble de l'expérience de stabilité déjà écoulée. Pour cela, sélectionnez **Visualisation de l'acquis** dans le chapitre **Visualisation**. Pendant cette visualisation, l'enregistrement de l'expérience continue, et on pourra revenir à la visualisation en temps réel par action sur **Visualisation temps réel** du chapitre **Visualisation**.

Attention : Avec des enregistrements très longs, le passage de temps réel à visualisation de l'acquis et vice versa peut nécessiter plusieurs secondes, ayez la patience d'attendre.

. Les valeurs de l'inclinaison

La visualisation de l'acquis trace le graphe des inclinaisons brutes acquises. L'échelle verticale en degrés à donc pour référence la verticale.

Il est possible d'obtenir la valeur de l'inclinaison de tout point du graphe en cliquant sur ce point.

. Filtrage du mouvement

La sélection **Filtré** élimine le mouvement résiduel du navire, et permet de mieux apprécier sa position statique d'équilibre. Sur la vue filtrée on repérera plus facilement les mises en inclinaison du navire par application de moments inclinants. Enfin pour les expériences très longues la vue filtrée est affichée plus rapidement.

La vue filtrée de l'enregistrement général est imprimée avec l'impression complète.

. Le zoom

Pour observer en détail l'enregistrement on peut agrandir une partie de l'écran, pour cela :

Dessiner le nouveau cadre de visualisation en cliquant sur l'angle haut gauche choisi et dessinez le cadre en faisant glisser pour relâcher sur l'angle en bas à droite.

Les boutons **Retour à la vue globale** et celui **Retour à la vue précédente** en cas de zoom multiple permettent de revenir à une vue plus large.

. Les cadres de saisie

Les saisies déjà réalisées pendant l'expérience apparaissent sur la visualisation de l'acquis :

En rouge les saisies de zéro

En vert les saisies d'inclinaison

En rose les saisies de mesure de période

Le numéro d'ordre et le résultat de la mesure sont notés sur le bord du cadre:

Brut et relatif (par rapport au zéro afférent en mesure Absolu, et par rapport à la mesure précédente en mesure Relative ou Mixte)

(V brute et V).

Un clic droit sur le cadre de saisie de la période (rose), permet d'obtenir le résultat de l'analyse spectrale du mouvement.

Résultats

On peut revenir sur les résultats obtenus, pour modifier ou compléter les paramètres de mesure ou pour obtenir une vue globale des mesures effectuées.

Le traitement de l'ensemble des résultats par la méthode des moindres carrés permet d'accéder à la valeur du GM en résultat final.

Le journal des mesures, en plus du détail de chaque mesure, donne la valeur du GM correspondant à chacune des mesures, ce qui permet de vérifier rapidement la validité de chaque mesure.

. Détails d'enregistrement

On peut visualiser le détail des résultats des différentes mesures. Pour cela dans le chapitre **Résultat**, cliquer sur **Résultats acquis**.

La fenêtre détails d'enregistrement fournit :

. Des informations générales sur l'expérience en cours : Date, type, durée, vitesse d'échantillonnage, caractéristiques du navire.

. Des informations détaillées sur les saisies : heure de début et de fin, résultat de la mesure, et pour les inclinaisons la valeur du moment inclinant déjà saisi ou que l'on peut saisir à ce moment et la désignation du zéro afférent pour les mesures absolues.

Dans le paragraphe **Zéro afférent** on reviendra plus en détail sur cette notion essentielle.

Il apparaît aussi pour chaque inclinaison le *Module de stabilité initiale* correspondant :

Module de stabilité initiale = Moment inclinant / Tang. (angle d'incli.) = Déplacement x GM

Le module de stabilité initiale doit donc être constant d'une mesure d'inclinaison à l'autre, et c'est ce critère qui permet de vérifier la qualité de chaque mesure.

La recherche du GM consistera ensuite à rechercher la valeur de GM qui optimise ce critère, ce qui sera fait par la méthode des **Moindres carrés**

. Zéro moyen

Si plusieurs zéros ont été saisis, il est possible de créer de nouveaux zéros ayant pour valeur la moyenne de plusieurs zéros saisis.

On peut ainsi obtenir des zéros plus précis que les zéros initiaux.

Les zéros moyens obtenus seront utilisés avec la fonction de **Zéro afférent** comme expliqué ci-après.

. Zéro afférent

Cette notion n'existe que pour le mode de mesure Absolu puisqu'il n'y a pas de zéro dans le mode Relatif.

En mode Mixte, la notion de zéro afférent n'apparaît qu'à la consultation si le dépouillement est choisi suivant une procédure Absolue.

Le zéro afférent d'une inclinaison est le zéro qui sert d'origine à la mesure de cette inclinaison.

Par défaut, le zéro afférent est le premier zéro acquis. Si la saisie de l'inclinaison est effectuée avant la saisie d'un zéro, il n'y a pas de zéro afférent et le résultat de la mesure est l'inclinaison brute par rapport à la verticale jusqu'à ce qu'un zéro soit acquis.

On peut toujours changer de zéro afférent, par exemple pour utiliser un zéro moyen ou pour utiliser un zéro plus proche dans le temps de la mesure comme c'est le cas avec un zéro en fin d'expérience.

Une autre utilité du zéro afférent est de pouvoir exploiter une expérience malgré un incident qui a modifié la position du capteur. Les mesures suivant l'incident seront rattachées par leur zéro afférent à un nouveau zéro (voir le chapitre *En cas d'incident*)

Résultats de saisie de la période

La période de roulis est mesurée par analyse du spectre d'énergie du mouvement. Une bonne mesure doit faire apparaître un pic d'énergie dans la fenêtre centrale du spectre. Le résultat est noté en haut à droite de l'écran avec entre parenthèse un indice de qualité de la mesure compris entre 0 et 100 %.

Si l'indice de qualité n'est pas bon (inférieur à 50%) vous pouvez pointer à l'aide des boutons en bas à gauche, un autre pic apparent pour mesurer la période correspondante.

Si le pic le plus réaliste est en dehors de la plage centrale du graphe, cela dénote une période de roulis inhabituelle vis à vis de la largeur du navire, vérifiez cette largeur et éventuellement corrigez la (largeur minimum : 2m) et relancez une nouvelle mesure. Pour vous aider, en regard de la case d'ajustement de la largeur apparaît les limites de la plage de la période de roulis analysée.

Tous ces résultats apparaissent à l'issue de la mesure de période. Après coup, dans visualisation de l'acquis, ou lors d'une consultation, on peut visualiser la même analyse par un clic droit de la souris sur le cadre correspondant à la mesure de la période.

Moindres carrés

La valeur du GM, résultat de l'expérience de stabilité, est calculée à partir des inclinaisons mesurées et de la connaissance des moments inclinants correspondant et du déplacement du navire.

Ce calcul est mené suivant la méthode dite des moindres carrés qui a été généralisée au cas de mesures sur un seul bord (et en particulier au cas d'une seule inclinaison) en recherchant dans ces conditions une droite passant par l'origine.

Dans les autres cas, l'origine est un point comme les autres (inclinaison 0, Moment inclinant 0) et la droite est calculée comme passant au mieux de tous les points.

. Sélection des inclinaisons

La liste de toutes les mesures d'inclinaison effectuées (sauf l'inclinaison 0 en mode Relatif ou Mixte) apparaît dans la partie gauche de la fenêtre, avec pour chaque inclinaison le module de stabilité initiale calculé.

On peut sélectionner toutes ces inclinaisons avec >>

Ou sélectionner les inclinaisons une à une avec >

Les symboles inverses désélectionnent les inclinaisons.

Les valeurs du module de stabilité initiale **MSI** indiquées pour chaque inclinaison guideront l'opérateur dans son choix des meilleurs points ($MSI = GM \times \text{Déplacement}$).

Il peut être fait plusieurs essais avec des choix différents afin d'éliminer les mesures qui manifestement sont entachées d'erreur et faussent le résultat final.

Avant de pouvoir effectuer le calcul il est nécessaire de saisir le déplacement en tonnes du navire. Si le déplacement n'est qu'imparfaitement connu à ce moment, une valeur approchée permettra d'avoir un aperçu immédiat du résultat dans l'optique de vérifier que les mesures sont suffisantes et sont bien homogènes et utilisables.

Le calcul définitif pourra être réalisé après coup avec **Consultation**.

. Résultats

On obtient la droite de pente GM x Déplacement (MSI moyen) dans le plan Moment inclinant / tang. (angle d'incli.)

Pour une meilleure lisibilité, l'axe des tangentes d'inclinaison est gradué en angle d'inclinaison.

On peut effectuer un zoom pour voir comment les points très proches sont distribués (voir **Zoom**)

La liste des points utilisés est rappelée et la distance de chaque point à la droite est exprimé avec comme unité la distance du point le plus proche. De cette manière, il est aisé de détecter les points qui dégradent la qualité de la mesure.

Le résultat déduit de la droite déterminée est affiché : la valeur du GM et l'approximation de la mesure qui est la valeur quadratique moyenne de la distance relative des points de mesure à la droite déterminée.

Cette approximation est l'écart type relatif des N mesures X_i de moyenne \bar{X}_i

$$\frac{\sigma}{\bar{X}_i} = \frac{1}{\bar{X}_i} \sqrt{\frac{1}{N} \sum (X_i - \bar{X}_i)^2}$$

La touche **Reprise** fait réapparaître la fenêtre de sélection des points pour tester un autre choix.

Sortir permet de poursuivre éventuellement l'expérience en cours.

Si on dispose d'un nombre important de points de mesure, il est possible d'améliorer la précision du résultat en éliminant les points les plus à l'écart dans la détermination de la droite des moindres carrés.

Pour repérer ces points, la distance de chaque point à la droite est calculée avec comme unité la distance du point le plus proche de la droite.

Attention toutefois de ne pas descendre sous 4 points au minimum pour déterminer la droite, le gain sur l'approximation étant alors illusoire.

L'approximation doit être de l'ordre de 1%. Si elle dépasse 2%, les mesures sont de mauvaise qualité et il est conseillé de les reprendre en vérifiant tous les facteurs perturbants (amarrage, déplacements à bord, rafales de vent, rigidité du support du capteur, qualité de la mesure des poids inclinant et de leur déplacement).

Consultation : résultats acquis

Le mode consultation est l'équivalent de visualisation de l'acquis lors de la saisie, mais après coup, à l'aide d'un fichier enregistré à l'issue d'une expérience.

Ces fichiers sont enregistrés dans le dossier RESULT du disque C :

Dans les informations générales, le mode de saisie (Absolu, Relatif ou Mixte) est noté avec le nom du navire et celui de l'enregistrement.

Pour une saisie en mode Mixte, il est demandé si l'on veut effectuer le dépouillement en mode Relatif ou en mode Absolu (rien n'empêche d'effectuer les deux traitements successivement).

. Liste des expériences mémorisées

Consultation fait apparaître la liste des expériences mémorisées. Pour retrouver une expérience si la liste est longue, on peut par action sur affichage, demander le détail et ensuite effectuer un tri par ordre alphabétique sur le nom ou par ordre chronologique sur la date de modification.

On peut accéder aux mêmes fonctions par un clic droit de la souris dans la fenêtre, et en sélectionnant **Réorganiser les icônes**.

. Mouvement acquis

Le graphe montre l'ensemble de l'expérience de stabilité réalisée.

Il peut être filtré pour supprimer le mouvement résiduel et mettre en évidence l'action des mouvements de poids avec la prise des différentes inclinaisons.

Il est conseillé de travailler sur la vue filtrée qui permet un affichage plus rapide avec les expériences très longues, néanmoins, lors de la création de nouvelles saisie on vérifiera sur une vue zoomée non filtrée la qualité de l'enregistrement.

Un zoom (voir **Zoom**) permet d'examiner en détail une partie de l'enregistrement.

. Détail des saisies

Les saisies existantes sont listées dans le cadre **Edition de saisies**. En cliquant sur chaque saisie on obtient ses caractéristiques sur la partie basse du cadre. Les zéros afférents et les moments inclinants non renseignés peuvent être saisis ici, et les valeurs existantes peuvent être modifiées.

Les saisies sont repérées sur le graphe par des cadres :

Rouge pour les zéros

Vert pour les inclinaisons

Rose pour les périodes

Les résultats bruts (par rapport à la verticale) et les résultats relatifs sont notés en bordure des cadres.

Par le clic droit de la souris sur le cadre de saisie de période (rose), on obtient le détail de l'analyse spectrale de la mesure.

. Modification des saisies

Dans le cadre **Edition de saisies** on peut modifier les **Zéros afférents** et des **Moments inclinants** des inclinaisons.

L'emplacement et la durée des saisies peuvent être modifiés en travaillant sur le graphe :

Pour cela sélectionnez la saisie à modifier dans la liste des saisies du cadre ***Edition de saisies***, puis choisir la fonction :

- . Déplacer vers la droite ou vers la gauche
- . Diminuer ou augmenter la largeur du cadre

Le pas de modification est réglable par le curseur à droite.

On éliminera de cette façon les imperfections de saisie que le graphe avec son zoom a pu mettre en évidence.

Astuce : *sur les saisies courtes la configuration des extrémités peut introduire des erreurs, cette erreur est minimisée si à l'aide des fonctions précédentes on fait en sorte que les extrémités de la mesure soient des extremums opposés. Voir aussi **Super filtre**.*

Nota : A la fin du traitement il est demandé si les modifications introduites doivent être mémorisées.

Cette mémorisation n'est pas possible pour une expérience saisie en mode Mixte et dépouillée en absolu, afin de pouvoir par la suite reprendre le traitement dans l'un ou l'autre mode.

Si la mémorisation est effectuée, le fichier initial n'est pas modifié, un nouveau fichier est créé avec le même nom et la même date, mais avec un indice le différenciant de l'original.

. Création de saisies

On peut être amené à créer de nouvelles saisies si les saisies existantes ne sont pas de bonne qualité. Bien sûr faut-il encore que les mouvements de poids aient été réalisés et que leurs caractéristiques aient été notées, à l'aide de la fonction **Flag** par exemple.

Attention : *En mode Relatif ou en mode Mixte dépouillé suivant une procédure Relative, on ne peut ajouter de nouvelles saisies d'inclinaison qu'après la dernière saisie existante.*

L'action sur **Ajouter une nouvelle saisie** permet de construire le cadre de saisie de la même façon qu'un cadre de zoom (voir **Zoom**). On peut ainsi construire des saisies de toute les natures : zéro, inclinaison, période (les zéros n'existent pas en mode Relatif). Pour les différencier des saisies en temps réel numérotées par des chiffres, les saisies ainsi créées sont indicées par des lettres.

En plus de la nature de la saisie, il est demandé en mode Absolu d'indiquer le zéro afférent et le moment inclinant qui pourront être renseignés plus tard.

Lorsque l'on a créé une saisie Période, il est possible de visualiser le spectre d'analyse par un clic droit à l'intérieur du cadre de saisie. Si le résultat ne paraît pas correct, on peut modifier la largeur du cadre de saisie pour mieux positionner le spectre de roulis et améliorer la précision de la mesure de la période.

Lorsqu'avant de sortir, la mémorisation est effectuée, le fichier initial n'est pas modifié, un nouveau fichier est créé avec le même nom et la même date, mais avec un indice le différenciant de l'original.

. Suppression de saisie

La suppression d'inclinaison permet d'éliminer les saisies sans intérêt qui fausseraient le calcul du GM moyen si l'on n'effectue pas de traitement par les moindres carrés.

Il faut sélectionner la saisie à supprimer dans la liste des saisies et agir sur le bouton **Supprimer une saisie**. Une confirmation est demandée.

En mode absolu, les zéros utilisés comme zéros afférents ne peuvent pas être supprimés.

En mode relatif ou mixte, afin de conserver la logique de la saisie relative, seule la dernière saisie peut être supprimée. On peut ainsi de proche en proche supprimer autant de saisies que l'on désire.

Lorsqu'avant de sortir, la mémorisation est effectuée, le fichier initial n'est pas modifié, un nouveau fichier est créé avec le même nom et la même date, mais avec un indice le différenciant de l'original.

. Particularités du mode Mixte

Le mode Mixte se caractérise par une saisie suivant une procédure relative au cours de laquelle on a pris soin de saisir des inclinaisons correspondant à des zéros.

A la consultation, il est possible de dépouiller suivant une procédure Relative ou une procédure Absolue.

Même si on dépouille suivant une procédure Absolue, la création de nouvelles saisies doit respecter une logique de mode relatif puisque c'est le mode de saisie de la procédure mixte. En particulier, il ne sera pas possible de créer des zéros, ni de nouvelles mesures d'inclinaison qui ne soit pas chronologiquement après la dernière saisie.

. Le traitement en mode Relatif est identique au traitement du mode saisi directement en Relatif : toutes les inclinaisons sont prises en compte, et on peut créer de nouvelles inclinaisons à la suite de celles existantes. Enfin à la fin du traitement, on peut enregistrer les modifications ainsi créées.

. Pour le traitement en mode absolu, chaque inclinaison joue aussi le rôle d'un zéro. Par défaut, le zéro afférent de toutes les inclinaisons est le zéro 0 (inclinaison 0), mais on peut pour chaque inclinaison fixer un zéro afférent particulier. Evidemment, pour que les mesures aient un sens, on ne choisira comme zéro afférent que des inclinaisons qui correspondent effectivement physiquement à des zéros, et qui sont antérieurs à la mesure d'inclinaison.

Ces vrais zéros, bien que traités comme des inclinaisons ne sont pas pris en compte dans le calcul du GM moyen qui apparaît à l'impression des résultats. Lors du traitement par la méthode des moindres carrés on examinera avec soin l'opportunité de les inclure ou non dans la liste des points utilisés.

Les moments inclinants absolus de chaque inclinaison sont calculés à partir des moments inclinants relatifs saisis. Si l'opérateur a pris soin de mesurer lui-même les moments inclinants absolus, il peut vérifier que les résultats sont homogènes, et éventuellement corriger les moments calculés, pour une meilleure précision.

Lorsque pour une inclinaison créée lors de la saisie, on change de zéro afférent, le moment inclinant est recalculé pour correspondre à la modification de moment par rapport à cette nouvelle référence.

Pour les inclinaisons créées après coup lors de la consultation, c'est à l'utilisateur à veiller que le moment inclinant qu'il saisi est homogène avec le zéro afférent qu'il fixe.

A la fin du traitement, il n'est pas proposé de sauvegarder les modifications apportées, afin de pouvoir le cas échéant traiter les mesures en mode relatif.

. Sauvegarde sur disquette

Il est possible d'archiver les enregistrements de mesures sur disquette, si on veut les joindre au dossier du navire.

Les fichiers sont sauvegardés sous forme compressée, ce qui limite leur taille à 95 Ko. Cette forme compressée est inhabituelle pour une utilisation sur disquette, et le programme peut afficher un message d'erreur lors de la sauvegarde (*La cible ne peut pas traiter ce type de document*). Ne vous inquiétez pas de ce message, et poursuivez la tâche.

Attention : Pour la relecture du fichier sauvegardé sur disquette, il n'est pas possible de l'exploiter directement à partir de la disquette. Il est indispensable d'enregistrer le fichier dans un dossier RESULT sur le disque C : pour permettre la décompression du fichier, et ensuite de l'exploiter à partir de ce dossier.

Super filtre

Une mauvaise symétrie entre le début et la fin d'une saisie peut introduire une légère erreur dans le calcul de l'inclinaison ou du zéro (voir **Astuce** de *Modification des saisies*).

Le filtrage est optimisé avec la valeur de la période de roulis. Pour ne pas être obligé de mesurer systématiquement la période de roulis, celle-ci est approximée par la largeur du navire saisie.

Le filtrage peut être amélioré si on utilise la valeur exacte de la période de roulis mesurée par le programme. C'est ce qui constitue le super filtre.

Le super filtre est surtout efficace pour les saisies courtes comme celles exécutées au vol auxquelles il permet de restituer la précision nominale.

L'appel du super filtre fait apparaître une fenêtre avec les valeurs des angles et des MSI avant et après filtrage. On peut refuser ces nouvelles valeurs si dans certaines conditions de mesure très perturbées elles peuvent paraître moins bonnes qu'avant filtrage, ce dont on se rendra compte en examinant l'homogénéité des MSI dans l'un et l'autre cas.

Impression

L'impression ne fonctionne qu'en mode Consultation, avec une imprimante connectée au PC, ou une imprimante réseau. Il est aussi possible d'imprimer dans des fichiers, ce qui permet de joindre les sorties à un rapport informatique pour diffusion par messagerie électronique par exemple.

Lorsque la touche **Impression** est efficace, on peut imprimer les résultats acquis. En fin de programme, à l'issue de la résolution par la méthode des moindres carrés, on peut éditer l'ensemble du dossier de l'expérience qui constitue ainsi la base du procès-verbal d'essai.

Impression partielle édite les résultats et les graphes cochés.

Impression complète édite l'ensemble du dossier de l'expérience, c'est à dire les éléments ci-dessus plus les caractéristiques du capteur utilisé, le catalogue des flags et le mouvement filtré.

Si le traitement par les moindres carrés n'a pas été effectué, le déplacement du navire est demandé pour éditer la valeur moyenne des GM mesurés.

En cours de traitement, il est possible d'imprimer tous les graphes présents à l'écran, en particulier les zooms, par action au clavier sur la touche **IMPRESSION ECRAN**.

Attitude en cas d'incident

Si un incident a interrompu la saisie d'une expérience, il est possible de poursuivre l'expérience en effectuant une reprise de la dernière expérience (voir **Reprise de la dernière expérience** dans le **Menu principal**).

Si le capteur a été déplacé, la conduite à tenir est différente suivant le mode de saisie :

En mode Absolu il convient d'effectuer un zéro le plus tôt possible et de désigner ce zéro comme zéro afférent des nouvelles mesures. En mode Mixte c'est le zéro clôturant l'expérience qui sera déclaré zéro afférent des nouvelles mesures.

En mode Relatif il faut se résigner à considérer la mesure suivant immédiatement l'incident comme inexploitable. Les mesures précédentes par contre restent parfaitement exploitables.

Si le programme GM-METER ne répond plus à la suite d'un incident, vous pourrez utiliser les fonctionnalités de WINDOWS pour vous sortir de cette situation :

Utilisez le clic droit de la souris sur la réduction de GM-METER en bas de l'écran, puis **Fermeture** ou tapez au clavier **CTRL + ALT + SUPPR** pour accéder au gestionnaire de taches et dans celui-ci demandez à sortir du programme GM-METER.

Attention : Après un incident sur le programme, avant de relancer celui-ci, il faut réinitialiser le capteur en déconnectant un instant la liaison USB.

Vous pourrez reprendre l'expérience de stabilité en utilisant la fonction **Reprise de la dernière expérience**.

Astuce : Si une fausse manœuvre vous place dans une situation inextricable, par exemple avec un message d'erreur qui persiste, vous pouvez annuler votre dernière action avec

ALT - F4

Une seconde action sur ces touches vous fera sortir du programme.

Mesure des tirants d'eau :

Avec le capteur de pression en option et ses accessoires, il est possible de mesurer les tirants d'eau du navire afin de réaliser la pesée avec une grande précision.

Le matériel se compose :

- d'un capteur de pression et de température
- de son câble associé d'une longueur de 30 m
- d'une potence et d'un touret permettant une mise en œuvre aisée.

. Principe de la mesure :

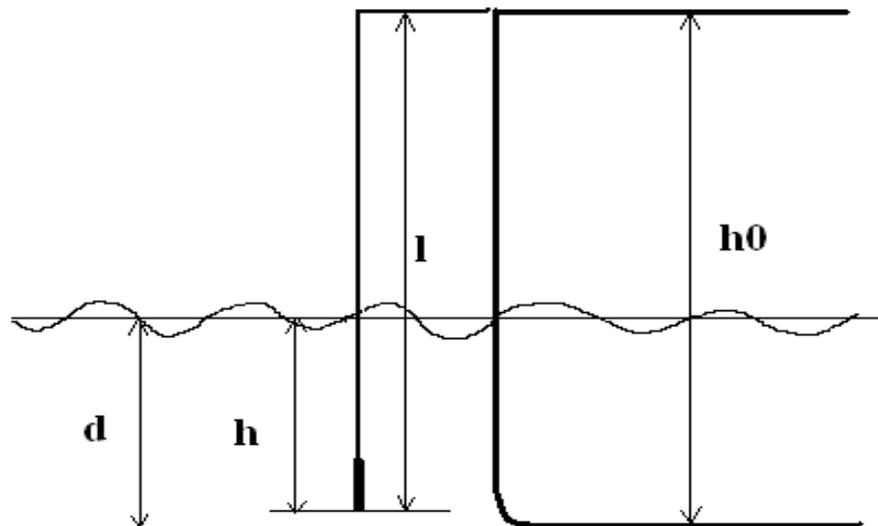
Les tirants d'eau sont évalués par la mesure de la pression hydrostatique à une profondeur connue par rapport à la ligne de quille OH.

Le capteur de pression est immergé à une profondeur proche du tirant d'eau à mesurer (h), et sa position est repérée par rapport au pont d'où s'effectue la mise en œuvre, par la mesure de la longueur de câble filé (l) :

Si h_0 est l'altitude du pont de mise en œuvre par rapport à la OH, et ω la densité de l'eau de mer mesurée par ailleurs, on a avec la pression mesurée (p)

Immersion du capteur : $h = p / \omega$

Tirant d'eau = $h + h_0 - l$



La position immergée du capteur produit un important affaiblissement des perturbations de la surface libre. Le mouvement résiduel est en final filtré avec le filtre utilisé pour la saisie des inclinaisons. Il en résulte une précision de la mesure de h de $\pm 0,5$ cm.

Le second avantage de la méthode est que l'influence de la valeur de la densité saisie s'élimine en premier ordre dans le calcul du déplacement du navire. Cette valeur peut donc être approximative. De plus, si le capteur est positionné à la hauteur de la quille du navire, la mesure intégrera les variations de densité jusqu'à la surface, ce qui est peut être très intéressant pour une pesée dans un estuaire avec des strates d'eau de salinité différentes.

Mise en œuvre :

Avant toute chose, au moins une demie heure avant l'utilisation du capteur de pression, il est conseillé d'amener celui-ci à la température de l'eau de mer.

Pour cela plongez le capteur dans la mer ou dans un seau d'eau de mer dans lequel vous pouvez par la même occasion effectuer la mesure de densité à l'aide d'un densimètre flotteur.

Pour la mise en œuvre, le système sera positionné près des échelles de tirant d'eau, au droit d'un couple qui sera repéré.

Pour ce faire le matériel sera transporté PC éteint et mis en place sur un pont de hauteur connue au dessus de la OH.

Le capteur sera descendu à l'aide du touret et de la potence jusqu'à une immersion proche du tirant d'eau. L'immersion opérationnelle maximum est 10 m. Veillez à ne pas dépasser l'immersion de la quille pour ne pas risquer de poser le capteur sur le fond.

Le câble sera bloqué à l'aide du frein sur le touret.

La mesure de la longueur de câble filé sera effectuée à l'aide des repères tous les 0,5 m marqués sur le câble (un repère rouge tous les 5 m facilite le décompte), complétée par la lecture des repères sur la potence : -15, -10, -5 et 5, 10, 15 cm.

Le câble du capteur sera alors connecté au boîtier de mesure, et lui-même au PC qui sera remis en fonction. Le programme sera alors lancé dans le chapitre *Pesée du navire*.

Plusieurs mesures peuvent alors être effectuées. On notera bien dans le libellé des mesures la position du capteur avec le numéro du couple correspondant.

Pour se transporter à une autre position du navire, on arrêtera la mesure, puis on éteindra le PC, et on déconnectera le câble du capteur du boîtier avant de remonter le capteur à l'aide du touret. La mesure suivante sera lancée à l'aide de *Reprise* dans le menu *Pesée du navire*.

Le programme de saisie et d'exploitation est identique à celui des inclinaisons, on se reportera aux différents paragraphes décrivant les fonctionnalités pour les inclinaisons.

Conditions d'utilisation

Il n'est concédé à l'acquéreur utilisateur de ce matériel, que le droit d'usage du logiciel, sans transfert de propriété ni de secret du contenu intellectuel.

L'acquéreur utilisateur s'interdit toute action de déliage, de décompilation, de désassemblage ou d'analyse du logiciel dont les sources ne sont pas publiées et qui doivent être considérées comme secret commercial ou secret de fabrique.

L'acquéreur utilisateur s'engage à n'installer le logiciel que sur des matériels dont il conserve la garde. Il s'interdit toute action de copie, même de sauvegarde sur quelque support que ce soit du CD-Rom d'installation. Il s'interdit la communication du CD-Rom d'installation et du logiciel à un tiers.

Le logiciel ne peut être utilisé qu'avec le boîtier capteur livré, avec lequel il forme le système GM-METER Test. L'utilisation avec un autre matériel ne peut fournir que des résultats erronés et est interdit.

Le GM-METER TEST est un appareil de mesure de précision, qui peut être déréglé s'il est soumis à un traitement brutal. Avant toute utilisation, l'utilisateur effectuera un test de bon fonctionnement en utilisant la cale de contrôle fournie avec l'appareil.

Le GM-METER est un appareil de mesure dont les résultats sont tributaires des conditions expérimentales.

La société SEPAC ne saurait en aucun cas être tenue pour responsable des conséquences directes ou indirectes résultant de l'utilisation de cet appareil, même en cas de défaillance ou de mauvais fonctionnement, l'utilisateur devant toujours s'assurer de la vraisemblance des résultats des mesures.

Tous les droits de reproduction et de publication du logiciel et du présent mode d'emploi, sont réservés pour tous pays.

© Copyright SEPAC 1992/2004

ANNEXE

Procédures de mesure proposées

Procédures recommandées par l'Association Internationale des Sociétés de Classification (IACS) :

Les mesures sont réalisées en mode absolu ou en mode mixte
 Les poids doivent être bien identifiés, numéroté de 1 à 4 ou de 1 à 6

Procédure avec 4 poids : 7 points de mesure

Absolu	Axe du Navire	Relatif
Zéro	1 3 2 4	Inclinaison 0
Inclinaison 1	1 3 2 4	Inclinaison 1
Inclinaison 2	1 3 2 4	Inclinaison 2
Inclinaison 3	3 2 4 1	Inclinaison 3
Zéro1	2 4 1 3	Inclinaison 4
Inclinaison 4	4 1 3 2	Inclinaison 5
Inclinaison 5	1 3 2 4	Inclinaison 6
Inclinaison 6	1 3 2 4	Inclinaison 7
Zéro	3 1 2 4	Inclinaison 8

Procédure avec 6 poids : 7 points de mesure

Absolu	Axe du Navire	Relatif
Zéro	1 3 5 2 4 6	Inclinaison 0
Inclinaison 1	1 3 5 2 4 6	Inclinaison 1
Inclinaison 2	1 3 5 2 4 6	Inclinaison 2
Inclinaison 3	1 3 5 2 4 6	Inclinaison 3
Zéro	1 3 5 6 2 4	Inclinaison 4
Inclinaison 4	5 6 2 4 1 3	Inclinaison 5
Inclinaison 5	6 2 4 1 3 5	Inclinaison 6
Inclinaison 6	3 5 6 2 4 1	Inclinaison 7
Zéro	3 5 1 6 2 4	Inclinaison 8

Autres procédures

Mesures absolues :

Procédure avec 2 poids : 3 points de mesure

	Axe du Navire		
Zéro	■		■
Inclinaison 1	■■		
Inclinaison 2			■■
Zéro	■		■
Inclinaison 3			■■
Inclinaison 4	■■		
Zéro	■		■

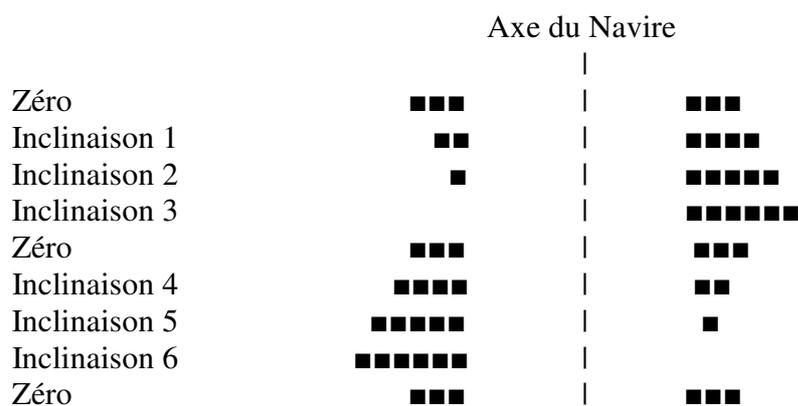
Procédure avec 3 poids : 6 points de mesure

Zéro	■	■	■
Inclinaison 1	■ ■		■
Inclinaison 2	■ ■ ■		
Inclinaison 3	■ ■	■	
Zéro	■	■	■
Inclinaison 4	■		■ ■
Inclinaison 5			■ ■ ■
Inclinaison 6		■	■ ■
Zéro	■	■	■

Procédure avec 4 poids : 5 points de mesure

Zéro	■■		■■
Inclinaison 1	■		■■■
Inclinaison 2			■■■■
Zéro	■■		■■
Inclinaison 3	■■■		■
Inclinaison 4	■■■■		
Zéro	■■		■■

Procédure avec 6 poids : 7 points de mesure



Procédures relatives

Procédure avec 1 poids : 2 points de mesure



Procédure avec 1 poids : 4 points de mesure



Procédure avec 2 poids : 4 points de mesure

Inclinaison 0	■ ■		
Inclinaison 1			■ ■
Inclinaison 2	■ ■		
Inclinaison 3	■		■
Inclinaison 4			■ ■
Inclinaison 5	■		■
Inclinaison 6	■ ■		

Procédure avec 3 poids : 6 points de mesure

		Axe du Navire		
Inclinaison 0	■ ■ ■			
Inclinaison 1				■ ■ ■
Inclinaison 2	■			■ ■
Inclinaison 3	■ ■ ■			
Inclinaison 4	■ ■			■
Inclinaison 5				■ ■ ■
Inclinaison 6	■ ■ ■			

Procédures mixtes

Procédure avec 2 poids : 3 points en absolu ; 4 points en relatif

		Axe du Navire		
inclinaison 0	■			■
inclinaison 1				■ ■
inclinaison 2	■ ■			
inclinaison 3				■ ■
inclinaison 4	■			■
inclinaison 5	■ ■			
inclinaison 6	■			■

Procédure avec 3 poids : 6 points en absolu ; 8 points en relatif

Inclinaison 0	■	■	■
Inclinaison 1	■ ■	■	
Inclinaison 2	■ ■ ■		
Inclinaison 3	■		■ ■
Inclinaison 4			■ ■ ■
Inclinaison 5	■ ■ ■		
Inclinaison 6			■ ■ ■
Inclinaison 7	■ ■		■
Inclinaison 8	■	■	■

Procédure avec 4 poids : 5 points en absolu ; 4 points

		Axe du Navire		
inclinaison 0	■ ■			■ ■
inclinaison 1	■			■ ■ ■
inclinaison 2				■ ■ ■ ■
inclinaison 3	■ ■			■ ■
inclinaison 4	■ ■ ■			■
inclinaison 5	■ ■ ■ ■			
inclinaison 6	■ ■			■ ■

Procédure avec 4 poids : 4 points en absolu ; 8 points en relatif

inclinaison 0	■ ■		■ ■
inclinaison 1	■ ■ ■ ■		
inclinaison 2			■ ■ ■ ■
inclinaison 3	■ ■ ■		■
inclinaison 4	■		■ ■ ■
inclinaison 5			■ ■ ■ ■
inclinaison 6	■ ■ ■ ■		
inclinaison 7	■		■ ■ ■
inclinaison 8	■ ■		■ ■

S E P A C

Société d'Exploitation des Procédés Alain Cota

46, rue La Fayette – 75009 Paris

Tél. : 01 44 83 68 68

Fax : 01 44 83 68 69

www.gm-meter.com