

ETALONNAGE D'UN INSTRUMENT DE PESAGE

Guide technique



METTLER TOLEDO

SOMMAIRE

1	OBJECTIF DU GUIDE	3
2	DOMAINE D'APPLICATION	3
3	DOCUMENTS DE REFERENCE	3
4	PRINCIPE	3
5	CARACTERISTIQUES D'ETALONNAGE	4
5.1	ETENDUE DE PESAGE	4
5.1.1	Mode par étendue	4
5.1.2	Mode par point	4
5.2	METHODE DE PESAGE	4
5.3	TARE	4
5.3.1	Définition	4
5.3.2	Influence de la tare	4
5.4	CALIBRAGE	5
5.5	EXCENTRATION	5
5.6	CONDITIONS AMBIANTES	5
5.6.1	Température d'utilisation	5
5.6.2	Humidité et pression atmosphérique.....	5
5.7	CORRECTION DES ERREURS D'INDICATION	5
6	PARAMETRES D'INFLUENCE	6
6.1	LES POIDS ET MASSES ETALONS	6
6.2	RESOLUTION	6
6.3	REPETABILITE	6
6.3.1	Choix des points de mesure.....	6
6.3.2	Méthode	6
6.4	TEMPERATURE	6
6.5	EXCENTRATION	7
6.5.1	Tout instrument hors pont-bascule.....	7
6.5.2	Pont-bascule (plus de 4 points d'appui).....	7
6.5.3	Application des charges	7
7	PRESENTATION DES RESULTATS	8
8	ESTIMATION	9
9	ANNEXE : EXEMPLE DE FICHE DE RENSEIGNEMENT CLIENT	11

1 **OBJECTIF DU GUIDE**

Ce guide a pour objectif de définir la configuration d'étalonnage d'un Instrument de Pesage à Fonctionnement Non Automatique (IPFNA) la plus proche de l'utilisation du Client.

Les paramètres de configuration d'étalonnage seront reportés dans la fiche de renseignement Client (annexe...)

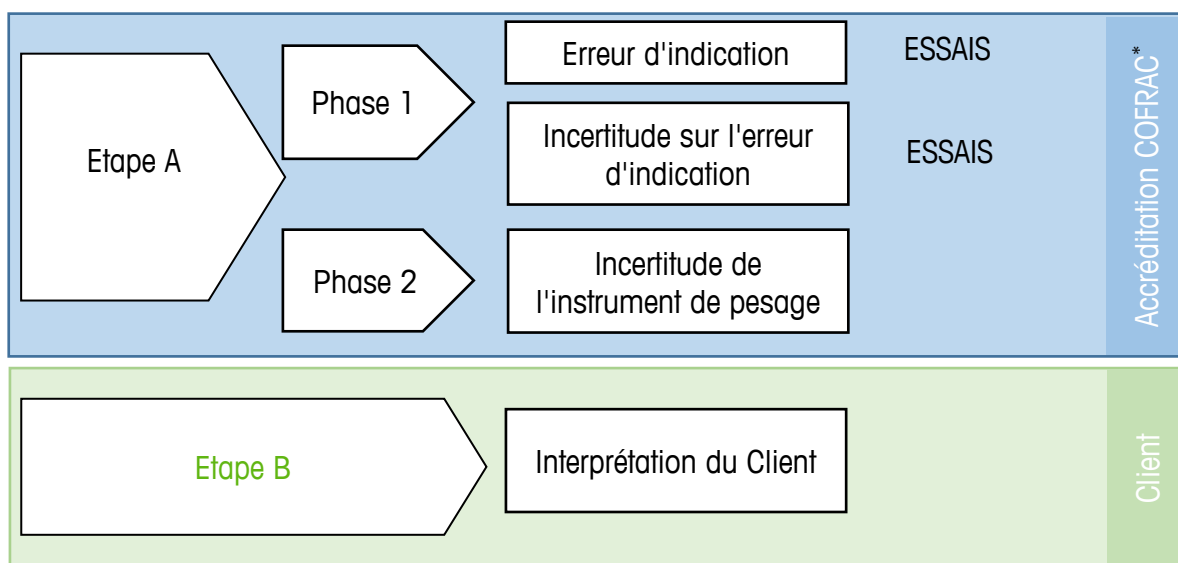
2 **DOMAINE D'APPLICATION**

Ce document s'applique à tous les IPFNA, à équilibre automatique de 0 à 150 t, à affichage analogique ou numérique.

3 **DOCUMENTS DE REFERENCE**

- Norme NF EN 45501 de Juin 2015 relative aux aspects métrologiques des instruments de pesage à fonctionnement non automatique
- COFRAC LAB REF 95 - Guide technique d'accréditation « Etalonnage d'instruments de pesage à fonctionnement non automatique »
- La recommandation OIML R111 relative aux poids et masses de 2004
- La décision du 20 Juin 2010 relative aux poids et masses étalons

4 **PRINCIPE**



* Accréditation n°2-1528, portée disponible sur www.cofrac.fr

Etape	Opération	Données obtenues	Commentaire
Etape A	Détermination des erreurs d'indications de l'instrument de pesage et des incertitudes associées.	<ul style="list-style-type: none"> • Erreur d'indication : E_i • Incertitude élargie ($k = 2$) associée : $U(E_i)$ 	Opération obligatoire de l'étalonnage.
	Détermination de l'incertitude de l'instrument de pesage.	<ul style="list-style-type: none"> • Incertitude élargie ($k = 2$) de l'instrument de pesage : $U(IP)$ 	Opération facultative de l'étalonnage.
Etape B	Détermination du résultat de la pesée d'un corps, de sa masse (ou de sa masse conventionnelle) et de l'incertitude associée.	<ul style="list-style-type: none"> • Résultat de la pesée du corps : x • Masse (ou masse conventionnelle) du corps pesé : M • Incertitude élargie ($k = 2$) associée : $U(M)$ 	Prise en compte de l'incertitude de l'instrument de pesage et des paramètres liés au corps pesé.

5 CARACTERISTIQUES D'ETALONNAGE

5.1 ETENDUE DE PESAGE

En fonction de l'utilisation de l'instrument, les résultats de mesures peuvent être déterminés suivant 2 modes

5.1.1 Mode par étendue

Si l'instrument est utilisé sur une plage de mesure, il est recommandé de définir les valeurs minimales et maximales de cette étendue de travail. Cette plage peut représenter la totalité de l'étendue de pesage de l'instrument ou une étendue partielle. Afin d'optimiser les résultats, il est conseillé de définir la valeur minimale au plus proche de la valeur mini réelle d'utilisation de l'instrument.

Les résultats d'incertitude seront fournis sous forme d'une équation $y = \alpha + \beta x$ (avec x = valeur nominale) applicable sur l'étendue définie.

5.1.2 Mode par point

Si les produits sont toujours pesés autour de certaines valeurs, le mode par point permettra d'obtenir des incertitudes pour chaque point de mesure défini.

Ce mode permet d'obtenir des incertitudes optimisées par rapport au mode par étendue.

5.2 METHODE DE PESAGE

La méthode de pesage en utilisation peut être réalisée de 2 manières différentes soit :

- En mode croissant : c'est-à-dire en "chargeant" le plateau
- En mode décroissant : c'est-à-dire en "déchargeant" le plateau

Si les 2 modes sont appliqués, l'étalonnage fera l'objet de 2 certificats d'étalonnage.

Par défaut, le mode « en chargeant » sera choisi.

5.3 TARE

5.3.1 Définition

Action amenant l'indication de l'instrument à zéro lorsqu'une charge est placée sur le plateau (Becher, récipient...).

5.3.2 Influence de la tare

Le fait d'intégrer une tare lors des pesées engendre une diminution de l'étendue de mesure équivalente à cette tare. Les résultats d'étalonnage seront alors fournis sur cette nouvelle étendue.

5.4 CALIBRAGE

La mise en œuvre du calibrage lors de l'utilisation permet de minimiser l'erreur d'indication de l'instrument ainsi que l'influence des paramètres ambiants (température principalement).

Selon le type d'instrument, cette opération peut s'effectuer suivant 2 méthodes :

- Calibrage avec poids interne
- Calibrage avec poids externe (poids du client).

Lorsque la fonction calibrage interne existe, il est recommandé de l'utiliser de façon régulière. Cette fonction peut être activée soit :

- Automatiquement (déclenchement suite à une variation de température ΔT) ;
- Manuellement avant chaque pesée;
- Automatiquement programmée.

Dans tous les cas, la fonction calibrage sera caractérisée par une variation de température ΔT à définir selon le mode d'activation du calibrage :

- Si Automatiquement (déclenchement suite à une variation de température ΔT), alors $\Delta T =$ valeur donnée dans les caractéristiques techniques de l'instrument;
- Si Manuellement avant chaque pesée alors $\Delta T = 0$
- Si Automatiquement programmée ΔT valeur évaluée en fonction des caractéristiques d'environnement de l'instrument (climatisation, conditions climatiques...).

5.5 EXCENTRATION

Lors de l'utilisation de l'instrument, la position de la charge peut engendrer une composante influant sur les incertitudes de mesure. Ce défaut doit être quantifié lors de l'étalonnage.

Deux paramètres sont alors à définir, la charge et la distance d'application approximative par rapport au centre du plateau. (Voir § 6.5 pour les valeurs d'essai).

5.6 CONDITIONS AMBIANTES

5.6.1 Température d'utilisation

Ce sont les températures ambiantes minimales et maximales auxquelles est soumis l'instrument en utilisation entre 2 étalonnages successifs. Elles sont définies par l'utilisateur.

Exemple : variation de température extérieure, fourchette de température régulée par une climatisation...

Nota : la mise en œuvre d'une fonction calibrage permet de réduire l'impact de cette composante (voir § 5.4)

5.6.2 Humidité et pression atmosphérique

METTLER TOLEDO a fixé les fourchettes suivantes :

- Humidité : de 20 à 80%
- Pression atmosphérique : de 994 à 1034 hPa

5.7 CORRECTION DES ERREURS D'INDICATION

Si l'utilisateur souhaite corriger la lecture de ses indications, le certificat d'étalonnage fournira des résultats d'erreurs d'indication lui permettant d'appliquer cette correction.

Si non, les erreurs d'indication seront intégrées aux incertitudes de mesure et dégraderont les résultats (voir § 7).

Ce choix est décisif pour les résultats fournis dans le certificat d'étalonnage.

6 PARAMETRES D'INFLUENCE

6.1 LES POIDS ET MASSES ETALONS

La classe des poids et masses utilisés lors des étalonnages est définie dans le tableau en dernière page de ce document.

6.2 RESOLUTION

La résolution correspond généralement à l'échelon de lecture « d » de l'instrument.

En fonction de l'utilisation de la balance et du degrés d'incertitude souhaité par le client, il peut s'avérer nécessaire de choisir un échelon de lecture plus important (par ex. 10 d).

6.3 REPETABILITE

6.3.1 Choix des points de mesure

Les points de mesure peuvent être défini de 2 manières différentes :

- Soit prendre tous les points de mesure définis lors de l'essai de justesse ;
- Soit ne prendre qu'un seul point au milieu de l'étendue de mesure (ou un point dans chaque étendue pour les instruments multi-échelons).

Un essai de répétabilité réalisé sur tous les points permet de minimiser les incertitudes.

6.3.2 Méthode

La répétabilité est déterminée en réalisant 6 ou 10 pesées successives en chaque point de mesure défini précédemment.

Le nombre de mesures par point d'essai est alors défini comme suit :

$n \leq 10\ 000$	6 pesées successives
$10\ 000 < n \leq 100\ 000$	6/10 pesées successives
$> 100\ 000$	10 pesées successives

Avec n = nombre d'échelons d de l'instrument de pesage

Dans le cas spécifique où le chargement de l'instrument est dangereux ou présente des difficultés techniques, l'organisme peut se limiter à 3 pesées successives en chaque point de mesure défini précédemment (ex : pont bascule). Il en va de même sur toute demande client.

Augmenter le nombre de pesées par point de mesure optimise l'incertitude.

6.4 TEMPERATURE

Les variations de température ont une influence non négligeable sur la justesse d'un instrument. C'est la raison pour laquelle tout instrument possède un coefficient de variation de pente, exprimé généralement en ppm/°C, permettant de quantifier les dérives. Ce coefficient est donné dans les caractéristiques constructeur.

Si ce coefficient ne peut être obtenu, nous appliquerons une valeur par défaut (issue du LAB GTA 95), telle que définie dans le tableau ci-après :

Nombre maximal d'échelons de l'instrument de pesage	Coefficient de variation maximale de la pente en fonction de la température d'un instrument de pesage ayant fait l'objet d'une approbation de modèle (°C ⁻¹)	Coefficient de variation maximale de la pente en fonction de la température pour les autres instruments de pesage (°C ⁻¹)
1 000	250x10 ⁻⁶	2 500x10 ⁻⁶
10 000	25 x10 ⁻⁶	250x10 ⁻⁶
100 000	5 x10 ⁻⁶	50 x10 ⁻⁶
Au-delà	1,5x10 ⁻⁶	15 x10 ⁻⁶

Il faut noter que le choix par défaut d'un coefficient de ce tableau pénalise les résultats. Pour le matériel METTLER TOLEDO, les coefficients à appliquer sont connus de nos techniciens.

6.5 EXCENTRATION

6.5.1 Tout instrument hors pont-bascule

2 possibilités sont à envisager :

- L'utilisateur centre toujours ses pesées et dans ce cas, l'essai d'excentration est réalisé avec une charge définie par le client, ou par défaut à $P_{MAX}/3$, placée à une distance de 1 : 10^{ème} de la longueur du plateau.
- L'utilisateur ne centre pas ses charges et l'essai d'excentration est alors réalisé avec une charge et une distance définies par le client (ou par défaut $P_{MAX}/3$ sur le quart de la surface du plateau).

P_{MAX} correspond à la charge maximale d'étalonnage demandée par le client.

6.5.2 Pont-bascule (plus de 4 points d'appui)

La charge doit être définie par le client (ou par défaut $P_{MAX}/3$).

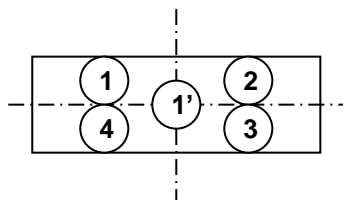
P_{MAX} correspond à la charge maximale d'étalonnage demandée par le client.

6.5.3 Application des charges

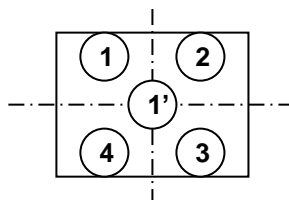
6.5.3.1 Tout instrument hors pont-bascule

La distance par rapport au centre du plateau peut être définie par le client.

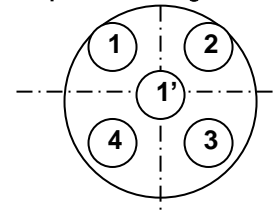
Récepteur de charge rectangulaire



Récepteur de charge carré



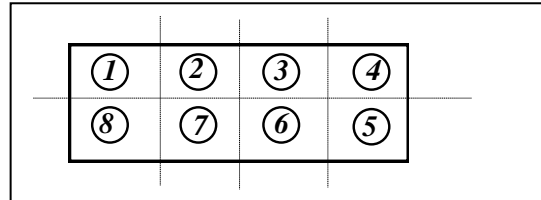
Récepteur de charge circulaire



6.5.3.2 Pont-bascule

Lorsque deux points d'appuis sont trop proches l'un de l'autre pour que la charge d'essai mentionnée puisse être répartie, la charge doit être doublée et répartie sur une surface double, de part et d'autre de l'axe joignant les deux points d'appui.

Récepteur de charge avec 8 points d'appui



7 PRESENTATION DES RESULTATS

Les résultats sont délivrés sous forme de certificat d'étalonnage. Chaque certificat est constitué de 4 pages et 2 pages d'annexe :

Page 1 : Présentation du certificat avec :

- Raison sociale du client ;
- Type d'instrument ;
- Validation du certificat.

Page 2 : Caractéristiques techniques :

- Caractéristique de l'instrument ;
- Configuration d'étalonnage ;
- Critères d'environnement ;
- Commentaires sur l'étalonnage.

Page 3 : Résultats d'essai

- Erreurs d'indication ;
- Incertitude sur les erreurs d'indication ;
- Éventuellement, équation pour appliquer les corrections sur les erreurs d'indication ;
- Relevé de mesure : Répétabilité et Excentration.

Erreurs d'indication E_i après intervention et incertitudes associées $U(E_i)$

Erreur à zéro 0,0 g

Valeurs relevées en ordre croissant

Val. Nominale (g)	5	1000	3000	4000	10000	15000
Val. Relevée (g)	5,0	999,9	3000,1	4000,0	10000,0	15000,0
E_i (g)	0,0	-0,1	0,1	0,0	0,0	0,0
$U(E_i)^*$ (g)	0,15	0,23	0,52	1,05	1,84	2,60

Page 4 : Incertitude sur l'instrument de pesage

Exemple de résultats repris en page 4 du certificat

INCERTITUDES DE MESURE DE L'INSTRUMENT DE PESAGE

L'incertitude élargie U(IP) est calculée avec un facteur d'élargissement k=2.

Mode Etendue sans correction des erreurs d'indication.

Incertitude type élargie en g et x en g

MODE CROISSANT

$U(IP) = \alpha + \beta \cdot x$

Etendue 1 de 5 g à 3500 g

$$U1 = 0,38 + 3,572E-4 \cdot x$$

Etendue 2 de 3500 g à 15000 g

$$U2 = 1,31 + 3,816E-4 \cdot x$$

Résultats calculés pour les points d'essai :

Val. Nominale (g)	5	1000	3000	4000	10000	15000
U(IP) en (g)	0,39	0,74	1,46	2,84	5,13	7,04

Annexe sur 2 pages :

- Détermination de la masse du produit pesé ;
- Détermination de son incertitude à partir des résultats obtenus.

COMMENTAIRES

1 - Lorsque l'instrument nécessite une intervention de la part du technicien (calibrage, mise à niveau, ouverture de la balance...), une détermination des erreurs d'indication est effectuée avant intervention sur l'instrument puis un étalonnage après intervention.

L'ensemble des résultats figure en page 3 du certificat.

2 - Des informations concernant les conditions d'installation, d'environnement, d'intervention peuvent être indiquées sur le certificat en page 2.

Ces indications peuvent être des recommandations ou des observations justifiant les résultats obtenus.

3 - Le certificat émis n'est valable que pour la configuration définie dans le certificat (plage d'utilisation de température, lieu d'implantation, situation de l'instrument...).

8 **ESTIMATION**

Les incertitudes élargies (k=2) sur l'erreur d'indication fournies ci-après ont été réparties en 4 catégories :

Les instruments d'analyse

Les instruments de précision

Les instruments industriels

Les instruments de fortes portées

Elles sont estimées à la portée maximale de l'instrument et sont données à titre indicatif.

Ces résultats sont susceptibles d'être obtenus dans des conditions d'utilisation définies par les constructeurs et pour les caractéristiques suivantes :

	ANALYSE	PRECISION	INDUSTRIE	FORTES PORTEES
Répétabilité*	1,5 d	1,5 d	1,5 d	1,5 d
Excentration*	2 d	2 d	2 d	2 d
Coefficient de variation de pente en ppm/°C	1,5	6	25	25
Variation de température lors de l'étalonnage en °C	0,5	2	5	5
Classe des poids	E2	F1	M1	M' 5000 d

* avec d : résolution de l'instrument

L'incertitude est donnée dans l'unité de la résolution, suivant la catégorie d'instrument.

Portée Max instrument	5 g	10 g	20 g	50 g	100 g	200 g	500 g
-----------------------	-----	------	------	------	-------	-------	-------

Résolution	0,001 mg	0,050	0,060	0,080	0,120		
	0,01 mg	0,06	0,07	0,09	0,12	0,20	0,40
	0,1 mg		0,4	0,4	0,4	0,4	0,5
	1 mg					4	4

Portée Max instrument	10 g	20 g	50 g	100 g	200 g	500 g	1 kg	2 kg	5 kg	10 kg	20 kg
-----------------------	------	------	------	-------	-------	-------	------	------	------	-------	-------

Résolution	0,001 g	0,004	0,004	0,005				0,070			
	0,01 g				0,04	0,04	0,05	0,14	0,33		
	0,1 g							0,4	0,4	0,5	0,8
	1 g										4

Portée Max instrument	1 kg	2 kg	5 kg	10 kg	20 kg	50 kg	100 kg	200 kg	500 kg	1000 kg	2000 kg
-----------------------	------	------	------	-------	-------	-------	--------	--------	--------	---------	---------

Résolution	0,0001 kg						0,0080	0,0160			
	0,001 kg	0,004	0,004	0,004			0,009	0,016			
	0,002 kg		0,007	0,007	0,007	0,008	0,011	0,018			
	0,005 kg			0,020	0,020	0,020	0,020	0,025	0,040		
	0,01 kg				0,04	0,04	0,04	0,04	0,05	0,09	
	0,02 kg					0,08	0,08	0,08	0,08	0,12	0,18
	0,05 kg						0,20	0,20	0,20	0,20	0,25
	0,1 kg							0,4	0,4	0,4	0,4
	0,2 kg								0,8	0,8	0,8
	0,5 kg									2,0	2,0
	1 kg										4
	2 kg										

Portée Max instrument	5 t	10 t	20 t	50 t	100 t	150 t
-----------------------	-----	------	------	------	-------	-------

Résolution	0,5 kg	2,0				
	1 kg	4				
	2 kg	8	8			
	5 kg	20	20	20		
	10 kg		40	40	40	
	20 kg		80	80	80	80
	50 kg			200	200	200

Pour tout instrument ne figurant pas dans ces tableaux, nous consulter

9 ANNEXE : EXEMPLE DE FICHE DE RENSEIGNEMENT CLIENT

Mettler Toledo SAS

Pesage et Analyse

Adresse 254, rue Abraham Lincoln
62400 BETHUNE
Téléphone 03 21 64 54 32

SAS au capital de 9 662 010 €
R.C.S. B 310 370 754 - RCS Versailles B
SIRET-NAF 310 370 754 00023 - 4695B
TVA FR 59310370754
www.mt.com



ETALONNAGE D'IPFNA A USAGE NON REGLEMENTE

Fiche de renseignement client

Nom de la société	
Adresse	
Code Postal	
Ville	
Téléphone	
Fax	
Nom de l'interlocuteur	
Fonction de l'interlocuteur	
Téléphone	
Fax	
E_Mail	

CARACTERISTIQUES DE L'IPFNA

Marque de l'instrument		
Modèle de l'instrument		
Numéro de série		
Numéro interne		
Affichage	Numérique - Analogique	
Modèle approuvé	Oui - Non	
Coefficient de température (ppm/°C)		
Nombre d'étendues de mesure		
Portée maximale	Portée max 1	
	Portée max 2	
	Portée max 3	
Echelons	e 1 =	d 1 =
	e 2 =	d 2 =
	e 3 =	d 3 =

Formulaire de renseignement client contrat personnalisé V03

19/12/2019

CARACTERISTIQUES D'ETALONNAGE	
ETENDUE DE PESAGE (§ 5.1)	
Etalonnage par étendue ?	Oui - Non
Si Oui, merci de préciser la plage de mesure (valeurs min et max)	
Si Oui, merci de préciser les valeurs des points de mesure	
Si Non, un étalonnage par point sera réalisé	
METHODE DE PESAGE (§ 5.2)	
L'essai de justesse est réalisé en ?	Mode Croissant – Mode Décroissant – Les deux
TARE (§ 5.3)	
Etalonnage avec une tare	Oui – Non
Si Oui, merci de préciser la valeur de la tare à appliquer	
CALIBRAGE (§ 5.4)	
L'utilisateur calibre-t-il l'instrument ?	Oui - Non
Si Oui, décrire la méthode	
Ecart de température estimé entre deux calibrages	
MESURE DE REPETABILITE (§6.3)	
Répétabilité sur un seul point, centré sur l'étendue	Oui – Non
Répétabilité sur chaque point de mesure	Oui - Non
Nombre de pesées par point de mesure (3, 6 ou 10)	
EXCENTRATION (§ 5.5)	
Pesées excentrées sur le plateau ?	Oui – Non
Si Non, valeur moyenne des pesées	
Précisez la distance du centre du plateau (en cm)	
TEMPERATURES D'UTILISATION (§ 5.6)	
La pièce est-elle climatisée ?	Oui – Non
Précisez la plage de température de la pièce	
Si Non, précisez les températures en utilisation	
CORRECTION DES ERREURS D'INDICATION (§5.7)	
L'utilisateur corrige-t-il les erreurs d'indication ?	Oui – Non

Les paragraphes cités en référence font appel au « GUIDE TECHNIQUE IPFNA »

COMMENTAIRES

Nombre total d'IPFNA à étalonner

Date.....

Signature du client :

- Dans le cadre d'un contrat, sauf avis de votre part, ces éléments seront repris pour les étalonnages ultérieurs.
- Le laboratoire de Mettler Toledo s'autorise à refuser un étalonnage d'IPFNA si les conditions nécessaires à leur bonne exécution ne sont pas requises

MODIFICATION DE LA PRESTATION D'ETALONNAGE

Si la prestation d'étalonnage doit déroger à la fiche de renseignement, veuillez préciser ci-dessous les modifications apportées. Le client doit valider la modification (visa).

INSTRUMENT CONCERNE
(Préciser le(s) N° série ou « Tous »)

MODIFICATION(S)

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Date.....

Signature du client :

IPFNA SUPPLEMENTAIRE

CARACTERISTIQUES DE L'IPFNA		
Marque de l'instrument		
Modèle de l'instrument		
Numéro de série		
Numéro interne		
Affichage	Numérique - Analogique	
Modèle approuvé	Oui – Non	
Coefficient de température (ppm/°C)		
Nombre d'étendues de mesure		
Portée maximale	Portée max 1	
	Portée max 2	
	Portée max 3	
Echelons	e 1 =	d 1 =
	e 2 =	d 2 =
	e 3 =	d 3 =

CARACTERISTIQUES D'ETALONNAGE	
ETENDUE DE PESAGE (§ 5.1)	
Etalonnage par étendue ?	Oui - Non
Si Oui, merci de préciser la plage de mesure (valeurs min et max)	
Si Oui, merci de préciser les valeurs des points de mesure	
Si Non, un étalonnage par point sera réalisé	
METHODE DE PESAGE (§ 5.2)	
L'essai de justesse est réalisé en ?	Mode Croissant – Mode Décroissant – Les deux
TARE (§ 5.3)	
Etalonnage avec une tare	Oui – Non
Si Oui, merci de préciser la valeur de la tare à appliquer	
CALIBRAGE (§ 5.4)	
L'utilisateur calibre-t-il l'instrument ?	Oui - Non
Si Oui, décrire la méthode	
Ecart de température estimé entre deux calibrages	
MESURE DE REPETABILITE (§6.3)	

Mettler-Toledo SAS

Répétabilité sur un seul point, centré sur l'étendue	Oui – Non
Répétabilité sur chaque point de mesure	Oui - Non
Nombre de pesées par point de mesure (3, 6 ou 10)	
EXCENTRATION (§ 5.5)	
Pesées excentrées sur le plateau ?	Oui – Non
Si Non, valeur moyenne des pesées	
Précisez la distance du centre du plateau (en cm)	
TEMPERATURES D'UTILISATION (§ 5.6)	
La pièce est-elle climatisée ?	Oui – Non
Précisez la plage de température de la pièce	
Si Non, précisez les températures en utilisation	
CORRECTION DES ERREURS D'INDICATION (§5.7)	
L'utilisateur corrige-t-il les erreurs d'indication ?	Oui – Non