

PROGRAMME SYSTÈME QUALITÉ DE L'AFRIQUE DE L'OUEST (PSQAO)  
APPUI À LA MISE EN ŒUVRE DE LA POLITIQUE QUALITÉ DE LA CEDEAO (ECOQUAL)  
FINANCÉ PAR L'UNION EUROPÉENNE  
EXÉCUTÉ PAR L'ONUDI



# ECOMET

COMITÉ COMMUNAUTAIRE DE MÉTROLOGIE DE LA CEDEAO



## GUIDE D'ÉTALONNAGE DANS LE DOMAINE DES MASSES

PSQAO | Programme Système  
Qualité de l'Afrique  
de l'Ouest



ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL

## REMERCIEMENTS

Ce document est publié par le Programme Système Qualité de l'Afrique de l'Ouest (PSQAO) mis en œuvre par l'Organisation des Nations Unies pour le développement industriel (ONUDI), financé par l'Union européenne, en appui à la Communauté Economique des États de l'Afrique de l'Ouest (CEDEAO). Il a été préparé sous la coordination générale de M. Bernard Bau, spécialiste du développement industriel au Département du commerce, de l'investissement et de l'innovation (TII) de l'ONUDI et Responsable du PSQAO et sous la coordination technique de M. Aka Jean Joseph Kouassi, Conseiller technique principal du PSQAO pour l'ONUDI. Ce document fait partie d'une série de guides de métrologie préparés par M. Gabriel Ahissou, experts en métrologie de l'ONUDI/PSQAO et validés par le Comité communautaire de métrologie de la CEDEAO (ECOMET). Nous reconnaissons la précieuse contribution des membres d'ECOMET: M. Paul Date (président), M. Gabriel Ahissou, M. Issa Sawadogo, M. Jose Antonio Carvalho, M. Déza Emmanuel Zabo, M. Jallow Amadou Tijan, M. Sanoussy Diakhaby, M. Cesario Augusto Nunes Correia, M. Shérif Abdul Rahman, M. Drissa Daou, M. Boubacar Issa, M. Bede Edqu Obayi, M. Ibrahima Sarr et M. Frank Martin. L'édition et la révision ont été réalisées par M. Christophe Marianne. La mise en forme du texte et le contrôle qualité ont été effectués par M. Christian Lasser et la réalisation graphique a été assurée par M. Doudou Ndiaye et M. Omar Tajmouati. Nos remerciements vont à toutes les autres personnes qui, bien que non citées ici, ont contribué à la réalisation de cette publication à travers leurs commentaires constructifs.

## VERSION ORIGINALE

La version française de ce document est la version originale. Ce document est appelé à être traduit dans les autres langues de la CEDEAO. En cas de contradiction entre les termes de la traduction et les termes de ce document, ce dernier prévaudra. Ce document ne peut être reproduit pour la vente.

### **CLAUSE DE NON-RESPONSABILITÉ:**

*Ce document a été réalisé avec le soutien financier de l'Union européenne.*

*Son contenu relève de la seule responsabilité des auteurs et ne reflète pas nécessairement les vues de l'ONUDI, de l'Union européenne, de la commission de la CEDEAO ni de tout Etat membre impliqué dans le projet.*

© 2019 ONUDI - Tous droits réservés. Licence octroyée à l'Union européenne sous conditions.

## Table des matières

<b>1. Introduction</b> .....	1
<b>2. Termes et définitions</b> .....	1
<b>3. Références</b> .....	3
<b>4. Aspects généraux</b> .....	3
4.1. Rangement des masses étalons.....	3
4.2. Manipulation des étalons .....	3
4.3. Nettoyage.....	3
4.4. Ajustage .....	4
4.5. Périodicité d'étalonnage.....	4
4.6. Somme d'étalons .....	4
4.7. Respect des temps .....	5
<b>5. Procédure d'évaluation des comparateurs</b> .....	5
5.1. Objet .....	5
5.2. Domaine d'application.....	5
5.3. Responsabilités.....	5
5.4. Principe de l'évaluation .....	5
5.5. Exploitation des mesures .....	7
5.6. Suivi métrologique des comparateurs.....	7
<b>6. Procédure d'étalonnage des masses</b> .....	8
6.1. Objet .....	8
6.2. Domaine d'application.....	8
6.3. Responsabilité .....	8
6.4. Principe d'étalonnage des masses .....	8
6.4.1. Opérations préliminaires .....	8
6.5. Mode opératoire.....	9
<b>7. Estimation de l'incertitude de mesure sur la masse conventionnelle</b> .....	11
<b>7.1. Composante évaluée par la méthode de type A</b> .....	11
<b>7.2. Incertitude évaluée par la méthode de type B</b> .....	12
7.2.1. Incertitude due au pas de quantification $U_{B1}$ .....	12
7.2.2. Incertitude-type de l'étalon de masse $U_{B2}$ .....	12
7.2.3. Incertitude de pérennité de l'étalon de masse $U_{B3}$ .....	12
7.2.4. Incertitude liée à la correction de la poussée de l'air $U_{B4}$ .....	13
7.2.5. Dégradation de l'incertitude élargie .....	16
7.2.6. Expression du résultat et de son incertitude .....	17
7.2.7. Méthode de classement des masses.....	17
7.2.8. Etablissement du constat de vérification.....	21
7.2.9. Exemple d'étalonnage d'un étalon.....	21

## 1. Introduction

Le présent guide met en œuvre la méthode d'évaluation d'un comparateur de masse et le processus de la détermination de la valeur conventionnelle d'une masse ainsi que l'incertitude associée.

## 2. Termes et définitions

- **Traçabilité métrologique:** propriété d'un résultat de mesure selon laquelle ce résultat peut être relié à une référence par l'intermédiaire d'une chaîne ininterrompue et documentée d'étalonnages dont chacun contribue à l'incertitude de mesure.
- **Mesurage:** processus consistant à obtenir expérimentalement une ou plusieurs valeurs que l'on peut raisonnablement attribuer à une grandeur.
- **Méthode de mesure:** description générique de l'organisation logique des opérations mises en œuvre dans un mesurage.
- **Processus de mesure:** Ensemble d'opérations effectuées pour déterminer la valeur d'une quantité.

**Note:** concept recouvrant tous les aspects relatifs à l'exécution et à la qualité du mesurage; il comprend le principe, la méthode, le mode opératoire, les valeurs des grandeurs d'influence et les étalons.

- **Méthode de mesure par substitution:** méthode de mesure dans laquelle la grandeur à mesurer est remplacée par une grandeur de même nature, de valeur connue, choisie de telle manière que les effets sur le dispositif indicateur soient les mêmes.

**Ex:** détermination d'une masse au moyen d'une balance et de masses marquées connues, par la méthode de substitution de Borda

- **Valeur conventionnelle:** valeur conventionnelle d'une grandeur, valeur attribuée à une grandeur par un accord pour un usage donné
- **Condition de répétabilité:** condition de mesurage dans un ensemble de conditions qui comprennent
  - ✓ la même procédure de mesure,
  - ✓ les mêmes opérateurs,
  - ✓ le même système de mesure,
  - ✓ les mêmes conditions de fonctionnement,
  - ✓ et le même lieu, ainsi que des mesurages,
  - ✓ répétés sur le même objet ou des objets similaires pendant une courte période de temps.
- **Condition de reproductibilité:** condition de mesurage dans un ensemble de conditions qui comprennent des lieux, des opérateurs et des systèmes de mesure différents, ainsi que des mesurages répétés sur le même objet ou des objets similaires.
- **Incertitude de mesure :** paramètre non négatif qui caractérise la dispersion des valeurs attribuées à un mesurande, à partir des informations utilisées.
- **Incertitude-type:** incertitude de mesure exprimée sous la forme d'un écart-type.

- **Évaluation par la méthode de type A** : Evaluation d'une composante de l'incertitude de mesure par une analyse statistique des valeurs mesurées obtenues dans des conditions définies de mesurage.
- **Évaluation par la méthode de type B** : Evaluation d'une composante de l'incertitude de mesure par d'autres moyens qu'une évaluation de type A de l'incertitude.
- **Budget d'incertitude**: liste de sources d'incertitude et de leurs incertitudes-types associées, établie en vue d'évaluer l'incertitude type composée associée à un résultat de mesure.
- **Incertitude-type composée**: incertitude-type obtenue en utilisant les incertitudes-types individuelles associées aux grandeurs d'entrée dans un modèle de mesure.
- **Facteur d'élargissement**: nombre supérieur à 1 par lequel on multiplie une incertitude-type composée pour obtenir une incertitude élargie.
- **Incertitude élargie**: produit d'une incertitude-type composée et d'un facteur supérieur au nombre 1.
- **Calibrage** (d'un appareil de mesure) : positionnement matériel des repères (éventuellement de certains repères principaux seulement) d'un appareil de mesure en fonction des valeurs correspondantes de la grandeur mesurée.
- **Ajustage d'un système de mesure**: ensemble d'opérations réalisées sur un système de mesure pour qu'il fournisse des indications prescrites correspondant à des valeurs données des grandeurs à mesurer.
- **Étalon de travail**: étalon qui est utilisé couramment pour étalonner ou contrôler des instruments de mesure ou des systèmes de mesure.
- **Étalon primaire**: étalon établi à l'aide d'une procédure de mesure primaire ou créé comme objet choisi par convention.
- **Étalon secondaire**: étalon établi par l'intermédiaire d'un étalonnage par rapport à un étalon primaire d'une grandeur de même nature.
- **Étalon international**: étalon reconnu par les signataires d'un accord international pour une utilisation mondiale.
- **Étalon national**: étalon reconnu par une autorité nationale pour servir, dans un état ou une économie, comme base à l'attribution de valeurs à d'autres étalons de grandeur de la même nature.
- **Dispositif de transfert**: dispositif utilisé comme intermédiaire pour comparer entre eux des étalons.
- **Étalon voyageur**: étalon, parfois de construction spéciale, destiné au transport en des lieux différents.
- **Masse marquée**: objet matériel servant à la détermination de la masse d'un corps. Une masse marquée n'a pas l'obligation de satisfaire aux spécifications d'une masse marquée légale appelé poids.
- **Poids** : un poids est une masse marquée légale; sa forme, sa constitution, sa valeur nominale et son erreur maximale tolérée sont règlementées.
- **Masse étalon**: masse marquée servant soit à l'étalonnage, soit à l'ajustage de masse marquée et d'instruments de pesage. Leurs erreurs maximales tolérées sont fonction de celles des objets à contrôler ou à régler.
- **Poids étalon** : poids servant soit à l'étalonnage, soit à l'ajustage de masses marquées et d'instruments de pesage.
- **Erreur maximale tolérée, emt** : valeur maximale de la différence, en plus ou en moins, autorisée par la réglementation, entre l'indication d'un instrument et la valeur vraie correspondante, déterminée par référence à des masses ou poids étalons, l'instrument étant à zéro à charge nulle dans la position de référence.

- **Masse conventionnelle (OIMLR33):** la valeur conventionnelle du résultat de la pesée dans l'air d'un corps est égale à la masse d'un étalon, de masse volumique conventionnellement choisie à une température conventionnellement choisie, qui équilibre ce corps à cette température de référence dans un air de masse volumique conventionnellement choisie.

### 3. Références

- ✓ Organisation internationale de Métrologie Légale (concernant les poids et les masses) R33: Valeur conventionnelle du résultat des pesées dans l'air
- ✓ R111 (Edition 2004): Poids des classes E<sub>1</sub>, E<sub>2</sub>, F<sub>1</sub>, F<sub>2</sub>, M<sub>1</sub>, M<sub>1-2</sub>, M<sub>2</sub>, M<sub>2-3</sub>, M<sub>3</sub>
- ✓ JCGM 100: 2008, Évaluation des données de mesure — Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM 1995 avec corrections mineures)
- ✓ JCGM 200: 2012, Vocabulaire international de métrologie – Concepts fondamentaux et généraux et termes associés (VIM, 3e édition) (JCGM 200:2008 avec corrections mineures)

## 4. Aspects généraux

### 4.1. Rangement des masses étalons

Pour conserver ses caractéristiques, une masse étalon doit être rangée dans un boîtier en bois ou en plastique avec emplacement individuel. La recommandation OIML en fait une obligation pour les étalons de classes E<sub>1</sub>-E<sub>2</sub>-F<sub>1</sub> et F<sub>2</sub>.

La présence à proximité du lieu de rangement d'un champ magnétique important (transformateur, alternateur, moteur électrique de puissance) est prohibée du fait de la possibilité de magnétiser les étalons. Ceci est d'autant plus vrai que les étalons sont réalisés en acier ordinaire mais vaut également pour les étalons réalisés en acier inoxydable dont la perméabilité magnétique est trop élevée (acier inoxydable ordinaire par exemple).

### 4.2. Manipulation des étalons

Les étalons de précision ne doivent jamais être manipulés avec les doigts. Les plus petites masses sont manipulées avec une pince, les masses jusqu'à 10 kg avec des fourchettes, à défaut avec des gants en coton ou en peau de chamois. Les grosses masses sont manipulées avec des dispositifs mécaniques spécifiques.

### 4.3. Nettoyage

Le nettoyage d'une masse a pour effet de rompre la traçabilité. En conséquence une telle opération n'est effectuée qu'en cas de nécessité. Les étalons en fonte sont brossés à la brosse métallique. Les étalons de classe F<sub>2</sub> et F<sub>1</sub> sont nettoyés avec un tissu de coton ou du papier optique imprégné d'éthanol. Les étalons de classe E<sub>1</sub> et E<sub>2</sub> sont nettoyés avec des procédés particuliers (ultrasons, ...) et, si besoin, un nettoyage local peut être réalisé à l'aide d'un coton tige imprégné d'éthanol.

Après nettoyage, il est nécessaire d'attendre plusieurs heures, voire plusieurs semaines, pour un étalon de très haut niveau pour que la masse étalon se stabilise.

La remise en état d'un étalon qui fait intervenir une mise en peinture doit tenir compte du temps nécessaire pour l'évaporation et la stabilisation des solvants avant de procéder à l'étalonnage.

Pour conserver la traçabilité d'un étalon nettoyé, il est nécessaire de procéder à un premier étalonnage de l'étalon avant son nettoyage et un second étalonnage après. Sauf avis contraire du demandeur de l'étalonnage, le certificat d'étalonnage ou le constat de vérification indiqueront la valeur obtenue avant nettoyage.

#### **4.4. Ajustage**

Si l'ajustage d'un étalon est réalisé, la condition nécessaire pour conserver sa traçabilité est d'effectuer un étalonnage avant et après l'ajustage et, sauf avis contraire du demandeur de l'ajustage, le certificat d'étalonnage ou le constat de vérification indiqueront la valeur obtenue avant ajustage.

#### **4.5. Périodicité d'étalonnage**

La périodicité d'étalonnage est un aspect important et délicat. En, effet les conditions d'utilisation ou de conservation sont le facteur essentiel de la perte de précision. Seules les opérations de surveillance fréquentes peuvent permettre de détecter une défaillance éventuelle du matériel.

Tout incident sur une masse étalon doit déclencher une opération de comparaison avec une autre de même qualité pour statuer sur la nécessité d'un nouvel étalonnage.

La périodicité d'étalonnage des étalons utilisés dans le cadre réglementaire est, sauf dérogation égale à 1 an.

En règle générale, pour les étalons de travail, la périodicité ne doit excéder un an. Pour les étalons de référence de laboratoire, la périodicité adoptée varie d'une (1) à trois (3) années, et peut être dans certains cas portée à cinq (5) années. Dans tous les cas, l'étude de la dérive constatée sur plusieurs étalonnages successifs est la source d'information la plus probante pour définir cette périodicité.

On est donc amené à adopter une périodicité assez courte en début de vie des étalons pour ensuite l'adapter au fur et à mesure que la connaissance sur la stabilité des étalons progresse.

#### **4.6. Somme d'étalons**

Lorsque plusieurs poids étalons sont ajoutés les uns aux autres pour former un étalon de masse supérieure :

- La masse conventionnelle de la somme est égale à la somme arithmétique des masses conventionnelles
- L'incertitude-type sur la somme est égale à la somme arithmétique des incertitudes-types de chacun des poids. La somme quadratique des incertitudes est très optimiste car les incertitudes entre les étalons de masse sont généralement fortement corrélées.

La combinaison des variances n'est pas appropriée pour la sommation des masses, car leurs valeurs sont fortement corrélées du fait de techniques utilisées pour définir les étalons de références. Les coefficients de corrélation obtenus sont généralement supérieurs à 0,7.

#### 4.7. Respect des temps

Le cadencement d'une pesée de l'étalon (mise en place, relevé de mesure, retrait) doit être respecté. De plus, le temps de séparation des différentes pesées successives de l'étalon et de la masse à étalonner doit être maintenu identique quel que soit le schéma de comparaison. Ce respect de cadencement des pesées permet d'éliminer la partie linéaire de la dérive d'indication du comparateur dans la détermination de l'écart Masse–Etalon (M-E).

### 5. Procédure d'évaluation des comparateurs

#### 5.1. Objet

Cette procédure décrit les dispositions à mettre en place pour l'évaluation périodique des comparateurs de masse afin de s'assurer de la fiabilité de leurs spécifications métrologiques.

#### 5.2. Domaine d'application

Cette procédure s'applique à l'ensemble des comparateurs utilisés dans un laboratoire pour l'étalonnage des masses.

#### 5.3. Responsabilités

Opérations	Compétence requise/Responsable
Opérations préliminaires	Technicien
Evaluation de la répétabilité	Technicien
Traitement des données	Technicien
Validation des données	Responsable Technique
Rédaction du rapport d'évaluation	Technicien
Validation du rapport d'évaluation	Responsable Technique

#### 5.4. Principe de l'évaluation

L'évaluation de la répétabilité d'un comparateur consiste en la réalisation de 10 déterminations par la méthode de substitution de Borda (de type EMME) en utilisant une même masse étalon pour jouer tour à tour le rôle de masse (M) ou d'étalon (E).



Le technicien :

- ✓ effectue un contrôle visuel du comparateur (niveau à bulle, propreté) ;
- ✓ au besoin, nettoie le plateau à l'alcool et le sèche à l'air ;
- ✓ met en marche le comparateur et veille à ce qu'il soit en fonctionnement depuis au moins 30 minutes ;
- ✓ vérifie les conditions d'environnement (température comprise entre 18 et 25°C ; taux d'humidité entre 20% et 80% ; la pression entre 960 hPa et 1020 hPa) ;
- ✓ relève la température de la salle, le taux d'humidité et la pression ;
- ✓ si disponible, note la pression fournie par le service de météorologie de l'Agence pour la Sécurité de la Navigation Aérienne (ASECNA) ;
- ✓ utilise une charge équivalente au point de mesure faisant l'objet d'une évaluation. Cette charge devant être constante dans le temps, des étalons de travail sont utilisés ;
- ✓ manipule la charge à l'aide du dispositif de manutention approprié (gants ; pinces et autres objets de manutention) ;
- ✓ dépose la charge au centre du plateau du comparateur et note le temps de stabilisation ;
- ✓ tare le comparateur après le premier dépôt de la charge (aucun tarage ne doit être effectué au cours de l'évaluation).

**Remarque :** *En cas de nécessité, l'évaluation peut être interrompue entre deux déterminations successives mais ne doit pas l'être pendant le cycle EMME. Les paramètres d'environnement sont à nouveau relevés à la reprise de l'évaluation.*

Le technicien effectue 40 dépôts successifs de la même charge systématiquement au centre du plateau du comparateur.

Les 40 dépôts sont répartis en 10 séries de 4 pesées (EMME) ou 10 déterminations et identifiées comme suit :

E : 1<sup>ère</sup> pesée de la charge = E<sub>1</sub>

M : 2<sup>ème</sup> pesée de la charge = M<sub>1</sub>

M : 3<sup>ème</sup> pesée de la charge = M<sub>2</sub>

E : 4<sup>ème</sup> pesée de la charge = E<sub>2</sub>

...

E : 37<sup>ème</sup> pesée de la charge = E<sub>19</sub>

M : 38<sup>ème</sup> pesée de la charge = M<sub>19</sub>

M : 39<sup>ème</sup> pesée de la charge = M<sub>20</sub>

E : 40<sup>ème</sup> pesée de la charge = E<sub>20</sub>

Les données de pesées sont notées manuellement sur une fiche de relevée de mesure (cf. fiche).

Ces données peuvent également être enregistrées à l'aide d'un logiciel (LabVIEW par exemple).

A partir des 10 déterminations, on calcule l'écart  $x_i$  comme suit :

$$x_i = \left[ \frac{M_{2i-1} + M_{2i}}{2} \right] - \left[ \frac{E_{2i-1} + E_{2i}}{2} \right]$$

Puis, on détermine la moyenne :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

et l'écart type sur les 10 valeurs de  $x_i$  obtenues :

$$S_x = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}}$$

Cette répétabilité peut être déterminée:

- ✓ Soit lors de la qualification de l'instrument aux valeurs nominales utilisées lors des étalonnages masses ;
- ✓ Soit lors des raccordements internes des masses étalons de travail.

Lors de la qualification initiale, l'évaluation est réalisée pour chaque valeur nominale de poids à étalonner sur le comparateur.

Au vu des résultats, des plages de surveillance peuvent être définies, regroupant plusieurs valeurs nominales, pour lesquelles une seule évaluation est jugée nécessaire.

Cette composante est déterminée avec une périodicité recommandée de six (06) mois.

La répétabilité du processus d'étalonnage fait l'objet d'un suivi graphique.

## 5.5. Exploitation des mesures

L'écart type de répétabilité  $S_x$  obtenu sur les 10 valeurs de  $X_i$  est comparé à la valeur retenue comme limite tolérée ( $S_{LT}$ ) qui est prise en compte dans les calculs d'incertitudes.

Si cette valeur est telle que  $S_x > S_{LT}$ , le Responsable Technique est informé et juge de l'action à entreprendre (recommencer les mesures, demander une intervention SAV, etc.).

## 5.6. Suivi métrologique des comparateurs

A l'issue de la qualification et au vu des résultats d'écart type obtenus pour chaque valeur nominale, une valeur limite tolérée est adoptée par le laboratoire. C'est cette valeur qui est utilisée comme paramètre pour les calculs de l'incertitude d'étalonnage d'une masse de travail ou d'une masse client.

En outre, si le comportement du comparateur le permet, il est préconisé de regrouper les valeurs similaires en famille de valeurs. Ce regroupement limite la surveillance de la détermination de l'écart type de comparaison aux seules valeurs choisies comme caractéristiques du comportement du comparateur considéré.

## 6. Procédure d'étalonnage des masses

### 6.1. Objet

Cette procédure décrit les opérations à réaliser pour étalonner une masse par comparaison à un étalon de même valeur nominale en masse conventionnelle au sein d'un laboratoire d'étalonnage des masses.

### 6.2. Domaine d'application

Elle s'applique à l'ensemble des masses qu'un laboratoire est amené à étalonner. C'est à dire qu'elle s'applique aussi bien aux masses des clients qu'aux étalons de travail du laboratoire.

### 6.3. Responsabilité

Opérations	Responsables
Opérations préliminaires	Le technicien en charge de l'étalonnage
Etalonnage	Le technicien en charge de l'étalonnage
Traitement des données	Le technicien en charge de l'étalonnage
Validation des données	Le Responsable technique
Rédaction du certificat	Le technicien en charge de l'étalonnage
Validation du certificat	Le Responsable technique

### 6.4. Principe d'étalonnage des masses

#### 6.4.1. Opérations préliminaires

- ✓ Respecter les conditions d'environnement pour les masses:
  - Régulation en température et hygrométrie
  - Attention : éviter la condensation, rouille de certaines masses

- o Instruments raccordés à la chaîne nationale suivant périodicité définie
- ✓ Respect des conditions d'environnement pour les comparateurs :
  - o Respecter les conditions spécifiées par le constructeur du comparateur
  - o Stabilisation thermique (cf. R111 Edition 2004)
  - o Instrument calibré et vérifié suivant une périodicité
- ✓ Support stable, protégé des vibrations, cage
- ✓ Manipulation: avec soin, pinces, gants
- ✓ Préalablement à l'étalonnage, le laboratoire procède à l'identification des masses à étalonner ou, à défaut, sur le boîtier de la masse concernée.

### 6.5. Mode opératoire

La détermination de la valeur de la masse à étalonner consiste à la comparer à un étalon de référence connu de même valeur nominale, à l'aide d'un comparateur de masse. Pour cela, on effectue une pesée par substitution dite de Borda où l'étalon et la masse à étalonner sont placés successivement sur le plateau du comparateur.

Plusieurs schémas de substitution peuvent être utilisés notamment les comparaisons de type EMME, MEEM et EME.

Le schéma de substitution préconisé dans le cadre de l'étalonnage des masses en utilisant le comparateur ou la balance numérique est le type EMME ou MEEM.

Cette séquence permet de s'affranchir des parties linéaires de la dérive.

Il s'effectue avec quatre pesées obtenues en plaçant successivement sur le plateau du comparateur :

- l'étalon : indication  $X_{E1}$  du comparateur,
- la masse : indication  $X_{M1}$  du comparateur,
- la masse : indication  $X_{M2}$  du comparateur,
- l'étalon : indication  $X_{E2}$  du comparateur.

L'ensemble de ces pesées constitue une détermination.

Le résultat de la comparaison EMME est donné par :

$$X_1 = [M - E] = \left[ \frac{M_1 + M_2}{2} \right] - \left[ \frac{E_1 + E_2}{2} \right]$$

Une détermination permet d'obtenir une valeur de masse, après avoir apporté les corrections nécessaires. Pour exclure une dérive des pesées, à cause de la température, on répète les comparaisons entre l'étalon et la masse à étalonner.

Lorsqu'une boîte comporte plusieurs masses de même valeur, la masse dite non-pointée est toujours étalonnée en premier et le doublon en second lieu. A côté de chaque comparateur, un emplacement identifié est prévu pour recevoir l'étalon ou la masse à étalonner.

- l'étalon est placé en premier à son emplacement prévu,
- la masse à étalonner est disposée ensuite,
- l'étalonnage ne peut commencer qu'après la mise en place des deux masses,
- le rangement se fait en ordre inverse.

La répétition  $p$  fois du schéma EMME permet d'obtenir  $p$  déterminations. On évalue l'écart  $X_i$  des  $p$  déterminations.

$$X_i = \left[ \frac{M_{2i-1} + M_{2i}}{2} \right] - \left[ \frac{E_{2i-1} + E_{2i}}{2} \right]$$

Le résultat d'étalonnage est alors donné sur la moyenne de ces  $p$  déterminations.

$$\bar{X} = \frac{1}{p} \sum_{i=1}^p x_i$$

Puis on détermine la valeur de masse conventionnelle de la masse étalonnée  $M_c$  en tenant compte de la correction de la poussée de l'air en utilisant l'expression suivante :

$$M_c = \bar{X} \left[ 1 + (\rho_a - \rho_0) \cdot \frac{1}{\rho_m} \right] + E_c \cdot \left[ 1 + (\rho_a - \rho_0) \cdot \left( \frac{1}{\rho_m} - \frac{1}{\rho_e} \right) \right]$$

Où

$E_c$  : valeur conventionnelle de la masse étalon de travail

$\rho_e$  : masse volumique de la masse étalon de travail

$\rho_m$  : masse volumique de la masse à étalonner

$\rho_a$  : masse volumique de l'air

$\rho_0$  : 1,2 kg.m<sup>-3</sup>

La masse volumique de l'air lors de l'étalonnage est déterminée à partir de la formule simplifiée de la Conférence Internationale des Poids et Mesures (CIPM) dont l'expression est la suivante :

$$\rho_a \approx \frac{0,348444 \cdot p - (0,00252 \cdot t - 0,020582) \cdot h}{273,15 + t}$$

$t$  : température de l'air en ° C

$p$  : pression atmosphérique de l'air en mbar ou  $hPa$

$h$  : taux d'humidité relative de l'air en %

Tableau N°1 : nombre de déterminations préconisé en fonction de la classe des masses

	Classe E	Classe F	Classe M
Nombre de déterminations précommandées	6	3	1

**NB** : Pour les masses de valeur nominale supérieure ou égale à 100 kg, un autre schéma de substitution pourra être utilisé après justification.

## 7. Estimation de l'incertitude de mesure sur la masse conventionnelle

### 7.1. Composante évaluée par la méthode de type A

La composante  $U_A$  correspond à l'incertitude de répétabilité pour la moyenne des  $p$  déterminations :

$$U_A = \frac{S_x}{\sqrt{p}}$$

*Dans la pratique, afin de conserver une incertitude de type A constante dans le temps, la répétabilité du processus d'étalonnage est majorée. Un suivi de l'évaluation de cette valeur est effectué afin de vérifier que la valeur actuelle reste toujours inférieure ou égale à la valeur majorée suivant une périodicité maximale de six (06) mois. On affecte à  $S_x$  la valeur majorée de l'écart type de répétabilité issue de l'évaluation initiale du comparateur de masses utilisé pour l'étalonnage.*

## 7.2. Incertitude évaluée par la méthode de type B

### 7.2.1. Incertitude due au pas de quantification $U_{B1}$

Pour les instruments de pesage à indication numérique d'échelon réel  $d$ , on considère que la distribution des valeurs comprises entre  $(N-1)d$  et  $(N+1)d$  peut être approximée par un triangle isocèle de base  $2d$  et de hauteur  $1/d$ . La variance d'une telle distribution est égale à :

$$U_{B1} = \frac{d^2}{6}$$

Et la composante d'incertitude type sur une pesée due au pas de quantification du comparateur est donc égale à :

$$\frac{d}{\sqrt{6}}$$

La comparaison de deux masses fait toujours intervenir le pas de quantification deux fois :

$$U_{B1} = \frac{d}{\sqrt{3}}$$

La répétition des comparaisons ne permet de réduire cette composante d'incertitude : si l'on effectue  $n$  comparaisons, l'incertitude reste égale à :

$$\frac{d}{\sqrt{3}}$$

### 7.2.2. Incertitude-type de l'étalon de masse $U_{B2}$

L'incertitude d'étalonnage de l'étalon de masse utilisée  $U_E$  est obtenue à partir du certificat d'étalonnage de celle-ci. Le certificat d'étalonnage précise la valeur du facteur d'élargissement  $k$ , celui-ci est égale à 2 :

$$U_{B2} = \frac{U_E}{k}$$

### 7.2.3. Incertitude de pérennité de l'étalon de masse $U_{B3}$

Le laboratoire met en place un suivi des masses de référence et de travail. Ce suivi sera présenté sous forme graphique faisant apparaître la valeur des masses ainsi que l'incertitude et l'incertitude-type.

Si ce suivi ne met pas en évidence de variation significative des masses, leur incertitude-type de pérennité sera égale à l'incertitude d'étalonnage :

$$U_{B3} = U_{B2}$$

Dans le cas contraire, l'incertitude-type de pérennité est évaluée à partir de ce suivi.

Soit  $\Delta_E$  l'écart entre deux étalonnages :

$$\text{Donc } U_p = \frac{|\Delta_E|}{\sqrt{3}}; \quad U_{B3} = \max(U_{B2}, U_p)$$

Dans l'attente de disposer d'historique suffisant, l'incertitude-type de pérennité des masses de référence et de travail sera égale à l'incertitude-type d'étalonnage.

Dans tous les cas, il convient de considérer que l'incertitude de pérennité d'une masse ne peut pas être inférieure à son incertitude d'étalonnage.

#### 7.2.4. Incertitude liée à la correction de la poussée de l'air $U_{B4}$

La formule simplifiée de la masse volumique de l'air est:

$$\rho_a = \frac{0,00348444p - (0,00252.t - 0,020582).h}{273,15 + t}$$

La correction de la poussée de l'air a pour expression :

$$\text{CorAir} \approx C_M \left[ \left( \rho_a - \rho_0 \right) \left( \frac{1}{\rho_m} - \frac{1}{\rho_e} \right) \right]$$

avec :

$\rho_a$  = masse volumique de l'air

$\rho_0$  = 1,2 kg.m<sup>-3</sup>

$\rho_e$  = masse volumique de la masse étalon de travail

$\rho_m$  = masse volumique de la masse à étalonner (masse soumise à l'étalonnage)

$C_M$  = valeur conventionnelle de la masse (ou valeur nominale de la masse)

Les masses sont soumises à une force proportionnelle à la masse volumique de l'air qui est fonction de la température, la pression et l'air ambiant.

Les étalonnages sont effectués en masse conventionnelle.

Le laboratoire évalue la composante d'incertitude liée à la correction de la poussée de l'air

Dans le cas où:

- Le laboratoire effectue la correction de poussée de l'air: il mesure ou évalue les paramètres suivants, température, pression, humidité de l'air, masse volumique de l'étalon et de la masse étalonnée....., estime leurs incertitudes et en déduit l'incertitude sur les corrections effectuées,
- Le laboratoire n'effectue pas la correction de la poussée de l'air: pour les étalonnages en masse conventionnelle, le laboratoire détermine les limites dans lesquelles se trouve la masse volumique de l'air d'une part, et les masses volumiques des masses



(masses de référence, masse de travail et masse à étalonner) d'autre part, compte tenu des incertitudes à demander.

La correction n'étant pas faite, son étendue maximale est déterminée afin de l'intégrer en tant que composante d'incertitude dans le calcul de l'incertitude résultante de la masse conventionnelle de la masse étalonnée :

$$U_{B4} = \frac{CorAirMax}{2\sqrt{3}}$$

En pratique, lorsqu'on ne dispose pas d'informations suffisantes sur la masse volumique de la masse à étalonner, on peut se référer aux tableaux suivants de la recommandation OIML R:111 pour le choix des valeurs et de l'incertitude type associée.

Pour ce qui est des étalons de référence et de travail, les données proviennent des constructeurs de masses.

En ce qui concerne les masses des clients, les fourchettes retenues proviennent de la recommandation OIMLR:111 en fonction de la classe de la masse.

Sachant que la valeur retenue est bornée par les fourchettes de la masse volumique des alliages utilisées pour la construction des masses provenant de la même recommandation R111 à savoir :

Valeur maximale :  $8600+170=8770 \text{ kg/m}^3$

Valeur minimale :  $2700-130=2570 \text{ kg / m}^3$

Tableau N°2 : \_Limites inférieures et supérieures pour la masse volumique ( $\rho_{\min}$ ,  $\rho_{\max}$ )

Valeur nominale	$\rho_{\min}$ , $\rho_{\max}$ ( $10^3 \text{ kg/m}^3$ )							
	Classe E1	Classe E2	Classe F1	Classe F2	Classe M1	Classe M <sub>1-2</sub>	Classe M <sub>2</sub>	Classe M <sub>1-2</sub>
≥ 100 g	7,934 - 8,067	7,81 - 8,21	7,39 - 8,73	6,4 - 10,7	≥4,4	≥ 3,0	≥ 2,3	≥ 1,5
50 g	7,92 - 8,08	7,74 - 8,28	7,27 - 8,89	6,0 - 12,0	≥4,0			
20 g	7,84 - 8,17	7,50 - 8,57	6,6 - 10,1	4,8 - 24,0	≥2,6			
10 g	7,74 - 8,28	7,27 - 8,89	6,0 - 12,0	≥ 4,0	≥ 2,0			
5 g	7,62 - 8,42	6,9 - 9,6	5,3 - 6,0	≥ 3,0				
2 g	7,27 - 8,89	6,0 - 12,0	≥4,0	≥2,0				
1g	6,9 - 9,6	5,3 - 16	≥ 3,0					
500 mg	6,3 - 10,9	≥4,4	≥2,2					
200 mg	5,3 - 16,0	≥ 3,0						
100 mg	≥ 4,4							
50 mg	≥ 3,4							
20 mg	≥2,3							

**Tableau N°3** : Incertitudes élargies en fonction de l'alliage et de la masse volumique

<b>Alliage</b>	<b>Masse volumique en kg/m<sup>3</sup></b>	<b>Incertitude (k=2) ± en kg/m<sup>3</sup></b>
Platine	21400	150
Nickel d'argent	8600	170
Laiton	8400	170
Acier inoxydable	7950	140
Acier carbone	7700	200
Fer	7800	200
Fonte de fer (blanche)	7700	400
Fonte de fer grise	7100	600
Aluminium	2700	130

Les causes d'incertitudes étant supposées indépendantes, l'incertitude-type composée s'obtient en effectuant la somme quadratique des incertitudes-types :

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_{B1}^2 + u_{B2}^2 + u_{B3}^2 + u_{B4}^2}$$

L'incertitude élargie est déterminée pour un facteur d'élargissement  $k=2$  par l'expression suivante :

$$U_E = 2U_C.$$

### 7.2.5. Dégradation de l'incertitude élargie

Les incertitudes mentionnées dans les portées d'accréditation ne tiennent pas compte des caractéristiques métrologiques des masses à étalonner.

Lorsque les meilleures possibilités d'étalonnage ne peuvent être tenues, par exemple du fait de l'incertitude induite par l'objet à étalonner, le laboratoire « dégrade » ces meilleures incertitudes. Cette pratique n'est pas considérée comme une modification de la méthode.

La procédure technique utilisée pour la dégradation des incertitudes doit être documentée dans le système qualité du laboratoire.

En l'absence de détermination des caractéristiques métrologiques des masses, les incertitudes d'étalonnage sont dégradées en se basant sur les caractéristiques physiques et le marquage des masses définis par la recommandation R111 (édition 2004) de l'OIML. Il est

recommandé de donner une incertitude d'étalonnage élargie qui ne soit pas supérieure au tiers de l'erreur maximale tolérée (EMT) de cette masse.

Le laboratoire précise pour chaque classe de chaque texte de référence retenu, l'incertitude qu'il délivre en fonction de ses moyens, méthodes et caractéristiques à mesurer.

### 7.2.6. Expression du résultat et de son incertitude

L'incertitude associée au résultat d'étalonnage est exprimée en incertitude élargie (facteur d'élargissement  $k=2$ ). Elle comporte deux chiffres significatifs et elle est complétée par l'unité requise. Si le second chiffre qui la compose est égal à zéro, ce chiffre figure quand même dans l'expression de l'incertitude.

Exemple : 3,0 mg

Le résultat d'étalonnage doit être arrondi de sorte à présenter le même dernier chiffre que l'incertitude associée. Il est également complété par l'unité dans laquelle il est exprimé. Chaque groupe de trois chiffres est séparé des suivants par un espace.

Exemple : 1 000,002 3 g  $\pm$  3,0 mg

### 7.2.7. Méthode de classement des masses

Le laboratoire :

- étalonne la masse suivant la procédure décrite ci-dessus ;
- évalue l'erreur de justesse  $E_j$  (*différence entre la valeur nominale de la masse et sa valeur conventionnelle vraie issue de l'étalonnage*) ;
- compare l'erreur maximale tolérée ( $\delta m$ ) de la masse étalonnée à l'erreur de justesse ( $E_j$ ) augmentée de l'incertitude élargie d'étalonnage ( $U$ ) ;
- s'assure que la relation  $|E_j| + U \leq \delta m$  est vérifiée ;

Suivant la recommandation R111 (Edition 2004), l'incertitude  $U_{\text{étalonnage}}$  doit respecter l'inégalité :

$$U_{\text{étalonnage}}(k = 2) \leq \frac{\delta m_{\text{classe considérée}}}{3}$$

$$M_0 - (\delta m_{\text{classe considérée}} - U_{\text{étalonnage}}) \leq M_C \leq M_0 + (\delta m_{\text{classe considérée}} - U_{\text{étalonnage}})$$

- s'assure que la relation  $U_{\text{étalonnage}}(k = 2) \leq \frac{\delta m_{\text{classe considérée}}}{3}$  est vérifiée ;
- vérifie le marquage en se référant au tableau N°4 ci-dessous ;
- édite le constat de vérification.

Lorsque l'incertitude d'étalonnage est supérieure au tiers de l'erreur maximale tolérée de la classe ( $U_{\text{étalonnage}}(k = 2) > \frac{\delta m_{\text{classe considérée}}}{3}$ ), le constat de vérification n'est pas délivré pour la masse concernée. Le client est informé préalablement lors de l'élaboration du devis ou de la revue de contrat des masses pour lesquelles il ne sera pas délivré de constat de vérification.

Pour chaque masse, l'écart entre la valeur de masse conventionnelle ( $M_C$ ) (*déterminée avec une incertitude élargie*) et sa valeur nominale ( $M_0$ ) ne doit pas excéder la valeur de la différence : erreur maximale tolérée ( $\delta m$ ) moins incertitude élargie.

$$M_0 - (\delta m_{\text{classe considérée}} - U_{\text{étalonnage}}) \leq M_C \leq M_0 + (\delta m_{\text{classe considérée}} - U_{\text{étalonnage}})$$

où  $M_0$  est la valeur nominale de la masse à étalonner ou la valeur nominale de l'étalon de travail (elles sont identiques),

$\delta m_{\text{classe considérée}}$  est prise égale à celle correspondant aux classes de précision définies par la recommandation R111 et l'incertitude d'étalonnage ( $U_{\text{étalonnage}}$ ) de la masse étalonnée.

Tableau N° 4 : Marquage des Poids

Classe	Marquage
E1	Classe indiquée sur le couvercle
E2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- classe indiquée sur le couvercle</li> <li>- peuvent porter un point excentré sur la surface supérieure</li> <li>- qualité de l'état de surface non affectée par les marquages ou par le procédé de marquage</li> </ul>
F1	<p>Tous les poids F1 de 1 g ou plus</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- aucune référence de classe</li> <li>- indication de la valeur nominale par brunissage ou gravure (non suivie du nom ou du symbole de l'unité)</li> </ul>
F2	Poids F2 $\geq$ 1 g : référence de la classe sous forme d'un « F » avec indication de la valeur nominale (non-suivie du nom ou du symbole de l'unité)
M1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- « M1 » ou « M », marqué en creux ou en relief avec l'indication de la valeur nominale suivie du symbole « g » ou « kg »</li> <li>- peut porter la marque du fabricant en creux ou en relief sur la partie centrale</li> </ul>
M2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- « M2 » marqué en creux ou en relief avec l'indication de la valeur nominale suivie par le symbole « g » ou « kg »</li> </ul>
M3	<ul style="list-style-type: none"> <li>- « M3 » ou « X » marqué en creux ou en relief avec l'indication de la valeur nominale suivie par le symbole « g » ou « kg »</li> </ul>
M2 et M3	<p>Les poids M2 et M3 peuvent porter la marque du fabricant en creux ou en relief :</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• sur la portion centrale d'un poids rectangulaire ;</li> <li>• sur la surface supérieure du bouton pour les poids cylindriques ;</li> <li>• sur la face supérieure du cylindre pour les poids cylindriques de classe M3 qui sont équipés d'une poignée.</li> </ul>
M1-2 et M2-3	<ul style="list-style-type: none"> <li>• doivent porter « M1-2 » ou « M2-3 » en creux ou en relief, avec la valeur nominale suivie du symbole « kg »</li> <li>• peuvent porter la marque du fabricant en creux ou en relief sur la face supérieure de la surface et avec une taille similaire à celle requise pour les poids M1, M2, M3</li> </ul>

Tableau N°5 : Erreur maximale tolérée pour un poids étalon (en mg)

Valeur nominal e	$\pm \delta m$ en mg								
	Class e E1	Class e E2	Class e F1	Class e F2	Class e M1	Class e M1- 2	Class e M2	Class e M2- 3	Class e M3
<b>50 kg</b>	25	80	250	800	2 500	5 000	8 000	16 000	25 000
<b>20 kg</b>	10	30	100	300	1 000		3 000		10 000
<b>10 kg</b>	5.0	16	50	160	500		1 600		5 000
<b>5 kg</b>	2.5	8.0	25	80	250		800		2 500
<b>2 kg</b>	1.0	3.0	10	30	100		300		1 000
<b>1 kg</b>	0.5	1.6	5.0	16	50		160		500
<b>500 g</b>	0.25	0.8	2.5	8.0	25		80		250
<b>200 g</b>	0.10	0.3	1.0	3.0	10		30		100
<b>100 g</b>	0.05	0.16	0.5	1.6	5.0		16		50
<b>50 g</b>	0.03	0.10	0.3	1.0	3.0		10		30
<b>20 g</b>	0.025	0.08	0.25	0.8	2.5		8.0		25
<b>10 g</b>	0.020	0.06	0.20	0.6	2.0		6.0		20
<b>5 g</b>	0.016	0.05	0.16	0.5	1.6		5.0		16
<b>2 g</b>	0.012	0.04	0.12	0.4	1.2		4.0		12
<b>1 g</b>	0.010	0.03	0.10	0.3	1.0		3.0		10
<b>500 mg</b>	0.008	0.025	0.08	0.25	0.8		2.5		
<b>200 mg</b>	0.006	0.020	0.06	0.20	0.6		2.0		
<b>100 mg</b>	0.005	0.016	0.05	0.16	0.5		1.6		
<b>50 mg</b>	0.004	0.012	0.04	0.12	0.4				

<b>20 mg</b>	0.003	0.010	0.03	0.10	0.3				
<b>10 mg</b>	0.003	0.008	0.025	0.08	0.25				
<b>5 mg</b>	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
<b>2 mg</b>	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				
<b>1 mg</b>	0.003	0.006	0.020	0.06	0.20				

### 7.2.8. Etablissement du constat de vérification

Un constat de vérification est délivré par le laboratoire pour une masse qui a été au préalable étalonnée selon la procédure d'étalonnage décrite ci-dessus et qui est conforme aux exigences de la classe pour laquelle elle a été fabriquée.

Le constat de vérification est émis après l'étalonnage sur demande du client. Ainsi, la date de vérification et celle d'émission du constat correspondent à la date ou période d'étalonnage.

La date d'émission du constat est différente de celle ou période d'étalonnage lorsque le laboratoire doit procéder à la correction d'un original. Dans ce cas, outre la mention << ce constat annule et remplace le constat n°...>> sous l'en-tête du constat, le laboratoire précise à la rubrique <<renseignements complémentaires>> la date d'émission du constat remplacé.

La rubrique <<renseignements complémentaires>> peut comporter, le cas échéant les éléments suivants :

- le résultat de l'étalonnage avant ajustage, dans le cas où la masse a été ajustée ;
- la valeur d'une masse étalon non-identifiée par un marquage individuel, etc.

### 7.2.9. Exemple d'étalonnage d'un étalon

L'étalonnage de l'étalon est réalisé aux conditions suivantes :

- L'étalon inconnu de masse nominale 1 kg (appelé masse pour éviter toute confusion) est étalonné en masse conventionnelle  $M_C$ . Sa masse volumique est  $7950 \text{ kg/m}^3$
- L'étalon de comparaison a même valeur nominale. Sa valeur conventionnelle est  $E_C=1000,002 \text{ g}$  avec une incertitude élargie de  $2,0 \text{ mg}$
- L'étalonnage est réalisé en effectuant trois schémas EMME sur un comparateur de résolution  $d= 1 \text{ mg}$ . La valeur maximale de l'écart type de répétabilité ( $S_{max}$ ) adoptée sur ce comparateur à la valeur nominale de  $1 \text{ kg}$  est  $S_{max}= 0,8 \text{ mg}$
- Les conditions d'environnement sont les suivants : température à  $23 \text{ °C}$  ; taux d'humidité à  $53\% \text{ HR}$  ; Pression à  $1010 \text{ hPa}$  et par conséquent la masse volumique de l'air  $\rho_a=1,188 \text{ kg/m}^3$



Les valeurs relevées au cours des trois déterminations ainsi que les écarts  $X_i$  sont consignés dans le tableau ci-dessous :

Détermination	Relevé des mesures				Ecart $X_i$
	E	M	M	E	
1 <sup>ère</sup>	1 mg	2 mg	3 mg	2 mg	$X_1 = 1$ mg
2 <sup>ème</sup>	1 mg	3 mg	2 mg	1 mg	$X_2 = 1,5$ mg
3 <sup>ème</sup>	1 mg	3 mg	3 mg	2 mg	$X_3 = 1,5$ mg

Moyenne ( $X_1, X_2, X_3$ ) = 1,3 mg

La valeur conventionnelle de la masse  $M_c = 1000,0037$  g ;

$U_{A1} = 0,461$  mg ;  $U_{B1} = 0,577$  mg ;  $U_{B2} = 1$  mg ;  $U_{B3} = 1$  mg ;  $U_{B4} = 0$  mg

$U_c = 1,5954$  mg ;

Incertitude élargie  $U_E = 3,19$  mg

Résultat d'étalonnage :  $M_c = 1000,0037$  g avec une incertitude élargie  $U_E = 3,2$  mg

PROGRAMME SYSTÈME QUALITÉ DE L'AFRIQUE DE L'OUEST (PSQA0)  
APPUI À LA MISE EN ŒUVRE DE LA POLITIQUE QUALITÉ DE LA CEDEAO (ECOQUAL)  
FINANCÉ PAR L'UNION EUROPÉENNE  
EXÉCUTÉ PAR L'ONUDI



Union Européenne



Département du commerce, des investissements  
et de l'innovation (TII)

Centre international de Vienne B.P. 300,  
1400 Vienne, Autriche

Email: [tii@unido.org](mailto:tii@unido.org)

[www.unido.org](http://www.unido.org)

Programme Système Qualité de l'Afrique  
de l'Ouest

ECOWAS Building River Mall & Plaza Central Area,  
Abuja FCT Nigeria

Email: [contact@ecowaq.org](mailto:contact@ecowaq.org)

[www.ecowaq.org](http://www.ecowaq.org)

EXÉCUTÉ PAR



ORGANISATION DES NATIONS UNIES  
POUR LE DÉVELOPPEMENT INDUSTRIEL