
**Densimètres à oscillations —
Partie 1:
Instruments de laboratoire**

Oscillation-type density meters —

Part 1: Laboratory instruments

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 15212-1:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4efbb1aa-47ab-420e-8ed7-20c5998402b5/iso-15212-1-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4efbb1aa-47ab-420e-8ed7-20c5998402b5/iso-15212-1-1998>



Sommaire

	Page
1 Domaine d'application.....	1
2 Références normatives	1
3 Définitions	2
4 Principe et unités fonctionnelles	2
4.1 Principe de mesurage.....	2
4.2 Unités fonctionnelles	2
5 Capteur de densité.....	3
5.1 Matériau du capteur.....	3
5.2 Modèle de conception du capteur.....	3
6 Exigences et essais	4
6.1 Système d'oscillation	4
6.2 Contrôle et mesurage de la température.....	5
6.3 Affichages.....	7
6.4 Éléments auxiliaires et transfert de données	7
6.5 Exigences de sécurité	8
6.6 Compatibilité électromagnétique.....	8
7 Ajustage.....	8
8 Étalonnage.....	8
8.1 Densité des liquides de référence.....	8
8.2 Liquides de référence ayant une densité particulière.....	9
8.3 Exigences d'étalonnage	9

© ISO 1998

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'éditeur.

Organisation internationale de normalisation
Case postale 56 • CH-1211 Genève 20 • Suisse
Internet iso@iso.ch

Version française tirée en 1999

Imprimé en Suisse

8.4 Mode opératoire d'étalonnage	9
9 Exactitude du densimètre	10
10 Manuel	10
11 Marquage	11
Annexe A (normative) Densité et compressibilité de l'eau pure	12
Annexe B (normative) Densité de l'air humide	16
Annex C (informative) Bibliographie	19

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 15212-1:1998](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4efbb1aa-47ab-420e-8ed7-20c5998402b5/iso-15212-1-1998)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4efbb1aa-47ab-420e-8ed7-20c5998402b5/iso-15212-1-1998>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

La Norme internationale ISO 15212-1 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 48, *Verrerie de laboratoire et appareils connexes*, sous-comité SC 4, *Instruments de mesure de la densité*.

L'ISO 15212 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Densimètres à oscillations*:

- *Partie 1: Instruments de laboratoire*
- *Partie 2: Instruments pour le traitement des liquides*

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale. L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information

iTeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4efbb1aa-47ab-420e-8ed7-20c5998402b5/iso-15212-1-1998>

Densimètre à oscillations —

Partie 1: Instruments de laboratoire

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 15212 spécifie les exigences de métrologie et autres applicables aux densimètres à oscillations utilisés dans les laboratoires pour tous les types d'échantillons de fluides homogènes. En outre, elle présente une méthode d'ajustage et d'étalonnage des instruments de laboratoire. Ces instruments sont des éléments isolés ou font partie d'un équipement de mesure complexe fournissant d'autres paramètres d'essai sur l'échantillon.

La présente partie de l'ISO 15212 ne décrit pas la méthode d'utilisation des densimètres dans le cas d'applications ou de produits particuliers, tels que les produits pétroliers ou les boissons; de telles méthodes d'utilisation peuvent être définies par des organismes tels que l'ISO ou des agences gouvernementales compétentes.

La présente partie de l'ISO 15212 ne définit pas la spécification d'un instrument pour une application particulière quelconque. Pour obtenir ces informations, il convient de se référer à la norme traitant de la méthode d'utilisation.

La présente partie de l'ISO 15212 est destinée aux fabricants de densimètres et aux organismes procédant aux essais et à la certification de conformité des densimètres. En outre, cette partie de l'ISO 15212 présente des recommandations pour l'ajustage et l'étalonnage des densimètres par l'utilisateur.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 15212. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 15212 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

ISO 3585:1998, *Verre borosilicaté 3.3 — Propriétés.*

ISO 3696:1987, *Eau pour laboratoire à usage analytique — Spécification et méthodes d'essai.*

CEI 61010-1:1990, *Règles de sécurité pour appareils électriques de mesure, de régulation et de laboratoire. — Partie 1: Prescriptions générales.*

CEI 61326-1:1997, *Matériels électriques de mesure, de commande et de laboratoire — Prescriptions relatives à la CEM — Partie 1: Prescriptions générales.*

CEI 61326-1:—¹⁾, Amendement.

1) À publier.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 15212, les définitions suivantes s'appliquent.

NOTE Les définitions et termes utilisés sont conformes au *Vocabulaire international des termes fondamentaux et généraux de métrologie*.

3.1

ajustage (d'un densimètre)

opération destinée à amener l'appareil à un fonctionnement convenable pour son utilisation en réglant ou en ajustant les constantes du densimètre

NOTE En procédant à l'ajustage, on élimine les écarts systématiques de mesurage dans la mesure nécessaire à l'application prévue. L'ajustage exige une intervention qui modifie définitivement l'instrument.

3.2

étalonnage (d'un densimètre)

ensemble d'opérations établissant la relation entre la densité de référence d'étalons et la densité correspondante indiquée par l'instrument

NOTE Lors de l'étalonnage, il ne se produit aucune intervention qui modifie, par exemple, définitivement les constantes de l'instrument fixée au cours de l'ajustage.

3.3

points de résonance parasites (d'un densimètre)

fréquences d'oscillation où les oscillations de la «contre-masse», comprenant le reste de l'instrument, affectent la fréquence propre du capteur de densité

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

4 Principe et unités fonctionnelles

4.1 Principe de mesurage

ISO 15212-1:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4efbb1aa-47ab-420e-8ed7-10b9e6912033/iso-15212-1-1998>

Les capteurs utilisés dans les densimètres sont des systèmes oscillants à induction électrique ou mécanique dont les fréquences ou périodes d'oscillation sont fonction de la densité de l'échantillon. Selon sa conception, le capteur peut contenir l'échantillon de fluide ou y être immergé. Les constantes de l'instrument d'un densimètre ajusté sont utilisées pour calculer la densité de l'échantillon à partir de la fréquence ou de la période d'oscillations.

4.2 Unités fonctionnelles

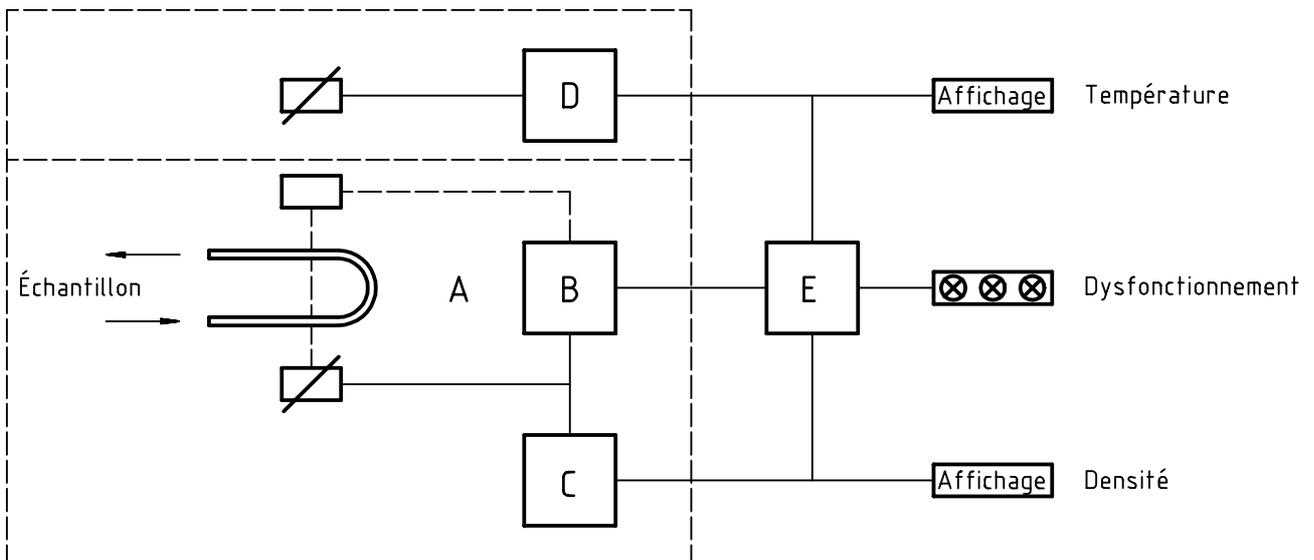
Les densimètres à oscillations doivent comporter les unités fonctionnelles suivantes:

- a) un capteur de densité pouvant être rempli avec l'échantillon ou être immergé dans cet échantillon;
- b) un dispositif d'excitation et de commande de l'oscillation du capteur;
- c) un dispositif destiné à déterminer et à afficher la densité et la fréquence ou la période d'oscillation;
- d) un dispositif destiné à déterminer et à afficher la température de l'échantillon pour laquelle la densité mesurée est valable;
- e) un système de détection et d'affichage des dysfonctionnements et des erreurs de l'opérateur.

Les unités fonctionnelles a) à c) sont appelées système d'oscillation. De plus, les unités fonctionnelles suivantes peuvent faire partie des densimètres à oscillations:

- f) une unité de contrôle de la température de l'échantillon et du capteur de densité;
- g) des dispositifs d'échantillonnage;
- h) des dispositifs de nettoyage du capteur.

Toutes les unités fonctionnelles de a) à h) peuvent être intégrées dans un seul instrument ou constituer des unités distinctes.



Légende

A Capteur de densité [4.2a)]

B Dispositif d'excitation [4.2b)]

C Évaluation des signaux [4.2c)]

D Mesurage de la température [4.2d)]

E Surveillance du fonctionnement [4.2e)]

Figure 1 — Unités fonctionnelles d'un densimètre

ISO 15212-1:1998

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4efbb1aa-47ab-420e-8cd7-20c5998402b5/iso-15212-1-1998>

5 Capteur de densité

5.1 Matériau du capteur

Le capteur de densité peut être, par exemple, en verre borosilicaté 3.3, conformément à l'ISO 3585, en métal, en alliages de métaux ou en matière plastique. Le matériau est jugé approprié s'il présente, sur les tableaux de résistances, la classe la plus élevée de résistance en fonction des échantillons à mesurer et des agents nettoyants à utiliser dans le densimètre. À cet égard, il faut prendre en compte l'érosion ainsi que des formes particulières de corrosion. En l'absence de publications ou de données pratiques, il convient de soumettre la résistance du matériau du capteur à l'essai suivant.

- Peser une éprouvette propre et sèche identique au matériau du capteur. L'erreur maximale tolérée de la balance ne doit pas dépasser 0,01 % de la masse de l'éprouvette.
- Immerger l'éprouvette dans le fluide à mesurer avec le capteur, dans les conditions de mesurage prévues, par exemple de température et de pression.
- Au bout de 12 h, retirer, nettoyer, sécher et peser l'éprouvette.

Le matériau du capteur est jugé résistant si l'essai modifie la masse de l'éprouvette de moins de $\pm 0,05$ %.

5.2 Modèle de conception du capteur

Les capteurs de densité peuvent être des tubes droits, en U ou en forme de oméga. Les diapasons, cylindres vibrants, cloches ou membranes constituent d'autres modèles. Tous les modèles respectant le principe de fonctionnement conforme à 4.1 peuvent être construits.

6 Exigences et essais

Tous les essais de l'article 6 sont destinés à être des essais de type.

6.1 Système d'oscillation

6.1.1 Dérive

6.1.1.1 En 24 h, la dérive de la densité affichée $\Delta\rho_{24}$, à température constante de 20 °C, ne doit pas dépasser 1 % de l'erreur maximale tolérée, spécifiée par le fabricant de l'instrument.

Si le densimètre n'est pas conçu pour une température de mesure de 20 °C, la dérive, à la température moyenne de mesure du densimètre, ne doit pas dépasser 5 % de l'erreur maximale tolérée spécifiée.

6.1.1.2 Mettre l'instrument en marche et en température pendant 24 h.

Ajuster l'instrument (voir l'article 7) conformément aux instructions du fabricant.

Remplir trois fois l'instrument et mesurer la densité d'une eau de qualité 2, conforme à l'ISO 3696, à $(20 \pm 0,1)$ °C. Enregistrer la valeur moyenne du triple mesurage ρ_1 .

Répéter le mesurage (sans nouvel ajustage) ainsi que le calcul de la valeur moyenne ρ_2 à l'issue d'un minimum de 10 jours. L'instrument et le dispositif thermostatique doivent fonctionner pendant toute la durée de l'essai.

Utiliser l'équation suivante pour calculer la dérive:

$$\Delta\rho_{24} = \frac{\rho_2 - \rho_1}{\Delta t} \quad (1)$$

où Δt est la différence en jours entre les deux mesurages triples.

Si le densimètre n'est pas conçu pour une température de mesure de 20 °C, l'essai doit être effectué à la température moyenne de mesure du densimètre.

6.1.2 Effet de la viscosité de l'échantillon

6.1.2.1 Le système d'oscillations doit être réalisé de façon que les erreurs maximales tolérées satisfassent aux exigences de l'article 9 lors du mesurage d'échantillons de viscosités différentes et, le cas échéant, de vitesses de propagation du son différentes.

6.1.2.2 Utiliser des liquides newtoniens, de densités et de viscosités connues ainsi que, le cas échéant, de densités et vitesses de propagation du son connues, adaptés à l'application prévue du densimètre. Les liquides doivent être non corrosifs pour les matériaux du capteur de densité. Les essais doivent être effectués conformément à l'article 9.

6.1.3 Écart entre la température de l'échantillon et celle du capteur

6.1.3.1 Le système d'oscillations doit être conçu et réalisé de façon que l'écart entre la température de l'échantillon et celle du capteur, au moment de l'affichage du résultat, ne dépasse pas les valeurs données en 6.2.

6.1.3.2 Contrôler la densité affichée par l'instrument pendant un laps de temps défini. Pour ce faire,

- mettre l'instrument en marche et régler la température de mesure à 20 °C;
- mettre l'instrument en température pendant 24 h;
- préconditionner à 30 °C un liquide de référence présentant une grande dépendance thermique de la densité;
- remplir le capteur de densité de liquide de référence préconditionné.

La première valeur de la densité, affichée par l'instrument comme valable ou lue sur l'instrument à l'issue d'un laps de temps spécifié par le fabricant, est comparée à la valeur de la densité affichée au bout de 10 min. La différence entre les deux valeurs ne doit pas dépasser 20 % de l'erreur maximale tolérée, spécifiée par le fabricant pour le densimètre.

NOTE Le bromobenzène ou le *n*-nonane sont des exemples de liquides de référence qui conviennent pour cet essai.

AVERTISSEMENT — Le bromobenzène est une substance dangereuse et peut ne pas être autorisée par les règlements de sécurité.

Si le densimètre n'est pas conçu pour une température de mesurage de 20 °C, l'essai doit être effectué à la température moyenne de mesurage du densimètre.

6.1.4 Effet des oscillations

6.1.4.1 Les écarts de mesurage dus à l'effet des oscillations de parties de l'instrument sur le capteur de densité ne doivent pas dépasser 20 % de l'erreur maximale tolérée, spécifiée par le fabricant pour le densimètre sur toute l'étendue de mesure.

6.1.4.2 Examiner les caractéristiques oscillatoires du capteur de densité intégré fourni par le fabricant. Cet essai peut ne pas mettre en évidence sur toute l'étendue de mesure de la densité, les points de résonance parasites (voir 3.3) dont les effets dépassent 20 % de l'erreur maximale admissible spécifiée par le fabricant pour le densimètre.

6.2 Contrôle et mesurage de la température

6.2.1 Exigence

Le capteur de température doit être intégré ou bien une unité distincte de mesure de la température doit être installée de façon à garantir un bon contact thermique avec l'échantillon. L'écart entre la température affichée et la température réelle de l'échantillon ne doit pas être supérieur à l'erreur maximale tolérée du densimètre multipliée par le facteur $0,2 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^3$.

NOTE Pour la définition de ce facteur, on est parti de l'hypothèse d'un écart extrême de densité thermique de $2,4 \text{ kg}\cdot\text{m}^3\cdot\text{K}^{-1}$.

Si la plage d'application du densimètre est limitée à des échantillons aqueux et à des mélanges contenant de l'eau, le facteur à multiplier par l'erreur maximale tolérée peut être porté à $0,5 \text{ } ^\circ\text{C}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{m}^3$.

6.2.2 Conditions d'essai

Le mesurage de l'écart entre la température affichée et la température réelle de l'échantillon doit être effectué en mesurant directement la température à l'intérieur du capteur de densité ou en procédant à un mesurage indirect.

L'essai indirect doit être réalisé par un ajustage de l'instrument (voir l'article 7), suivi d'un étalonnage (voir 8.4) du densimètre avec deux liquides de référence spécialement choisis pour cet essai (voir 8.2), aux températures d'essai suivantes:

- à 20 °C;
- à une température proche de la limite inférieure de l'étendue de mesure de la température du densimètre;
- à une température proche de la limite supérieure de l'étendue de mesure de la température.

Si le densimètre n'est pas conçu pour une température de mesure de 20 °C, l'essai doit être réalisé à la température moyenne de mesure de l'instrument.

Les valeurs de la densité des liquides de référence choisis pour cet essai (voir 8.2) ne doivent pas dépasser une différence de densité de $300 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$; les liquides de références doivent avoir une dépendance thermique de la densité différente $d\rho/d\theta$

6.2.3 Mode opératoire d'essai

Nettoyer le capteur de densité et mettre l'instrument en marche selon les instructions du fabricant.

Mettre le capteur en température à $(20 \pm 0,1)$ °C pendant 24 h.

Ajuster (voir l'article 7) l'instrument selon les instructions du fabricant.

Étalonner l'instrument selon 8.4 avec le premier liquide de référence choisi selon 8.2. Enregistrer l'erreur de mesure $\Delta\rho_3$.

Étalonner l'instrument en utilisant le second liquide de référence choisi. Enregistrer $\Delta\rho_4$.

NOTE Si l'instrument a été ajusté (voir l'article 7) avec de l'eau de qualité 2 selon l'ISO 3696 et si le liquide de référence (voir 8.2) prévu pour le premier étalonnage est différent de l'eau, ce second étalonnage peut être supprimé.

Répéter le mode opératoire d'essai aux deux autres températures.

6.2.4 Évaluation de l'essai

Calculer la correction de viscosité $C\rho_3(\eta_3)$ pour la viscosité η_3 et la densité ρ_3 du premier liquide de référence, aux trois températures d'essai, selon les instructions du fabricant. Soustraire la correction de viscosité de l'erreur de mesure enregistrée $\Delta\rho_3$:

$$C\rho_3 = \Delta\rho_3 - C\rho_3(\eta_3) \quad (2)$$

Effectuer le même calcul pour le second liquide de référence.

$$C\rho_4 = \Delta\rho_4 - C\rho_4(\eta_4) \quad (3)$$

Calculer la valeur de proximité D_θ pour l'écart entre la température indiquée et la température réelle de l'échantillon dans le capteur de densité, à chacune des trois températures d'essai, selon l'équation suivante:

$$D_\theta = 0,75 \times \frac{|C\rho_4 - C\rho_3|}{|(d\rho_3/d\theta) - (d\rho_4/d\theta)|} \quad (4)$$

où

$d\rho_3/d\theta$ est la dépendance thermique de la densité du premier liquide de référence;

$d\rho_4/d\theta$ est la dépendance thermique de la densité du second liquide de référence.

NOTE 1 Le facteur de correction 0,75 suppose que 25 % des écarts de mesure ne sont pas dus à des écarts de température.

Aucune des trois valeurs de proximité calculées D_θ ne doit dépasser l'erreur maximale tolérée de l'instrument multipliée par le facteur 0,2 °C·m³·kg⁻¹ ou 0,5 °C /m³·kg⁻¹.

NOTE 2 Si l'instrument a été ajusté avec de l'eau de qualité 2 conforme à l'ISO 3696 et que l'on a supprimé le second étalonnage, le terme $C\rho_4$ peut être rayé de la dernière équation et $d\rho_4/d\theta$ est égal à la dépendance thermique de la densité de l'eau, calculée à partir des valeurs données dans le tableau A.1 de l'annexe A. Dans ce cas, le *n*-nonane ou le *n*-dodécane sont des liquides de référence qui conviennent pour cet essai; leur dépendance thermique de la densité est, respectivement, comme suit:

$$d\rho_{\text{nonane}} / d\theta = -0,78 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \cdot \text{°C}^{-1} \quad (5)$$

$$d\rho_{\text{dodécane}} / d\theta = -0,73 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3} \cdot \text{°C}^{-1} \quad (6)$$

6.3 Affichages

6.3.1 Affichage des résultats

Les dispositifs d'affichage doivent être conçus de façon que

- la densité soit affichée en kg/m^3 ou en g/cm^3 , en indiquant l'unité de mesure utilisée;
- la résolution de l'affichage de la densité sur une échelle numérique corresponde au tableau 1;
- la valeur d'une division sur une échelle analogique soit égale aux erreurs maximales tolérées (voir tableau 1) et que l'espacement des repères soit au minimum de 1 mm.

Tableau 1 — Résolution et erreurs maximales tolérées

Erreur maximale tolérée kg/m^3	Résolution kg/m^3	Facteur
1,0	0,1	1/10
0,5	0,1	1/5
0,20	0,01	1/20
0,10	0,01	1/10
0,05	0,01	1/5

iTeh STANDARD PREVIEW

Les instruments de mesure de la densité destinés à des applications particulières (par exemple la recherche scientifique) peuvent avoir une résolution de l'affichage de la densité de $0,001 \text{ kg/m}^3$ ou de $0,000\ 001 \text{ g/cm}^3$ si l'erreur maximale tolérée spécifiée ne dépasse pas $0,1 \text{ kg/m}^3$ ou $0,000\ 1 \text{ g/cm}^3$ et si le chiffre le moins significatif est marqué sans équivoque (par exemple en le distinguant par la taille ou la couleur).

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/4e1bb1aa-47ab-420e-8cd7-20c5998402b5/iso-15212-1-1998>

6.3.2 Affichages supplémentaires

Les affichages doivent être conçus de façon à

- afficher, sur demande, la période ou la fréquence d'oscillation et à la distinguer clairement de l'affichage de la densité;
- afficher la température du liquide en degrés Celsius;
- afficher l'unité de mesure ainsi que la valeur;
- afficher les dysfonctionnements;
- afficher, sur demande, les constantes de l'instrument.

Si elles sont disponibles, d'autres données fournies par l'instrument peuvent être affichées sur demande.

Dans le cas d'un densimètre sur piles, les valeurs affichées doivent être clairement identifiées comme non valables si la limite inférieure ou supérieure de la tension de régime est dépassée.

Un contrôle visuel doit être effectué afin de s'assurer que la résolution de l'affichage de la densité respecte la spécification du fabricant conformément à l'article 9.

6.4 Éléments auxiliaires et transfert de données

Dans le cas d'un densimètre se composant de plusieurs éléments distincts ou du raccordement de dispositifs supplémentaires, les données doivent être transférées sans être ni modifiées ni altérées.