
Norme internationale



2169

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Fruits et légumes — Conditions physiques des locaux de réfrigération — Définitions et mesurage

Fruits and vegetables — Physical conditions in cold stores — Definitions and measurement

Deuxième édition — 1981-10-01

ITEH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 2169:1981](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3fc8e6de-7fb2-4000-847d-9d0f29e6eca5/iso-2169-1981)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3fc8e6de-7fb2-4000-847d-9d0f29e6eca5/iso-2169-1981>

CDU 634/635 : 664.8.037.1

Réf. n° : ISO 2169-1981 (F)

Descripteurs : produit agricole, fruit, légume, entreposage d'aliments, entreposage au froid, mesurage de température, humidité, conditionnement d'air.

Prix basé sur 5 pages

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 2169 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 34, *Produits agricoles alimentaires*.

Cette deuxième édition fut soumise directement au Conseil de l'ISO conformément au paragraphe 5.10.1 de la partie 1 des Directives pour les travaux techniques de l'ISO. Elle annule et remplace la première édition (ISO 2169-1974), qui avait été approuvée par les comités membres des pays suivants :

Afrique du Sud, Rép. d'	Inde	Roumanie
Australie	Iran	Tchécoslovaquie
Autriche	Israël	Thaïlande
Belgique	Nouvelle-Zélande	Turquie
Égypte, Rép. arabe d'	Pays-Bas	URSS
France	Pologne	
Hongrie	Portugal	

Le comité membre du pays suivant l'avait désapprouvée pour des raisons techniques :

Royaume-Uni

Fruits et légumes — Conditions physiques des locaux de réfrigération — Définitions et mesurage

0 Introduction

Les Normes internationales qui ont été établies ou qui sont en cours d'établissement sur les conditions permettant la réalisation d'une bonne conservation par réfrigération des fruits et légumes, se réfèrent aux valeurs optimales de grandeurs physiques qui sont utilisées dans la pratique industrielle : température, humidité relative, coefficient de brassage, taux de renouvellement d'air.

La pratique de l'entreposage a montré que les définitions de ces grandeurs physiques avaient besoin, soit d'être explicitées, soit d'être rappelées, pour éviter des confusions fréquentes (par exemple : entre les températures appliquées aux denrées et celle de l'atmosphère du local, ou entre le coefficient de brassage et le taux de renouvellement d'air).

La présente Norme internationale attire l'attention sur les méthodes valables pour le mesurage des conditions physiques considérées. Dans ce but, il n'est pas nécessaire de répéter les définitions de ces facteurs systématiquement dans chaque Norme internationale, ce qui aurait pour effet d'alourdir considérablement chaque texte qui est destiné aux utilisateurs des normes sur l'entreposage des produits végétaux.

Enfin, il a paru indispensable d'informer les usagers des difficultés qui se présentent dans le mesurage de certaines grandeurs physiques.

Les Normes internationales relatives à la réfrigération des fruits et légumes qui ont motivé ce document, sont destinées aux utilisateurs de l'entreposage réfrigéré. Pour faciliter leur tâche, il s'est révélé parfois nécessaire d'adopter dans ce texte des définitions qui sans être d'une rigueur scientifique absolue, fournissent cependant des valeurs suffisamment précises et d'emploi facile.

1 Objet et domaine d'application

La présente Norme internationale définit les grandeurs physiques utilisées habituellement dans l'entreposage réfrigéré industriel des fruits et légumes (température, humidité relative, coefficient de brassage, taux de renouvellement d'air, etc.), et fournit des indications utiles pour leur mesurage.

2 Température

2.1 Températures à considérer

2.1.1 Températures appliquées aux denrées végétales

Pour l'entreposage réfrigéré d'une denrée végétale, il existe plusieurs températures ou zones de températures à prendre en considération :

a) **température létale** : Température de réfrigération qui provoque le gel physiologique avec mort des tissus.

b) **température critique** : En général, température en dessous de laquelle, pour une durée d'entreposage déterminée et pour certaines espèces de fruits et de légumes, il se produit des troubles physiologiques comme le brunissement interne (avec ou sans modification de l'atmosphère), des modifications de structure des tissus (bananes, concombres, avocats, citrons, etc.).

Dans quelques cas particuliers, température au-dessous de laquelle il devient impossible de réaliser une maturation normale à l'issue de l'entreposage.

c) **température optimale de conservation de longue durée** : Température de la denrée qui permet de réaliser en atmosphère normale ou en atmosphère contrôlée une conservation satisfaisante pour un entreposage de longue durée, jusqu'à sa consommation.

L'action éventuellement néfaste d'une température donnée dépend de sa durée d'application.

Dans le cas d'entreposage de courte durée, il pourra être possible de conserver certaines denrées à la température critique ou à une température inférieure à la température critique sans provoquer de troubles physiologiques.

Dans le cas de conservation de longue durée, la température d'une denrée végétale doit dans tous les cas être supérieure à la température létale, et dans les cas où cela est nécessaire, supérieure à la température critique.

Toutefois, pour certaines espèces de poires, la température critique en ce qui concerne la maturation peut être supérieure à la température optimale de réfrigération.

Dans la pratique de l'entreposage industriel, il est nécessaire de conserver une marge de sécurité suffisante pour tenir compte des fluctuations inévitables de la température de l'atmosphère qui proviennent de l'installation frigorifique et de sa conduite.

Il résulte de ces considérations que la température optimale de conservation d'une denrée végétale pour un entreposage de longue durée sera

- soit la température létale augmentée de la marge de sécurité;
- soit la température critique augmentée de la marge de sécurité.

2.1.2 Températures de l'atmosphère de l'enceinte réfrigérée

a) **température en un point** : Température de l'atmosphère mesurée en un point bien défini de l'enceinte réfrigérée.

b) **température pratique moyenne** : Les différentes températures de l'atmosphère d'une enceinte réfrigérée sont comprises entre une température maximale et une température minimale. La température pratique moyenne de l'atmosphère d'une enceinte réfrigérée, en période d'équilibre de la température, est la moyenne arithmétique de la température maximale et de la température minimale.

Dans le cas d'un entreposage de longue durée, la température instantanée du produit entreposé dépendra de celle de l'air environnant, de la nature du produit et de l'emballage, du remplissage de la chambre froide, et de la vitesse de circulation de l'air dans la chambre froide.

2.2 Points froids et points chauds d'une enceinte réfrigérée

2.2.1 points froids : Points où la température de l'atmosphère est minimale.

NOTE — Dans les enceintes ventilées, les points froids se situent le plus souvent au voisinage de la batterie froide dans la zone où l'air sort de cette batterie froide.

2.2.2 points chauds : Points où la température de l'atmosphère est maximale.

NOTE — Les points chauds ne sont pas toujours accessibles et leur mesurage est souvent difficile.

2.3 Choix de la température de l'atmosphère de l'enceinte réfrigérée

Il est recommandé d'obtenir, au point le plus froid de l'enceinte réfrigérée, une température d'atmosphère égale ou légèrement supérieure à la température optimale de conservation de longue durée de la denrée végétale, telle qu'elle est définie en 2.1.1 c).

2.4 Mesurage des températures

Les températures font l'objet d'un mesurage permanent ou intermittent.

2.4.1 Mesurage permanent

Le mesurage permanent d'une température peut être effectué par lecture directe ou par enregistrement.

2.4.2 Mesurage intermittent

Le mesurage intermittent concerne soit :

- des mesurages de contrôles périodiques lorsqu'on ne dispose pas d'appareils enregistreurs, ou
- des mesurages supplémentaires.

2.4.3 Appareils pour le mesurage des températures

Les appareils utilisés couramment sont les suivants :

- thermomètres à dilatation de liquide;
- thermomètres bilames;
- thermomètres à tension de vapeur;
- thermomètres à résistance;
- thermistors;
- thermocouples.

Ces appareils sont utilisés pour

- lecture directe;
- lecture à distance;
- enregistrement;
- réglage.

2.4.4 Étalonnage des thermomètres

L'étalonnage des thermomètres qui doit être effectué au moins une fois par an est une opération essentielle et délicate qui demande beaucoup de soin. L'étalonnage doit être effectué périodiquement dans la zone de température et dans les conditions d'utilisation. Il doit être réalisé en période de stabilité de fonctionnement de l'installation frigorifique afin d'éliminer dans toute la mesure du possible les erreurs pouvant provenir de la différence d'inertie des thermomètres à comparer. L'inertie des éléments sensibles des thermomètres est plus faible dans l'air en mouvement, que dans l'air immobile ou circulant à faible vitesse. Il est donc recommandé d'étalonner les thermomètres dans l'air en mouvement.

Dans la pratique de l'entreposage industriel, l'étalonnage peut s'effectuer avec des thermomètres à mercure, en verre recuit, munis d'un bulletin d'étalonnage délivré par un organisme agréé.

Il est recommandé de placer le thermomètre étalon à mercure à poste fixe, au point froid d'un circuit de ventilation, derrière une vitre, à proximité de l'élément sensible de prise de température d'un thermomètre à distance. La lecture de la température se fait à travers la vitre, en éclairant le thermomètre, ce qui facilite grandement l'étalonnage.

Dans tous les cas, il convient de protéger le réservoir du thermomètre étalon de tout rayonnement thermique extérieur (corps humain, source d'éclairage, etc.). Il est recommandé de se référer aux méthodes de contrôle de la température.

2.4.5 Points de mesurage

2.4.5.1 Choix des points

Les appareils de mesurage doivent être placés de préférence en des points où ils seront à l'abri des condensations, des mouvements d'air anormaux, du rayonnement, des vibrations et des chocs éventuels. Le nombre de points de mesurage dépend du volume du local.

Les éléments sensibles des thermomètres (capteurs) doivent être placés, dans toute la mesure du possible, aux points caractéristiques de l'enceinte réfrigérée (points froids, points chauds, lorsque cela est possible).

2.4.5.2 Définition du mesurage

Chaque mesurage doit être défini par la nature de la température mesurée (par exemple : température de la denrée, température de l'atmosphère), et par l'indication de l'emplacement du mesurage.

3 Humidité relative

3.1 Généralités

Le mesurage de l'humidité relative est particulièrement délicat et sa précision est inférieure à celle qui peut être obtenue avec le mesurage des températures.

L'humidité relative de l'atmosphère d'une enceinte réfrigérée dépend de nombreux facteurs parmi lesquels on peut citer :

- la nature des denrées et des emballages;
- le taux de remplissage de l'enceinte réfrigérée;
- la surface et la structure des évaporateurs, la surface et la disposition des ailettes;
- l'écart entre la température de la surface d'évaporation et la température pratique moyenne de l'atmosphère;
- l'isolation de la chambre réfrigérée;
- le système de ventilation, (la vitesse de circulation de l'air, le mode de distribution de l'air dans l'enceinte réfrigérée, le renouvellement d'air, etc.);
- le changement dans le nombre d'heures de fonctionnement des machines.

Il en résulte que l'humidité relative de l'atmosphère d'une enceinte réfrigérée peut varier dans le temps et dans l'espace.

NOTE — Pour obtenir les humidités relatives élevées (80 à 90 %), préconisées en réfrigération, il faut pouvoir disposer d'évaporateurs à grande surface d'échange, et s'assurer que l'écart entre la température du fluide frigorigène et celle de l'atmosphère de l'enceinte réfrigérée soit aussi faible que possible, compte tenu des déperditions résultant des transmissions de chaleur.

On peut admettre en pratique un écart de l'ordre de 5 °C entre la température moyenne du local et celle du fluide frigorigène. Ainsi, pour une chambre froide, réglée entre 0 et + 2 °C et convenablement isolée, la température d'évaporation du fluide doit être de l'ordre de - 5 °C à - 3 °C. Dans le cas d'un produit réclamant une humidité relative plus basse (70 à 75 %), l'écart entre la température du fluide frigorigène et celle de l'atmosphère de l'enceinte réfrigérée peut être plus grand, jusqu'à 8 °C.

3.2 Principes du mesurage

Dans la conservation de longue durée des fruits et légumes, on cherche à obtenir une humidité relative aussi constante que possible. L'humidité relative dépend de la constance de la température réalisée dans l'enceinte.

L'obtention d'une humidité relative pratiquement stable nécessite une certaine durée et les mesurages ne doivent être effectués qu'en période d'équilibre approximatif.

L'état d'équilibre de l'humidité relative d'un local réfrigéré peut être influencé par :

- le taux de chargement de la chambre (celui-ci peut varier dans des proportions importantes, particulièrement en début et en fin d'entreposage);
- les variations d'intensité transpiratoire des fruits (celle-ci est plus élevée pour des denrées en cours de refroidissement);
- l'état de siccité des emballages qui peuvent être constitués par des matériaux hygroscopiques (bois, carton, etc.) pouvant absorber ou désorber de l'eau à une vitesse relativement grande. Si l'on introduit dans une chambre des emballages trop secs, ils vont tendre à absorber un pourcentage important de leur masse en eau, au détriment de l'humidité relative de la salle. Si les emballages sont trop humides, c'est l'inverse qui se produira.

Il en résulte qu'il faut chercher à déterminer à partir de quel moment un état d'équilibre relatif marqué par des variations limitées de l'humidité relative s'établit, et qu'il y aura intérêt à commencer les mesurages d'humidité relative dès le remplissage de la chambre, de façon à pouvoir mettre en évidence une période de stabilisation marquée par des variations de faible amplitude. Il est recommandé de n'intervenir pour corriger éventuellement l'humidité relative, qu'après avoir atteint la période de stabilisation.

3.3 Appareils de mesurage

3.3.1 Hygromètres à cheveux

Ces appareils sont peu fidèles, peu sensibles et peu précis, particulièrement dans la zone des humidités relatives élevées (80 à 90 %), mais ils sont d'un emploi facile.

Il est recommandé de les étalonner régulièrement (une fois par mois par exemple) avec un psychromètre (psychromètre étalon ou psychromètre à rotation).

L'étalonnage des hygromètres au moyen d'un psychromètre, dans les conditions usuelles de l'entreposage réfrigéré des denrées végétales est difficile et peu précis, parce que l'écart des températures du thermomètre sec et du thermomètre humide est faible (par exemple 1 °C, avec une humidité relative de 85 % et une température de + 1 °C au thermomètre sec).

Pour se trouver dans des conditions favorables pour le mesurage de l'humidité relative, il est recommandé de prendre les précautions suivantes :

- placer le psychromètre et ses accessoires dans le local pendant une durée suffisante (par exemple 2 h avant d'effectuer le mesurage);
- humidifier la chemise du thermomètre humide au moyen d'eau déminéralisée;
- effectuer la lecture des températures des thermomètres d'un psychromètre, lorsqu'un écart constant entre les températures des thermomètres sec et humide se trouve réalisé;
- effectuer de préférence plusieurs mesurages au même endroit;
- éviter de faire des mesurages à l'arrêt ou à la mise en marche des ventilateurs des frigorifères, s'ils ne sont pas en marche continue.

Lorsqu'on ne dispose pas d'un psychromètre étalon ou d'un psychromètre à rotation, on peut placer un hygromètre à cheveux dans une atmosphère saturée pendant 48 h au moins et amener l'aiguille du cadran ou de l'enregistreur à la valeur 100 %, ce qui représente l'inconvénient de ne donner qu'un seul point d'étalonnage.

Dans le cas d'humidité relative élevée, il est recommandé d'utiliser les psychromètres à aspiration ou à rotation.

3.3.2 Hygromètres électriques

Les hygromètres électriques à sonde permettent d'effectuer des mesurages à distance et de déterminer les humidités relatives des microclimats qui existent dans les piles d'emballage, à condition toutefois de mesurer avec précision la température de l'atmosphère au point de mesurage. Ces appareils sont précis pour des humidités relatives ne dépassant pas 95 %.

Ce sont des hygromètres dont le principe est basé sur la relation existant entre la concentration d'une solution saline (mesurée par conductivité électrique) et l'humidité relative de l'atmosphère en équilibre avec elle.

3.3.3 Psychromètres

Les psychromètres à aspiration ou à rotation sont particulièrement recommandés, si l'humidité relative est élevée.

4 Circulation de l'air

Il convient de distinguer le brassage de l'atmosphère, qui se réalise en circuit fermé, et le renouvellement de l'atmosphère, qui consiste à introduire de l'air extérieur dans une enceinte réfrigérée.

4.1 Brassage de l'atmosphère

4.1.1 Objet

Le brassage de l'atmosphère a pour objet :

- d'activer le refroidissement des denrées végétales à leur entrée dans le local frigorifique;
- d'homogénéiser la température des denrées et, dans une certaine mesure, l'humidité relative du local;
- d'entraîner, hors des emballages, les gaz et les composés volatils provenant du métabolisme des denrées entreposées.

4.1.2 Coefficient de brassage

On entend par **coefficient de brassage** le volume d'air débité en 1 h par les ventilateurs, rapporté au volume de la chambre vide. Il varie suivant que l'on se trouve en période de réfrigération des denrées ou en période de maintien de la température.

4.2 Renouvellement d'atmosphère

4.2.1 Objet

Les organes végétaux, principalement les fruits, émettent du dioxyde de carbone respiratoire, de l'éthylène (qui est un accélérateur de maturation de certains fruits à partir de + 3 °C et dont l'effet devient sensible à partir de + 7 °C), et des substances volatiles.

Pour éviter l'accumulation nuisible de ces substances, il faut renouveler l'atmosphère de l'enceinte réfrigérée, particulièrement pendant les premiers jours, au cours du refroidissement, phase au cours de laquelle les denrées végétales ont une activité métabolique élevée et aussi, dans le cas des fruits en maturation, dans les dernières semaines de la conservation, parce qu'ils émettent des quantités importantes de substances volatiles lorsqu'ils ont atteint leur pleine maturité.

4.2.2 Taux de renouvellement

On entend par **taux de renouvellement**, le volume d'air extérieur introduit dans l'enceinte réfrigérée en 1 h, rapporté au volume de l'enceinte vide. Le renouvellement de l'air peut être effectué en continu ou être intermittent, dans ce dernier cas, il sera défini par le taux et par la fréquence du renouvellement qui dépendent du chargement de l'enceinte réfrigérée, des espèces ou des variétés des fruits ou des légumes considérés.

Le choix des conditions du renouvellement d'air dépendra, pour certains fruits, de leur degré de maturité.

4.3 Mesurage de la circulation de l'air

4.3.1 Principes des mesurages de débit et de circulation d'air

Qu'il s'agisse de brassage ou de renouvellement, deux éléments sont à considérer :

- le débit d'air introduit (taux de renouvellement) ou brassé (coefficient de brassage) dans un temps donné;
- le degré d'uniformité de la distribution de l'air renouvelé ou brassé.¹⁾

Le mesurage du coefficient de brassage doit être effectué, lorsque cela sera possible, à la sortie ou à l'entrée des évaporateurs.

Le mesurage du taux de renouvellement d'air doit se faire de préférence au point d'introduction de l'air extérieur dans le local.

Le mesurage de la distribution de l'air dans une enceinte réfrigérée est difficile et n'entre pas dans la pratique courante de

l'entreposage réfrigéré. Il ne peut être effectué que dans le cadre d'essais expérimentaux bien définis.

Le but à atteindre avec une bonne ventilation est de supprimer les irrégularités de circulation de l'air et d'obtenir le meilleur contact possible entre l'air et les emballages.

4.3.2 Appareils de mesurage

Le mesurage de la vitesse de l'air s'effectue

- pour des vitesses supérieures à 2 m/s, avec des appareils directionnels mesurant la pression dynamique de l'air (tubes de Pitot, sondes de Prandtl, anémomètres à palettes, etc.);
- pour des vitesses inférieures à 2 m/s, avec des appareils non directionnels (anémomètres à fil chaud par exemple).

Le mesurage de la vitesse de l'air est délicat et il est recommandé de se référer aux documents spécialisés dans ce domaine.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2169:1981

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3fc8e6de-7fb2-4000-847d-9d0f29e6eca5/iso-2169-1981>

¹⁾ Il y aura éventuellement lieu de tenir compte d'un certain effet de recirculation.

Page blanche

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 2169:1981

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/3fc8e6de-7fb2-4000-847d-9d0f29e6eca5/iso-2169-1981>