

LA NATURE

REVUE DES
ET DE LEURS
AL'ART ET A



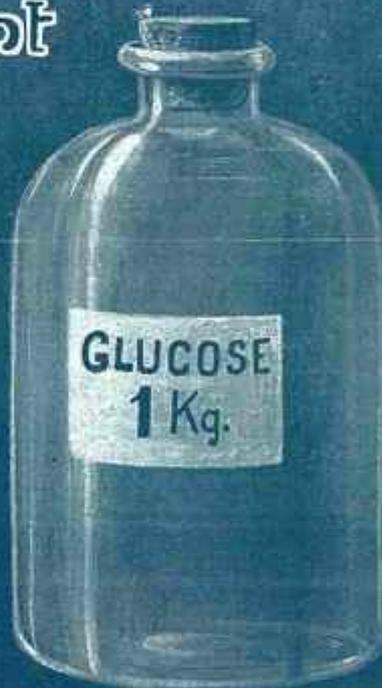
SCIENCES
APPLICATIONS
L'INDUSTRIE

La SACCHARINE

On sucre autant
avec :



Sucre 500 gr.



Dulcine 2gr,5

Saccharine 1gr.

SOMMAIRE :

- Les illuminations de l'Exposition de San-Francisco : A. Soulier.
- Pour remédier à la pénurie de sucre : La saccharine : R. M.
- Les pyromètres électriques industriels : Ernest Coustet.
- Les richesses forestières de la Russie : Charles Rabot.
- L'acquisition des Antilles Danoises par les États-Unis : E.-A. M.
- Produisons des légumes : V. Forbin.

LES PYROMÈTRES ÉLECTRIQUES INDUSTRIELS

La mesure précise des hautes températures a pris, dans diverses industries, une grande importance. On en a reconnu l'utilité, tant au point de vue de la qualité et de la régularité des produits que pour l'économie résultant de la diminution des malfaçons.

Jadis, ces températures élevées n'étaient évaluées que d'une manière approximative : le retrait qu'éprouve l'argile par la calcination, moyen proposé par le potier anglais Josiah Wedgwood, ne fournissait qu'une indication grossière ; l'observation du point de fusion de certaines substances est une méthode plus exacte, mais peu commode ; le

ce n'est qu'un indice vague et qui laisse trop de place aux erreurs d'interprétation personnelle (1).

Le principe des pyromètres électriques est connu depuis longtemps. Dès 1850, Henri Becquerel avait montré que les courants thermo-électriques pouvaient être utilisés pour mesurer les très hautes températures, et, l'année suivante, Pouillet avait construit à cet effet un couple fer-platine relié à un galvanomètre. Cet instrument ne mesurait guère au delà de 500°, le couple s'altérant rapidement, par suite de l'oxydation du fer. Ed. Becquerel y avait substitué un couple platine-palladium, dont les



Fig. 1. — Galvanomètre à double graduation.

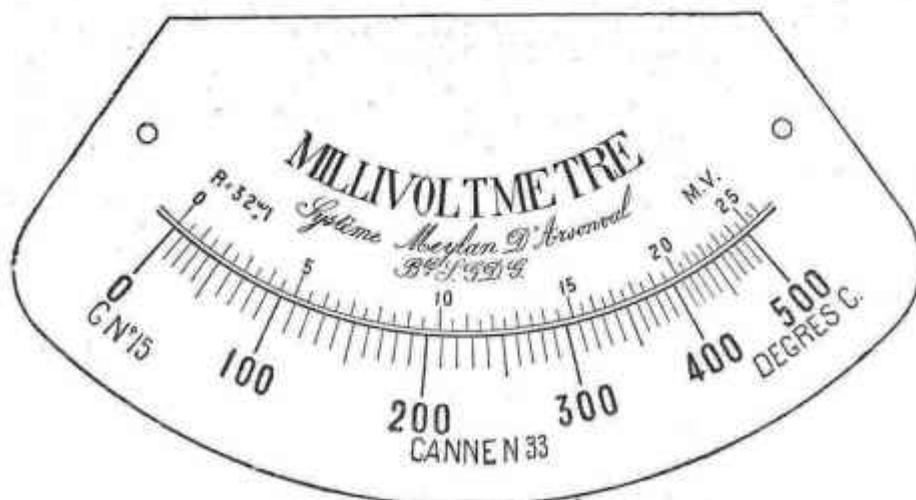


Fig. 2. — Spécimen d'échelle galvanothermométrique.

thermomètre à air est d'un emploi limité par l'altération que la chaleur fait subir au récipient ; quant à la couleur que prennent les métaux, à mesure que leur incandescence devient plus vive,

indications allaient jusqu'à 1200°. A la même

1. La Nature a publié précédemment une étude générale sur la mesure des températures élevées, par M. H. Le Chatelier (n° 2283, du 14 juillet 1917, p. 19).

époque, Nobili et Melloni appliquaient leur thermomultiplicateur à l'étude de la chaleur rayonnante. Cet appareil se prêtait mal à la mesure des températures, mais il permettait déjà de faire des observations à distance.

Nous ne citerons que pour mémoire les thermomètres fondés sur les variations de résistivité des métaux, comme le bolomètre de Langley, instrument d'une extrême sensibilité, mais dont l'emploi reste réservé à des expériences très délicates.

Les pyromètres thermo-électriques actuellement en usage dans l'industrie se classent en deux catégories : les *pyromètres à contact direct*, dont le couple thermo-électrique est introduit dans la masse même du corps dont on veut connaître la température, ou à l'intérieur de l'enceinte dans laquelle il est enfermé,

et les *pyromètres à radiations*, dont le couple est plus ou moins éloigné de l'objet des mesures thermométriques.

I. Pyromètres à contact direct. — Ces pyromètres sont basés sur la propriété que possèdent les circuits électriques formés de deux métaux de donner naissance à un courant, lorsque les deux soudures sont portées à des températures différentes. La force électromotrice ainsi produite est sensiblement proportionnelle à la différence entre ces deux températures : le millivoltmètre qui la mesure peut être gradué directement en degrés de chaleur, si l'une des soudures est maintenue à une température sensiblement constante. L'autre soudure est montée dans un manche dont la disposition varie suivant la destination de l'appareil. Nous en décrirons succinctement les trois principaux types.

Canne thermo-électrique. — Cette canne est constituée par un tube de fer à l'intérieur duquel est un fil de *constantan*, alliage composé en parties égales de cuivre et de nickel. Les deux métaux sont séparés l'un de l'autre par des matières isolantes. L'une des extrémités du tube est fixée sur une poignée isolante, qui permet de manier aisément la canne ; cette poignée est munie de deux

bornes reliées l'une au tube de fer et l'autre au fil de constantan. A l'autre extrémité de la canne, les deux métaux sont réunis par une soudure ou reliés à un couple thermo-électrique différent. Le couple adopté par M. Le Chatelier pour les hautes températures est constitué par du platine et par du platine rhodié à 10 pour 100, réunis par soudure autogène au chalumeau oxyhydrique. Ce couple peut mesurer des températures de 1600° ; cependant, en pratique, il vaut mieux ne pas dépasser 1200°, afin d'éviter l'altération moléculaire du platine.

Dans les industries où les températures à mesurer ne dépassent jamais 800°, on peut remplacer le couple platine-platine rhodié par le couple fer-constantan, qui fournit des indications tout aussi sûres et

coûte beaucoup moins cher. La longueur de la canne est de 0 m. 50 à 1 m. Pour les températures supérieures à 800°, le couple est enfermé dans un tube réfractaire.

Le galvanomètre étant relié aux bornes de la poignée, il suffit de plonger la pointe de la canne dans le four ou dans le bain de sel ou de métal, pour en connaître immédiatement la température. A cet effet, le galvanomètre (fig. 1) porte une double graduation, l'une en millivolts, et l'autre en degrés centigrades. Le cadran indique, en outre, le numéro de la canne pour laquelle a été dressée l'échelle thermométrique (fig. 2).

Le câble qui relie la canne au galvanomètre est formé de deux métaux possédant le même pouvoir thermo-électrique que le couple. Les indications sont ainsi rendues indépendantes de la température de la poignée.

Sonde thermo-électrique. — La sonde que reproduit la figure 5 est destinée à mesurer la température à l'intérieur de corps dans lesquels on l'introduit à la façon d'un poignard. On s'en sert, notamment, pour vérifier si les quartiers de viande frigorifiée sont à une température suffisamment basse pour que la conservation en soit assurée.

Suivant la nature des conducteurs qui relient la sonde au galvanomètre, la température indiquée

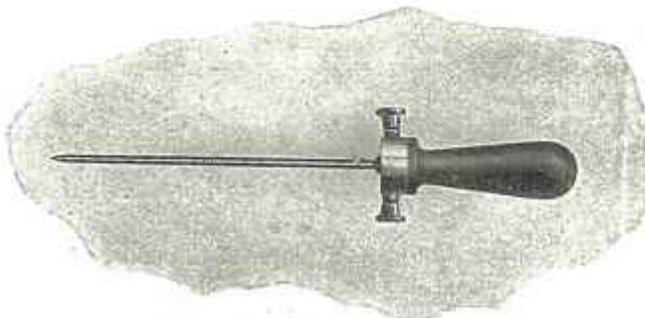


Fig. 3. — Sonde thermoelectrique.

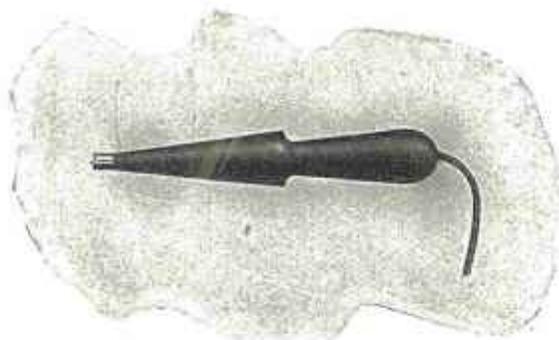


Fig. 4. — Poignée thermoelectrique.

par celui-ci est, soit la différence entre la température de la pointe et celle de la poignée (cette dernière pouvant être maintenue à zéro par un petit réservoir de glace fondante), soit la différence entre la température de la pointe de la sonde et celle du galvanomètre placé dans une salle à température connue.

Poignée thermo-électrique pour métaux. —

Lorsqu'il s'agit de prendre la température d'une pièce métallique, telle que collecteur de dynamo, parois de chaudière ou tube de vapeur, on peut employer un couple thermo-électrique formé de deux métaux

qui ne se touchent pas, mais qui sont placés tout près l'un de l'autre, sur la même poignée (fig. 4). Le circuit étant fermé par la paroi dont on veut mesurer la température, la force électromotrice ne dépend en aucune façon de la qualité du contact : il suffit que sa résistance soit négligeable relativement au reste du circuit. A cet effet, on n'a qu'à appuyer fortement la pointe de la poignée sur la paroi préalablement nettoyée.

Un câble à deux conducteurs, de pouvoir thermo-électrique égal à celui de la poignée, est connecté au galvanomètre, gradué en degrés centigrades. La déviation de l'aiguille mesure ainsi l'échauffement de la paroi, c'est-à-dire la différence entre la température de la paroi et celle du galvanomètre.

II. Pyromètres à radiations. — Ces instruments mesurent la chaleur rayonnée par les corps dont on veut connaître la température. Ils sont basés sur la loi de Stéphan, qui s'énonce ainsi :

La quantité de chaleur rayonnée par un corps noir ou par l'ouverture d'un four isotherme sur un corps noir froid est proportionnelle à la différence entre la 4^e puissance de la température absolue du four ou du corps noir chaud et la 4^e puissance de la température absolue du corps froid.

Cette quantité de chaleur est représentée par la formule :

$$Q = a(T^4 - t^4),$$

dans laquelle Q est la chaleur rayonnée, a un coefficient spécial à chaque appareil, T la température absolue du corps rayonnant à mesurer, t la température absolue de la partie du pyromètre qui mesure la chaleur rayonnée. Quand cette température t ne dépasse pas 575 degrés absolus, soit 100° centigrades, il est facile de voir que t^4 devient négligeable devant T^4 , si la température à mesurer dépasse 500° vulgaires.

La sensibilité des pyromètres à radiations croît avec la température, et comme aucune partie de ces appareils n'est fortement échauffée, ils s'appliquent tout spécialement

à la mesure de températures fort élevées, très supérieures à celles que pourraient supporter les cannes thermo-électriques. Leurs indications peuvent, en effet, être rendues indépendantes de

la distance qui sépare le couple thermo-électrique du corps chaud, au moyen de certains dispositifs, tels que ceux que M. Ch. Féry a appliqués au télescope et à la lunette pyrométriques que nous allons décrire.

Télescope pyrométrique. — Dans cet appareil, représenté en coupe par la figure 8, le couple thermo-électrique est placé au foyer d'un miroir concave M en verre doré, percé en son milieu d'une ouverture ronde derrière laquelle est un oculaire O , formé d'une lentille convergente. Le couple bi-métallique est soudé à deux lames de laiton D et R , fixées aux bornes b et b' , d'où partent les fils qui les relient

au galvanomètre. Le miroir est monté sur une crémaillère qui permet de le déplacer au moyen du bouton P .

Pour effectuer une mesure thermométrique, on braque le télescope dans la direction du corps chaud ou d'une ouverture pratiquée dans le four (fig. 6). Les rayons réfléchis par le miroir viennent se concentrer en son foyer, où ils forment une image réduite du corps chaud ou de l'ouverture du four. On observe cette image par l'oculaire, et l'on met au point, de manière que les rayons réflé-

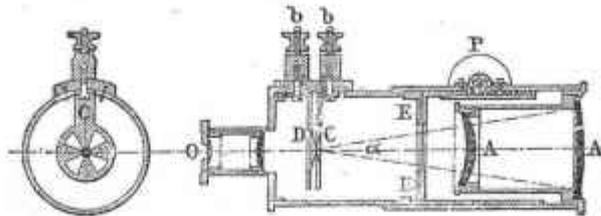


Fig. 5. — Lunette pyrométrique.



Fig. 6. — Emploi du télescope pyrométrique.

chis par le miroir forment l'image du four ou du corps chaud exactement sur la soudure thermo-électrique. Cette soudure s'échauffe alors rapidement, mais sa température ne s'élève jamais à plus de 100° C.

Le galvanomètre auquel est relié le télescope est gradué directement en degrés centigrades. Ses indications sont indépendantes de la distance qui sépare le couple thermo-électrique du corps chaud. En effet, l'image de ce corps, formée au foyer du miroir,

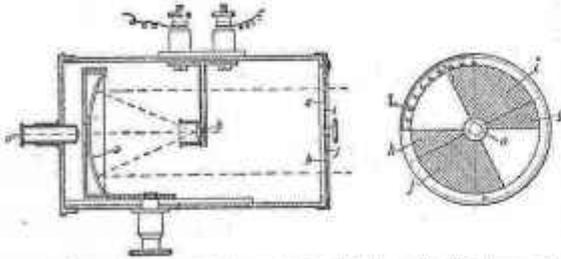


Fig. 7. — Télescope à ouverture variable.

est d'autant plus grande que la distance est plus petite, et la soudure ne reçoit qu'une fraction des radiations d'autant plus petite qu'elle est plus rapprochée du corps chaud. Ces deux effets se compensent complètement, grâce au tube fixé sur le support de la soudure thermo-électrique : ce tube forme diaphragme, de façon que la soudure reçoive les rayons provenant de chaque point du four ou du corps chaud dans un angle solide indépendant de la mise au point.

Le télescope ainsi construit est susceptible de mesurer des températures comprises entre 400 et 1600 degrés.

Télépyromètre à ouverture variable. — Pour mesurer une échelle de températures plus étendue, le télescope pyrométrique précédent a été muni d'un diaphragme amovible à papillon L (fig. 7), qui arrête une partie des rayons calorifiques.

Le galvanomètre employé dans ce cas porte deux échelles de températures : l'une correspond au télescope utilisé à pleine ouverture, pour la

mesure des températures peu élevées; l'autre indique les hautes températures, observées avec le télescope diaphragmé.

On peut ainsi mesurer des températures de 400 à 3500 degrés.

Lunette pyrométrique. — L'objectif de cette lunette (fig. 8) est constitué par deux lentilles convergentes en fluorine AA', qui projettent l'image du four ou du corps chaud en CD, où se trouve une soudure thermo-électrique reliée aux bornes bb.

La lunette étant dirigée vers le corps dont il s'agit de mesurer la température, on observe son image dans l'oculaire O, et l'on met au point en tournant le bouton P. Un diaphragme E limite le cône des rayons reçus par la soudure, de manière à rendre les indications du galvanomètre indépendantes de la distance qui sépare la lunette du corps chaud.

Les températures susceptibles d'être mesurées à

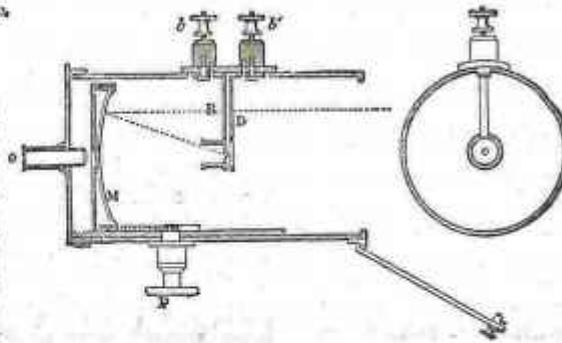


Fig. 8. — Télescope pyrométrique.

l'aide de cet instrument sont comprises entre 800 et 2500 degrés.

Les lunettes pyrométriques offrent l'avantage sur les télescopes d'être complètement fermées, de sorte qu'elles sont utilisables sans inconvénient dans des milieux très poussiéreux. Par contre, elles ont le défaut d'être moins sensibles que les télescopes, surtout aux basses températures, pour lesquelles l'échelle thermométrique est très resserrée.

ERNEST COUSTET.