

Le thermomètre à cristal liquide

Autor(en): **Consandey-Tenthorey, Maurice**

Objektyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin technique de la Suisse romande**

Band (Jahr): **104 (1978)**

Heft 22: **Habitation et confort**

PDF erstellt am: **21.07.2024**

Persistenter Link: <https://doi.org/10.5169/seals-73561>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.

Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.

Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

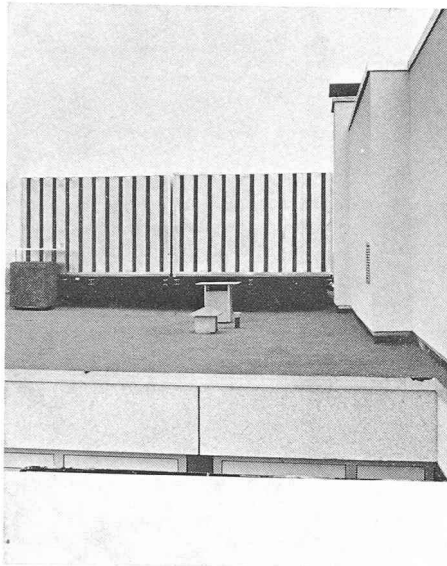


Fig. 4. — Un des trois évaporateurs air/eau sur le toit de la maison. (Photo : Stadtwerke Dortmund.)

prendre sur le plan du génie civil ainsi que toutes les installations de mesure exigées par la Commission des Communautés Européennes, s'élève à DM 500 000.—. Ce surcroît de dépenses peut à première vue paraître élevé ; mais il faut également le voir sous l'angle des délais dus

à la commande tardive (adaptation de la portance des sols, autres mesures du génie civil, chaudière, plus grand type de moteur, etc.). Il n'est en aucun cas représentatif pour le cas général. Dans le cas d'une pompe normale à chaleur à gaz, le surcroît de frais par rapport à la solution conventionnelle est nettement moindre.

Conclusion

Ce rapport sur la pompe à chaleur à gaz d'un immeuble à 64 appartements, se trouvant à Dortmund-Brackel, est truffé de quelques remarques critiques. Il ne faut pas y voir une certaine pédanterie. Elles doivent, à l'aide d'un exemple concret, montrer aux bureaux d'études de pompes à chaleur à gaz les possibilités d'améliorer la conception et la réalisation de telles installations.

Il est évident que dans notre exemple les conditions défavorables de délai ont amené d'importantes modifications par rapport au planning idéal. Grâce à cette installation, la pompe à chaleur à gaz vient de franchir le stade de la démonstration pour passer aux rudes épreuves de la pratique. N'a-t-elle pas dû être réalisée en tenant compte des contingences de délai et de matières, telles qu'on ne les rencontre que trop souvent tous les jours dans les installations de chauffage ? Et c'est bien pourquoi cette installation va occuper une position centrale : elle prouve que même dans des conditions désavantageuses, la pompe à chaleur à gaz constitue une solution intéressante.

USOGAZ

Le thermomètre à cristal liquide

par MAURICE COSANDEY-TENTHOREY, Vufflens-le-Château

Un nouveau dispositif du type gadget est récemment apparu sur le marché : le thermomètre à cristal liquide. Il frappe par sa simplicité, son élégance, sa facilité d'emploi et par l'incompréhension totale que manifeste le profane en face d'une telle réalisation.

Il s'agit en deux mots d'une sorte de bande d'un film plastique noir, mou, sur laquelle apparaît en gris la suite des chiffres d'une échelle de température, par exemple 10, 11, 12, ... 39, 40. La particularité de cette bande est que tous les chiffres apparaissent uniformément gris, sauf celui correspondant à la température ambiante qui lui est coloré en jaune, vert, ou brun selon les cas. Si la température de la bande s'élève un peu, le chiffre coloré initialement s'obscurcit et son voisin de droite sur la bande se colore. La simplicité et l'étrangeté de ce phénomène a quelque chose de plaisant, mais de déroutant pour l'esprit scientifique qui ne sait pas a priori à quel domaine physique rattacher les observations faites. S'agit-il d'un phénomène d'interférence, ou de fluorescence ? Et pourquoi cette sélectivité en fonction de la température ?

Essayons d'examiner le fonctionnement de ce thermomètre d'un peu plus près. Une telle bande de thermomètre est en fait constituée d'une structure en sandwich : on dispose une feuille d'un film transparent sur une feuille de fond opaque noire. Entre ces deux bandes distantes de quelques microns, on injecte un peu d'un liquide dit cholestérique, dit aussi cristal liquide, dont les propriétés optiques sont peu communes : en effet il ne réfléchit la

lumière qu'à une certaine température ; pour toute autre température, il est incolore et transparent, ou presque.

Pour réaliser une bande de thermomètre à cristal liquide, il suffit de prévoir un certain nombre de cases en forme de chiffre entre les deux films du sandwich, et d'intercaler dans chacune d'entre elles un peu d'un cristal liquide réfléchissant la lumière à la température correspondante. Une fois le sandwich refermé, toutes les cases contiendront un liquide transparent et auront à peu près la couleur noire du fond, sauf une, correspondant à la température ambiante.

Cela dit, il vaut la peine de se pencher un instant sur l'étrange liquide responsable de ces propriétés optiques si peu familières. Pourquoi l'appelle-t-on tout d'abord « cristal liquide » ? A première vue rien ne paraît plus contradictoire que ces deux termes de cristal et liquide.

En effet, il est communément admis que le liquide est une substance fluide formée d'un empilement de molécules glissant et roulant les unes sur les autres presque sans frottement, et de manière généralement désordonnée. D'autre part, un cristal est un empilement parfaitement ordonné d'atomes et de molécules, dans toutes les directions de l'espace, et dont la position relative reste fixe. Dans le liquide on trouve désordre et mobilité, dans le cristal ordre et immobilité.

Un cristal liquide est une substance paradoxale où l'on trouve à la fois ordre et mobilité. Les molécules peuvent y glisser les unes sur les autres, mais conservent la même

orientation les unes par rapport aux autres, un peu comme les saumons remontant une rivière, cas où le cristal liquide est dit nématique.

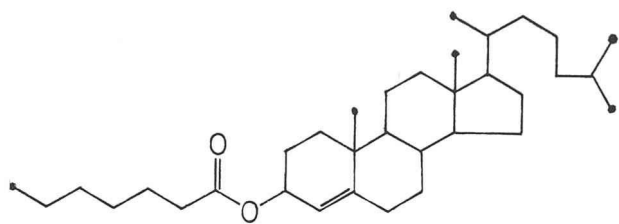


Fig. 1. — Une molécule de cristal liquide, ici l'énanthate de cholestérol. Chaque point et chaque angle représente un atome de carbone. Cette molécule, très longue et mince, est symbolisée par une flèche dans la figure 2.

Il y a un autre cas d'alignement possible pour les molécules dans un cristal liquide. C'est celui du cristal liquide dit cholestérique. Dans un liquide cholestérique, les molécules ressemblent à de longs bâtonnets (fig. 1) qui restent parallèles entre eux dans un même plan. Imaginons pour se fixer les idées que ce plan soit horizontal et que, dans ce premier plan, toutes les molécules soient orientées N-S (fig. 2). Le propre du liquide cholestérique est que l'orientation varie régulièrement en passant d'un plan à l'autre. Ainsi juste au-dessus du plan précédent se trouverait un deuxième plan horizontal avec des molécules toutes orientées NE-SO, puis un nouveau plan où toutes les molécules sont orientées E-O, puis un quatrième plan où à nouveau les molécules sont tournées de 45° par rapport au précédent, c'est-à-dire orientées SE-NO. Dans le cinquième plan parallèle aux précédents, les molécules sont orientées S-N, et ainsi de suite. Il faut attendre le neuvième plan pour que l'arrangement des molécules soit identique à celui du plan de départ. Si on trace un axe perpendiculaire à tous ces plans, on constate que l'orientation moléculaire tourne en hélice en effectuant un tour complet (360°) du premier au neuvième plan. Le pas de l'hélice correspond dans notre exemple à l'épaisseur de huit plans, mais, dans un cristal liquide habituel, il est plus important et de l'ordre de 0,1 micron.

C'est le pas de cette hélice qui est à l'origine du phénomène optique de réflexion sélective étudié. En effet, la longueur de ce pas est du même ordre de grandeur que la longueur d'onde λ de la lumière visible (de $0,4 \mu$ pour le violet à $0,7 \mu$ pour le rouge). La lumière incidente frappant la surface d'un tel liquide la traversera dans le cas général, mais sera réfléchie si les conditions de réflexion de Bragg sont satisfaites, c'est-à-dire si le pas de l'hélice est un multiple entier de la longueur d'onde pour un rayon perpendiculaire.

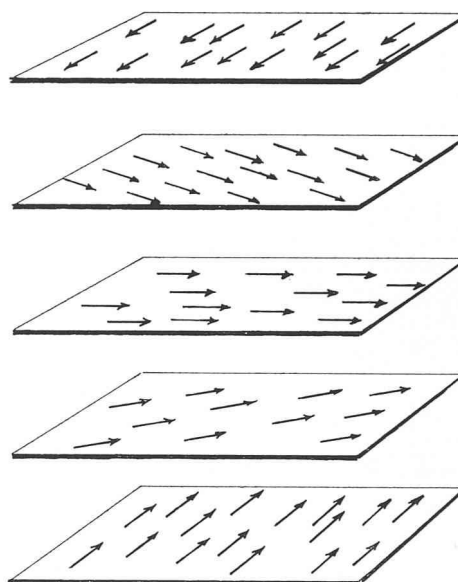


Fig. 2. — Empilement des molécules dans un cristal liquide. Chaque flèche représente une molécule du type indiqué par la figure 1.

Or le pas de l'hélice du cristal liquide varie avec la température de manière très sensible. La variation de ce pas, donc de la lumière réfléchie, est telle que, pour le mélange de 30 % de butyrate de cholestérol + 70 % myristate de cholestérol, la réflexion du rouge (7000 \AA) a lieu à 21°C , et celle du violet (4000 \AA) à 23°C . Ce mélange constitue donc un excellent thermomètre lorsqu'il est déposé sur fond noir. Le tout apparaît noir à une température inférieure ou égale à 20°C ; il prend une couleur brun-rouge à 21°C , qui vire au vert à 22°C puis au bleu-violet à 23°C , avant de redevenir à peu près transparent à plus haute température.

Si on fait varier la proportion du butyrate de cholestérol dans le mélange précédent, on obtient les mêmes phénomènes, mais à d'autres températures.

Il faut ajouter pour conclure que la propriété des dérivés du cholestérol de former des cristaux liquides ne peut couvrir qu'une petite plage de température située peu au-dessus de leur point de fusion. Une trentaine de degrés plus haut, ils forment un « vrai » liquide où les molécules glissent les unes sur les autres de manière désordonnée. Le domaine d'existence d'une phase cholestérique est donc relativement étroit.

Adresse de l'auteur :

Maurice Cosandey-Tenthorey
Ingénieur chimiste EPFL
1141 Vufflens-le-Château

Divers

Il y a cent ans, un chimiste suisse découvrait l'ytterbium

Parmi les 92 corps simples que compte la nature, deux ont été découverts en Suisse, à Genève plus précisément. Le premier, l'ytterbium, fut trouvé en 1878, il y a juste un siècle, et le second, le gadolinium, deux ans plus tard. On doit ces découvertes à Jean-Charles Galissard de Marignac, qui naquit en 1817 à Genève, étudia la chimie à Zurich et devint professeur de chimie dans sa ville natale en 1841. De Marignac est un de ces éminents

pionniers de la chimie inorganique du siècle passé qui, avec des ressources et des appareillages très modestes, créèrent les bases de la chimie moderne.

Les deux éléments découverts par de Marignac sont des métaux et appartiennent à la famille dite des terres rares. L'ytterbium tire son nom d'Ytterby, un village près de Stockholm où fut découvert le minerai contenant l'élément. Il n'existe pas, aujourd'hui encore, de possibilités d'application intéressantes pour ce corps simple. En revanche, le gadolinium, élément très rare également, est utilisé notamment comme métal d'alliage, dans l'industrie nucléaire, pour modifier les propriétés du fer et du chrome (IC).