Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 66 (1940)
Heft: 1

Artikel: Les bases physiologiques de l'aération et du chauffage
Autor: Gonzenbach, W. v.
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-50638

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 10.12.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

d'où on tire C. Comme les longueurs des rayons vecteurs des températures sont proportionnels aux longueurs des arcs d'un angle au centre commun, défini par les pressions limites encadrant les H connus par la table de Bjerknes, on calcule ces rayons par le théorème de Thalès.

Le calcul des angles p, se fait comme dans le cas précédent. Il peut également s'obtenir graphiquement par un diagramme à trois entrées, comme l'indique clairement la figure 8, où la courbe $H = f(p)$ est construite d'après la table de Bjerknes pour l'atmosphère isotherme de 0°.

La figure 9 donne les proportions d'un diagramme pour des radiosondages de haute précision dans les basses couches atmosphériques. Avec un planimètre radial Amsler du type normal(N° 75 671), l'exactitude graphique est de 10 centimètres sur l'altitude en mètres dynamiques (t_v en températures virtuelles, p en millibars).

Mais cette méthode ne m'avait pas satisfait.

(A suivre.)

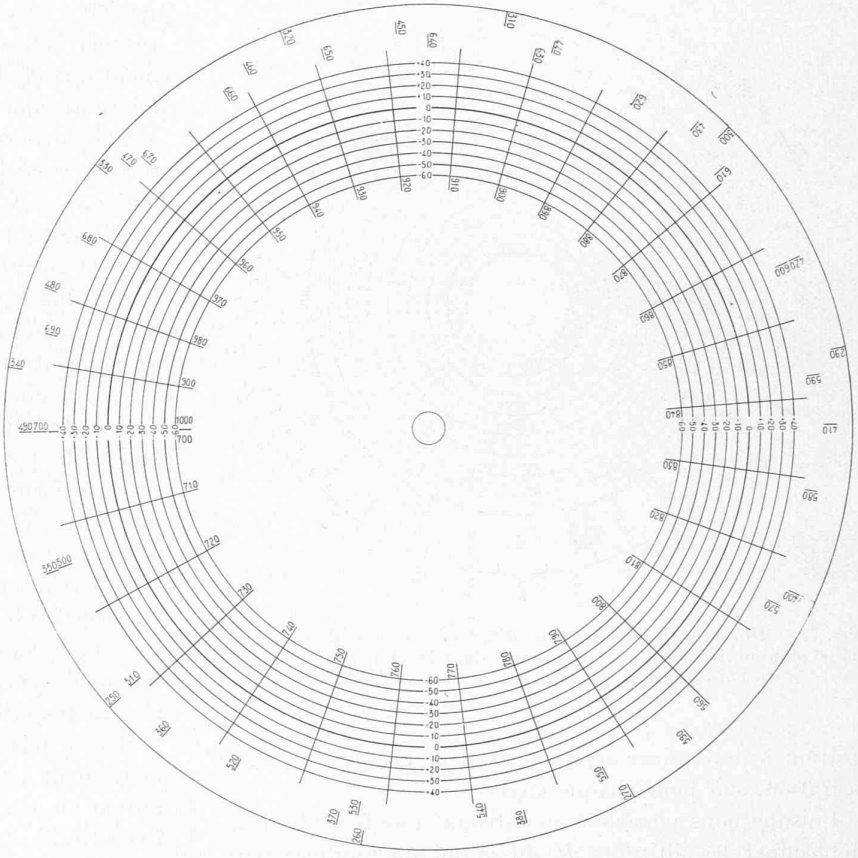

Fig. 9. — *Diagramme aérologique d'altitudes.*
Rayon vecteur = température en °C ; argument = pression en millibars ; intégrateur : planimètre radial Durand-Amsler ou curvimètre.

Les bases physiologiques de l'aération et du chauffage[1]

par le professeur Dr W. v. GONZENBACH, Zurich.

Dans tous les domaines de la science, si l'on oublie la raison première de ses recherches, toute spécialisation poussée à l'extrême risque de faire perdre de vue l'interdépendance des diverses branches du savoir. Faute d'échange d'idées, d'entretien des relations entre les activités divergentes, pour tâcher de réaliser une synthèse générale, la culture universelle se disloque, c'est la tour de Babel où l'on ne s'entend plus, tandis que le contact et les échanges intellectuels sont fertilisants et créateurs. La nécessité de ces relations apparaît tout particulièrement dans le domaine sanitaire, où la science de l'hygiène et ses applications techniques se complètent réciproquement pour progresser ensemble. L'hygiène scientifique, afin de réaliser ses postulats, demande la collaboration du technicien et de sa science pour la mesure des réactions physiologiques et pour en établir les lois. Vice versa, la technique sanitaire ne remplira sa mission que si elle pénètre le mécanisme de la vie et apprend à penser du point de vue physiologique. Bien plus, la solution de maint problème dans les domaines de l'aération et du chauffage trouve directement sa voie par la connaissance de la construction et des fonctions du corps humain. Citons par exemple la disposition de nos organes respiratoires, l'air atmosphérique amené aux poumons par la voie du nez, vrai appareil d'admission, de purification et de réchauffement préalables de cet air, qui subit même simultanément un contrôle rigoureux de sa qualité. Ou bien, comparons l'appareil de circulation du sang dans notre corps au réglage d'un chauffage à circulation forcée de l'eau chaude. C'est ainsi que la technique sanitaire et en particulier celle de l'aération et du chauffage doit sans cesse s'orienter d'après la physiologie du corps humain pour répondre aux exigences de l'hygiène, tout d'abord en prévenant les dommages, puis pour agir plus positivement, non seulement par la protection de la santé, mais aussi par son affermissement. La santé se traduit par une manifestation de vigueur, par un effet extérieur, effet qui dépend directement des facteurs de l'ambiance, généralement compris sous le terme de climat. Donc, l'aération et le chauffage ont pour tâche de donner à un climat, à une ambiance atmosphérique, les qualités les plus favorables aux fonctions vitales.

L'aération.

Les premières tâches de l'aération furent d'éloigner, d'expulser l'air vicié, surtout les gaz de combustion dangereux pour la santé. La fumée du foyer s'échappait de la cabane primitive par une ouverture du toit, puis vinrent la cheminée, la hotte, et dans les métiers, les forges, les constructions appropriées. Ce développement historique est à l'origine d'une aération hygiénique selon le principe de l'expulsion de l'air vicié par des gaz nocifs, et de l'aération par *aspiration*.

[1] Nous tirons cette étude du numéro spécial qu'a consacré cet été à l'Exposition nationale la revue *Schweizerische Blätter für Heizung und Lüftung*. Cet article vient heureusement compléter la note parue à nos numéros des 23 septembre et 7 octobre 39 et intitulée : « Quelles sont les caractéristiques du chauffage par rayonnement ? »

Dans l'hygiène des métiers et de l'industrie, la technique de cette aération s'est parfaitement adaptée à toutes les exigences combinées du progrès, en captant sur place les émanations nuisibles, poussières, vapeurs, brouillards (badigeon giclé). De même, l'air vicié n'est pas rendu à l'atmosphère sans avoir été d'abord débarrassé autant que possible des additions indésirables, au moyen de chambres à poussières, d'appareils cyclones avec ou sans lavage d'air, par des tamis d'étoffe ou à viscine, et finalement grâce à un nouveau triomphe technique tout moderne, l'électro-filtre, qui charge d'électricité et élimine de l'air vicié les corps en suspension même les plus fins.

A part le principe de protection, l'hygiène pose la question d'améliorer l'air dans un local donné, c'est-à-dire non seulement d'en corriger les mauvaises qualités comme ci-dessus, mais de lui en donner de bonnes. Au début, la ventilation par *introduction d'air* (dite aussi par pulsion), tout comme sa sœur, celle par aspiration, traitait l'air surtout du point de vue de la respiration. Elle s'appliquait donc, certainement à juste titre, à fournir aux locaux fermés un air aussi pur que possible, c'est-à-dire inodore et surtout sans poussière.

Durant des années, on avait simplement supposé que le malaise éprouvé par les occupants d'un local à l'air « usé » provenait de sa teneur en substances bien déterminées, émanant du corps humain, notamment au travail, et que la respiration de cet air impur causait la sensation allant jusqu'à l'impression de maladie. On parlait de produits de la fatigue, même de poisons qui en proviendraient, de kenotoxines — que cependant personne n'a jamais pu sûrement identifier — lorsque la preuve fut donnée par *Flügge* et son école qu'il ne s'agissait pas de poisons exhalés dans l'air de la respiration comme cause du malaise éprouvé dans les salles trop fortement occupées, mais d'un échange de chaleur entravé par rapport à l'ambiance : « Travaillant dans un local étroit et fermé, mais recevant de l'extérieur l'air frais nécessaire à la respiration par un tube *ad hoc*, un groupe de personnes soumis à cette expérience éprouve au bout de peu de temps le malaise en question, tandis qu'un second groupe, travaillant dans un local bien aéré, mais recevant et devant respirer l'air du local étroit du premier groupe avec ses kenotoxines, n'éprouvera nul malaise ». Cette expérience transforma du coup le problème de l'aération en un problème de l'économie calorifique corporelle ou plutôt de l'équilibre des températures entre le corps et l'air de son entourage dans un espace clos ; la question de la respiration fit place à celle du *climat* intérieur.

Si l'on se représente tout simplement, sans autre supposition scientifique, la différence entre le climat extérieur et celui d'un espace clos, on constate d'abord qu'en plein air on se trouve en permanence dans une atmosphère illimitée, dont l'air est généralement en mouvement plus ou moins sensible et nous baigne littéralement. Dans ce milieu il ne peut exister autour de notre corps un manteau d'air stagnant, d'une humidité relative supérieure et d'une température inférieure. Or, le dit mouvement de l'air et les oscillations de température, parfois imperceptibles, qui l'accompagnent toujours, exercent continuellement sur notre épiderme une légère excitation du très délicat mécanisme de réglage de la répartition sous-cutanée du sang. Ceci vivifie directement toute l'action vitale du corps et le renouvellement de sa substance. Dans un espace clos à atmosphère inerte, au contraire, un manteau d'air plus ou moins stagnant se forme autour du corps. Si en outre l'espace est restreint par rapport au nombre des occupants, la température et le degré d'humidité montent, ce qui affaiblit l'excitation nécessaire à l'épiderme, soit l'action vivifiante de la température sur le réseau sanguin de la peau, soit l'impulsion par les imperceptibles actions d'évaporation et d'évacuation de l'appareil sudorifère, la « perspiratio insensibilis », appelée communément par erreur « respiration cutanée ».

Les expériences physiologiques sur le renouvellement de la substance ont établi que l'action respiratoire, dans un milieu méthodiquement aéré, est de 1 ½ à 2 fois plus favorable que dans un milieu à l'air stagnant, sans mouvement. Or l'homme étant de sa nature un être de plein air, il s'entend que le « climat » d'un espace clos n'est pas naturel pour lui, mais plus entravant que vivifiant pour son organisme. Le jeu de l'équilibre des températures entre son corps et l'ambiance est très important et toute difficulté qui surgit cause quelque malaise qui, plus tôt chez les personnes de santé délicate, plus tard chez d'autres, peut s'intensifier jusqu'à des maux de tête, des nausées, des sensations de maladie proprement dite (syncopes dans des salles de réunion, etc.). Depuis *Flügge* on désigne cet état par « retenue de chaleur » (*Wärmestau*).

Pour éviter cette situation et créer finalement le climat le plus favorable, facilitant directement au corps humain l'émission de son superflu de chaleur engendrée par son activité, il faut se rappeler les trois facteurs conditionnant cette émission dans l'air ambiant : 1. la différence de température entre l'air du local et la surface de l'épiderme, 2. le mouvement de l'air, 3. la saturation de l'air.

Différence de température. Pour juger le climat d'un local, on se bornait jusqu'à présent à en noter surtout la température. Nous reviendrons sur ce point à propos du chauffage, tout en observant déjà ici que dans l'air inerte, le corps étant au repos, il ne se manifeste pas d'effet immédiat de la différence de température entre celui-ci et l'ambiance, vu que les couches d'air en contact immédiat avec le corps se réchauffent très tôt sans s'écouler et que leur mauvaise conductibilité ne facilite pas la transmission plus loin ; il se forme donc autour du corps un manteau d'air réchauffé, que nous renforçons même artificiellement en hiver par des vêtements appropriés.

Mouvement de l'air. Ce n'est qu'au moment où l'air est mis en mouvement et baigne le corps en permanence, que la différence de température entre l'air du local et la surface de l'épiderme se manifeste. Alors l'émission de chaleur atteint souvent le double, même le triple des valeurs observées, dans l'air inerte. Pour évaluer la faculté d'un corps de rendre sa chaleur, il faut donc considérer sa température et le mouvement de l'air. Le katathermomètre de *Léonard Hill*, d'une simplicité géniale, sert à mesurer ces valeurs de chaleur rendue. C'est un thermomètre à esprit-de-vin d'une capacité calorique connue, dont l'émission de chaleur par unité de surface est mesurée en millièmes de petites calories pour un refroidissement de 38 à 35° C. Cet instrument émet par exemple, par cm^2, pour le refroidissement de 38 à 35° C, 500 milli-calories. Il permet d'obtenir le nombre de milli-calories qu'un corps d'une température superficielle de 37° émet par cm^2 et par seconde et pour différentes conditions d'ambiance. Des expériences ont démontré que l'homme se trouve le mieux dans un milieu où ce nombre est compris entre 4 et 6 ; si l'émission est plus forte, il y a impression de fraîcheur, si elle est inférieure à 4, le milieu paraît trop chaud. Les expériences faites avec ce thermomètre ont en outre donné ce résultat surprenant : pour une température constante mais une agitation de plus en plus grande de l'air, le nombre caractérisant l'émission de chaleur augmente selon une progression mathématique bien déterminée. Ce thermomètre constitue donc en même temps un subtil instrument de mesure du degré d'agitation de l'air et l'effet bienfaisant du ventilateur-éventail devient compréhensible, cet appareil qui, sans renouvellement de l'air, rend supportable le séjour dans un local surchauffé. La théorie et l'importance pratique de cette thermométrie spéciale sont

traitées dans l'excellente, fondamentale dissertation du Dr Weiss dans les « Archives de l'hygiène ». Le dit thermomètre a fait ses preuves dans la technique de mesure et de contrôle.

Saturation de l'air ambiant. A part l'émission de chaleur de la surface du corps, par rayonnement et par convection, l'évaporation de la sueur joue un rôle d'autant plus grand que la température est plus basse ; ce qui se comprend sans autre en se rappelant que l'évaporation d'un gramme d'eau exige plus de 500 calories. Or, l'importance de l'évaporation et sa rapidité dépendent de la quantité de vapeur d'eau que l'air peut absorber ; il va en effet de soi qu'un manteau d'air inerte enveloppant le corps se sature bientôt d'humidité, ce qui paralyse la fonction évaporatoire et refroidissante de la sueur, tandis qu'inversement l'afflux continuel d'air frais vers l'épiderme met pour ainsi dire en valeur le plein rendement du refroidissement par évaporation. Ici également, le katathermomètre fournit une indication remarquable. Si l'on enveloppe bien étroitement le récipient d'esprit-de-vin du katathermomètre d'un chiffon de toile humide, l'effet de l'évaporation s'ajoute à celui du rayonnement et de la convection. Dans l'air inerte, d'une humidité relative moyenne, de température de 20°, le katathermomètre humide accusera une émission de chaleur 2½ à 3 fois plus élevée que le katathermomètre sec.: 12 à 15 au lieu de 4 à 5 milli-calories par seconde. En donnant à l'air du local un mouvement rapide par un ventilateur-éventail, ce chiffre montera à 34, même à 40, donc l'octuple du chiffre 5, représentant le confort optimum. Ceci fait comprendre du coup la sensation désagréable des jeunes baigneurs sortant de l'eau grelottants, caressés par la brise tiède sur les galeries et les tremplins des piscines estivales. Mais cela explique aussi le danger de refroidissement dans des vêtements imbibés de sueur, au courant d'air et au vent.

Après ces développements théoriques sur l'hygiène, ses exigences vis-à-vis de la technique de l'aération peuvent être formulées en se basant sur le principe fondamental suivant : le climat intérieur doit ressembler autant que possible au climat extérieur, placer l'homme dans les conditions d'existence naturelles de son milieu primitif, c'est-à-dire éviter les extrêmes, modérer les températures, faciliter les échanges de chaleur entre le corps et l'ambiance. Il s'agit de créer une ambiance favorable, de procéder à un *conditionnement de l'air.*

Il faut pour cela :

1. un choix judicieux du lieu de prise d'air,
2. une préparation convenable de l'air à introduire, par un nettoyage préalable (tamisage par filtres à compartiments, filtres à viscine, lavage par aspersion),
3. s'il y a lieu, un chauffage préalable de l'air ou bien, au fort de l'été, un rafraîchissement et séchage de l'air par refroidissement au-dessous du point de rosée,
4. une amenée d'air par de larges canaux, accessibles au nettoyage,
5. une introduction d'air évitant tout courant local, et assurant une répartition aussi uniforme que possible de cet air dans les locaux à aérer.

Dans les habitations ordinaires, ainsi que dans les chambres d'hôpital pour un seul patient, ou même dans les bâtiments scolaires, l'aération artificielle n'est pas nécessaire, si l'aménagement de la construction et la disposition de ses fenêtres sont convenables. L'aération artificielle s'impose, par contre, pour les locaux de réunion, de sociétés, salles de travail, ateliers, etc., et, comme il faut y compter aussi avec une viciation de l'air à respirer (fumées de tabac, transpiration, dégagement de gaz des machines et appareils de travail) il sera toujours indiqué de combiner judicieusement l'aération par introduction d'air avec celle par évacuation de l'air vicié. Dans le calcul de ces installations, il faut toujours faire en sorte qu'il règne dans le local une surpression d'air, pour empêcher la naissance de désagréables courants d'air venant des fenêtres ou l'accès d'air de qualité inférieure venant de locaux secondaires contigus (vapeurs de cuisines de restaurants).

Il y a lieu de mentionner encore l'emploi moderne de l'ozone pour la destruction des mauvaises odeurs dans le local même qu'il s'agit d'aérer. Ceci exige de la prudence, un dosage trop fort d'ozone pouvant causer des maux de tête à certaines personnes. Placés dans les canaux d'évacuation d'air vicié, les appareils à ozone fonctionnent avec succès pour faire disparaître les odeurs dégagées par certaines substances oxydables, provenant, par exemple, de l'engraissage des porcs, et qui donnent toujours lieu à des plaintes du voisinage.

Le chauffage.

En remplissant sa tâche qui est, outre l'élimination des impuretés de l'air, d'établir dans un espace clos un climat physiologique chaud, l'aération se heurte à l'obstacle du froid lorsque le climat extérieur passe par de basses températures. Il faut alors suppléer à un déficit de chaleur. Ceci incombe au chauffage, et la suite logique des considérations précédentes serait d'examiner si la solution ne consisterait pas tout simplement à réchauffer plus ou moins l'air à introduire. Mais, comme nous allons le voir, le chauffage à l'air chaud n'est applicable et approprié que pour des conditions extérieures bien déterminées.

La technique du chauffage doit aussi avoir des bases physiologiques, c'est-à-dire se fonder sur l'étude de l'objet vivant à réchauffer, le corps humain et de son économie calorifique. L'émission de chaleur du corps humain a lieu par *rayonnement* et par *convection* à son voisinage immédiat, c'est-à-dire à l'air qui l'entoure. Lorsqu'il s'agissait d'aération, le rayonnement du corps était hors de cause. On constate au contraire que ce facteur exerce dans l'économie calorifique une influence qui n'est pas négligeable, et ceci non seulement par émission mais aussi par réception de chaleur.

L'expérience prouve que la sensation que procure une émission de chaleur par *convection* à l'air ambiant est plus agréable que celle d'une émission par rayonnement. En effet, dans le premier cas, une légère sensation de fraîcheur stimule la circulation sous l'épiderme et vivifie notre sensation de bien-être, on se sent rafraîchi ; s'il y a absence d'émission de chaleur par convection, c'est plutôt le contraire. Il est possible que nos organes respiratoires aient une part à cette sensation, surtout le nez, qui éprouve bien plus agréablement le passage d'air frais que d'air chaud. D'autre part, l'émission de la chaleur corporelle vers des parois voisines froides par *rayonnement* procure une sensation d'emblée désagréable. Le chauffage doit donc tendre à obtenir un minimum de rayonnement de chaleur vers les parois du local et une émission par convection aussi libre que possible à l'air ambiant. Ce sont les conditions réalisées parfaitement par le bain de soleil hivernal au grand air. Le bien-être est alors obtenu par réception directe de chaleur rayonnante avec forte émission de chaleur du corps à l'air ambiant par convection. Mais il est évident que des conditions extrêmes de ce genre ne pourraient être maintenues en permanence dans un espace clos. Néanmoins, la technique du chauffage devra à l'avenir toujours tendre à créer la sensation de bien-être par des parois chaudes et de l'air frais et non par l'inverse.

L'homme primitif se chauffait et se chauffe encore au feu

du campement, du foyer, à la cheminée, exclusivement par de la chaleur rayonnante. Les gaz de ce chauffage et son air chaud s'en vont comme ils peuvent au gré du vent. Nos frères inférieurs les animaux se chauffent au soleil. Le chauffage par rayonnement est donc indubitablement le plus ancien, le plus naturel.

Pour parler physique, chaque corps tempéré au-dessus du zéro absolu rayonne de la chaleur, en quantité proportionnelle à la quatrième puissance de sa température superficielle absolue. L'homme est donc lui-même toujours l'objet du rayonnement de corps émettant de la chaleur. Il est d'ailleurs physiologiquement adapté à des variations déterminées de l'intensité de ce rayonnement, et il reçoit de la chaleur de toute surface d'une température supérieure à la sienne propre. C'est ce qui a trop longtemps échappé à la technique du chauffage, en déconsidérant en général le rayonnement, faisant entourer les corps de chauffe d'un revêtement, bien au détriment de l'économie calorifique, et en méconnaissant complètement le besoin physiologique du corps de recevoir de la chaleur par rayonnement. Si une chaleur rayonnante excessive est désagréable, on se trouve tout aussi mal à son aise dans un local venant d'être chauffé et dont l'air a bien acquis la température convenable, mais dont tout le reste, les parois, les meubles, etc., sont encore relativement froids ; on connaît aussi la sensation désagréable éprouvée dans une salle bien chauffée où il faut s'asseoir près d'une fenêtre, même fermant bien, mais qui donne positivement l'impression d'exhaler du froid. Ce qui vient d'être dit fait reconnaître (la physique le prouverait bien directement par le calcul) quel rôle important la chaleur rayonnante joue et doit jouer dans l'économie calorifique de l'organisme. Il faut d'une part favoriser l'apport de chaleur au corps humain par rayonnement et éviter au contraire une émission de chaleur rayonnante vers l'extérieur.

Il n'est réellement guère compréhensible que la technique du chauffage, au moins celle du chauffage central, soit restée durant des dizaines d'années presque complètement aveugle devant ce problème ; l'agréable effet du fourneau de faïence jadis chauffé au bois provient précisément de la qualité de son doux rayonnement. Il fallut l'avènement des fourneaux métalliques aux températures de surface très élevées, du chauffage central à la vapeur aux corps de chauffe à surface également trop chaude, pour mettre le rayonnement en discrédit. Les fourneaux de fer et les corps de chauffe du chauffage central furent alors entourés d'écrans, de revêtements, une pudibonderie qui s'étendit, un peu sans réflexion, aussi aux corps de chauffe à circulation d'eau chaude à basse pression.

Depuis quelque temps, pourtant, le chauffage central ne se limite plus à l'emploi des corps de chauffe usuels, il s'est développé par l'application du rayonnement sous forme *des plafonds chauffants*. Ce système s'est surtout répandu en Angleterre et en Hollande et s'étend maintenant chez nous. Les serpentins de chauffage sont disposés à l'intérieur du plafond, même directement noyés dans le béton (système Crittal).

Ce système comportant de larges surfaces chauffantes, leur température peut être réduite ainsi que la température initiale de l'eau à la chaudière. Sous cette forme, le chauffage n'agit plus que par rayonnement, car l'air en contact avec la surface chauffée ne peut s'échapper et sa faible conductibilité ne permet qu'une transmission excessivement lente de la chaleur aux couches d'air inférieures. La diffusion de la chaleur du plafond à l'intérieur du local, à tout son volume, aux parois, au sol, aux objets et occupants, a lieu d'une façon analogue à celle de la lumière par un plafond éclairé. Les rayons de chaleur sont absorbés au 90 à 95 % par les parois et les objets du local, quelle que soit leur couleur (celle-ci n'intervenant que pour l'absorption ou le réfléchissement des rayons lumineux à ondes courtes du spectre visible). Le reste en est réfléchi et de nouveau absorbé. Il en est de même du verre des fenêtres, imperméable aux ondes longues des rayons de chaleur qu'il absorbe donc, sauf une petite fraction qu'il réfléchit (effet de serre chaude).

Il s'ensuit que le chauffage par rayonnement dès le plafond assure une répartition très uniforme de la chaleur, sans formation d'îlots plus chauds ni de courants de convection. En conséquence, il ne se produit plus d'entraînements de poussières par des courants d'air ascendants. La chaleur se transmet également aux parois, ce qui est à désirer comme indiqué précédemment. Ce n'est que peu à peu, par contre, que l'air se réchauffe au contact des surfaces atteintes par les rayons de chaleur, à l'inverse de ce qui se passe habituellement, dans les cas de fourneaux, de radiateurs de chauffage central, où l'air léchant les surfaces très chaudes monte en abandonnant aux parois sa chaleur, s'en dépouillant pour ainsi dire peu à peu par frottement ; ce qui provoque du moins au début, le désagrément de l'air tempéré entre des parois encore froides, avec des poussières en suspension dans l'air ascendant et en outre dans le cas de corps de chauffe d'une certaine hauteur des odeurs et des dépôts de poussières organiques.

En ce qui concerne la répartition uniforme de la température dans l'espace à chauffer, le chauffage par *planchers chauffants* offre les mêmes avantages. Il distribue aussi la chaleur dès une grande surface de température relativement basse, évitant donc également la formation de courants de convection. C'est la pureté de l'air qui frappe d'emblée agréablement lorsqu'on entre, sans idée préconçue, dans une pièce chauffée de cette façon. La température du sol chauffant ne doit, il est vrai, pas dépasser environ + 25° C, afin d'éviter des sensations désagréables aux pieds ; ce fait restreint donc l'emploi de ce système aux cas de froids peu intenses. Il ne peut en outre développer tout ses effets que si le sol n'est pas recouvert de tapis. Ajoutons que le sol chauffé agit moins par rayonnement que par action directe sur l'air, mais que celui-ci monte très lentement, étant donné l'étendue de la surface chauffée ; il n'entraîne pas de poussière, et reste donc pur.

Aux avantages de la disposition du chauffage par le plafond s'ajoute, pour l'été, la possibilité d'un rafraîchissement uniforme sans aucun courant d'air, en faisant circuler dans les serpentins de l'eau refroidie. Le plafond refroidit la couche d'air supérieure qui descend lentement vers le sol, tout comme monte lentement l'air chaud du chauffage par planchers chauffants.

Enfin un dernier avantage que le chauffage par rayonnement partage avec le chauffage par le sol : la surface du sol, en particulier près des vitrages et des portes, n'est pas encombrée par des corps de chauffe, mais reste disponible.

Il s'avère donc bien que le chauffage par rayonnement dès le plafond a de belles perspectives devant lui. C'est le meilleur système pour les hôpitaux, les bâtiments scolaires, les bureaux et il a déjà remporté des succès dans la maison d'habitation moderne.

En ce qui concerne le problème de *l'humidification de l'air*, la physique dit d'abord que l'humidité relative dans un local chauffé est toujours plus faible que celle de l'atmosphère extérieure. Ce n'est d'ailleurs pas elle qui exerce une influence capitale sur le desséchement des muqueuses des organes respiratoires, mais la quantité de vapeur d'eau que peut absorber

l'air chauffé à 37°, température de ces muqueuses. Cette quantité dépend donc de la teneur absolue d'humidité de l'atmosphère et sera pour l'air froid extérieur toujours nettement plus élevé que pour l'air d'un local habité, où la respiration des occupants exhale toujours de l'humidité. La prétendue sensation de sécheresse des muqueuses ne peut donc être l'expression directe de leur perte d'humidité, car la dite sensation devrait alors être bien plus accentuée en plein air. Au contraire l'air nous paraît « sec » presque exclusivement dans des locaux fermés et chauffés. Il doit donc y avoir encore un autre facteur entrant en jeu, et ce ne peut être que la *poussière* que les courants de convection ne laissent pas en repos. Elle peut bien être partiellement éliminée par le nettoyage humide et régulier des corps de chauffe, ou bien, à l'exemple de l'action nasale, en faisant passer l'air montant devant de grands panneaux de carton humide, où la poussière s'attache. Mais tout ceci est insuffisant. Des expériences ont permis de constater que la quantité des corpuscules de poussière en suspension dans un local chauffé ne diffère pas sensiblement, qu'il y ait humidification ou non. L'air donne surtout cette sensation de sécheresse dans le cas de surfaces de chauffe trop chaudes (plus de 70°). Il se forme alors des courants de convection plus forts qui entraînent davantage de poussière et certains éléments organiques, surtout graisseux, peuvent se volatiliser, puis irriter particulièrement nos muqueuses. Il n'y a cependant pas lieu de parler ici de carbonisation de ces poussières, ce qui exigerait des températures bien supérieures. On peut supposer que ces substances volatiles constituent dans l'air des « noyaux de condensation » dont la quantité dépendrait du degré d'humidité. Nos essais ont montré, en effet, que l'unique différence entre air humide et air sec dans un local utilisé résidait dans une notable diminution du nombre des « noyaux de condensation » lorsque l'air était humidifié. Ceci est confirmé par l'exemple de la fumée de tabac, qui contient une énorme quantité de noyaux de condensation, et dont l'effet irritant se combat très bien par l'humidification de l'air (vaporisation d'eau, agiter une étoffe humide). Outre leur quantité, la qualité de ces noyaux joue aussi un rôle important et les expériences y relatives continuent actuellement.

En tous cas on ne peut nier que les personnes de quelque sensibilité éprouvent avec satisfaction l'effet de l'humidification artificielle de l'air dans les locaux chauffés, à la condition que cette action soit suffisante. D'après notre expérience, les appareils à humidifier l'air devraient évaporer en 24 heures environ 100 cm³ d'eau pour un m³ d'espace, donc par exemple, pour une pièce habitée de 30 m³, trois litres par jour, quantité qui n'est obtenue que par très peu d'appareils offerts dans le commerce.

Le chauffage par le plafond opère dans un air pur et ce n'est en outre guère que par les tout grands froids que la température de ses surfaces de chauffe monte à 40°, tout au plus à 50°, chaleur ne pouvant pas volatiliser les matières irritantes, et cela d'autant moins qu'il ne s'attache guère de poussière au plafond. C'est bien la raison pour laquelle on ne se plaint jamais de la sécheresse de l'air dans les locaux chauffés par le plafond, ce qui rend d'emblée superflue une humidification artificielle.

BIBLIOGRAPHIE

La poutre continue sur poteaux flexibles et appuis élastiques. Dr *Alfred Manger*, ingénieur E. P. F. Edition Leemann frères, Zurich 1939. Volume de 170 pages, 77 figures et 8 grandes épures hors texte. — Broché 12 fr.

L'Institut de statique des constructions de l'Ecole polytechnique fédérale nous envoie une belle étude, où la probité scientifique s'allie aux nécessités du calcul journalier. Il comble ainsi une lacune de notre outillage technique.

Les remarquables épures du « Kontinuirlicher Balken », du professeur Dr W. Ritter, sont parfaites chacune dans son cadre ; mais il est en général bien difficile de passer de l'un à l'autre de ces types distincts pour traiter des problèmes unissant, aux variations du moment d'inertie, la flexibilité des colonnes encastrées et la déformabilité linéaire du massif ou du sol d'appui. Le professeur Dr Max Ritter, titulaire actuel de la chaire, avait déjà paré à cet écueil en publiant, dans les Mémoires de l'Association des Ponts et Charpentes (Zurich 1934) sa théorie générale de la poutre encastrée élastiquement. Le problème, ainsi résolu dans sa texture essentielle, va jusqu'à l'élasticité solidaire des points d'appui.

M. Manger a repris la trame ainsi tissée par son maître, et nous livre un manuel particulièrement fouillé dans sa théorie, où les formules et les exemples numériques sont établis pour l'usage immédiat du bureau d'ingénieur. Aucun cas essentiel n'est omis dans le domaine envisagé, puisque la ligne élastique d'une travée tient compte sans difficulté de sa raideur variable, et que l'appui élastique, qui lui répond, englobe toute déformation possible.

L'emploi régulier du théorème de Maxwell assure la limpidité aux liens qui unissent les déformations linéaires, dus à un couple, aux angles d'inclinaison provoqués par un effort tranchant.

Cette belle monographie fait honneur autant à son auteur qu'à la haute école dont il se réclame. A. P.

S. T. S. Schweizer. Technische Stellenvermittlung / Service Technique Suisse de placement / Servizio Tecnico Svizzero di collocamento / Swiss Tecnical Service of employment

ZURICH, Tiefenhöfe 11 - Tél. 35.426. - Télégramme: INGÉNIEUR ZURICH.

Gratuit pour les employeurs. — Fr. 2.— d'inscription (valable pour 3 mois) pour ceux qui cherchent un emploi. Ces derniers sont priés de bien vouloir demander la formule d'inscription du *S. T. S.* Les renseignements concernant les emplois publiés et la transmission des offres n'ont lieu que pour les inscrits au *S. T. S.*

Emplois vacants :

Section mécanique.

1217. *Technicien-électricien* ayant fait apprentissage régulier de monteur-électricien. Age : jusqu'à 30 ans. Langues : allemande et française.

1219. *Technicien-mécanicien* diplômé, ayant fait un apprentissage de mécanicien. Zurich.

1221. *Technicien-électricien* diplômé. Appareils électriques d'une fabrique de machines. Suisse orientale.

1223. *Ingénieur-électricien.* Usine métallurgique du nord-ouest de la Suisse.

1225. *Technicien.* Service d'exploitation d'une fabrique de machines du nord-ouest de la Suisse.

1227. *Chimiste* expérimenté. Mise en exploitation d'une installation de cyanure de sodium par le procédé dit « azoteux ».

1229. *Ingénieur* ou *technicien.* Instruments de chirurgie. Service extérieur et d'exportation. Apport au moins 10 000 fr. suisses. Langues : allemande, française et anglaise. Zurich.

Sont pourvus les numéros : 1938 : 1187, 1217, 1243 — 1939 : 641, 667, 705, 735, 753, 783, 1015, 1075, 1185, 1191.

Section bâtiment et génie civil.

1208. *Ingénieur civil* ou *technicien en génie civil.* Elaboration de projets. Aménagements de chutes d'eau. Bureau d'études d'une Entreprise industrielle de France.

1210. *Ingénieur civil.* Longue expérience, connaissant parfaitement le français, demandé en qualité de conducteur de travaux d'importantes constructions hydro-électriques, barrage et usine hydro-électrique, en France (région des Alpes).

1212. *Technicien architecte* diplômé, très bon dessinateur, pour plans et détails d'exécution. Bureau d'architecte de Suisse centrale.

2. *Jeune ingénieur constructeur* diplômé. Calculs statiques, béton armé et charpentes métalliques. Turquie.

6. *Ingénieur diplômé,* bon staticien et constructeur, connaissant à fond le béton armé. Engagement de quelques mois. Bureau d'ingénieur de Suisse centrale.

Sont pourvus les numéros : 1938 : 1232 — 1939 : 932, 1046, 1048, 1068, 1070, 1088, 1106, 1120, 1138, 1206.

Rédaction : D. BONNARD, ingénieur. — Lausanne, Imprimerie La Concorde.