

Zeitschrift: Bulletin technique de la Suisse romande
Band: 43 (1917)
Heft: 17

Artikel: Etude sur la conductibilité thermique de quelques matériaux de construction
Autor: Biéler-Butticaz, C.
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-33179>

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

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. [Voir Informations légales.](#)

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. [See Legal notice.](#)

Download PDF: 15.03.2025

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

BULLETIN TECHNIQUE

DE LA SUISSE ROMANDE

Réd. : D^r H. DEMIERRE, ing.
2, Valentin, Lausanne

Paraissant tous les
15 jours

ORGANE EN LANGUE FRANÇAISE DE LA SOCIÉTÉ SUISSE DES INGÉNIEURS ET DES ARCHITECTES

SOMMAIRE : *Etude sur la Conductibilité thermique de quelques constructions*, par M^{me} C. Biéler-Butticaz, ingénieur. (*Suite et fin.*) — Concours pour l'Hôtel de la Banque Nationale suisse, à Zurich. — Mode d'exploitation à adopter sous le régime de la traction électrique sur le tronçon Erstfeld-Bellinzone. — Société vaudoise des Ingénieurs et des Architectes. — Société genevoise des Ingénieurs et des Architectes. — Publications du Service des Eaux du Département fédéral de l'Intérieur. — Service de placement de la Société suisse des Ingénieurs et des Architectes.

Etude sur la Conductibilité thermique de quelques matériaux de construction.

Par M^{me} C. BIÉLER-BUTTICAZ, ingénieur.

(*Suite et fin*^{1.})

Echauffement et refroidissement.

Rumfort et d'autres ont vérifié que les lois en sont les mêmes, donc, lorsqu'on parle de transmission de chaleur il est bien entendu qu'il s'agit du terme général comprenant aussi la *transmission du froid*.

La transmission de la chaleur à travers les divers matériaux de construction intéresse spécialement les ingénieurs et les industriels pour l'établissement des locaux frigorifiques, des chauffages centraux, des toitures, des réservoirs d'eau potable, des protections de conduites d'eau, etc. Dans les tunnels la chaleur se transmet à travers les diverses roches.

* * *

Nous donnons, ci-dessous, les tableaux des coefficients de conductibilité thermique les plus récemment établis par des auteurs qui font loi. En les comparant on trouve des différences qui proviennent sans doute de conditions d'expériences différentes et pas indiquées, et de l'extrême difficulté d'expérimenter sur toutes les questions de chaleur.

Il est à remarquer que les valeurs de *Marchis* sont pour une heure et celles des *Constantes physiques* pour une seconde.

Tableau des coefficients de conductibilité pour les environs de 0° et pour des épaisseurs de 20 cm. au moins, d'après *L. Marchis* (1913)^{2.}

Lorsque la température moyenne de l'isolant augmente de 1°, le coefficient s'accroît de $\frac{1}{273}$ environ.

Tableau des coefficients de conductibilité d'après le *Recueil de Constantes physiques*, 1913^{3.}

(Pour les températures ordinaires.)

¹ Voir numéro du 28 juillet 1917, p. 144.

² Pour plus petites épaisseurs, voir son livre *Le froid industriel*.

³ Les noms des auteurs et les dates des expériences sont indiqués dans le *Recueil de Constantes physiques*.

x = le nombre de calories-grammes qui traversent perpendiculairement, en 1 seconde, 1 cm² d'une lame ayant 1 centimètre d'épaisseur et dont les faces sont maintenues à des températures qui diffèrent de 1° C.

ISOLANT	Poids spécifique Kilogrammètre-cube.	Coefficients majorés à utiliser dans les calculs d'isolement p ^r frigorifiques. Calories kg. par heure pour 1° C. de différ. entre les deux faces, par m ² pour 1 m. d'épaisseur.
Air sec en repos	1,3	0,05
Air sec en mouvement	—	1,144
Charcoal	200	0,059 à 0,069
Coton	81	0,050 à 0,067
Feutre	—	0,037 à 0,088
Laine minérale	200 à 250	0,125
Liège granulé	80 à 120	0,05 à 0,087
Lièges agglomérés	200 à 350	0,062 à 0,10
Expansite	80	0,05
Tourbe	290 à 300	0,062 à 0,087
Bois de pin { I aux fibres	546	0,16
{ II aux fibres	551	0,37
Briques	1500 à 1800	0,43 à 0,57
Grès	2250	1,60
Béton	2050 à 2200	0,90
Argile réfractaire	1720	0,62
Plâtre à bâtir	1250	0,46
Asphalte pour plancher de frigorifique	2100	0,75
Brique de liège de 65 mm. recouverte de 5 mm. ciment	446	0,075

x (en unités C. G. S.)

Chaux	29×10^{-5}	Ardoise	81×10^{-5}
Ciment Portland	71	Sciure	12
Craie	220	Brique rouge	150
Glace	220	Caoutchouc	8,9
Papier gris	9,4	Carton	45
Pierre à bâtir à gros grains	370	Cendres de bois	18
Pierre à bâtir à grains fins	580	Charbon en poudre	22
Pierre ponce	55	Cire d'abeilles	8,7
Plâtre	130	Coton	4,3 et 3,3
		Edredon	1,1

Sable fin	13×10^{-5}	Feutre	33×10^{-5}
Toile grossière	30 »	Flanelle	3,5 »
Verre	140-180 »	Liège	71 »
Eau à 25°	140 »	Laine	12 »
Air à 0°	5,7 »	Bois de sapin	
Cuivre	1 (à 13°) »	aux fibres	30 »

Le coefficient de conductibilité n'est pas rigoureusement constant; les variations du coefficient de conductibilité avec les différences de température dépassant 25° ont été signalées par divers auteurs. (Voir les tableaux contenus dans « Hütte » des Ingénieurs Taschenbuch.)

Les matériaux de construction ne se trouvent pas tous dans les tableaux précédents. De plus, lorsqu'on veut établir un calcul à l'aide de ces valeurs pour de faibles épaisseurs il faut souvent tenir compte des surfaces rugueuses ou polies. C'est pour ces diverses raisons que nous avons cherché à déterminer quelques nouveaux coefficients totaux pour des corps d'épaisseur courante, tels qu'ils sont utilisés dans les constructions, et en disposant nos expériences de manière à nous rapprocher autant que possible des conditions de la pratique.

II. Description et résultats de nouvelles expériences.

Description des expériences.

Sous la direction de M. le Dr professeur C. Dutoit il a été essayé divers appareils et différentes conditions d'expériences. Il s'agissait de réaliser une enceinte d'air, hermétiquement close, dont on puisse observer l'échauffement ou le refroidissement graduels en fonction du temps. Sur le dessus devait être placée la matière en observation, réalisant les conditions des toitures et planchers en béton armé. La source de chaleur ou de froid devait être au-dessus de la matière à observer, comme lorsqu'une toiture est exposée aux rayons du soleil ou supporte de la neige, ou comme dans les réservoirs en béton armé.

Il est à remarquer que pour les locaux devant rester à une basse température constante la toiture est très importante parce que c'est elle qui est le plus directement exposée aux rayons du soleil. Pour les locaux devant rester chauds, c'est par la partie supérieure que la chaleur tendra à s'échapper le plus, par convection.

L'appareil qui a donné les meilleurs résultats fut une espèce de calorimètre en tôle étamée, ainsi que le représente la Fig. 4.

Les variations de température de l'enceinte intérieure étaient observées au moyen de deux longs thermomètres fixes, gradués au dixième de degré. La plaque de matière à étudier, fermant cette enceinte à la partie supérieure, était isolée de la tôle par une grosse rondelle de feutre jaune. Un espace d'air hermétiquement clos réalisait une excellente isolation thermique autour de l'enceinte en observation. Les supports de l'appareil,

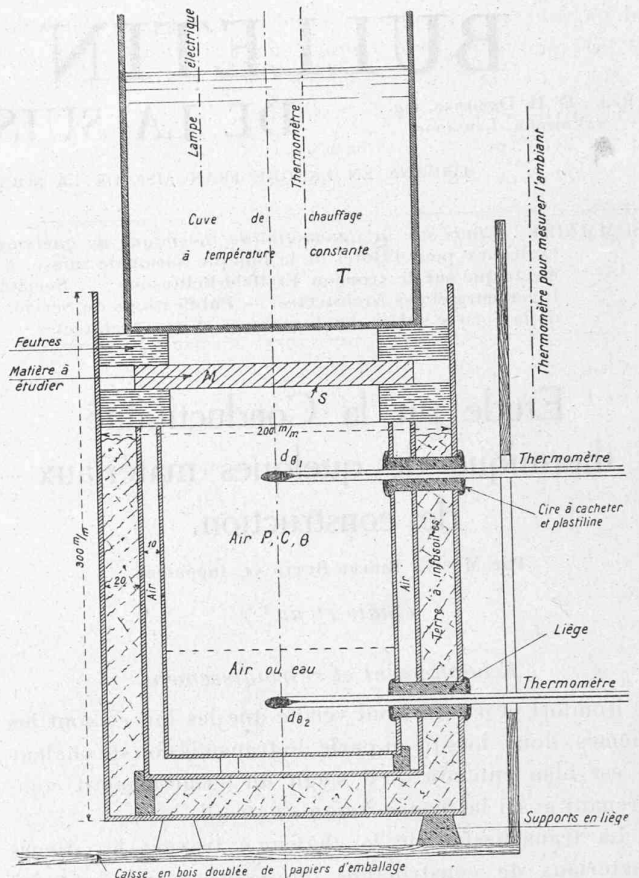


Fig. 4. — Appareil utilisé pour déterminer les coefficients de conductibilité thermique. Température ambiante constante.

au nombre de trois par espace libre, étaient en liège découpé, aussi petits que possible et fixés avec de la cire à cacheter. Un troisième vase cylindrique enveloppait le tout et contenait de la terre légère d'infusoires qui a la propriété de contenir beaucoup d'air. Les trois vases étaient soigneusement nettoyés et polis afin d'éviter le rayonnement. L'appareil était encore placé dans une caisse en bois doublée de papiers d'emballage. Une grosse cuve isolée par un disque de feutre, placée en dessus de la matière à observer, était maintenue à température constante et contenait de la neige fondante pour observer les refroidissements ou de l'eau à 50° pour les échauffements. L'ampoule d'une lampe électrique allumée, trempant plus ou moins dans l'eau, permettait un réglage précis de la température de la cuve.

Pour ne pas allonger nous laissons de côté la description de nos autres essais.

Les plus précises de nos expériences ont été faites dans la chambre noire de l'Institut de physique, à Lausanne, se trouvant à environ 10 mètres au-dessous du sol. Cette chambre est complètement murée, sa température ne varie presque pas de toute l'année et peut être considérée comme sans courant d'air. Ainsi, pendant les expériences faites en septembre, l'air ambiant de l'appareil est toujours resté à 16° avec des variations ne

dépassant par quelques dixièmes de degré centigrade. Pour une même série d'expériences la température peut donc être considérée comme constante, ce qui est la principale condition d'exactitude et la grande difficulté pour les expériences concernant la chaleur.

Pour tous les corps étudiés, les courbes d'échauffement de l'enceinte d'observation ont été établies en fonction du temps. La plaquette de matière à observer était seule changée, toutes les autres conditions restaient constantes.

La détermination de chaque point d'une courbe demandait la lecture des quatre thermomètres indiqués sur la Fig. 4 et celle de l'heure exacte.

Pour le tracé des points d'observation il a été tenu compte de chaque variation minimale de température de la cuve, en calculant le coefficient de correction pour chaque expérience, et en corrigeant toutes les différences de température.

Méthode de calcul. — Etant données nos conditions d'expérience, on peut écrire les équations physiques suivantes, pour un refroidissement de l'enceinte :

P = poids de l'air enfermé, constant (voir Fig. 4).

C = chaleur spécifique de l'air, constante.

$d\theta$ = abaissement de la température de l'enceinte pendant le temps dt .

dQ = chaleur transmise de l'enceinte à la neige.

S = surface de transmission, constante.

T = température constante de la cuve.

Pour une plaquette \mathcal{N} spéciale on a :

$$dQ_{\mathcal{N}} = S \cdot K_{\mathcal{N}} (\theta - T) dt$$

et
$$dQ_{\mathcal{N}} = -P \cdot C \cdot d\theta.$$

Il s'agit ici seulement de valeurs instantanées puisque les variables ne suivent pas des lois linéaires.

La vitesse de refroidissement est

$$-\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_{\mathcal{N}} = \frac{S \cdot K_{\mathcal{N}}}{P \cdot C} (\theta - T).$$

S , P , C , T sont constants pour toutes les observations.

Pour trouver les divers coefficients de transmission de chaleur $K_{\mathcal{N}}$ il faut comparer entre elles les valeurs numériques des diverses tangentes aux courbes pour les mêmes ordonnées θ .

A notre connaissance cette méthode n'avait pas encore été employée pour déterminer les coefficients de conductibilité thermique.

Il fallut donc déterminer exactement de nombreuses tangentes à chaque courbe et pour cela il fut nécessaire de trouver l'équation de chaque courbe d'expérience.

La recherche d'équations par la méthode des moindres carrés est très longue parce que générale.

Etant donnée l'analogie entre les phénomènes d'échauffement dus à l'électricité et ceux dus à la chaleur, nous avons essayé, pour la recherche de ces équations, une fonction identique à celle utilisée par M. le profes-

seur Landry pour les courbes d'échauffement électrique, soit l'équation exponentielle suivante :

$$(I) \quad \theta = H[1 - e^{-\alpha t}] \quad \text{où}$$

θ = la température; t = le temps; H = hauteur de l'asymptote.

Il est évident que les asymptotes n'atteindront jamais la température de la cuve car c'est un chauffage à très mauvais rendement.

Différentions cette équation

$$\frac{d\theta}{dt} = H\alpha e^{-\alpha t};$$

pour $t = 0$, on a : $\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_{t=0} = \alpha H,$

car $[e^{-\alpha t}]_{t=0} = 1$, $\alpha = \frac{\left(\frac{d\theta}{dt}\right)_{t=0}}{H} = \frac{\text{tg } \beta_0}{H}.$

Cette fonction est très rapide pour la recherche de toutes les courbes exponentielles.

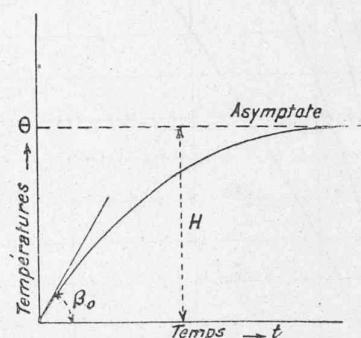


Fig. 5. — Courbe pour un échauffement de l'air en observation.

Pour chaque courbe on choisissait une origine arbitraire correspondant au début des observations et où on pouvait tracer exactement la $\text{tg } \beta_0$, d'où on utilisait $\text{tg } \beta_0 = \alpha H$.

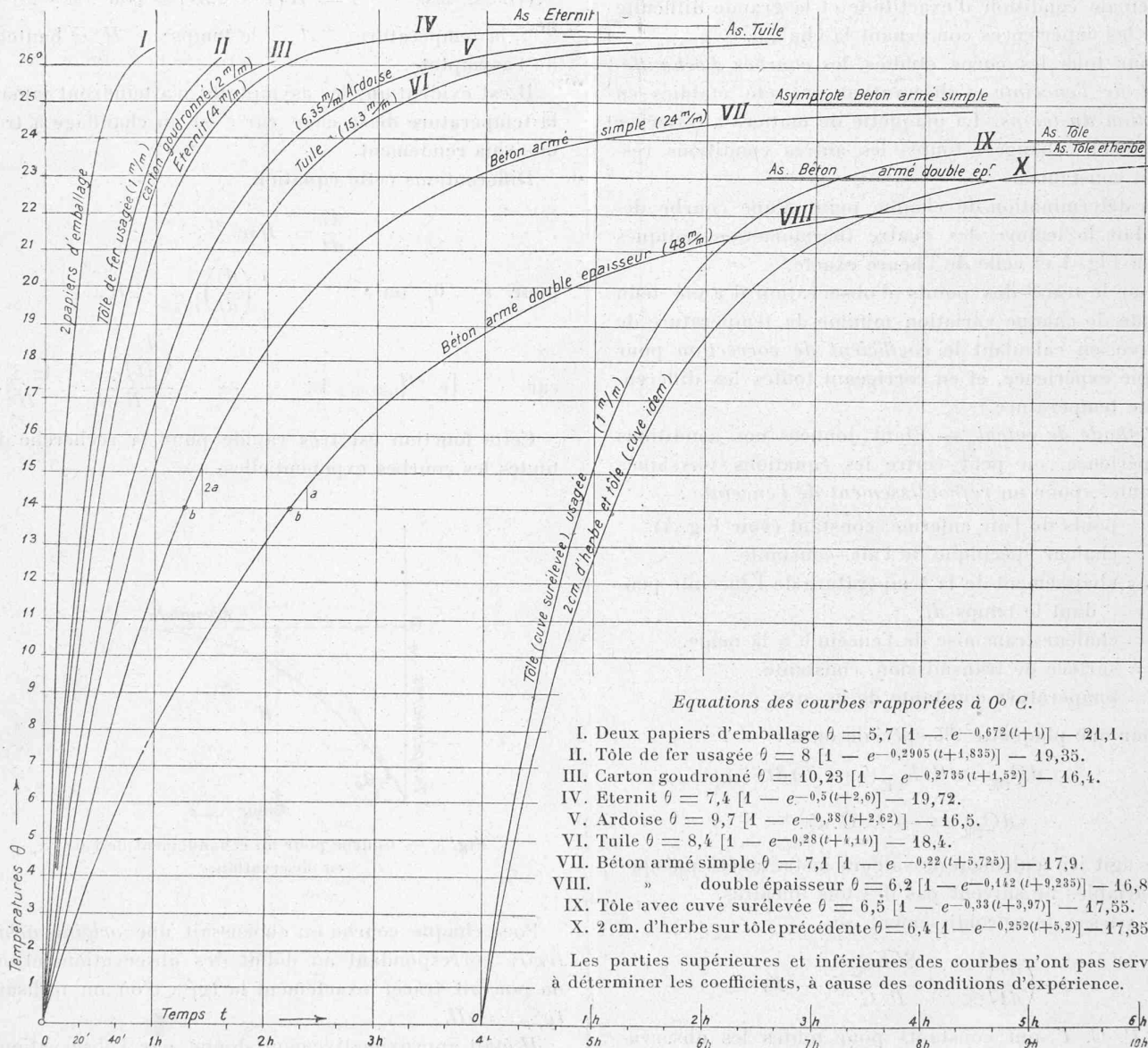
H était approximativement donné par l'observation. En introduisant les coordonnées des points observés dans l'équation (I) on déterminait exactement H et α , et ainsi l'équation de la courbe.

D'après ces équations trouvées on calculait autant de points qu'il le fallait pour tracer exactement les courbes et les tangentes nécessaires.

Nous calculons d'abord le temps nécessaire pour que les courbes arrivent à 0°C , c'est-à-dire pour cette température supposée de l'air de l'enceinte. Nous avons ensuite rapporté toutes les équations à zéro degré centigrade.

En comparant les tangentes à ordonnées égales des différentes courbes, les rapports des coefficients de conductibilité furent déterminés. Ces rapports sont sensiblement constants d'un corps à l'autre dans l'espace compris entre 6° et la partie supérieure des courbes où celles-ci montent beaucoup moins rapidement. C'est cet

Fig. 6. — Courbes de transmission de chaleur ayant servi à déterminer les coefficients de conductibilité thermique. (Mesures faites dans la chambre noire au sous-sol du Laboratoire de Physique de Lausanne, en 1915.)



Equations des courbes rapportées à 0° C.

- I. Deux papiers d'emballage $\theta = 5,7 [1 - e^{-0,672(t+1)}] - 21,1$.
- II. Tôle de fer usagée $\theta = 8 [1 - e^{-0,2905(t+1,835)}] - 19,35$.
- III. Carton goudronné $\theta = 10,23 [1 - e^{-0,2735(t+1,52)}] - 16,4$.
- IV. Eternit $\theta = 7,4 [1 - e^{-0,5(t+2,6)}] - 19,72$.
- V. Ardoise $\theta = 9,7 [1 - e^{-0,38(t+2,62)}] - 16,5$.
- VI. Tuile $\theta = 8,4 [1 - e^{-0,28(t+1,14)}] - 18,4$.
- VII. Béton armé simple $\theta = 7,1 [1 - e^{-0,22(t+5,725)}] - 17,9$.
- VIII. » double épaisseur $\theta = 6,2 [1 - e^{-0,112(t+9,235)}] - 16,8$.
- IX. Tôle avec cuvé surélevée $\theta = 6,5 [1 - e^{-0,33(t+3,97)}] - 17,35$.
- X. 2 cm. d'herbe sur tôle précédente $\theta = 6,4 [1 - e^{-0,252(t+5,2)}] - 17,35$.

Les parties supérieures et inférieures des courbes n'ont pas servi à déterminer les coefficients, à cause des conditions d'expérience.

Exemple : Rapport des coefficients $\frac{K \text{ béton a. simple}}{K \text{ béton a. double}} = \frac{\text{lg. VII}}{\text{lg. VIII}} = \frac{2a}{a} = 2$.

espace que nous avons utilisé pour déterminer les coefficients.

Les températures indiquées sur la Fig. 6 sont celles du thermomètre supérieur de l'enceinte (voir Fig. 4) contrôlées par le thermomètre inférieur.

Résultats.

Essais sur différents bétons armés. Nous avons fait diverses plaques de béton armé, autant que possible de la même épaisseur (2cm5). Tous les échantillons eurent une armature de 0,6% de la section du béton, soient des fils de fer placés en quadrillage. Ils ont été soigneu-

sement pilonnés avec un marteau, et étaient composés seulement de sable et de très petits graviers, ce qui les a rendus plus isolants que le béton de gros graviers; ils ont été recouverts d'une mince chape de ciment pur et glacés du côté placé extérieurement pour les expériences.

Une plaquette de *béton armé ordinaire* a été d'abord essayée et servit de base de comparaison, puis une semblable, mais de *double épaisseur*, servit de vérification, donnant un coefficient exactement la moitié plus faible, parce que les surfaces étaient semblables.

Les caractéristiques des divers bétons armés furent les suivantes :

Désign.	Quantité de sable employée pour faire la plaquette.	Ciment sans la chape.	Corps étranger	Dosage de ciment par mètre cube.	Densités déterminées au laborat. pour les bétons très secs.
Béton armé ordinaire	700 cm ³	210 gr.	0	300 kg.	2,04 kg./dm ³
idem. avec sciure.	300	400	500 cm ³ de sciure.	500	1,52
idem. avec très petits morceaux de liège.	300	480	500 cm ³ de liège en morc. d'environ 6 mm. de côté.	600 Avec ce dosage la plaquette est très compacte et de bonne qualité.	1,50
Idem. avec morceaux de verre.	100 davantage serait préférable	indéterminé, car le ciment de la chape a pénétré dans les interstices	700 cm ³ de verre en morc. d'environ 15 mm. de côté.	environ 500	2,10

Pour mesurer ces densités on détermine par pesées les quantités d'eau entrées dans les pores pendant l'opération. Il ne nous a pas été possible de déterminer des coefficients de conductibilité exacts pour ces divers bétons, mais seulement pour l'ordinaire. Nous avons calculé les corrections, pour chaque point d'expérience, dues aux petites différences d'épaisseur des bétons, mais les transmissions de chaleur varient beaucoup suivant l'état hygroscopique de l'air ambiant aux bétons ou suivant la température de l'air contenu dans les pores de la matière, *la bienfacture du béton est nécessaire pour le rendre isolant.* Pourtant on peut établir que le béton le plus isolant est celui contenant du liège, qui réduit la transmission du béton ordinaire d'environ 20 %; ensuite vient celui à la sciure, mais qui ne doit pas être à l'humidité; puis celui au verre, qui est plus résistant que les deux autres mais qui n'isole pas si bien. Nous avons déterminé le coefficient de conductibilité thermique de notre béton armé ordinaire très sec dans le système C. G. S. à 165×10^{-5} .

Nous n'avons pu déterminer la résistance de nos échantillons, mais il est probable qu'on ne pourrait pas compter sur la résistance de ces bétons spéciaux, car pour cela ils devraient être plus soigneusement fabriqués qu'il n'est possible de le faire dans une construction, mais ils pourraient être de très bons isolants pour planchers ou intérieurs de frigorifiques, etc.

Recherche sur l'influence du gazonnement. Une tôle de fer usagée, de 1 mm. d'épaisseur, a d'abord été placée seule dans l'appareil, la cuve étant surélevée pour prévoir une place pour le gazon; puis, laissant la cuve à la même place, une mince couche de gazon court avec ses racines, de 2 cm² d'épaisseur environ, fut placée sur la tôle. Le coefficient de transmission de la tôle seule a

été ainsi diminué de 26 %. On voit donc l'avantage qu'il y a à ce que la terre soit recouverte d'herbe, cela contribue à lui conserver sa chaleur interne qui nous est si nécessaire. *Un gazonnement sera donc toujours une bonne protection contre la chaleur ou le froid, à condition que l'eau de pluie ne stationne pas en dessous.*

Essais sur diverses toitures. Nous avons comparé entre eux la tuile, l'ardoise, l'éternit, le carton goudronné, pour les épaisseurs telles qu'ils sont livrés dans le commerce.

Pour les épaisseurs indiquées dans le tableau ci-dessous, les *poïds* de matière considérée pour elle-même, sans tenir compte des recouvrements nécessaires pour la construction des toitures, sont: pour la tuile, qui est la plus lourde, 2^{gr}66 par cm²; l'ardoise pèse 1^{gr}5; l'éternit 0^{gr}877. Ce ne sont pas les densités qui sont intéressantes ici, car les épaisseurs ne peuvent varier à volonté. La tuile étant prise comme unité, l'ardoise pèse environ la moitié moins et l'éternit seulement un tiers de la tuile.

Nous avons déterminé les *coefficients totaux* de ces matériaux, nos expériences tenant compte des surfaces, pour les épaisseurs ordinaires:

Si l'on prend la tuile pour unité, le coefficient de l'ardoise est 1,3; celui de l'éternit 1,8; donc c'est la tuile qui protège le mieux telle qu'elle est livrée dans le commerce, le carton goudronné donne 2,14.

CORPS	Epaisseur en mm. de nos échantillons.	Rapports des poids pour une même surface. (Sans recouvrements.)	Coefficient de conductibilité thermique.	
			en unités arbitraires.	en unités C. G. S. $K = \alpha \cdot 10^{-5}$
			Pour épaisseurs du commerce indiquées colonne précédente.	
Tuile	15,3	100	1	$\alpha = 150$
Ardoise	6,35	56	1,3	81
Eternit	4	33	1,8	70,6
Carton goudronné usagé 5 ans, mais étanche . .	env. 2	—	2,14	—
Deux papiers d'emballage beiges, superposés . .	—	—	5	—
Tôle de fer usagée	1	—	2,45	—
Béton armé 0,6 % de fer, glacé au ciment pur du côté extérieur .	24	184	0,7	165 Très sec donc minimum.

Les coefficients dans le système ordinaire, centimètre, gramme, seconde (C. G. S.) ont les valeurs suivantes: nous admettons pour la tuile le coefficient indiqué pour la brique rouge, soit 150, dans le *Recueil de*

Constantes physiques; nous trouvons pour l'ardoise 80,8, au lieu de 81 indiqué. Nous déterminons l'éternit à 70,6. Donc, si les trois corps étaient de la même épaisseur, ce serait l'éternit qui isolerait le mieux, ayant une transmission environ la moitié moindre que celle de la tuile.

Le tableau précédent résume nos résultats.

Nous terminons en exprimant le vœu que les ingénieurs suscitent quelquefois des recherches théoriques relatives à leur art, en indiquant les sujets qui leur paraissent intéressants à ceux qui ont le privilège de travailler dans nos laboratoires universitaires suisses et qui ne sont souvent pas au courant des progrès qu'ils pourraient faire faire à la science technique, celle-ci ne relevant pas directement de leur domaine.

Concours pour l'Hôtel de la Banque Nationale Suisse, à Zurich.

Extrait du rapport du jury.

Deuxième concours¹.

Le jury se réunit le 2 juin 1917 à 8 h. du matin à la « Meise », sous la présidence de M. le Conseiller aux Etats Dr Paul Usteri qui fait constater que tous les architectes ci-après mentionnés, qui avaient été invités à prendre part au concours, ont envoyé leur projet, soit :

MM. *Hermann Herter*, Zurich,
Vogelsanger et Maurer, Rüslikon,
von Senger, Kaiserstuhl,
Bischoff & Weideli, Zurich,
Pfister frères, Zurich,
Albert Fröhlich, Zurich,
Messmer frères, Zurich,
Müller & Freytag, Thalwil,
Pestalozzi & Schucan, Zurich,
Pfleghard & Häfeli, Zurich.

Le président donne lecture du programme de construction, et invite ensuite les membres du jury à examiner individuellement les projets présentés.

L'après-midi, une délibération générale a lieu devant les projets.

Dans le courant du 3 juin, le jury procède à une récapitulation des délibérations de la veille et formule ses propositions à la Commission de construction.

Discussion des projets classés aux trois premiers rangs.

I. *Pfister Frères*, Zurich.

Ce projet se distingue par un porche d'entrée ouvert, comprenant cinq travées, situé du côté de la Rue de la Bourse; par un vaste vestibule et par les belles disposition du hall des caisses. La très grande valeur de ce projet réside dans l'enchaînement harmonieux de ses différents locaux. Quelques détails sont moins heureux; en particulier, l'administration des titres devrait être entièrement remaniée. Les accès du rez-de-chaussée au sous-sol ne sont pas conformes au programme, car ils dégagent dans un bureau situé en dehors du bâtiment.

¹ Les résultats du 1^{er} concours ont été publiés à la page 240 du *Bulletin technique* de 1916.

En outre, l'escalier de la caisse, placé au-dessous de celui du magasin, n'est pas assez protégé.

L'architecture du hall des caisses est élégante et bien étudiée; les colonnes placées devant les piliers réduisent à dix mètres la longue portée des sommiers. Les guichets des caisses sont disposés avec goût. Outre l'escalier, un ascenseur devrait relier l'administration des titres avec les caveaux.

Vu le grand nombre de locaux disponibles qui se trouvent dans l'attique et dans les combles, un entresol n'a pas été jugé utile.

Les grands escaliers n'ont pas l'aspect imposant que l'on pourrait attendre; les deux volées inférieures aboutissent à un palier bas et mal éclairé, et celles des étages supérieurs sont entièrement enveloppées de murs. Les dégagements inférieurs sont trop rapprochés des portes des ascenseurs, ce qui serait préjudiciable à une bonne circulation. L'éclairage des corridors des étages paraît être insuffisant. La salle des séances et les bureaux des directeurs, au premier étage, sont bien disposés; le salon de la direction au deuxième étage et la salle des séances au troisième étage devraient être transférés du côté des faces Est ou Nord.

Les nombreuses fenêtres des étages supérieurs permettraient, si le besoin s'en faisait sentir dans l'avenir, de modifier facilement les distributions.

Les combles sont très vastes et pourraient être avantageusement distribués et loués.

L'architecture des façades est monumentale et harmonieuse; on a cependant l'impression que le toit gagnerait à être diminué. Ce projet fait preuve, soit dans l'étude des plans, soit dans l'étude des façades, de qualités artistiques qui n'ont été atteintes par aucun des autres projets. (A suivre).

Mode d'exploitation à adopter sous le régime de la traction électrique sur le tronçon Erstfeld-Bellinzona.

En prévision de la mise en service de la traction électrique sur la ligne du Gothard, la Direction générale des C. F. F. expose, dans son rapport du 20 juillet 1917 au Conseil d'administration, ses vues au sujet de l'exploitation du tronçon Erstfeld-Bellinzona.

I. Exploitation à traction simple.

On peut envisager les modes d'exploitation suivants :

1^o Traction double (une seconde locomotive en queue du train) sur les rampes, et traction simple pour le parcours du tunnel du Saint-Gothard et à la descente, les trains étant reformés aux stations culminantes des rampes en trains de 1000 tonnes (maximum admis).

2^o Traction double (une seconde locomotive en queue) sur les rampes, et traction simple pour le parcours du grand tunnel et à la descente, sans reformation des trains au point culminant, c'est-à-dire sans utilisation complète du maximum de charge autorisé de 1000 tonnes sur les tronçons favorables (comme pour la traction actuelle).

3^o Traction simple sur le parcours entier, sans modification de la composition des trains en cours de route.

4^o Traction simple sur le trajet entier, avec réunion de deux trains aux stations culminantes des rampes pour le parcours du tunnel du Saint-Gothard et la descente. Au lieu de réunir deux trains, on pourrait aussi envisager la reformation des convois en trains de 1000 tonnes, comme dans la première alternative. Nous verrons toutefois plus loin que cette reforma-