

**Zeitschrift:** Bulletin technique de la Suisse romande  
**Band:** 30 (1904)  
**Heft:** 6

## Sonstiges

### 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

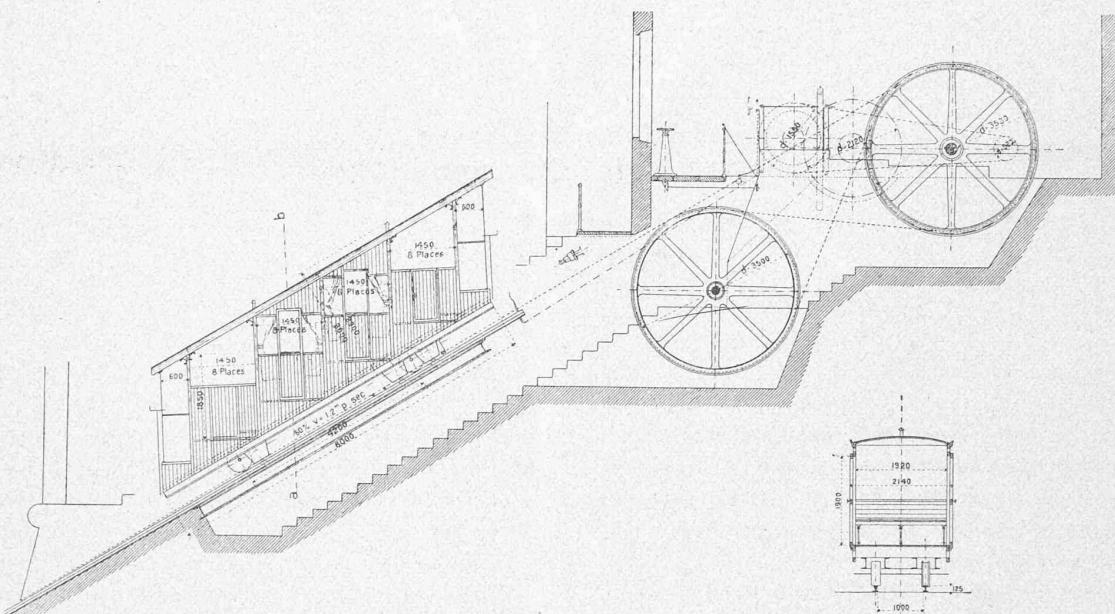
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées 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](#)

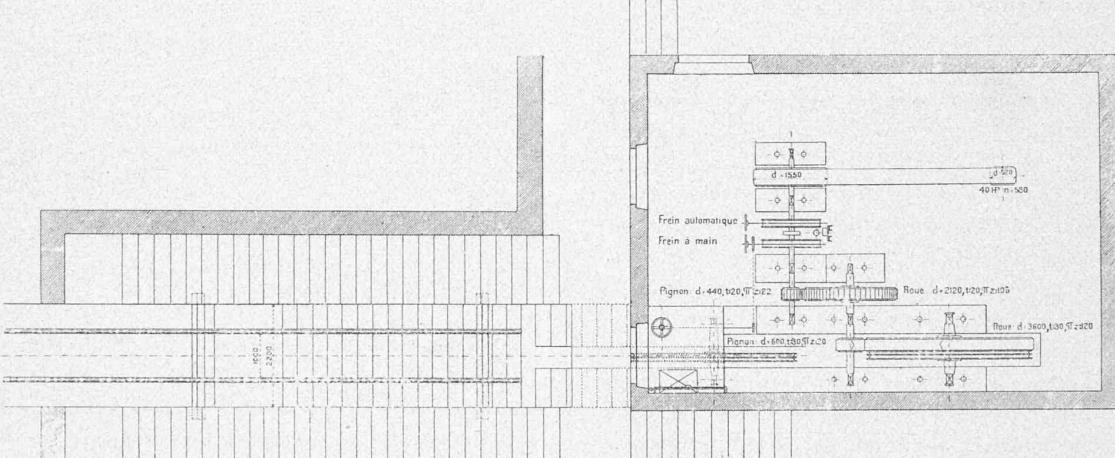
**Download PDF:** 26.01.2026

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



Coupe suivant l'axe de la voie.

### Coupe *a b.*



Station supérieure. — Plan. — Echelle 1 : 150.

c) En tout autre cas où le mécanicien le trouve nécessaire, ce pour quoi celui-ci n'a qu'à tirer un levier.

d) En cas où le courant électrique serait coupé entre la station du funiculaire et la station primaire.

e) Le frein automatique peut aussi servir comme simple frein à main.

Dans les cas *a*, *b*, *c* et *d* le frein automatique coupe en même temps et automatiquement le courant allant au moteur, ce qui est très important, parce que sans cette interruption le moteur continuerait à produire son effort sur le treuil et même l'augmenterait.

Pour le service ordinaire, et lorsqu'une voiture chargée descend et une voiture vide monte, le train n'a pas besoin de force, mais au contraire il fait marcher le moteur comme génératrice. Le moteur forme donc frein et garde sa vitesse normale. Le courant qu'il produit est absorbé par des résistances spéciales.

Un indicateur fait voir la position exacte des voitures sur la ligne.

## Divers.

### Tunnel du Simplon.

Etat des travaux au mois de février 1904.

Longueur du tunnel entre les deux têtes des galeries de direction : 19 730 m.

Galerie d'avancement.		Côté Nord Brigue	Côté Sud Iselle	Total
1. Longueur à fin janvier 1904	m.	10144	7898	18042
2. Progrès mensuel	"	—	136	136
3. Total à fin février 1904	"	10144	8034	18178

## Ouvriers

*Hors du Tunnel*

4. Total des journées	n.	15808	43323	23831
5. Moyenne journalière	»	391	461	852

*Dans le Tunnel*

6. Total des journées . . . . .	23736	33268	57004
7. Moyenne journalière . . . . .	897	1220	2119
8. Effectif maximal travaillant simultanément . . . . .	360	490	850

<i>Ensemble des chantiers.</i>				
9. Total des journées . . . . .	34244	46591	80835	
10. Moyenne journalière . . . . .	1288	1681	2971	

**Animaux de trait.**

11. Moyenne journalière . . . . .	—	8	8	
-----------------------------------	---	---	---	--

**Renseignements divers.**

*Côté Nord.* — Les travaux d'avancement de la galerie de base du tunnel n'ont pas encore pu être repris. Le 11 février, on a terminé la jonction des galeries d'avancement avec la transversale percée au km. 10,139, en arrière des fronts d'attaque. On établit dans chacune des deux galeries d'avancement une porte de sûreté destinée à atténuer les effets d'une inondation éventuelle par de nouvelles venues d'eau. Ces portes seront achevées dans le courant du mois de mars; on pourra alors reprendre la perforation mécanique dans les deux galeries.

*Côté Sud.* — La galerie d'avancement a traversé les micaschistes granatifères; au km. 8,000, le rocher devient plus clair, sans grenats. Le progrès moyen de la perforation mécanique a été de 4m.77 par jour de travail. La perforation mécanique a été suspendue pendant 13 h. 30 m. par suite des travaux d'abaissement du seuil en arrière du front d'attaque.

Les eaux provenant du tunnel ont comporté 734 l.s.

**Entreprise des travaux d'amélioration du sol exécutés dans le canton de Fribourg, jusqu'au 31 décembre 1903.**

Désignation des travaux.	Surface en ha.	Devis	Coût des travaux		Subside cantonal payé
			Fr.	Ct.	
<b>District de la Sarine.</b>					
1. Drainage des marais de Cottens . . . . .	92.—	99000.—	86626.30		17325.26
2. " " " de Rossens . . . . .	2.88	4590.—	3302.50		660.50
3. " " " de Treyvaux . . . . .	4.57	997.—	660.65		132.13
<b>District de la Singine.</b>					
1. Drainage des marais de Chevrilles (paroisse) . . . . .	3.63	3300.50	2177.80		435.56
2. Conduite d'eau de l'alpe « Eltschingera » . . . . .	—	820.30	879.60		164.—
3. Drainage de l'alpe « Erlenbruch » . . . . .	2.95	1785.40	1720.—		344.—
4. " " " « Längmoos » . . . . .	2.92	2337.—	2120.—		424.—
<b>District de la Gruyère.</b>					
1. Drainage des marais de Bulle, consortium . . . . .	40.—	115480.—	111471.58		22294.31
2. " " " de Sâles, commune . . . . .	85.—	62000.—	50201.48		10040.30
3. " " " d'Estavannens, commune (Pontés Paluds)	3.—	6900.—	6797.—		1359.40
4. " " " d'Echarlens, commune . . . . .	20.88	17852.80	17739.76		3547.95
5. " " " de Favaulaz, rière Broc . . . . .	5.43	4496.—	4486.—		897.20
6. Consolidation de terrain au « Toffé », rière Lessoc . . . . .	—	807.—	807.—		160.—
7. Mur contre l'avalanche « Petite Ecosallaz », Albeuve . . . . .	—	880.—	668.80		133.75
8. Epierrage de l'alpe « La Chaux du bœuf », Bellegarde . . . . .	16.27	3280.96	3200.—		640.—
9. Mur contre l'avalanche « Les Raveyres », Charmey . . . . .	—	1100.—	950.—		190.—
10. Drainage de l'alpe « La Caudraz », Le Pâquier . . . . .	1.16	994.—	992.15		198.43
11. " " " « Le Schimberg », Gruyère . . . . .	2.47	1993.20	1989.20		397.84
12. " des marais de Charmey, commune . . . . .	5.70	6670.70	7019.71		1334.15
13. " de l'alpe « Le Lovati », Charmey . . . . .	2.65	1482.50	1341.95		268.39
14. " " " « Les Toss », Bellegarde . . . . .	2.41	2847.60	2560.06		512.—
15. " " " « Les Portes », Vuadens . . . . .	6.48	4201.—	4103.04		820.60
16. " des marais de Cuquerens, Bulle . . . . .	8.32	6197.70	6162.15		1232.43
17. " " " de la « Gottaalaz », Charmey . . . . .	1.30	865.40	848.90		169.78
18. " " " des « Vuesseyres », Charmey . . . . .	4.09	697.50	698.79		139.50
<b>District du Lac.</b>					
1. Desséchement de l'Aegelsee, rière Chiètres . . . . .	—	65394.40	60349.70		24139.88
2. Drainage des marais de Liebistorf, commune . . . . .	13.68	24758.—	20219.41		4043.82
3. Assainissement de l'ancien lit de l'Aegelsee . . . . .	39.—	21295.20	21208.07		4241.61
<b>District de la Glâne.</b>					
1. Drainage des marais de Villargiroud, commune . . . . .	12.48	10150.—	9972.85		1994.57
2. " " " de Villarimboud, commune . . . . .	55.—	34232.20	32106.12		6421.24
<b>RÉCAPITULATION</b>					
District de la Sarine . . . . .	96.45	104587.—	90589.45		18117.89
" Singine . . . . .	9.50	8243.20	6897.40		1367.56
" Gruyère . . . . .	201.56	238746.36	222037.54		44336.03
" du Lac . . . . .	52.68	111447.30	101776.88		32425.31
" de la Glâne . . . . .	67.48	44382.20	42079.05		8415.81
Total . . . . .	427.67	507406.06	463380.32		104662.60

**Exposition de Milan 1905<sup>1</sup>.**

Le Comité exécutif de l'Exposition de Milan nous communique que le Comité général a décidé, dans sa dernière séance, de renvoyer l'ouverture de l'Exposition à avril 1906.

Le Comité s'est vu contraint de prendre cette décision par suite des difficultés inattendues rencontrées au cours des travaux de percement du tunnel du Simplon, dont l'Exposition est destinée à célébrer l'ouverture d'une façon solennelle.

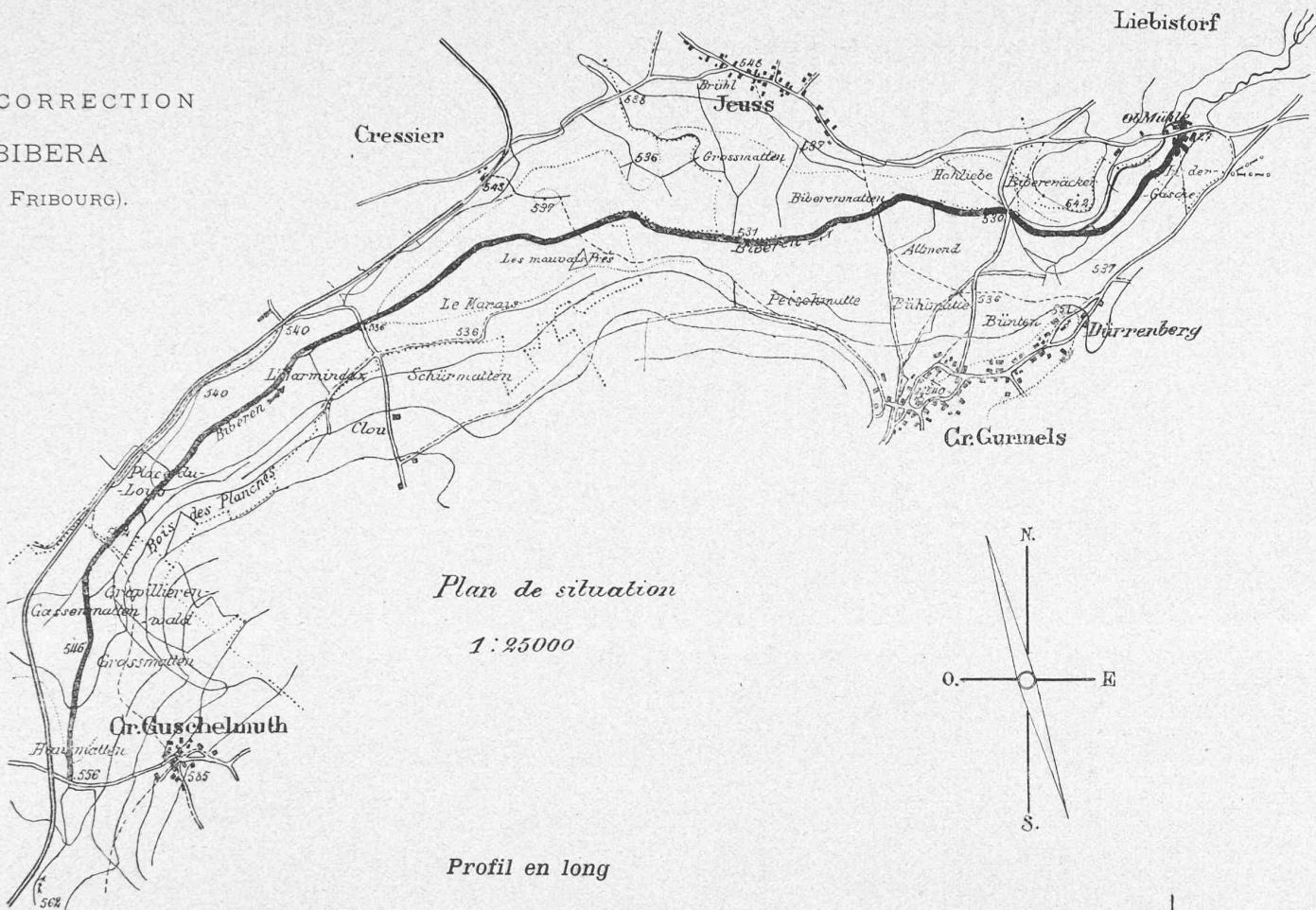
Voir N° du 25 novembre 1903, page 304.

**La correction de la Bibera (canton de Fribourg).**

*Communication faite*  
par M. Louis TECHTERMANN, *ingénieur agricole*,  
*à la Société fribourgeoise des ingénieurs et architectes.*

La Bibera est un cours d'eau qui prend sa source en-dessous du village de Courtaman. Elle se dirige d'abord vers le

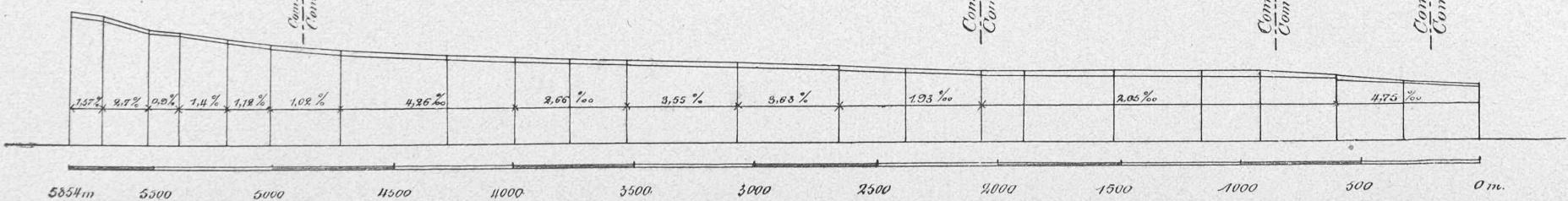
PROJET DE CORRECTION  
DE LA BIBERA  
(CANTON DE FRIBOURG).



### *Profil en long*

*Echelle des longueurs : 1 : 25000*

»      *des hauteurs : 1 : 2500*



Nord, puis vers le Nord-Est, jusqu'en dessous de Cressier ; de là elle prend la direction de l'Est, traverse le territoire des communes de Cormondes, Jentes et Liebistorf, se dirige sur Ulmitz, traverse le grand marais et se jette dans la Broye, en aval de Sugiez.

*Etat actuel des lieux.* — Sur le territoire des communes de Cormondes, Jentes, Cressier et Guschelmuth, des débordements fréquents se produisent, les terrains immédiatement adjacents sont presque continuellement sous les eaux. La flore a complètement changé, les bonnes plantes ont disparu pour faire place aux joncs, aux carex, etc. Le sol s'appauvrit d'année en année et le marais gagne les parties les plus éloignées. L'étendue des terrains ainsi perdus pour l'agriculture comporte 176 hectares, soit 490 poses fribourgeoises.

C'est le peu de pente et l'insuffisance du profil actuel qui occasionnent les débordements. Sur une longueur de 2 km. la Bibera ne descend que de 0<sup>m</sup>.50, cela pour alimenter la roue du moulin Hayoz (Obere Mühle). Pour pouvoir abaisser le niveau du lit actuel de la Bibera, il était de toute nécessité de supprimer cette prise d'eau. C'est ce que les intéressés ont fait. Ils ont racheté le droit d'eau sur les bases d'un devis établi pour la transformation du moulin avec emploi de la force électrique. De ce fait, l'abaissement du lit de la Bibera peut se faire rationnellement, d'une façon garantissant le succès de l'entreprise.

#### Coût des travaux :

Le droit d'eau a été racheté pour le prix de . . . Fr. 27500.—
La correction proprement dite est devisée à . . . " 64098.70
Soit au total. . . . Fr. 91598.70

L'abaissement du lit du ruisseau est prévu sur une longueur de 5852 m.; le total des terrassements est de 31 500 m<sup>3</sup>. Les talus auront une inclinaison de 1 : 1 1/2, et la largeur au plafond comporte 2 m., 1m.50 et 1 m.

L'Etat de Fribourg a accordé à cette entreprise une subvention du 29.5% au maximum du devis; le même subside a été demandé à la Confédération.

#### Répartition des frais :

Le devis prévoit une dépense de . . . . . Fr. 91598.70
Etat de Fribourg, 29.5% . . . Fr. 27021.62
Confédération, 29.5% . . . " 27021.62
Intéressés, 41% . . . . . " 37555.46
Total. . . . . Fr. 91598.70

Nous avons vu plus haut que l'étendue des terrains comportait 490 poses. Si nous cherchons à combien reviendra le prix par pose, nous trouvons:  $\frac{37555.46}{490} = 76 \text{ fr. } 64$  par pose.

En comptant actuellement la valeur de ces terrains à 300 francs la pose (chiffre certainement trop élevé), on peut admettre qu'après la correction ces terrains vaudront au minimum 600 francs la pose. En déduisant encore les frais de l'entreprise à la charge des intéressés, il reste, comme plus-value foncière, la somme de Fr. 109 444.54.

Outre la plus-value du sol, la correction de la Bibera aura certainement une heureuse influence sur le régime climatérique et sanitaire de toute cette contrée.

A titre de renseignement, je me permets de présenter, dans le tableau ci-joint<sup>1</sup>, l'état des entreprises, le coût des travaux et les subsides payés par le canton de Fribourg, depuis 1895 au 31 décembre 1903, en faveur de l'amélioration du sol.

<sup>1</sup> Voir page 159.

#### Etude relative à une révision des articles 96 et 97 de la loi du 12 mai 1898 sur la police des constructions.

*Communication faite par M. E. Guinand,  
architecte, à la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes.*

D'après les articles de la loi sus-mentionnés, les tuyaux des appareils de chauffage à combustion lente ou inextinguibles doivent, même dans les anciennes maisons, être introduits dans un canal spécial, sans autre embranchement jusqu'à la toiture.

Ils peuvent toutefois être introduits dans un canal de cheminée de cuisine journalièrement en activité, sans troisième embranchement, et à condition qu'aucun local où l'on couche ne soit en communication directe avec la cuisine.

Or, dans un très grand nombre d'anciennes maisons, ces conditions ne peuvent être remplies, ce qui met leurs habitants et leurs propriétaires dans un grand embarras et dans une position fort désagréable.

Comme ces calorifères rendent de très grands services par le confort et l'économie qu'ils procurent, ils sont devenus d'un usage général, et presque une nécessité dans un grand nombre d'anciennes maisons où la construction de nouveaux canaux est souvent impossible.

Nous pensons que cette loi va trop loin et que ceux qui ont rédigé l'art. 97 ne se sont pas rendu compte de ce qu'un effet rétroactif, dans un pareil domaine, présente de difficultés à résoudre, et il importe de concilier les exigences de la salubrité avec une loi exécutable.

Il y a une quarantaine d'années que les calorifères irlandais, à combustion lente, ont été introduits dans le pays; plus tard sont venus les américains, dont plusieurs modèles sont construits en Allemagne, puis les viennois, les germanias, etc., etc., à Lausanne, les universels.

Le public a placé ces calorifères, en général, dans les corridors, vestibules, magasins, bureaux, et les a introduits dans le canal le plus à proximité, lequel avait été souvent construit pour des fourneaux de chambres à coucher.

Il est vraiment remarquable que, dans ces conditions, des milliers de calorifères de toute espèce, fonctionnant depuis un très grand nombre d'années, n'aient amené qu'un nombre excessivement restreint d'accidents, et cela seulement dans des circonstances exceptionnelles. Ils ont amélioré le tirage des autres appareils par la chaleur constante qu'ils introduisent dans les cheminées, et, par ce fait, ont peut-être empêché bien d'autres accidents de se produire.

La municipalité de Lausanne, se basant sur des expériences de M. Pelet, professeur à l'Université, expériences qui ont été publiées dans le *Bulletin technique de la Suisse romande* du 10 mars 1903<sup>1</sup>, considère comme appareils à combustion lente tous les appareils de chauffage construits de manière à avoir une réserve verticale de combustible minéral de 25 cm. et plus.

D'après ces expériences, si la couche est supérieure à 25 cm., il se forme de l'oxyde de carbone, en quantité d'autant plus grande que la couche de combustible incandescent est plus haute.

L'acide carbonique est réduit en partie en oxyde de carbone par le charbon incandescent qu'il traverse, suivant la réaction bien connue:  $C O^2 + C = 2 C O$ .

M. Pelet définit l'appareil inextinguible complet et bien conditionné comme suit :

<sup>1</sup> Voir page 65.

« Il comprend une trémie de chargement dont la partie inférieure débouche à 25 cm. au-dessus d'une grille de forme variable. Cette trémie ne doit pas être traversée par les produits de la combustion. La réserve de combustible doit rester froide jusqu'au moment où elle débouche dans le foyer. »

Or, puisque la couche de combustible incandescent est de 25 cm. dans ces calorifères, il ne doit pas s'y former d'oxyde de carbone, et si cependant il s'en formait très peu, il serait brûlé et réduit de nouveau en acide carbonique, par le fait que, dans la plupart de ces calorifères, il y a en général des portes au niveau du combustible incandescent, et que par les joints de ces portes et de leur plaque de mica, il entre un peu d'air, suffisant pour brûler le peu d'oxyde de carbone qui aurait pu se former.

Un calorifère inextinguible bien construit n'est donc pas dangereux. Il n'en est pas de même des calorifères consistant en un tube vertical, avec chargement par le haut, dans lesquels on pourrait introduire une réserve de charbon dont l'épaisseur dépasserait notablement 25 cm.

Pour éviter tout danger d'asphyxie, il faut un canal de cheminée qui tire bien et emmène sur le toit tous les produits de la combustion. On admet qu'il faut que la fumée, à la sortie de la cheminée, ait une vitesse d'environ 3<sup>m</sup>,50 à la seconde, car un fort vent de 45 m. à la seconde, incliné sur l'horizon de 10°, donne comme résultante verticale une vitesse de 2<sup>m</sup>,60 en sens inverse du tirage. Cette vitesse de 3<sup>m</sup>,50 correspond à celle produite par un canal de 5 m. de hauteur, avec une différence de température de 35° environ entre l'air extérieur et la fumée, ou à une cheminée de 7 m. avec une différence de température de 28° environ. Rappelons ici la formule du tirage des cheminées qui nous a servi dans ce mémoire :

$$V = \sqrt{2gH\alpha(t - t')},$$

dans laquelle  $V$  est la vitesse de la fumée ;  $g$  la gravité, soit 9<sup>m</sup>,81 ;  $\alpha$  le coefficient de dilatation des gaz 0,00365 ;  $H$  la hauteur de la cheminée ;  $t - t'$  la différence de température entre l'air extérieur et la fumée. En remplaçant  $g$  et  $\alpha$  par leur valeur, on a :  $V = \sqrt{0,072H(t - t')}$ .

Cette formule ne tient pas compte de la perte de vitesse par le frottement des gaz dans la cheminée et dans les appareils de chauffage, perte qui augmente en fonction du carré de la vitesse.

Dans les maisons construites avant le 12 mai 1898, le minimum de diamètre des cheminées circulaires était de 21 cm., ce qui représente une section de 346 cm<sup>2</sup>. D'autre part, l'ouverture servant à l'introduction de l'air dans un calorifère inextinguible en marche, est d'environ 5 à 6 cm<sup>2</sup>, soit à peu près 60 fois moindre que la section du canal.

Si donc le volume d'air à la sortie du canal était le même qu'à l'entrée dans le calorifère, il faudrait, pour avoir une vitesse convenable de 3<sup>m</sup>,50 à la sortie du toit, que celle d'entrée soit de  $3^m,50 \times 60 = 210$  m. à la seconde ; cependant deux facteurs peuvent modifier ce chiffre : le premier est le volume des gaz formés par la combustion ; mais comme le coke et l'anthracite ne produisent pas de vapeur d'eau et que l'acide carbonique a un volume égal à celui de l'oxygène qui a servi à le former, il y a lieu de négliger ce facteur.

Le second est l'augmentation de volume des gaz par la dilatation due à l'élévation de la température.

Supposons que cette élévation soit de 90°, par exemple de 10° à 100°, ce qui est beaucoup ; l'augmentation due à cette différence sera de 90 fois le coefficient de dilatation des gaz,

qui est 0,00367, soit 0,33 ou  $\frac{1}{3}$  du volume. Le volume d'air sortant serait donc dans le rapport de 4 à 3 du volume entrant, et la vitesse de 210 m. ci-dessus serait réduite d'un quart et serait de 157 m.

Or une vitesse pareille, qui représente quatre fois celle d'un ouragan, est impossible à réaliser, et si elle l'était, elle procurerait une combustion extra-rapide et non lente.

Par contre, si nous admettons à l'entrée une vitesse de 3<sup>m</sup>,60, ce qui nous paraît raisonnable, celle à la sortie de la cheminée sera de  $\frac{3^m,60}{60} \times \frac{4}{3} = 0^m,08$  ; avec une vitesse de 6 m. à l'entrée, la vitesse à la sortie serait de 0<sup>m</sup>,133.

Or une vitesse de 0<sup>m</sup>,08 à 0<sup>m</sup>,13 est tout à fait insuffisante pour un bon tirage, pour résister aux vents plongeants et aux vents chauds avec baisse rapide du baromètre, ou autres causes qui peuvent influer sur le tirage.

C'est pour cela que, sur la réclamation de constructeurs de calorifères, on a déjà abaissé de 21 cm. à 18 cm. le diamètre minimum des canaux de fumée. C'est pour le même motif que dans la construction de plusieurs genres de calorifères (Junker & Ruh, Reissmann, etc.) on a établi des ouvertures réglables, permettant l'introduction dans les cheminées d'air ne passant pas à travers la grille, et qu'à leur défaut on a établi quelques fois des ouvertures analogues sur leurs tuyaux de dégagement. Ces ouvertures, connues sous le nom de coupe-tirage, parce qu'elles modèrent et coupent le tirage dans les calorifères, tout en l'activant dans les cheminées, sont interdites par décision de la municipalité du 20 février 1903 (voir sa circulaire de mars 1903).

*C'est aussi ce défaut de tirage, produit par un seul calorifère, qui explique et motive le système employé dans des milliers d'installations fonctionnant parfaitement depuis de nombreuses années, lequel consiste à introduire la fumée de plusieurs appareils dans le même canal.*

Chacun d'eux contribue à amener de la chaleur et de la fumée, et celle-ci a une vitesse suffisante à la sortie du toit.

Le tirage est parfait grâce à ce que la cheminée, constamment bien chauffée, aspire l'air par tous les interstices qui se trouvent aux portes, aux micas, aux jointures des tuyaux, manchettes, etc., emmenant tous les gaz sur le toit avec une vitesse suffisante pour résister aux causes qui peuvent entraver le tirage.

Lorsque plusieurs foyers contribuent au tirage d'une cheminée, la perte de chaleur qui est nécessitée par ce tirage se répartit entre tous les appareils, ce qui produit une économie notable de combustible pour chacun d'eux.

Pour brûler un kilogramme de charbon il faut en théorie 8m<sup>3</sup>,81 d'air, mais comme dans la pratique une portion seulement de l'oxygène sert à la combustion, il faut 15 à 20 m<sup>3</sup> d'air au moins dans les bons appareils, très économiques, et beaucoup plus dans ceux qui n'économisent pas l'air et sont munis de régulateurs de tirage.

En ayant un seul calorifère par canal, il sera nécessaire pour le tirage d'en choisir un qui ventile beaucoup et par conséquent chauffe peu, tandis qu'en mettant plusieurs calorifères par canal, on pourra choisir des appareils utilisant mieux la chaleur et dépensant moins d'air par kilogramme de charbon brûlé.

Le choix des calorifères est donc fort important dans la question qui nous occupe. Ils nous paraissent devoir remplir les conditions suivantes :

1<sup>o</sup> Une hauteur de combustible incandescent ne dépassant pas 25 cm. et se maintenant à la même hauteur automatique-

ment au moyen d'une trémie de chargement ayant une bonne fermeture au sommet.

2<sup>e</sup> Avoir de petites ouvertures amenant de l'air à la surface du charbon incandescent, pour brûler la petite quantité d'oxyde de carbone qui pourrait se former et qui, par sa combustion, produit de la chaleur. En effet, 1 kg. de charbon, transformé en oxyde de carbone, produit seulement 1386 calories, d'après Dulong, et 2473 d'après Favre et Silbermann, tandis que, par sa combustion complète et sa transformation en acide carbonique, il produit 7800 à 8000 calories, soit environ quatre fois autant. Il y a donc tout avantage, tant au point de vue de l'économie qu'à celui de la salubrité, à obtenir une combustion complète du charbon. Nous avons fait l'expérience suivante : Un calorifère produisait très souvent de petites explosions, surtout lorsqu'on ouvrait sa porte. Cela indiquait une combustion incomplète, soit du charbon, soit peut-être aussi d'autres gaz produits par l'antracite. Il a suffi de faire deux petits trous d'environ un centimètre de diamètre dans le mica de la porte pour faire cesser ces explosions. Il se pourrait que des ouvertures semblables dans des calorifères du même type, qui ont produit des accidents, auraient suffi pour les éviter.

Un problème intéressant à résoudre, est celui-ci :

*Quelle est la chaleur nécessaire pour contrebalancer l'excès de densité de l'air, dont tout ou partie de l'oxygène a été transformé en acide carbonique ?*

Dans le tirage d'une cheminée, une petite partie de la chaleur est employée à donner à l'air brûlé la même densité que celle de l'air extérieur. Le reste de la chaleur sert au tirage.

La densité de l'air dont tout l'oxygène a été transformé en CO<sub>2</sub>, est de 1,088, celle de l'air à température égale étant prise pour unité.

La dilatation des gaz pour un degré de température est de 0,00367. Il suffit donc de diviser l'augmentation de densité 0,088 par 0,00367 pour avoir la température cherchée, et l'on trouve 24°.

Lorsque l'air est complètement brûlé par du charbon pur, il faut donc 24° de différence de température pour qu'il atteigne la densité de l'air extérieur. Si l'air est à moitié brûlé, il faudra 12° ; si un quart est brûlé 6°, et si le combustible produit un peu de vapeur d'eau, il en faudrait moins encore.

Les meilleurs calorifères au point de vue du rendement ne brûlent que la moitié de l'air et les autres beaucoup moins, surtout s'ils ont des coupe-tirage.

D'autre part, un calorifère qui prend son air dans un appartement dont la température est de 12° supérieur à celle de l'air extérieur, n'a pas besoin de dépenser de la chaleur pour contrebalancer la densité de l'air brûlé. Toute la chaleur qu'il enverra dans la cheminée pourra servir au tirage.

Quand on commence à chauffer en automne, il fait plus froid à l'extérieur qu'à l'intérieur des habitations, et le tirage existe déjà avant que l'on chauffe. En outre, pendant qu'on allume, on est obligé de laisser entrer plus d'air dans le calorifère que ce n'est le cas quand il est en marche normale, cela diminue la proportion de CO<sub>2</sub>. Mais si l'on commençait à chauffer une maison inhabitée, qui serait à la même température que celle de l'air extérieur, ou si le canal était très exposé au froid, il faudrait éléver la température de 6 à 12° pour que le tirage commençât. Cette petite différence de température est atteinte très rapidement. Cependant si les murs sont très froids et le canal en communication avec une chambre à couche, il peut arriver que des gaz descendent par l'ouverture et occasionnent un accident, si la construction du calorifère est telle qu'il puisse

s'y former de l'oxyde de carbone (ce dernier est très délétère). On sait que l'acide carbonique ne l'est pas et que c'est lui qui fait mousser le champagne ; comme de toutes choses il n'en faut pas trop. Il ne doit pas remplacer l'air indispensable à nos poumons ; sa densité est de 1,500 ; celle de CO est de 0,967. Lorsqu'un calorifère est en marche régulière, les gaz ne redescendent pas ; à bien plus forte raison quand plusieurs calorifères fonctionnent ensemble. Dans ce dernier cas, s'il se trouve des fourneaux de chambre en communication avec le canal des calorifères, il y aura une aspiration de l'air des chambres qui augmentera le tirage de la cheminée, tout en diminuant la proportion de CO<sub>2</sub>. En effet, un seul calorifère à combustion lente pourrait donner un tirage bien des fois plus considérable qu'il ne le fait, si on laissait arriver l'air nécessaire dans le canal par une ventouse ou ouverture quelconque. La pratique et la théorie le prouvent.

*Pratique.* Nous avons constaté, dans des canaux du même bâtiment, que ceux dans lesquels on ne faisait pas de feu, mais qui étaient simplement ouverts en bas (cheminée de salon), avaient un tirage bien des fois plus intense que ceux qui seraient chacun à un seul calorifère.

Dans les premiers, l'air sortait avec une grande vitesse, quoiqu'à une température de 12 à 13° seulement, tandis que la fumée sortant des canaux des calorifères, à environ 28° (de 24 à 34°) avait une vitesse presque insensible, qui ne pouvait soulever ni un léger papier de soie, ni un très léger ruban. Le diamètre de ces canaux n'était pourtant que de 18 cm. La différence de température entre l'air extérieur, et celui qui sortait des cheminées sans feu était de 8 à 9°.

*Théorie.* D'après la formule du tirage des cheminées, la vitesse de sortie de la fumée, pour un canal de 10 m. de hauteur, et  $t - t' = 8^\circ$ , est de 2<sup>m</sup>,40, soit environ 2 m., déduction faite de l'effet du frottement. Lorsque le tirage est fort, il emmène passablement de chaleur. On peut donc se poser le problème pratique suivant : *Quel volume d'air chauffé de 0 à 28° est-ce qu'un calorifère moyen, brûlant 600 grammes par heure, pourrait fournir au tirage ?*

Supposons que les  $\frac{3}{4}$  de la chaleur fournie par le charbon soit employée au chauffage et  $\frac{1}{4}$  au tirage. Le calcul suivant montre qu'un tel calorifère fournira  $\frac{4}{28}$  de mètre cube d'air par seconde. Or, comme la section d'un canal de 0<sup>m</sup>,21 de diamètre est de  $\frac{1}{28}$  de mètre carré, la vitesse de sortie sera de 1 m. Il résulte de ce fait que si la vitesse de sortie n'est que de 0<sup>m</sup>,10, il ne sortira de la cheminée que  $2\frac{1}{2}\%$  de la chaleur fournie par le combustible, au lieu de 25%, ce qui est une perte de chaleur extrêmement faible.

*Calcul.* 150 grammes par heure de charbon employé au tirage donnent 1170 calories, soit 0,325 calories par seconde. Il faut 0,267 calories pour éléver la température de 1 kg. d'air à 1°. Nous aurons donc par seconde  $\frac{0,325}{0,267}$  kg. d'air = 1 kg. 22 chauffé de 1°, ce qui représente un mètre cube d'air (à 14° de température) ; mais si nous élevons sa température de 28°, cela donnera  $\frac{1}{28}$  de mètre cube d'air, comme c'est indiqué ci-dessus. D'après la formule du tirage des cheminées ( $V = \sqrt{0,072 H (t - t')}$ ) une cheminée de 10 m. de hauteur, dont la température de la fumée est de 28° au-dessus de l'air extérieur, donnerait une vitesse de 4<sup>m</sup>,47, dont à déduire l'effet du frottement.

Cela prouve qu'une cheminée de 21 cm. peut suffire à un grand nombre de calorifères, puisqu'un seul ne donne qu'une

vitesse d'environ 8 cm., à cause de la petite quantité d'air qu'il laisse passer, surtout s'il n'a pas de ventouses ou régulateurs de tirage. Une cheminée bien chauffée ne demande qu'à aspirer de l'air et de la fumée par toutes les ouvertures, c'est ce qui explique qu'un grand nombre d'installations, comprenant plusieurs calorifères et plusieurs fourneaux pour un seul canal, marchent très bien, sans accidents, les uns fournissant la chaleur, les autres l'air nécessaire à un bon tirage. C'est presque un mariage de raison et l'on est souvent mal reçu quand on veut y changer quelque chose, surtout par de grandes réparations.

Voici les accidents graves arrivés jusqu'ici à Lausanne qui sont parvenus à notre connaissance.

*Deux cas* se sont produits par le fait que les gaz provenant d'un calorifère se sont répandus librement dans des chambres à coucher froides, par des manchettes laissées ouvertes.

*Un cas*, par le fait que le canal d'un calorifère à combustion extra-lente (Schouberski), était en communication à l'étage supérieur avec un fourneau de chambre sans bascule.

*Un cas*, où le tuyau d'un calorifère à combustion très lente, situé dans un vestibule, traversait une chambre à coucher et y entrait dans un grand canal rectangulaire sans registre, donc tout ouvert en bas dans la dite chambre.

Enfin *un cas typique*: un calorifère à combustion mi-lente (système américain Junker et Ruh), situé dans un magasin, entrait dans un grand canal rectangulaire qui était utilisé aux trois autres étages par des fourneaux de chambres à coucher. Il fonctionnait depuis plusieurs années sans accidents, mais, pour se conformer à la loi, il fut divisé en deux, dans le sens de la hauteur, par l'introduction à son intérieur de deux canaux en boisseaux, destinés l'un au calorifère et l'autre aux fourneaux. Mais ce travail a été exécuté sans les soins nécessaires, si bien que quelques joints des deux canaux étaient ouverts sur une hauteur de  $1\frac{1}{2}$  à 3 cm. On avait rempli l'intervalle des tuyaux de gravois. On remplaça le calorifère américain par un type utilisant davantage la chaleur et envoyant dans la cheminée des gaz plus froids. Ceux-ci se répandirent par les mauvais joints dans le gravois, s'y refroidirent entièrement et entrèrent dans le canal destiné aux fourneaux. Ils produisirent un accident dans celle des chambres (une mansarde froide) dont la bascule du fourneau était restée ouverte. Il est à noter que les fourneaux n'étaient pas chauffés et que le canal de la cheminée est exposé à l'air extérieur. Il était donc froid.

Dans tous ces cas, un seul calorifère en jeu, de l'espèce la plus économique pour la chaleur; communication directe entre le canal du calorifère et une chambre à coucher. Ce sont là les conditions qu'il faut éviter, et éviter aussi, si possible, l'utilisation de canaux exposés au froid extérieur.

Avant de formuler nos conclusions, nous avons tenu à nous renseigner sur ce qui se fait dans les villes qui nous environnent, soit à Genève, Berne, Zurich et Neuchâtel.

*Zurich*. M. B. Recordon, professeur d'architecture à l'Ecole polytechnique fédérale, à Zurich, écrit :

« Nos lois et règlements concernant la police des constructions, si draconiens soient-ils, ne portent cependant aucune prescription spéciale concernant le nombre ou la façon de construire les canaux de fumée destinés à desservir les appareils dits de chauffage à combustion lente. Il est vrai que chaque fois que l'on installe ou modifie la place d'un poêle quelconque, on est obligé d'en avertir la police du feu, qui envoie un de ses agents pour vérifier si l'installation est convenablement exécu-

tée; mais personne ne s'inquiète du nombre des feux aboutissant dans un seul et même canal. En fait de poêles à combustion lente, je suis absolument de votre avis, et crois que, non seulement il est préférable, mais encore qu'il est nécessaire d'en faire aboutir plusieurs dans un même canal pour obtenir un tirage convenable. Il est vrai qu'en groupant les canaux très près les uns des autres, de façon à maintenir chaud tout le massif, on obtiendra aussi un bon résultat.

Dans mon dernier logement il y avait partout des poêles à combustion lente. Celui de mon cabinet de travail ne parvenait à brûler que lorsque celui de la pièce à côté (salle à manger) était en pleine activité. Dans ce dernier cas il marchait admirablement. Les deux poêles aboutissaient dans le même canal. Qu'il soit indispensable de fermer les trous de manchettes lorsqu'on enlève un poêle, cela est élémentaire; bien coupable et négligent serait celui qui omettrait cette précaution. »

*Berne*. De M. Alexandre Béguin, architecte, à Berne :

« Nous n'avons aucun règlement spécial concernant les calorifères et canaux de cheminées au point de vue de la salubrité. Nous pouvons à notre gré utiliser le même canal pour plusieurs feux, situés sur le même plancher ou à différents étages. Il est vrai que la section minimum de nos canaux, qui se font tous en briques, avec crépi intérieur, est fixée à 0 $m,20/0m,20$  de vide, section carrée. La loi cantonale sur la police du feu, établit des catégories de feux devant remplir certaines conditions pour assurer la sécurité contre les incendies, mais nullement au point de vue salubrité. »

*Neuchâtel*. De M. Jean Béguin, architecte, à Neuchâtel :

« Nous avons dans notre canton pas mal de lois, mais pas encore un règlement comme votre police de constructions, dont les prescriptions de l'art. 97 ne peuvent évidemment pas être appliquées. Quand votre loi a paru, la commune de Neuchâtel a adressé aux architectes et constructeurs une circulaire leur rappelant le texte de votre art. 96, émettant le vœu qu'à l'avenir des canaux spéciaux soient aménagés pour les calorifères. »

*Genève*. Après informations, nous avons trouvé seulement l'art. 92 de la loi générale sur les routes, la voirie, les constructions, les cours d'eau, les mines et l'expropriation, du 15 juin 1895, lequel est ainsi conçu :

Art. 92. Les propriétaires ou leurs représentants, les locataires et les entrepreneurs sont tenus de se conformer aux mesures qui seront ordonnées à l'égard des bâtiments reconnus dangereux pour le public par défaut de solidité, mauvaise construction ou chance d'incendie. Cette disposition s'applique également aux constructions, industries, installations et exploitations qui seront reconnues dangereuses pour cause d'insalubrité, ou nuisibles au public.

Les quatre villes au sujets desquelles nous avons pris des informations n'ont donc jusqu'ici pas senti l'utilité d'un règlement relatif aux calorifères inextinguibles, ce qui est une preuve de plus que ceux-ci ne sont pas considérés comme dangereux, car s'ils l'étaient, les autorités de ces villes ou de leurs cantons respectifs auraient certainement pris des mesures à leur sujet.

Cependant, comme il vaut mieux trop de précautions que pas assez, nous pensons que l'on pourrait interdire l'introduction de fumée provenant de chambres à couche dans des canaux utilisés par des calorifères inextinguibles. Cela suffirait, et cela faciliterait notablement l'exécution de la loi dans les anciennes maisons, sans la rendre pour cela toujours facile et possible.