

Zeitschrift: Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes
Band: 18 (1892)
Heft: 7 & 8

Artikel: Les accidents dans les mines
Autor: Sinner, Ch. de
DOI: <https://doi.org/10.5169/seals-16941>

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: 13.04.2026

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

siècle et même avant, serait tout aussi peu logique que de considérer comme absolument exacts des chiffres que la traditions a peut-être doublés ou triplés.

Il est question de vignes disparues dans le lac, donc l'événement tombe dans l'époque de la viticulture sur les bords de notre lac, et pour qu'on ait déjà planté du vignoble jusqu'à l'extrême bord de la grève du lac, il fallait que les talus des collines fussent déjà passablement couverts de cultures. Le plus ancien plan de la commune des Planches indique tous les abords du lac plantés de vignes et celles-ci en partie protégées par des murs. Seulement le voisinage de l'embouchure de la Baye de Montreux était en terrain vague et en « planches » (prés).

S'il est prudent de croire à de l'exagération dans le récit d'un éboulement ayant fait disparaître 60 fossoriers de vigne, je ne crois pas devoir rejeter dans le domaine des mythes la possibilité d'un affaissement moins considérable. Qu'une surface cultivée en vigne d'un total de 8-10 000 m² ait pu être engloutie par l'eau est possible et j'admets volontiers comme véridique l'indication que porte le plan de 1695 au sujet de 14 1/4 de fossoriers. Un éboulement analogue a peut-être eu lieu auparavant, à celui-ci se rapporte la citation du sujet de 60 fossoriers¹. Quant à l'époque de l'un et de l'autre de ces événements, je la crois au moins d'un siècle antérieure à la date du plan de 1695. Il faudrait donc les reporter au seizième siècle et même plus loin².

J'ai pris des calques de tout le littoral dès l'embouchure de la Baye de Montreux jusqu'à Territet, sur les deux plans de 1695 et 1766 et les ai comparés au plan cadastral actuel qui date de 1846. Il est donc antérieur aux grandes constructions sur la grève du lac. Je pensais par cela pouvoir me rendre compte, si dans les intervalles séparant ces dates, il y a eu des affaissements de grève ayant modifié le contour du rivage. Le plan de 1766 se superpose assez mal à celui de 1695, ce dernier est en partie à main levée. La feuille du Grand Trait de Baye est une des mieux dessinées; elle paraît avoir été faite à la planchette.

On remarque entre Beau-Rivage et le chemin de la Capite une diminution de terrain juste sur la longueur où aurait eu lieu le grand éboulement de 14 fossoriers 1/4. L'inexactitude du plan de 1695 sur d'autres points ne permet cependant pas de conclure de là à des affaissements du sol le long du rivage.

La comparaison du plan de 1766 avec le plan cadastral de

¹ On assure aussi que le fossorier ancien ne valait que 5 perches, soit 2,25 ares.

² M. Alfred Ceresole a inséré dans son ouvrage *Légendes des Alpes vaudoises* un ancien document sur l'éboulement d'Yvorne en 1584.

On y lit les lignes suivantes (p. 312):

« Anprès du village de Moteru (Montreux) le lac de Lausanne s'avança au large d'environ vingt pas plus que son ordinaire, emportant une portion de vigne à l'aide d'une ouverture de terre comme l'on estimait. »

Voici sur le même sujet ce que nous trouvons dans de vieux papiers de famille:

« En mars 1584 il se fit un grand tremblement de terre au pays de Vaud. Ce fut alors que les deux villages de Corbeyrier et d'Yvorne furent ensevelis par un grand éboulement de terre qui se détacha de la montagne. Ce fut aussi alors que le lac submergea environ 16 fossoriers de vigne du grand Trait sous Montreux. (Voir *Histoire des Helvétiens*, tome IX, page 409.)

(Rédaction.)

1846 mérite plus de confiance. Plusieurs murs de vignes au bord du lac, les murs bordant le chemin de la Capite se superposent exactement. On ne constate presque aucun changement dans la ligne du rivage, entre le chemin de la Capite et Territet, mais un empiètement frappant de toutes les constructions postérieures à 1846 sur la grève et même sur le lac. Des maisons même ont été bâties sur le terrain de remblais jetés dans le lac. Cet empiètement est énorme dans la région de Bon-Port (15-25 m.), c'est pourtant une région où la beine ne pouvait pas être très large, elle a été prise entièrement! A l'ouest de l'Avenue Nestlé (chemin de la Capite) jusqu'à l'embouchure de la Baye de Montreux, il y a des changements très notables. Dès la Capite jusqu'au point où se trouve maintenant le Kursaal la grève a diminué de 5 à 10 m. de largeur. Ces chiffres doivent être justes, les mêmes murs de clôture existant sur les deux plans, d'abord aux abords de la Capite et devant l'emplacement du Kursaal. Entre ces deux points on avait cependant avancé des constructions sur l'ancienne grève, malgré les érosions qu'elle avait subie. Je suis porté à croire que des éboulements de grève ont déjà eut lieu de 1766 à 1846 à l'ouest de l'avenue de la Capite et qu'ils ont diminué la largeur de la grève exondée. La diminution est trop considérable pour l'attribuer à une incertitude résultant du niveau accidentel de l'eau. Enfin, le plan de 1766 est exact dans la plupart de ses parties et il a été possible de bien le repérer sur celui de 1846.

Entre l'embouchure de la Baye et la grève devant le Kursaal on constate par contre une augmentation notable de terrain exondé. L'embouchure de la Baye se trouvait en 1766 à environ 80 m. à l'est de sa position actuelle. La grève elle-même n'a pas changé notablement en dehors de la partie qui a été gagnée au territoire de la commune des Planches par le déplacement de l'embouchure du torrent.

* * *

Me voilà arrivé enfin au terme de mon rapport; je crains qu'il ne paraisse un peu trop long. Je vous prie, messieurs, de ne voir dans ce long travail que le désir de vous servir de mon mieux et à travailler au profit de notre belle contrée et de ses habitants.

Puisse l'accident du 19 mai 1891, être le dernier dans ce genre qui frappe notre pays; je serais heureux d'avoir pu indiquer quelques moyens d'en empêcher le retour.

Dr H. SCHARDT.

Veytaux près Montreux, avril 1892.

LES ACCIDENTS DANS LES MINES

par CH. DE SINNER, ingénieur¹.

3. ACCIDENTS DANS LES PUIITS.

Progrès réalisés dans le service des puits. — Dans notre étude statistique des accidents, nous avons déjà insisté sur ce fait singulier que dans la plupart des pays houillers, le transport en galerie et sur les plans inclinés fait aujourd'hui plus de victimes que le double service d'extraction et de translation

¹ Ce travail est une suite des articles parus dans le *Bulletin* de 1891, page 265 et dans celui de cette année page 15.

verticale des hommes dans les puits. C'est ce qui nous a conduit à consacrer un chapitre assez détaillé à ce transport sur voies horizontales et inclinées¹.

S'il y a lieu de déplorer le grand nombre de ces accidents où l'imprudence individuelle et une surveillance insuffisante jouent les rôles principaux, il est réjouissant d'autre part de constater les progrès obtenus dans la sécurité du service des puits, qui était jadis un des plus meurtriers. Nous avons cité les chiffres les plus éloquentes, tirés de la statistique anglaise; d'après laquelle entre les périodes 1851-1866 et 1881-1884 le nombre proportionnel des ouvriers tués dans les puits a été réduit dans le rapport de 4 à 1. Les autres statistiques remontent moins haut; mais il résulte d'un tableau très complet, présenté par M. Reumaux au congrès des mines de Paris en 1889, qu'entre les deux dernières périodes décennales 1868-1878 et 1878-1888 le nombre proportionnel des hommes tués dans les puits sur 1000 ouvriers occupés, s'est abaissé en Prusse de 0,77 à 0,45, en France de 0,70 à 0,36 et en Belgique de 0,47 à 0,24, soit de moitié pour ces deux derniers pays. (On remarquera que la Belgique présente pour les deux périodes les moyennes les plus favorables, que les houillères anglaises n'ont rattrapées que pendant la dernière période.)

Substitution des cages guidées aux échelles. — Ce progrès réjouissant qui s'étend à toute l'Europe, coïncide avec la substitution de plus en plus générale du câble et des cages guidées aux échelles comme moyen de translation des hommes. Cela étonnera beaucoup de personnes qui regardent l'usage des échelles comme le moyen le plus sûr, sinon le plus agréable, d'entrer dans une mine et d'en sortir. Si les exploitants anglais ont depuis longtemps opéré sans hésiter cette substitution, l'évolution a été plus lente et plus prudente au début sur le continent, où elle n'a commencé à s'accroître qu'après le perfectionnement des guidages et l'invention des premiers parachutes. Du reste, les exploitants n'ont pas été conduits à cette transformation par un simple motif d'économie et d'intérêt personnel. L'abandon des échelles mettait fin en même temps à un surcroît de fatigue cruel (imposé aux mineurs après leur journée de travail) qui usait dans les puits profonds la santé des plus robustes et abrégait leur vie. De plus on a remarqué que beaucoup de mineurs étaient autrefois impropres au service militaire à cause des pieds plats qui provenaient de l'usage journalier des échelles. Cette infirmité a disparu presque entièrement là où elles ont été remplacées par l'emploi du câble. Dans les mines dont la profondeur croissante diminuait le rendement journalier en charbon, le travail musculaire dépensé inutilement à la remontée, a pu être converti en travail utile au profit de l'ouvrier dont le salaire a augmenté. On pouvait craindre cependant de voir le nombre et la gravité des accidents augmenter à la suite de cette substitution. Aujourd'hui on peut se rassurer sur ce point: Les statistiques les plus récentes établies dans le but d'élucider cette question montrent toutes que

le nombre proportionnel des hommes tués pendant leur translation par câble est tout au plus égal et en général inférieur à celui des accidents mortels dus à l'emploi des échelles fixes. Ainsi, dans un des grands districts d'inspection des houillères anglaises, les échelles ont fait 0,189 victimes par 1000 personnes employées (moyenne calculée sur un nombre total de 94 929 personnes dans la période décennale de 1873 à 1882). Pour la translation mécanique par câble, le même rapport s'abaisse d'après les statistiques anglaises les plus récentes à 0,152, et même à 0,14 en 1888 pour toute la Grande Bretagne et l'Irlande¹.

La statistique des mines prussiennes présente des moyennes plus favorables pour les deux catégories d'accidents, mais une différence plus faible en faveur des cages guidées. Pendant la période de 1879-1888 elle donne 0,069 hommes tués pour 1000 qui usaient régulièrement des échelles et 0,065 pour 1000 ouvriers transportés par le câble. Le second mode de translation a été utilisé pendant cette période en moyenne par 115 343, le premier par 53 833 mineurs prussiens².

Quoique faible, la différence en faveur de l'emploi du câble se retrouve en Allemagne comme en Angleterre. D'ailleurs il y a impossibilité pratique de s'en tenir à ce seul moyen de translation des échelles lorsque les travaux atteignent des profondeurs excédant 500 m., puisqu'on dépenserait en pure perte plus d'un quart du travail journalier dont le mineur est capable dans la force de l'âge, sans parler des vieillards et des enfants. En réalité, l'usage régulier des échelles s'arrête aujourd'hui en général bien au-dessous de cette limite de 500 m. On ne s'en sert plus guère que dans les puits peu profonds et partant les moins dangereux. Il convient donc de tenir compte de cette limite d'application lorsqu'on compare les chiffres donnés ci-dessus.

Si l'on met dans la balance, comme de juste, les considérations d'hygiène et d'humanité qui condamnent l'usage journalier des échelles, on voit qu'il n'y a plus de raison sérieuse d'y revenir.

Les échelles comme voie auxiliaire ou provisoire. — En revanche il est prudent et même indispensable au dire des hommes les plus compétents³ de conserver ou d'établir une ligne d'échelles pour assurer la sortie du personnel dans le cas où les moyens mécaniques viendraient à être désorganisés ou se trouveraient momentanément insuffisants. Et, comme le dit très bien M. Reumaux⁴, « moins cette voie auxiliaire est connue des ouvriers qui ont perdu l'habitude de la suivre, mieux elle doit être organisée. » Aussi la construction et l'entretien des échelles sont-ils soumis dans la plupart des pays de mines, à une réglementation sévère.

Les échelles en fer, qui se recommandent par leur solidité, sont chères. De plus, par suite de la conductibilité du métal, elles sont froides au toucher et paralysent les mains au moment où toute la fatigue de l'ascension s'est accumulée suc-

¹ Un des inspecteurs royaux des mines anglaises, M. Sawyer, frappé par ce fait, a écrit un grand ouvrage de 280 pages et 55 planches qui porte uniquement sur les moyens techniques et les règlements destinés à prévenir les accidents du transport horizontal et des plans automoteurs. Nous regrettons d'avoir eu connaissance de cette importante publication trop tard pour pouvoir l'utiliser dans notre chapitre précédent.

¹ Rapport de M. l'ingénieur en chef Reumaux au congrès international des mines de 1889.

² Rapport de M. Hasslacher, conseiller des mines, sur l'exposition minière de Berlin (partie du rapport officiel sur l'exposition allemande d'appareils préventifs de 1889).

³ Haton de la Goupillière, cours d'exploitation, tome II.

⁴ Reumaux, rapport cité, p. 4.

cessivement¹. Les échelles métalliques sont donc très peu employées, sauf pour la partie inférieure d'un puits en fonçage où elles résistent mieux aux coups de mine.

On applique encore le fer galvanisé, avec échelons ronds à emmanchement carré, lorsque les échelles doivent être installées dans les compartiments ou puits de sortie d'air.

En général, les échelles en bois sont préférées. Mais comme elles s'usent rapidement et pourrissent dans les puits humides, leur réparation (et leur remplacement au besoin) s'impose dès qu'elles paraissent suspectes. C'est sans doute le mauvais état de beaucoup d'échelles qui rend ce mode de translation, en apparence si sûr, plus dangereux que l'emploi de moyens mécaniques bien organisés. Il importe aussi de tenir propre le puits ou compartiment à échelles et de le débarrasser de la glace qui peut s'y former l'hiver.

Les échelons mi-plats résistent mieux au poids des corps par leur tranche, il va sans dire que les échelles doivent être solidement fixées: le système doit être rigide, sans flexions ni frottements.

Dans les compartiments très étroits, on est obligé de fixer les échelles verticalement, ce qui ajoute beaucoup à la fatigue de la remontée, car le centre de gravité du corps se trouve ainsi en dehors de la verticale qui passe par le point d'appui, et le moment du corps par rapport à l'échelon qui sert de base doit être équilibré par celui d'une tension égale développée dans les bras⁴. Autant que possible on donne donc aux échelles une inclinaison de 70° qui présente les meilleures conditions d'équilibre et exige ainsi le moindre effort à la remontée². Cette disposition limite naturellement la hauteur de l'échelle et exige de nombreux planchers intermédiaires qui doivent être à claire-voie afin que l'eau n'y puisse séjourner par dessus, ni le grisou par dessous. On a eu à déplorer beaucoup d'accidents dus à la négligence de cette précaution. La disposition parallèle des échelles qui se suivent est préférable à la disposition croisée, puisque, dans la première, l'échelle recouvre en projection l'ouverture du plancher inférieur, ménagée pour laisser passer le corps de l'homme.

Telles sont les précautions principales à prendre dans la construction et la disposition des échelles, dont aucun siège d'exploitation de quelque importance ne peut se passer, en tant que voie auxiliaire. Et l'on ne saurait trop insister sur la nécessité d'entretenir consciencieusement cette voie qui peut devenir, dans certains moments, le salut d'un grand nombre d'existences.

Echelles mobiles ou Fahrkunst. — Entre les échelles fixes dont il vient d'être question et les cages guidées vient se placer un troisième mode de translation³ des hommes, par échelles mobiles (ou mécaniques), appelées « Fahrkunst » en Allemagne, leur pays d'origine, « man-engine » dans le Cornwall et « Warocquière » au charbonnage belge et Mariemont dont le direc-

teur, M. Warocqué, a su rendre cet appareil particulièrement sûr et confortable.

L'invention des « Fahrkunst » par Dörell et leur première application dans les mines du Hartz date de 1833, et depuis lors elles se sont maintenues telles quelles, — sauf quelques perfectionnements de détail — dans cet ancien centre minier. Elles ont été appliquées dans plusieurs autres exploitations métalliques en Allemagne, notamment dans les puits profonds de l'Erzgebirge saxon. Les visiteurs de Freiberg et du Hartz en conservent le poétique souvenir. Il y a en effet un charme mystérieux dans ce doux mode de locomotion auquel on s'habitue et s'attache promptement. Et l'on comprend, lorsqu'on l'a pratiqué, que les mineurs hanovriens et saxons le verraient disparaître avec peine, là du moins où il a été établi avec tout le soin désirable.

L'appareil consiste essentiellement en deux tiges verticales placées à une distance moyenne de 0,70 m. l'une de l'autre, et dont l'une monte pendant que l'autre descend⁴. De distance en distance ces tiges sont munies d'échelons pour poser les pieds (ou mieux de planchettes en bois dur fixées sur les tiges au moyen de petites consoles métalliques) et de poignées en fer pour les mains, à la hauteur correspondante. Lorsqu'on veut s'élever au jour, on se place sur le palier de la tige montante. Au moment où elle s'arrête, on passe sur le palier de l'autre tige, qui doit se trouver à la même hauteur; on profite ainsi d'une nouvelle ascension, puis on repasse sur le palier de la première longuerine, et ainsi de suite jusqu'à ce qu'on se trouve à la surface. Pour la descente, même manœuvre en sens inverse. Aux divers arrêts, des paliers fixes permettent au besoin de se reposer. La machine motrice peut être à mouvement intermittent avec intervalle de repos entre deux oscillations consécutives et attaque plus ou moins brusque au départ, ou bien à mouvement continu (type sinusoidal) où un ralentissement sensible remplace l'arrêt complet. Ce dernier système est préférable, car l'arrêt brusque cause parfois des secousses ou pour le moins une sensation pénible qui peut devenir fatale aux novices, sinon aux mineurs expérimentés.

Le moteur est en Allemagne, le plus souvent, une machine à colonne d'eau installée à l'intérieur, à Mariemont une machine à vapeur placée à la surface dont le piston actionne une seule tige directement. (Un renvoi hydraulique renfermé dans un tube en U communique au piston obturateur du second cylindre un mouvement synchrone du premier). Un simple robinet permettant d'étrangler à volonté le passage de l'eau, sert de frein lors de la descente du personnel.

Dans les mines métalliques du Cornwall on préfère le man-engine, une Fahrkunst à simple effet, qui n'a qu'une seule tige animée d'un mouvement de va-et-vient. L'appareil est ainsi moins encombrant, mais exige naturellement un temps double pour la descente ou la remontée du personnel. Il y a des niches où le mineur se gare pendant la course descendante de la tige unique lorsqu'il veut monter, ou pendant la course montante, lorsqu'il va à son travail.

¹ Haton de la Goupillière, loc. cit. p. 655 et 656.

² En Allemagne, on s'en tient souvent à l'inclinaison de 75° qui est encore très acceptable et n'exige qu'une largeur de 0,80 à 1,00 m. pour le compartiment à échelles. Celui-ci est barricadé au moyen de planches du côté du grand compartiment d'extraction.

³ Les autres moyens, escaliers en spirale, corde californienne, etc. sont surannés ou d'un usage exceptionnel. Il n'y a donc pas lieu de nous y arrêter.

⁴ A Freiberg, on a utilisé pour la Fahrkunst les tiges de la machine d'épuisement, ce qui paraissait plus économique. Cependant on est revenu plus tard de la réunion de ces deux services importants, qui était accompagnée de sérieux inconvénients.

Avec les fahrkunst allemandes et belges à double effet, on peut au besoin descendre un poste pendant que l'autre monte, à condition que la distance verticale entre les échelons corresponde à l'amplitude de l'oscillation. La série paire des paliers sert alors à l'ascension, la série impaire à la descente, sans qu'il puisse y avoir conflit entre les deux brigades. Lorsque la distance entre deux paliers consécutifs est double de l'amplitude, la fahrkunst ne peut plus servir à la fois à la montée et à la descente. Un poste devra attendre l'autre.

Il n'y a pas lieu d'ailleurs de donner ici la description détaillée des fahrkunst les plus usitées en Allemagne, cette description se trouvant dans la plupart des traités d'exploitation des mines. Mais nous parlerons de quelques dispositifs destinés à augmenter la sécurité de ces échelles mécaniques et de quelques types nouveaux de fahrkunst dont les inventeurs se sont inspirés de cette même préoccupation.

On peut citer d'abord les tiroirs qui doivent empêcher les hommes d'être laminés entre les deux longuerines dans les vieux puits coudés et inclinés, en cas de fausses manœuvres. Mais il vaut mieux, comme on le fait généralement aujourd'hui, installer les fahrkunst dans des puits verticaux, établis dans les meilleures conditions et les munir d'un guidage qui supprime les fouettements.

Lorsqu'il s'agit de grandes profondeurs, on équilibre les fahrkunst, de distance en distance, par des chaînes qui passent sur des poulies et supportent de l'autre côté des poids. Si une tige vient à se rompre, la partie inférieure reste suspendue par le moyen de ces chaînes de sûreté.

Un câble régnant sur toute la hauteur de la fahrkunst, doit être en communication avec la chambre des machines et permettre au mineur en détresse de donner un signal au mécanicien, de n'importe quel point du puits. On applique aussi quelquefois des supports élastiques capables de prévenir des secousses trop violentes en cas de rupture. Enfin, dans tout puits à fahrkunst, les administrations allemandes exigent aujourd'hui un jeu d'échelles fixes pouvant suppléer à l'appareil en cas d'avarie.

M. Warocqué, dans sa fahrkunst perfectionnée de Mariemont, a remplacé les échelons par de véritables paliers avec des garde-corps en fer.

A l'exposition allemande d'appareils préventifs de 1889, figuraient quelques modèles de fahrkunst récemment établis ou projetés¹, admis à cause de l'augmentation de la sécurité qui paraît devoir résulter de leur substitution aux fahrkunst ordinaires.

Un de ces modèles représentait la fahrkunst installée en 1884 au puits Samson (Hartz) où les tiges rigides sont remplacées par deux câbles en fil d'acier au creuset. A leur partie supérieure, où la tension est la plus forte, les câbles sont guidés au moyen de poulies, dans la partie inférieure et moyenne par des rails creux (ou sorte de glissières) en bois de hêtre. Pour le cas où un des câbles viendrait à se rompre, on a placé,

¹ Pour plus de détails voir le rapport officiel sur cette exposition, bel ouvrage en deux forts volumes. Berlin, 1890-1891, chez Heymann, éditeur.

La section minière y est traitée d'une façon remarquable par M. Hasslacher, membre du conseil supérieur des mines à Berlin, connu par d'autres publications qui font autorité en Allemagne.

de distance en distance, des poulies en fonte sur lesquelles passent de fortes chaînes. Les extrémités de ces dernières sont solidement reliées à chacun des câbles au moyen de pièces de bois vissées sur le câble. En outre des coins en bois, au nombre de six, sont également vissés sur les câbles en des points bien choisis. En cas de rupture, les coins supportent ainsi la partie inférieure du câble rompu.

Une autre fahrkunst, exposée à Berlin, était destinée au grand puits de Clausthal qui doit atteindre une profondeur de 992 m. Les longuerines de ce modèle sont tubulaires et construites en fer forgé. La transmission hydraulique du mouvement est semblable à celles des Warocquières belges. Les principaux organes sont deux pistons obturateurs qui se meuvent dans deux cylindres verticaux et s'élèvent alternativement sous une pression de 36 atmosphères en entraînant chacun la longuerine placée au-dessus dans la même verticale. Les cylindres et la machine à colonne d'eau qui leur envoie l'eau à haute pression sont placés à une profondeur de 360 m. En faisant communiquer la machine à colonne d'eau avec un nombre plus ou moins grand de cylindres auxiliaires, on peut augmenter ou diminuer la pression, suivant le nombre des hommes engagés sur la fahrkunst. Les deux pistons des cylindres principaux sont reliés au-dessus et au-dessous avec les longuerines tubulaires. Mais à cause de leur installation à 360 m. de profondeur, la fahrkunst se trouve interrompue à ce niveau et transportée, pour une hauteur qui correspond à celle des cylindres, sur un système de tiges placé latéralement et relié au moyen de traverses et de ponts à la grande fahrkunst. En cette partie élargie, le puits présente une section ovale qui repasse plus haut à la forme circulaire.

Tous les cylindres communiquent avec un tuyau régulateur dont la longueur règle la pression dans les cylindres. L'arrivée de l'eau dans ce tuyau peut être étranglée au moyen d'un robinet, de manière qu'en cas de rupture d'une des tiges tubulaires celle-ci ne puisse s'abaisser que lentement, dans la mesure qui correspond à la course montante de l'autre paire de cylindres. Ce dispositif ne sert donc pas seulement de régulateur de pression en marche normale, mais encore de frein en cas de rupture, et même de parachute; car la tige rompue, après que l'eau a été chassée des cylindres, vient s'appuyer sur des supports élastiques ménagés au fond de ces derniers, et finalement toute la pression est absorbée par des fermes solides en forme de double T qui supportent les cylindres auxiliaires. Les régulateurs sont placés de 96 m. en 96 m. et servent en même temps de guidage aux longuerines tubulaires.

La partie supérieure de la fahrkunst située au-dessus des grands cylindres, se compose de deux sections, le diamètre des longuerines augmentant de haut en bas de 0,120 à 0,160 m. La partie inférieure se compose de 5 sections pour lesquelles le diamètre diminue en profondeur de 0,150 à 0,100 m.

Les tubes sont réunis entre eux par le moyen de manchons taraudés dont l'épaisseur est une fois et demie celle des parois des longuerines. Chacune de ces dernières reçoit 125 paliers doubles, solidement vissés sur elle et autant de paires de poignées pour les mains. Il y aura 4 oscillations par minute, de 4 m. chacune. Les doubles tréteaux permettent l'entrée et la sortie simultanée et tout à fait indépendante de deux brigades d'ouvriers.

La belle exploitation de plomb argentifère de Himmelfahrt près de Freiberg, avait aussi exposé à Berlin le modèle de sa nouvelle fahrkunst destinée au puits David de 590 m. Sa disposition originale est due à M. Kley, ingénieur à Bonn, son application à M. l'Oberbergrath Bilharz de Freiberg. C'est encore une machine à colonne d'eau à action directe et installée à l'intérieur, qui donne le mouvement à deux pistons mobiles dans deux cylindres réunis en U. L'eau n'agit que par en haut; elle est amenée à l'un des pistons, tandis qu'elle est enlevée au-dessus de l'autre. La colonne d'eau comprise entre les deux pistons, dont chacun porte une des maîtresses tiges, détermine l'amplitude de l'oscillation, qui peut être modifiée suivant les besoins. Un tiroir automatique à deux pistons règle l'admission de l'eau dans les cylindres. Il est commandé à son tour, d'une part par une crémaillère qui reçoit son mouvement d'un des grands pistons par l'intermédiaire d'un engrenage, et d'autre part par une petite machine à colonne d'eau. On peut régler ainsi non seulement l'amplitude, mais encore le nombre et la vitesse des oscillations, ainsi que la durée des arrêts.

Ces nouvelles installations du Hartz et de Freiberg montrent bien la faveur dont les fahrkunst continuent à jouir dans ces deux centres classiques des mines métalliques. Mais elles trahissent en même temps la double préoccupation d'obtenir une sécurité plus parfaite pour le personnel et d'augmenter la puissance de ces appareils, soit le nombre d'hommes qu'ils permettent de transporter en un temps donné. Au point de vue de la sécurité générale de l'exploitation, il importe d'ailleurs de pouvoir, lors d'un accident survenu au fond, faire remonter tous les ouvriers menacés le plus rapidement possible. Or dans ce cas, il est incontestable que la fahrkunst est supérieure au câble et, à plus forte raison, aux échelles fixes. M. Haton de la Goupillière a établi¹ que la durée des manœuvres pour la montée du trait par la fahrkunst à double effet est donnée par la formule $1,875 H + 7500 N$, où H désigne la profondeur du puits et N le nombre d'hommes à transporter. Ainsi, pour remonter 250 hommes d'une profondeur de 1000 m., il suffira de 3750 seconds, soit de 1 h. 2,5 m. Pour remonter 300 hommes d'une profondeur de 500 m., la fahrkunst demanderait 53 m. 7 s., tandis que le câble demanderait 1 h. 17 m. avec une vitesse de 4 m.² qu'on ne dépasse guère pendant le transport du personnel. (En Allemagne on reste en général au-dessous, comme nous verrons plus loin). Et la puissance des nouvelles fahrkunst allemandes et belges doit être supérieure à la moyenne qui entre dans la comparaison générale ci-dessus³.

¹ Cours d'exploitation des mines, tome II, p. 663.

² Treptow, *Grundzüge der Bergbaukunde*. Excellent petit ouvrage élémentaire paru à Vienne, chez Spielhagen et Schurich 1891. M. T. suppose que la cage à 2 étages transporte 16 hommes.

³ Cette supériorité de la fahrkunst a probablement inspiré à un inventeur français l'idée d'appliquer cet engin non seulement à la translation des hommes, mais encore à l'extraction de la houille. La machine à taquets Méhu, qui eut un instant de grand succès, fut installée aux mines d'Anzin et de Ronchamp: M. Mathet a retracé dans son beau mémoire sur les mines de Ronchamp l'histoire de la machine Méhu et de ses péripéties. Comme machine d'extraction, cet appareil ingénieux ne put jamais atteindre le chiffre de tonnes extraites dans les 24 heures par l'ancienne machine et le câble. Il coûtait plus cher d'entretien et se détraquait à chaque instant. Enfin,

Il y a encore une autre raison qui fait préférer la fahrkunst dans les mines métalliques: c'est qu'elle se plie mieux que l'emploi du câble aux exigences d'une exploitation disséminée sur plusieurs étages. Nous verrons en effet que le service simultané de plusieurs accrochages est non seulement une complication, mais une cause de nombreux accidents lorsque la translation des hommes se fait par le câble et les cages guidées. On peut donc dire qu'au point de vue de la sécurité même, la préférence donnée aux fahrkunst dans les grandes exploitations métalliques de l'Allemagne et du Cornwall est justifiée par la multiplicité des recettes à desservir.

Dans les houillères, où l'on tend au contraire à concentrer de plus en plus l'exploitation, par divers motifs d'économie et de sécurité (dont il sera parlé plus loin), l'emploi des fahrkunst est une exception et ne s'est point propagé, malgré les excellents résultats obtenus par M. Warocqué avec les appareils qui portent son nom. Grâce aux perfectionnements et aux précautions multipliées dont il les a dotés, les accidents à Mariemont (et dans une mine de la Sarre où fonctionne un appareil semblable) n'ont pas dépassé 0,05 par 1000 ouvriers qui se sont servis de la Warocquière pendant la période de 1871 à 1875.

Les « man-engine » du Cornwall donnent encore une moyenne favorable de 0,152 par 1000 ouvriers transportés, de 1873 à 1882⁴.

En Allemagne où les fahrkunst sont les plus nombreuses et en général bien construites et bien entretenues, la moyenne générale est beaucoup moins favorable: Elle est pour la période récente de 1879 à 1888, de 0,232 accidents mortels sur 1000 ouvriers qui ont usé de ces engins. Ce chiffre marque bien un abaissement de moitié environ sur la moyenne de la période précédente. Mais il est encore près du quadruple du chiffre correspondant des victimes de la translation par câble ou par échelles fixes (d'après la même statistique, déjà citée, de M. Hasslachner).

Les fahrkunst présentent en effet certains dangers qui leur sont particuliers. D'abord leur emploi exige, sinon une fatigue physique, du moins une attention soutenue qui, à la fin d'une journée de labeur pénible, peut se trouver en défaut; un instant de distraction ou de vertige peut devenir ainsi la cause d'une chute mortelle. De là le grand nombre d'accidents individuels, d'autant plus que la descente ne peut être surveillée efficacement. Mais le reproche le plus grave qu'on puisse faire aux fahrkunst, s'applique aux difficultés et aux dangers que présente leur entretien. « Un appareil servant au transport du personnel, dit très bien M. Reumaux, ne vaut que s'il est en parfait état; or l'entretien de tout un attirail oscillant, logé

il fallut, dès le début, à cause des nombreux accidents qu'il occasionna, renoncer à l'employer pour le transport du personnel et même en barricader l'accès, pour empêcher les ouvriers d'en profiter. Aujourd'hui il ne doit plus exister en France de machine à taquets ni de fahrkunst ordinaire.

⁴ M. Forster, inspecteur royal des mines anglaises, attribue la moyenne relativement favorable des « man-engine » au fait qu'ils sont à tige unique et par là moins dangereux. Il a reconnu d'autre part, au congrès des mines de Paris, que la plupart de ces appareils du Cornwall sont installés dans de très mauvaises conditions, dans des puits inclinés et coudés en divers sens, qui excluent l'emploi des cages guidées.

dans l'étroit compartiment d'un puits profond, mouillé par des eaux corrosives qui attaquent les articulations des contrepoids, est autrement difficile à assurer que celui des câbles et cages dont toutes les parties arrivent périodiquement à la lumière du jour. »

La rupture d'une des maîtresses tiges de la fahrkunst peut faire d'un seul coup un grand nombre de victimes. Ainsi au puits Abraham (Cornwall) 10 ouvriers, et au puits Rosenhill à Clarence, 22 hommes ont été tués ainsi par une de ces ruptures de tige.

On voit qu'en dehors des mines métalliques aux chantiers disséminés sur plusieurs étages, la préférence de plus en plus générale donnée à la translation par le câble n'est point à regretter au point de vue de la sécurité. Même en Allemagne, le pays d'origine des fahrkunst, 7431 mineurs seulement ont été transportés journellement par ce moyen pendant la dernière période décennale relevée, tandis que 115 343 l'ont été par le câble et les cages guidées. En présence de ces chiffres, nous ne nous étendrons pas plus longuement sur l'emploi des fahrkunst et des échelles fixes, et dans la suite de ce chapitre nous nous occuperons exclusivement des moyens propres à parer aux dangers que présentent la translation du personnel et l'extraction du charbon par les mêmes engins destinés à ce double service. (A suivre.)

OBSERVATIONS FAITES

SUR LE

CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR A BASSE PRESSION

D'UNE MAISON PARTICULIÈRE, PENDANT L'HIVER 1891-1892

par CH. DAPPLES, professeur.

Les occasions de s'assurer, par des mesures faites systématiquement, de la marche d'un appareil calorifique pendant un temps prolongé, ne sont malheureusement pas fréquentes, et pourtant elles seraient de nature à fournir des renseignements fort utiles aux personnes qui s'occupent des applications de la chaleur.

Pendant l'hiver dernier, j'ai eu la faveur d'obtenir, jour par jour, les quantités de coke brûlé dans un calorifère Bechem et Post et de pouvoir les mettre en regard des températures de l'atmosphère aux dates correspondantes.

Les circonstances étaient favorables, la maison chauffée étant grande et entièrement isolée; vingt-huit pièces sont maintenues à une température moyenne de 13 degrés centigrades, les dégagements, vestibules escaliers, etc., sont à 12 degrés. Le chauffage, avec réglage automatique du tirage a permis de conserver sensiblement la même chaleur dans toute la maison malgré les variations très accentuées des conditions atmosphériques.

C'est la température moyenne (θ) de la journée, d'après l'observatoire météorologique qui a fait règle pour obtenir la différence quotidienne entre le dedans et le dehors de la maison.

La méthode graphique appliquée aux nombres fournis par l'observation a donné la courbe des différences 13- θ ; elle a donné aussi celle des quantités de coke brûlé pendant les mêmes journées. Puis après avoir groupé les quantités de

coke, exprimées en kilogrammes, pour chaque degré de la différence 13- θ , une nouvelle courbe a été tracée en prenant pour abscisse les degrés du thermomètre et pour ordonnées les kilogrammes de coke. Cette courbe montre immédiatement que les quantités de combustible employées par 24 heures ne sont pas proportionnelles aux différences 13- θ , mais qu'elles croissent plus rapidement, puisque la courbe est convexe du côté de l'axe des x . Cela tient probablement à ce que des causes multiples agissent sur le refroidissement de l'édifice, c'est-à-dire que l'action du vent et l'effet du rayonnement vers les espaces célestes, lorsque le ciel est découvert, viennent ajouter leur action à celle de la basse température de l'air, mais ces quantités-là échappent à nos mesures.

Depuis longtemps on sait que le vent exerce une action puissante sur le refroidissement des corps soumis à son influence mais on n'est pas encore parvenu à déterminer d'une manière quelque peu certaine la question de quantité et la loi de la variation du refroidissement, en fonction de la vitesse du courant d'air. Les coefficients que l'on possède maintenant ne sont pas concordants et ne peuvent par conséquent pas servir avec sécurité.

En prolongeant la ligne jusqu'à l'axe des y , on voit qu'elle ne passe pas par l'origine des coordonnées, mais atteint l'axe à une hauteur correspondant à environ 35 ou 40 kg., alors que la différence 13- $\theta=0$.

Le calorifère à vapeur ne commence donc à répandre de la chaleur dans les appartements que lorsqu'on atteint ou dépasse la consommation de 40 kg. de coke en 24 heures; cela est conforme au fait que l'action physique du transport de la chaleur par la vapeur ne commence que lorsque l'eau est au moins à 100 degrés dans la chaudière, il faut donc chauffer et entretenir cette eau à 99 degrés, en pure perte et en outre satisfaire au besoin du tirage de la cheminée et à la transmission du calorifique au travers des parois du fourneau.

L'effet utile de l'appareil est donc à peu près nul tant que l'emploi du coke reste inférieur à 40 kg. par jour mais il augmente rapidement dès que ce nombre est dépassé; le tableau suivant donne le résumé des faits observés.

Coke brûlé par jour.	Effet utile du combustible.
40 kg.	0 %
60 »	33 »
80 »	50 »
100 »	60 »
120 »	67 »

En mettant en regard les différences de températures 13- θ et le poids de coke brûlé par jour, on trouve la série suivante :

13- θ	Kg. de coke par jour.
0	40
4	43
8	51
12	67
16	91
20	127

Le chauffage s'est effectué dans de bonnes conditions pratiques, c'est-à-dire avec facilité, régularité et au besoin intensité et dans de bonnes conditions économiques.

Il serait fort intéressant que des mesures systématiques