

SÉANCE DE SCIENCE APPLIQUÉE

DU 23 FÉVRIER 1893.

Présidence de M. Lahaye.

La séance est ouverte à 8 h. trente.

MM. E. Dupont et E. Van den Broeck font excuser leur absence.

Communications des membres.

M. le *Président* prie M. Kemna de prendre la parole sur la première question à l'ordre du jour.

SUR LA

GELÉE DANS SES RAPPORTS AVEC LES DISTRIBUTIONS D'EAU

PAR

M. Ad. Kemna

Docteur en Sciences

Directeur de la distribution d'eau d'Anvers.

Un des inconvénients les plus sérieux de l'emploi des eaux de rivière pour l'alimentation des villes, est la variabilité de leur température. On sait qu'à une faible profondeur dans le sol, il règne une température constante, en d'autres termes que ni les chaleurs de l'été ni les froids de l'hiver ne se font sentir sous une couche de terre de quelques mètres d'épaisseur. A ce niveau, la température est la moyenne annuelle, soit environ 10° C pour nos contrées. Les eaux drainées, qui ont eu tout le temps pour se mettre en équilibre de température avec les couches qu'elles imprègnent, paraissent donc fraîches en été, tièdes en hiver, à la grande satisfaction du consommateur.

Avec les eaux de rivière, c'est tout juste le contraire. En été leur température s'élève parfois notablement au-dessus de 20° C et en hiver elles vont parfois jusqu'à se congeler.

Au point de vue des rapports avec le public, ces deux inconvénients sont loin d'offrir la même importance. Quand l'eau est trop chaude, le consommateur probablement maugrée quelque peu, mais sa mauvaise humeur ne va jamais jusqu'à se plaindre par lettre ou à adresser une

réclamation en règle. Ceux qui emploient l'eau comme réfrigérant, tels que brasseurs, fabricants de glace, possesseurs de machines à gaz, font entendre quelques doléances quand on leur présente la note à payer pour le troisième trimestre. En somme, l'inconvénient le plus sérieux d'une eau trop peu fraîche pourrait bien être le retour à l'emploi de puits, toujours suspects au point de vue de l'hygiène dans le sol pollué des vieilles villes, trop souvent positivement dangereux.

Le froid donnerait lieu à moins de plaintes encore, s'il n'y avait pas la congélation et la dilatation qui l'accompagne. Un de mes anciens professeurs, avec la foi naïve de la génération nourrie des *Harmonies de la Nature* de Bernardin de Saint-Pierre, ne manquait jamais d'attirer l'attention de ses élèves sur la sagesse de la Providence, qui avait établi pour l'eau une exception à la règle de la contraction par le refroidissement et l'avait fait se dilater en dessous de 4° C, pour permettre aux poissons de continuer à vivre. Il me semble que si le point de congélation de l'eau avait été reporté à 10 degrés plus bas, cela n'aurait pas nui aux poissons et les Sociétés d'eau auraient été satisfaites.

La première gelée a pour effet d'augmenter immédiatement, dans une très large mesure, la consommation d'eau : l'abonné laisse couler ses robinets pendant la nuit, pour maintenir l'eau en mouvement et empêcher ainsi la congélation. Voici à ce sujet quelques chiffres :

DATES	TOURS	DATES	TOURS	DATES	TOURS
1890		1891		1892	
Nov. 17	80	Déc. 16	79	Déc. 21	100
» 18	66	» 18	91	» 22	105
» 19	82	» 19	91	» 23	112
» 20	70	» 20	142	» 24	166
» 21	70	» 21	176	» 25	195
» 22 (1)	108	» 22	290	» 26	205
» 25	70	» 23	224		
» 28	141	» 24	179		
» 29	156	» 25	164		
» 30	176	» 26	162		
		» 27	98		
		» 28	97		

(1) Les dates indiquées en caractères gras représentent *les jours de gelée* et il est aisé de constater l'augmentation correspondante des nombres de tours, soit du débit des appareils.

Pour l'interprétation de ces chiffres, quelques explications sont nécessaires. L'alimentation de la ville d'Anvers se fait par pompage continu et permanent, sans intervention d'un réservoir élevé ou château d'eau. Les variations de la consommation à chaque instant peuvent donc être exactement déterminées par le nombre de *tours de pompe* nécessaires pour maintenir une pression déterminée. Les compteurs de tours dont les pompes sont munies sont relevés toutes les demi-heures. Le chiffre pour la plus basse demi-heure est important à connaître ; à Anvers, il est en moyenne de 90, soit à 408 litres par tour, environ 36,76 mètres cubes. Si ce chiffre augmente, sans qu'on puisse en déterminer la cause, par un emploi d'eau pour éteindre un incendie, consommation d'une fabrique, rinçage des égouts, c'est qu'il y a une fuite. On la cherche et d'ordinaire endéans les 24 heures elle est trouvée et réparée.

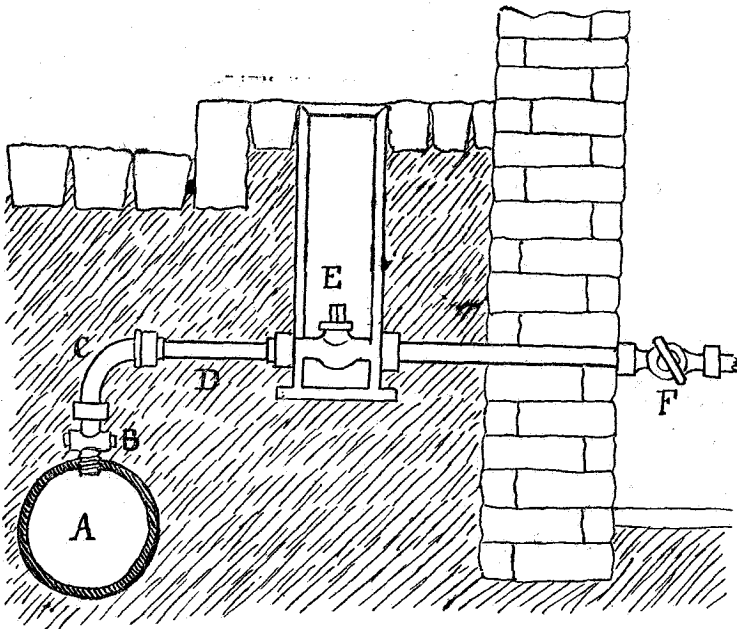
Lorsque la gelée survient brusquement et avec une certaine intensité, c'est-à-dire quand les gens sont pris au dépourvu, la plupart des tuyaux et robinets placés dans les cours ou à l'extérieur des murs, parfois même ceux placés à l'intérieur contre des murs très exposés, sont gelés. En théorie, le service des eaux n'a rien à y voir, l'abonné étant responsable de ses installations intérieures. Mais en pratique, on est presque toujours forcé d'intervenir. L'abonné, qui est sans eau, réclame la réparation immédiate sous menace de ne plus payer son abonnement ; il refuse de signer le bon pour la réparation, disant que c'est à son propriétaire à faire le nécessaire. Ce dernier rejette la responsabilité sur le locataire, qu'il accuse de négligence. Entretemps, la ménagère a dégelé en versant force eau bouillante, l'alimentation est rétablie, mais le tuyau est crevé, un large jet coule à l'égout par le déversoir. Le locataire est abonné à forfait et laisse couler ; le propriétaire attend le dégel. Je veux faire cesser le gaspillage, j'exige qu'on répare, je menace de réparer d'office ou de couper la communication : locataire et propriétaire crient à l'arbitraire, à la persécution. Bienheureux encore quand les journaux ne se mettent pas de la partie. A Bruxelles, la distribution d'eau est un service communal, établi depuis longtemps ; l'éducation du public est faite. A Anvers, malheureusement, nous sommes une société anglaise encore jeune, et nous ne trouvons pas toujours auprès des autorités la protection qui nous est due. C'est ainsi que l'article 24 de l'acte de concession, stipulant qu'un règlement serait élaboré par la Ville pour faire observer par la population toutes les prescriptions relatives à l'emploi de l'eau, n'a pas encore, après quatorze ans, reçu son exécution.

Il serait possible d'éviter le plus grand nombre de ces accidents, si les architectes et les plombiers voulaient y mettre plus de bonne volonté. Tous les tuyaux d'eau, tant colonnes montantes que tuyaux de descente, devraient être mis dans une espèce de cheminée avec volets en bois, par conséquent aisément accessibles sur toute leur

longueur. Cette cheminée aurait dans la cave une ouverture, sous laquelle on mettrait en temps de gelée une simple lampe à pétrole. Une recommandation très pratique pour empêcher, si pas la congélation, du moins la rupture des tuyaux en plomb, est de les aplatir quelque peu et de leur donner une section elliptique (1); l'eau, en se dilatant par congélation, les ramène à une section circulaire sans amincir les parois.

Après les tuyautages placés dans les cours ou intérieurement contre des murs très exposés, vient le tour des raccords, c'est-à-dire le tuyau reliant la maison à la canalisation mère dans l'axe de la rue. Ce raccordement offre deux points faibles : la ferrure sur la canalisation mère et le robinet d'arrêt sous le trottoir. Pour faciliter la compréhension, voici un diagramme représentant un raccordement :

FIG. 1. *Diagramme du raccordement de la prise d'eau des abonnés, à la canalisation souterraine.*



(1) Lewes, — Air and Water — Meshuen & Co, London 1892 — page 127.

M. l'ingénieur *Van Bogaert*, présent à la séance, fait observer que ce détail était donné depuis de longues années par M. le professeur *Valerius*, dans son cours de physique à l'Université de Gand.

Sur le tuyau principal A on visse, au moyen d'une machine spéciale qui permet de forer sous pression, c'est-à-dire sans devoir supprimer l'eau au district pendant l'exécution de ce travail, un robinet B. La machine à forer généralement en usage ne permet de placer ce robinet que verticalement. Il faut maintenant y rattacher le tuyau en plomb D qui va vers la maison et qui court horizontalement. Pour éviter une courbe trop brusque, qu'on ne peut du reste pas obtenir avec le tuyau de plomb, et aussi pour ne pas avoir plus tard d'arrachement, on visse sur le robinet un coude en cuivre, la ferrule C. Sur le parcours du tuyau de plomb on intercale un robinet E, auquel on a accès par une boîte avec couvercle placée dans le trottoir. Puis le tuyau passe à travers le mur et il y a, à l'intérieur de la cave, un nouveau robinet d'arrêt F, permettant à l'abonné de couper la communication en cas d'accident intérieur.

Le raccordement se trouve donc enfoui sous terre et protégé contre la gelée par la mauvaise conductibilité du sol sauf en un seul point : le robinet E sous le trottoir. Ce robinet est en communication avec l'air, car le couvercle ne donne pas une protection bien efficace. C'est par là que la gelée arrive. Le plus souvent on parvient à dégeler en versant beaucoup d'eau chaude dans la boîte, ou encore, en jettant dessus des cendres chaudes. Mais ce dernier procédé a un inconvénient : les cendres sont difficiles à enlever et si on ne les enlève pas immédiatement l'eau provenant de la fonte de la neige gèle et en fait une masse dure comme de la pierre. Si alors il survient une rupture entre les deux robinets d'arrêt extérieur et intérieur, il n'y a plus moyen de fermer.

Comme moyens préventifs, on peut remplir la boîte de substances peu conductrices ; mais elles ne sont efficaces que tant qu'elles restent sèches ; il faut donc les protéger contre les infiltrations ; j'ai employé avec succès de la sciure de bois bien sèche, tassée dans la boîte préalablement chauffée par l'introduction de charbon de bois en combustion enfermé dans un panier en fil de fer, de ces paniers dont on se sert dans les laboratoires de bactériologie. Au-dessus de la sciure de bois on met un papier gris assez épais et imprégné de suif fondu ; on passe aussi une chandelle dans la rainure de la boîte qui reçoit le couvercle et puis on ferme.

Le meilleur système consisterait, pour l'abonné, à introduire dans la boîte du robinet une bouillotte, par exemple un vulgaire cruchon avec de l'eau bouillante et à renouveler cette eau deux ou 3 fois par jour. C'est en somme une légère gêne, mais ceux qui ont eu leurs tuyautages gelés savent ce que cela leur vaut d'ennuis.

Le remède radical serait la suppression du robinet extérieur. Mais cela n'est pas possible. Outre que l'on doit pouvoir fermer les raccordements parfois rapidement et sans pénétrer dans l'intérieur des maisons, ce robinet est indispensable quand on veut chercher une fuite et savoir si la déperdition d'eau que l'on constate dans une rue provient de l'imperfection du tuyautage dans cette rue ou dans l'intérieur des maisons.

Une simple inspection de la figure 1 montre que la ferrule C est le point le plus élevé du raccordement, c'est-à-dire le premier que la gelée rencontre dans sa marche descendante à travers le sol. Une fois que la ferrule est prise, il n'y a plus d'autre moyen que d'ouvrir le sol et cela n'est pas une mince affaire.

Pour obvier à cet inconvénient, je fais actuellement forer le tuyau sur le côté, dans toutes les rues où l'expérience des deux derniers hivers rigoureux a démontré l'utilité de prendre des précautions spéciales. Le travail est beaucoup plus pénible et le plus souvent on doit supprimer temporairement l'alimentation dans la rue. Mais on gagne ainsi le rayon du tuyau, la hauteur du robinet et la ferrule, soit pour du tuyau de 3 pouces, environ 18 centimètres qu'on peut placer le raccordement plus bas. Des constructeurs anglais m'ont promis de construire un appareil pour le forage latéral où tous les inconvénients seraient supprimés.

Un bon moyen pour préserver le raccordement tout entier serait peut-être de placer le tuyau tout contre l'égout. Les eaux ménagères sont très souvent d'une température assez élevée et communiquent un peu de chaleur au terrain environnant.

Il y a pourtant un désavantage à cette proximité : c'est que si une fuite se produit, l'eau peut s'écouler trop facilement le long de la maçonnerie et la fuite, ne se manifestant pas à la surface, devient parfois fort difficile à découvrir.

Tout désordre au raccordement entraîne généralement des difficultés avec l'abonné, résultant de ce que celui-ci croit que tout travail dans la rue est à la charge du service des eaux. On a beau stipuler nettement le contraire dans les contrats et le règlement, il y a toujours des gens qui contestent, très souvent de bonne foi. Toutefois, avec de la patience et de la diplomatie, et de temps en temps un acte de vigueur, on parvient à arranger les choses.

Lorsque le froid est très intense et très prolongé, les tuyaux principaux eux-mêmes peuvent geler. Pendant le rigoureux hiver de 1890-91, il y a eu à Anvers 48 kilomètres de tuyaux gelés qu'il a fallu pour la plus grande partie renouveler. Près de 1,500 abonnés se sont

ainsi trouvés privés d'eau, et pour les alimenter, il a fallu leur porter de l'eau à domicile par les charrettes servant en été à l'arrosage de la voie publique. Toutes ces mesures ont entraîné pour la *Antwerp Water Works Company* une dépense extraordinaire de près de 100,000 francs.

La gelée est survenue vers le 27 novembre 1890, après plusieurs jours de pluies abondantes. Dès la première nuit, il y a eu — 8° C. et le sol, dont les couches supérieures n'avaient pas eu le temps de se dégorger de l'eau de pluie, a été immédiatement gelé jusque sous le pavage. Il importe de noter qu'il n'est pas tombé de neige avant le milieu de janvier 1891, c'est-à-dire peu de temps avant le dégel. La neige, au lieu de servir de protection contre la gelée, n'a donc eu d'autre effet que de maintenir plus longtemps le froid dans le sol.

Pendant plus de six semaines, le thermomètre n'a jamais remonté jusqu'à 0, même à midi. Le froid a donc rapidement pénétré jusqu'à une profondeur relativement considérable.

J'ai trouvé des différences considérables dans la profondeur de pénétration de la gelée, différences explicables en partie par la nature du sol lui-même ou de son recouvrement. Le terrain le plus défavorable semble être le sable pur, provenant de la Campine et qui a été employé en très grande quantité pour remblayer le terrain dans les nouveaux quartiers; j'ai trouvé le sol de cette nature gelé jusqu'à 1^m,40 de profondeur.

En repérant sur un plan de la ville les rues où la canalisation était gelée, j'ai pu constater qu'il y avait une concordance assez étroite entre la répartition des rues gelées et les terrains de remblai. La plupart des rues tracées sur l'emplacement des anciens fossés des fortifications ont été prises. La 5^{me} section, autour de l'église Saint-Amand, a surtout souffert de la gelée, mais elle était coupée en deux par une bande restée indemne et correspondant à l'ancien tracé du chemin de fer de Hollande.

Le sol gazonné semble être un bon préservatif; au contraire, le macadam paraît conduire le froid mieux que le pavage ordinaire.

Les premiers tuyaux ont commencé à geler vers la fin du mois de décembre, c'est-à-dire environ cinq semaines après l'apparition du froid; mais le plus grand nombre ont été pris longtemps après, vers la troisième semaine de janvier, alors que le dégel était déjà arrivé.

La profondeur des tuyaux exerce naturellement la plus grande influence. On estime comme suffisante pour préserver de la gelée une profondeur de 0 m. 60. Cela ne veut pas dire que le froid ne pénètre pas plus bas, mais il ne faut pas oublier que l'eau en mouvement,

comme elle l'est dans une canalisation, gèle difficilement. Nos tuyaux étaient en général beaucoup plus bas, à environ 0,80 mètre; mais dans la vieille ville, il y en a qui ne sont qu'à 0.40 mètre, par suite des caves qui se trouvent sous la voie publique. Il faudrait que l'autorité communale puisse exproprier tout le sous-sol.

Le diamètre du tuyau exerce aussi une grande influence; nos gros tuyaux sont heureusement restés indemnes; nous employons surtout du 3 pouces dans le faubourg du Kiel, au sud d'Anvers, plusieurs centaines de mètres de gros tuyautage (8 pouces) ont été complètement gelés, malgré un robinet de 1 pouce qui avait été laissé ouvert pendant tout le temps pour maintenir la circulation. Le débit de ce robinet a graduellement diminué, puis a cessé tout à fait.

Dans certains cas, le tuyau est plus exposé que dans d'autres; par exemple le long des quais et au viaduc qui passe au-dessus de la gare des marchandises à Stuyvenberg. Le tuyautage le long des quais est placé dans une rigole peu profonde, simplement recouverte de plaques de fer; ou bien les bouches arrivent jusque tout près du bord, dans la pierre de taille formant le mur du quai. Le tuyau du viaduc repose sur la voute et n'est recouvert que d'un peu de terre et de pavés. Pour plus de sécurité, au lieu de tuyaux ordinaires réunis par emboîtement, on a pris des tuyaux plus épais, à flanges, et qui coûtent beaucoup plus cher. En 1891, j'ai eu à les remplacer presque tous. Mon attention s'est donc tout spécialement portée sur cet endroit et deux hommes avaient pour mission spéciale de maintenir, par la manœuvre des bouches d'arrosage, une bonne circulation dans ce tuyau. A plusieurs reprises il leur est arrivé de voir sortir du boyau en cuir fixé à l'appareil de prise d'eau, une masse pâteuse, composée de fins cristaux de glace et qui se contournait comme du boudin. Il est probable qu'une heure plus tard, tout aurait été gelé. J'ai réussi à maintenir intacte cette canalisation en 1893.

Il y a dans la canalisation une série de points d'entrée pour la gelée; ce sont les bouches d'arrosage, non recouvertes de terre et simplement protégées par un couvercle. C'est donc l'analogie du robinet extérieur des raccordements. Guidé par la dure expérience de 1890, j'ai pris en 1893 des mesures dans toutes les rues les plus exposées, en mettant de la sciure de bois dans la boîte, préalablement séchée et chauffée, comme il a été dit plus haut.

Pour préserver les grands tuyaux, il y a : 1^o la protection des bouches d'arrosage; 2^o la circulation de l'eau; 3^o le chauffage de l'eau.

J'ai donné des détails suffisants pour le premier point. Il faut cependant ajouter que ce remplissage avec de la sciure de bois a un incon-

véniént, c'est qu'en cas d'incendie il faut l'enlever avant de pouvoir placer l'appareil de prise, ce qui prend parfois assez de temps. C'est ici qu'une bouillotte de forme spéciale, pouvant facilement s'enlever, pourrait rendre de grands services.

La circulation de l'eau est un moyen des plus efficaces, mais assez difficile à mettre en pratique, surtout quand on doit filtrer et pomper. En premier lieu, on ne peut pas toujours diriger le courant comme on veut, dans une canalisation constituant un réseau très compliqué. Puis, il faut tenir compte de la très grande consommation par les particuliers et par les fuites, ainsi que du fait que, par suite de la gelée, la manœuvre des filtres devient beaucoup plus difficile. Mais l'utilité d'un courant constant est démontrée par le fait que la plupart des grands consommateurs industriels ont réussi à maintenir leur alimentation, même quand tout le reste du district était gelé.

Il semble à première vue qu'il soit pratiquement impossible de chauffer toute l'eau qui est envoyée pour l'alimentation d'une grande ville. Mais quand on tient compte qu'il suffit d'élever la température au besoin d'un demi degré seulement et que 1 kilo de charbon peut élever de 1 degré 5 mètres cubes d'eau, on voit que ce moyen rentre dans la catégorie des choses faisables. Dans le courant de janvier 1893, j'ai ainsi chauffé les 8000 mètres cubes envoyés en ville par 24 heures, pendant environ 3 semaines et j'ai pu augmenter de 1 degré la température de l'eau à son entrée dans la ville. En profitant de la réduction de consommation quelques jours après le dégel et pendant le dimanche et en mettant en même temps en marche toutes mes chaudières, j'ai pu atteindre 9 degrés à Waelhem et 5 en ville. J'ai brûlé en moyenne pour environ 60 francs de charbon en 24 heures pour toute la période.

Venons-en maintenant aux particularités que présente la glace dans les tuyaux.

Quand je reçus à mon laboratoire le premier cylindre de glace provenant d'un tuyau, je fus très étonné de voir qu'il y avait, suivant une des génératrices, le moule du dépôt d'oxide du fond des tuyaux, avec quelques parcelles adhérentes et du même côté, tout près, une longue ligne de glace bulleuse, pleine d'air, tandis que tout le reste du bloc était parfaitement compacte et hyalin. La figure 2 montre en coupe la disposition, B étant la glace hyaline, C la glace bulleuse et D le dépôt. L'examen d'un tuyau en place me montra que la disposition était bien celle

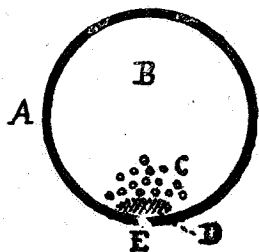


FIG. 2

que je dessine et que l'air, au lieu d'occuper la partie supérieure du tuyau, était au contraire presque entièrement réuni vers le bas.

L'explication de ce fait me paraît très simple : le froid arrive au tuyau par le haut ; il se forme donc une première couche de glace tout contre la paroi supérieure et la congélation continue par l'apposition successive de nouvelles couches, comme le montre la figure 3.

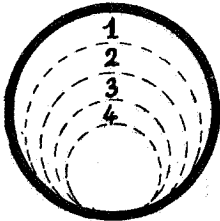


FIG. 3

Toute cette glace est hyaline, par conséquent l'eau restante se charge de plus en plus d'air, jusqu'au point de saturation, après quoi il se forme de la glace bulleuse. J'ai trouvé depuis que des phénomènes analogues avaient été observés et expliqués de la même façon (Voir le journal anglais *Nature*, numéro du 3 février 1887, page 325).

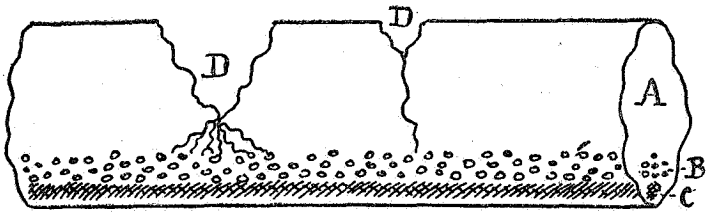


FIG. 4.

Les cylindres de glace d'une longueur de 1 ou 2 mètres présentaient encore une autre particularité très curieuse ; il y avait, en certains points, des entonnoirs D (fig. 4) communiquant par des ramifications très fines avec la masse bulleuse B. Voici comment je m'explique leur mode de formation : soit AA (fig. 5) deux bouches d'arrosage ; la glace se forme en B et si l'eau, par suite de la congélation, expulse des gaz, ceux-ci se mettent en C ; au fur et à mesure que de nouvelles couches de glace se forment, l'expansion, par suite de la solidification de l'eau, doit comprimer l'air et les diamètres constamment restreints de ces entonnoirs seraient donc plus ou moins un enregistrement des pressions. Je me suis assuré que la formation de la glace se fait comme je le dis, c'est-à-dire qu'elle part des hydrants ; j'ai notamment fait forer des robinets sur des tuyaux où tous les hydrants étaient gelés, et j'ai trouvé que les robinets fixés entre les hydrants donnaient encore de l'eau.

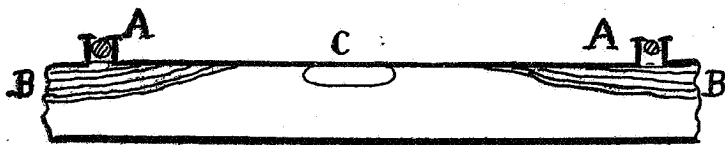


FIG. 5.

Dans le courant du dernier hiver, j'ai fait enlever quelques tuyaux placés depuis peu de temps et par conséquent non rouillés. Le cylindre était uniquement fermé de glace hyaline, mais il y avait un canal très mince (A fig. 6) ouvert tout du long et tapissé par une fine couche de dépôt d'oxyde de fer. L'eau contient très peu de fer dissous, à preuve que les blanchisseurs en emploient de grandes quantités. Ce dépôt me semble dû à la même cause que la formation de la glace bulleuse, à la concentration par congélation d'eau pure, et une fois que le point de saturation est atteint, il y a précipitation du fer.

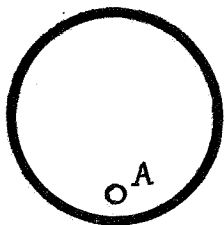


FIG. 6.

Certains faits me portent à admettre que parfois l'eau se trouve dans les tuyaux à l'état de surfusion, c'est-à-dire liquide à une température inférieure à O. Un abonné est en train de prendre de l'eau; le seau est à moitié rempli, brusquement l'écoulement cesse; la servante court à la porte, pensant qu'on a fermé le robinet extérieur; l'abonné vient porter au bureau une réclamation indignée; or, nous n'avions pas travaillé dans le district. Il est assez possible que l'ébranlement causé par le soutirage aura amené le passage à l'état solide de toute la masse d'eau contenue dans le tuyautage.

Sauf de très rares exceptions, tout tuyau congelé est perdu. La cassure se fait d'une façon tout à fait caractéristique: il y a une fente longitudinale, absolument rectiligne, tout le long de la partie la plus inférieure du tuyau, comme le montre la fig. 2, en E. Voici l'explication probable: la glace se forme en premier lieu contre les parois supérieure et latérale; par suite de la dilatation de l'eau, cette glace est fortement pressée contre les parois, qu'elle renforce donc en ces points. Il ne reste de libre que la paroi inférieure, qui devient le lieu de moindre résistance.

En temps normal, quand il se produit une cassure de tuyau, c'est généralement à la paroi supérieure; l'eau s'échappant sous pression, produit rapidement un affouillement, quelques pavés s'effondrent et la fuite se signale ainsi d'elle-même. Mais quand le tuyau casse par la gelée, la fuite ne se montre qu'au dégel et alors toutes se montrent à la

fois; j'ai eu ainsi presque trente-deux accidents en vingt-quatre heures. La glace fond dans les tuyaux sous l'influence de l'eau plus chaude qui y est introduite, alors que les couches moyennes du sol intermédiaire sont encore dures comme de la pierre; cette circonstance, jointe au fait que la fissure est à la partie inférieure du tuyau, empêche les fuites de se manifester à la surface; des affouillements se produisent alors sur une très grande étendue, constituant un grave danger pour les passants et surtout pour les voitures.

La destruction de la canalisation est complète, c'est-à-dire que presque tous les tuyaux sont fendus, quand la gelée a commencé par isoler une portion, laquelle a été gelée ensuite. Mais lorsque la congélation commence à l'extrémité distale et progresse ensuite graduellement en remontant de cette extrémité, très souvent les tuyaux sont indemnes. C'est que dans le premier cas la dilatation de l'eau isolée ne peut s'exercer que sur la paroi du tuyau, tandis que, dans le deuxième cas, cette dilatation n'a d'autre effet que de refouler quelque peu l'eau dans les parties restées libres. Je me bornerai à citer deux exemples : le premier est celui dont j'ai déjà parlé plus haut, où le cylindre de glace était perforé d'un mince canal; ce canal a suffi pour permettre à la pression de la dilatation de se transmettre à l'eau, au delà du culot de glace; il n'y a pas eu de tuyaux brisés. Le deuxième cas est celui des bouches d'alimentation aux bassins. La plupart de ces bouches sont à l'extrémité de bouts de canalisation de six mètres de longueur, placés tous en dérivation sur une conduite principale. Tous ces bouts ont été entièrement gelés, mais la conduite principale étant restée libre et la gelée ayant entamé les tuyaux latéraux par leur extrémité, aucun tuyau n'a été fendu.

De ce qui précède, on peut déduire certaines règles pratiques pour atténuer les accidents de la gelée. Supposons que l'on s'aperçoive qu'une canalisation se trouve bloquée en un endroit déterminé; si on n'intervient pas, on peut être sûr de voir détruire toute la partie isolée; il suffit de la vider pour éviter tout dégât ultérieur. C'est ce que j'ai appliqué avec succès dans plusieurs cas en 1893.

J'ai essayé de dégeler les tuyaux en 1890-91 en introduisant un jet de vapeur au moyen d'un tuyau de caoutchouc dont l'extrémité libre était mise en contact avec la glace. Cela va très bien pour les cinq ou six premiers mètres, mais sur une plus grande longueur, la condensation par l'eau froide dans le tuyau est trop considérable et on n'avance presque plus (1). Ce système m'a rendu d'excellents services

(1) Les mêmes faits ont été constatés par M. Van Hasselt, directeur des eaux à Amsterdam.

pour les courts bouts de tuyaux des bouches autour des bassins, dont je viens de parler; en quelques minutes, une bouche était dégelée. Pour les grands tuyaux, j'ai dû cesser, non seulement pour la raison d'inefficacité signalée à l'instant, mais aussi parce que les tuyaux étaient cassés et qu'il était impossible de les réparer, le sol étant trop fortement gelé. Le seul résultat pratique de mes efforts a été la création de nombreuses fuites.

Ce serait un chapitre intéressant que de donner des détails sur la façon dont se comportent les abonnés dans des circonstances comme celles que je vous ai rapportées, mais le sujet est plutôt du domaine de la psychologie. En général, je n'ai eu qu'à me louer de la bonne volonté du public; il y a bien eu quelques difficultés, mais le pourcentage de grincheux a été très faible. J'ai pu constater une différence très sensible et constante dans la façon dont les diverses nationalités, représentées à Anvers, se comportaient; mais je ne veux pas déchaîner les horreurs diplomatiques et militaires sur notre chère Belgique et je me bornerai à dire que les nationaux qui jouissent dans leurs pays respectifs de la plus grande dose de liberté se sont montrés les plus raisonnables.

M. le *Président* félicite M. Kemna de son intéressante communication, il croit être l'interprète de l'assemblée en lui exprimant les remerciements de la Société (*Applaudissements*).

M. le *Président* propose d'aborder l'étude des questions mises à l'ordre du jour par notre confrère M. l'Ingénieur Van Bogaert et qui sont :

1° *Quel est l'état actuel du gisement des grès de Gobertange?*

2° *On demande l'étude géologique et des renseignements sur les ressources des carrières de pierres blanches des différents gisements belges, tels que Montourdons, Montauban, etc.*

M. *Rutot* demande la parole pour donner tout d'abord des renseignements géologiques sur le gisement des grès de Gobertange.

LE GISEMENT DES GRÈS DE GOBERTANGE

par

A. Rutot.

La région que l'on peut considérer comme le gisement des grès de Gobertange est celle comprise sur la rive gauche de la Grande-Geete entre Jodoigne, Saint-Remy Geest et Melin, au sud-ouest de Tirlemont; elle comprend environ 2500 hectares de superficie.

Au point de vue géologique, le gisement de Gobertange est compris dans l'Éocène moyen ; il constitue un niveau spécial de l'*étage bruxellien*. Dans la région considérée, l'étage bruxellien est constitué de la manière suivante, du haut en bas :

- A. Sable blanchâtre, calcaireux, avec rognons de grès calcaireux épars.
- B. Sable calcaireux glauconifère, avec lits de concrétions gréseuses subcontinus.
- C. Sable très glauconifère, vert foncé, irrégulièrement stratifié, avec lits de marnolithe blanche.
- D. Gravier et cailloux roulés.

Le niveau exact des grès de Gobertange est le niveau B, dont l'épaisseur peut atteindre 10 mètres.

Les bancs durs qui traversent horizontalement le sable, peuvent être au nombre de 8 à 10, avec des épaisseurs de 20 à 40 centimètres.

Ces bancs sont constitués par du sable fortement agglutiné par un ciment calcaire. La roche est blanche, poreuse et renferme souvent des lignes concentriques ferrugineuses, ou des traces cylindriques de tubes d'annélides. Souvent aussi, la pierre a une texture stratifiée très visible, les lits dont elle est formée étant facilement distincts à cause de la présence de fines linéoles de glauconie.

Les bancs supérieurs et inférieurs, souvent trop épais ou trop tendres, ne peuvent être utilisés. Les trois à cinq bancs moyens sont utilisés, mais à la condition de leur enlever une bonne partie de leur épaisseur, le milieu de la pierre ayant seule les qualités requises.

Les grès de Gobertange ne s'exploitent pas à ciel ouvert ; ils s'extrayent au moyen de puits, pouvant avoir de 10 à 20 m. de profondeur, suivant l'altitude de l'orifice du puits.

Cette altitude est en relation directe avec la profondeur des puits, car, aux points élevés, le Bruxellien est recouvert par le Tongrien, de sorte que si l'on creuse le puits à une altitude élevée, celui-ci doit d'abord traverser une certaine épaisseur de Tongrien avant d'atteindre le Bruxellien.

A Gobertange même, le gisement de pierres paraît à peu près épuisé, aussi l'exploitation s'étend-elle actuellement vers Lathuy, à l'ouest de Jodoigne.

Ainsi que cela a été dit ci-dessus, le gisement exploitable ne doit guère dépasser 2500 hectares de superficie et encore cette estimation pourrait-elle être exagérée.

Le gîte doit être considéré comme fort entamé. D'après ce que l'on peut juger sur le terrain, un bon millier d'hectares doivent être considérés comme épuisés.

On pourrait croire, à l'inspection de la carte géologique de Dumont,

que le gisement pourrait être plus étendu que la superficie attribuée au grès de Gobertange ; mais il ne faut pas oublier que le grès de Gobertange n'est qu'un *facies local d'une partie du Bruxellien*. C'est ainsi qu'à Hougaerde, où le Bruxellien est bien développé, le grès de Gobertange n'existe pas : à son niveau exact existent des bancs de grès fissiles, tombant en plaquettes, sans utilisation possible.

D'autre part, vers l'ouest, les altitudes s'élèvent, et le Quaternaire, ainsi que le Tongrien, prennent des épaisseurs telles que si même le facies de Gobertange se prolongeait dans cette même direction, les frais d'extraction seraient trop grands pour une exploitation rémunératrice.

Depuis combien de temps utilise-t-on la pierre de Gobertange ? C'est ce que je ne pourrais pas dire exactement.

Il ne semble pas que l'exploitation, active du grès de Gobertange existât antérieurement au XIX^e siècle.

Ce grès ne paraît avoir été exploité que pour parer à l'épuisement, à peu près total, du seul grès blanc utilisé dans la région comprise entre Louvain et Gand depuis le XI^e siècle.

Géologiquement, ce dernier grès, dont nous retrouvons encore les traces d'exploitations datant du moyen âge, doit recevoir le nom de *grès ledien*, attendu qu'il existe vers la base de l'étage ledien, compris dans l'Éocène moyen, entre les étages laekenien et wemmélien.

Ce grès était exploité à ciel ouvert et comme il est souvent dissous par altération tout le long du pourtour de son affleurement, situé à peu près à mi-côte des collines comprises entre Bruxelles et Gand, des travaux considérables de déblai ont dû être exécutés avant de parvenir au grès ledien normal.

Cette pierre n'a du reste jamais servi que pour construire les monuments importants ou les murs de défense des villes et, pour ce qui concerne Bruxelles, il est aisé de constater que c'est le grès ledien qui a servi à édifier la première enceinte de la ville (XI^e siècle) ; l'église de Sainte-Gudule, l'Hôtel de Ville, etc., ont été sans aucun doute primitivement bâtis en cette pierre.

Actuellement, les gisements étant épuisés, et l'entretien et la réparation nécessitant des pierres nouvelles, c'est le grès de Gobertange qui a été, non pas choisi, mais qui s'est imposé, attendu qu'il est la seule pierre analogue, comme aspect, au grès ledien, existant dans le pays.

M. le *Président* donne la parole à M. E. Herpin, Ingénieur honoraire des Mines à Jodoigne, qui avait bien voulu répondre à l'invitation de la Société, comme connaissant tout particulièrement les exploitations de Gobertange.

M. *Herpin* confirme ce qu'a dit M. Rutot au sujet du gisement et il donne d'intéressants détails sur l'exploitation.

Autrefois, l'exploitation était mal faite : on ouvrait un puits et, parvenu au banc inférieur du grès, on creusait une galerie d'où partaient d'autres galeries parallèles de 15 mètres de longueur, 3 mètres de largeur et 5 à 6 mètres de hauteur ; entre deux de ces galeries transversales, on laissait un massif de 8 à 10 mètres d'épaisseur, c'est-à-dire que l'on n'extrayait que le quart ou le tiers du gisement.

De nos jours on exploite les massifs ainsi abandonnés et, du fond des puits nouveaux, partent des galeries rayonnantes que l'on remblaie à mesure de l'extraction.

M. Herpin ajoute qu'actuellement le gisement est exploité par cinq maîtres carriers principaux et par une foule de petits propriétaires qui creusent des puits dans leur sol pour en extraire la pierre et la vendre aux maîtres carriers.

Enfin, le même orateur ne croit pas à l'épuisement prochain du gîte ; il affirme au contraire que, grâce au nouveau mode d'exploitation employé, la production pourrait être facilement augmentée sans crainte de voir cesser l'exploitation d'ici à longtemps.

M. le *Président* remercie M. Herpin de son intéressante communication ; il souhaite que la pierre de Gobertange, si précieuse pour nos monuments, puisse encore être l'objet d'une longue et fructueuse exploitation.

Personne ne demandant la parole au sujet des grès de Gobertange, la question des grès jurassiques du Luxembourg est abordée.

La parole est donnée à M. *L. Luyckx*, Ingénieur, directeur-gérant des carrières de Montourdots-Laclaireau, qui présente à l'assemblée des échantillons bruts et travaillés de la pierre exploitée, ainsi que d'assez nombreux fossiles renfermés dans certains bancs de la pierre, et qui fournit les renseignements suivants :

NOTE

SUR LE

GRÈS CALCAREUX BLANC DU LUXEMBOURG

GISEMENT DE MONTOURDONS (ETHE)

exploité par la Société anonyme des Carrières Montourdots-Laclaircau

PAR

M. Léon Luyckx.

Ce gisement appartient au terrain *jurassique* et se classe dans le *liasique* de l'étage *sinemurien*. On peut y rencontrer des Ammonites, des Cardinies, des Limes et autres fossiles remarquablement conservés.

Les bancs, qui alternent avec des couches de sable, sont réguliers et presque horizontaux; leur inclinaison, presque nulle, est du nord au sud.

L'exploitation, qui grandit tous les jours, a mis à découvert des bancs de toutes les épaisseurs allant jusqu'à 0^m,70 d'une pierre gréseuse dont les analyses de l'État et les renseignements officiels du banc d'épreuve de Malines, ci annexés, donnent les renseignements les plus satisfaisants et même les plus flatteurs.

Voilà donc rassurés les constructeurs qui ne voyaient plus en Belgique le moyen de satisfaire aux exigences de l'art.

La pierre de ce riche versant, qui a 70 mètres de hauteur, est extraite en partie à ciel ouvert, en partie par galerie; cette dernière est faite pour l'étude d'un banc de 0^m,60 qui croît en épaisseur et conserve toutes ses qualités sur les 50 mètres d'avancement auxquels on est parvenu aujourd'hui.

Les blocs ont jusqu'à 1 mètre de longueur et 0^m,70 de queue.

La pierre taillée est très blanche, elle supporte toutes les tailles, brute elle est plus foncée jaune grisâtre, ce qui permet, par le travail, d'obtenir des effets très décoratifs. Comme on a pu le voir en des échantillons présentés à la séance, la pierre se taille parfaitement à arêtes très vives, conséquence de sa dureté.

Les pavés de grès de Montourdots sont très demandés à cause du grain mordant qui les compose et qui, même par l'usure, n'expose jamais les chevaux à glisser. Cette texture permet aussi la fabrication de meules à aiguiser que l'on apprécie déjà dans les environs.

Les carrières de Moutourdots, grâce à une situation très favorable sur le ruisseau Laclaireau, ont de puissantes installations mécaniques actionnées par une forte chute d'eau.

Ces installations comprennent une scierie au diamant noir à deux plateaux de 1^m,50 de diamètre et des scies à cadre pouvant donner par jour 50 à 60 mètres carrés de sciage.

Un raccordement à la halte de Buzenol et deux plans inclinés complètent ces installations et desservent aussi un four à chaux, auquel la Société va en accoler plusieurs autres.

Copie de l'analyse faite au laboratoire de l'État à Gand.

Gand, le 27 février 1892, analyses nos 3690, 3691, 4209. Échantillon de pierre blanche des carrières de Montourdots près Ethe (Luxembourg belge), adressé par le directeur des carrières. Arrivée du 26 janvier 1892. Emballage : caisse.

Eau	0,00	pour cent.
Carbonate de chaux	57,14	Id.
Oxyde de fer et alumine.	1,50	Id.
Sable, silicates non hydratés	41,36	Id.
Total	100,00	

Pouvoir absorbant pour l'eau, après une immersion de 30 jours :

Pierre de Montourdots	0,9	pour cent en poids.
Pierre de Gobertange	2,0	Id.

L'essai relatif à la gélivité, effectué par la méthode Brard, montre qu'après 30 jours consécutifs de la pierre dans une solution de sulfate de soude saturée à froid suivi d'une dessiccation à l'air libre, l'échantillon n'a présenté aucune gerçure ni fissure.

Le grain de la pierre est fin et serré, la texture en est parfaitement homogène, ce qui rend ces matériaux aptes à supporter les tailles les plus délicates.

Il résulte de ces essais que le gisement de Montourdots fournira des matériaux de construction de premier choix, non hygrométriques et non gélifs, offrant la plus grande résistance aux agents destructeurs; leur qualité est analogue sinon supérieure aux pierres blanches si réputées de Baeleghem (gisement épuisé aujourd'hui) et de Gobertange.

Le Directeur,
(Signé) P. NYSENS.

Nota. La couleur est blanc rosé légèrement jaunâtre, l'ensemble de la tonalité est très vivant. La résistance à l'écrasement, d'après les

essais faits au banc d'épreuve par les agents de l'État, varie de 499 à 630 kil. par centimètre carré; c'est la *plus forte résistance connue parmi les pierres blanches* et il n'y a que les granits et les porphyres pour la dépasser. Rappelons ici quelques résistances à l'écrasement; elles ont été empruntées à l'ouvrage de l'ingénieur M. J. Courtin

Pierre de Écueillé	381,5	
Id. Écueillé (Paris)	320,	
Id. Lerouville	233,4	
Id. Gobertange	461,9	
Granit des Écaussines	728,9	
Pierre de Montourdots	630.2	} 565.0 moyenne.
Id. id.	499	

MINISTÈRE DES CHEMINS DE FER

Postes et Télégraphes

PROCÈS-VERBAL DE L'ESSAI DE PIERRES BLANCHES

effectué le 6 janvier 1892

SERVICE DES ESSAIS

Banc d'épreuves de l'État

A LA DEMANDE DE M. STORDIAU, A ETHE (LUX.)

N° de l'essai.	DÉSIGNATION des ÉCHANTILLONS essayés.	SECTION des ÉCHANTILLONS essayés c/m ²	CHARGE de rupture à l'apparition des 1 ^{res} fissures.		CHARGE DE RUPTURE.		OBSERVATIONS
			TOTALE.	par c/m ²	TOTALE.	par c/m ²	
56	Cube en pierre blanche n° I	10 × 10 = 100	—	—	63.000	630.00	Ces cubes ont été essayés dans le sens de la flèche tracée sur une des faces.
57	Id. n° II	Id.	35.000	350.0	45.750	457.5	
58	Id. n° III	Id.	—	—	57.100	571.0	
59	Id. n° IV	9.8 × 9.8 = 96.04	45.000	468.0	48.000	499.0	

Malines, 6 janvier 1892.

Le Chef des essais,
(Signé) ROUSSEL.

SCEAU

DU

BANC D'ÉPREUVES

NOM DE LA CARRIÈRE	ÂGE GÉOLOGIQUE	NATURE DES MATÉRIAUX	UTILISATION DES MATÉRIAUX	RENSEIGNEMENTS DIVERS
Carrière de Grand-Court.	Terrain jurassique.	Calcaire sableux oolithique.	Pierre de taille de moyen appareil.	Pierre jaunâtre assez tendre, qui durcit à la longue. Pas gélive. Quelquefois la pierre présente à l'intérieur des noyaux plus durs qui gênent le sciage. Se couvre de mousse avec le temps, ce qui lui donne des taches brunes. L'exploitation ne comprend que deux bancs, ce qui rend l'extraction peu importante.
Carrière de Montourdon La-Claireau.	Idem.	Grès calcaireux couleur crème.	Pierre de taille de petit appareil et pavés.	La carrière comprend plusieurs bancs. A la partie inférieure on rencontre des bancs assez épais; au-dessus existent trois bancs fossilifères. La partie fossilifère, formée de calcaire pur, se détériore facilement. Viennent ensuite, supérieurement, des bancs de grès irréguliers qui donnent des pavés tendres et partant de mauvaise qualité. En général pierre d'une dureté moyenne. Pas gélive. Polie elle devient rugueuse par la suite, à cause des parties calcaireuses qui se dissolvent au contact de l'air humide. La Société exploitante construit en ce moment un raccordement à la halte de Buzenol (3 1/2 kilomètres) ce qui permettra d'exploiter en grand.
Carrière de Montauban.	Idem.	Idem.	Idem.	Carrière abandonnée; elle se trouve à 300 mètres de la halte de Buzenol.
Carrière de la Sablonnière.	Idem.	Grès calcaireux.	Idem.	Pierre assez tendre. Pas gélive. Devient rugueuse après le polissage. La carrière, distante de 6 kilomètres de la station d'Izel, est abandonnée.
Carrière de Mohimont.	Idem.	Idem.	Idem.	Pierre assez tendre, pas gélive, devenant rugueuse après polissage. Extraction peu importante, atteignant 100 wagons par an. Elle a été exploitée en grand du temps de la construction du chemin de fer d'Athus-Meuse.

N. R. — On a essayé d'extraire à Einsch des grès calcaireux pour pavés, mais on a dû y renoncer; les matériaux obtenus étant de mauvaise qualité
 Enfin il existe encore à Clairefontaine (Autel Bas) trois ou quatre carrières exploitées pour moellons ordinaires.

(Suite de la page 73)

M. le *Président* remercie M. Luyckx de sa communication, qui donne une idée fort exacte du gisement du grès jurassique de Montandons et de son mode d'exploitation; il demande ensuite si l'on possède des renseignements sur la carrière de grès de Montauban.

M. *Luyckx* répond que c'est la Société qu'il représente qui a commencé jadis une exploitation à Montauban, dans les grès jurassiques, mais les pierres extraites n'ayant pas été reconnues de qualité satisfaisante, la carrière a été abandonnée.

Cette carrière se trouvait à quelques kilomètres de celle de Montour-dons.

Enfin, M. *Henry Botson*, présent à la séance, et maître de carrières à Gobertange, fait savoir qu'il a fait, il y a quelques années, un essai d'exploitation de grès jurassique à Jamoigne, dans le Luxembourg, mais qu'il a dû renoncer à cette exploitation, le grès ayant été trouvé de qualité médiocre. La pierre avait une couleur brun-jaunâtre.

Pour terminer la séance, M. le Secrétaire lit ensuite une lettre de M. l'Ingénieur *Lechien*, actuellement à Arlon, qui résume, dans le tableau ci-contre, les connaissances acquises sur les pierres exploitées dans la région jurassique du Luxembourg.

Personne ne demandant plus la parole, la séance est levée à 10 h. 30.
