

8 millions de mètres cubes environ, ont fixé le choix des ingénieurs et c'est en mai 1898 que fut arrêté définitivement le programme à suivre.

« L'usine élévatrice et électrique de Solingen, située tout près de la Wupper, fonctionne dans des conditions particulières. En effet, un peu en amont, la rivière présente une boucle qui donne lieu à une différence de niveau d'environ 5 mètres ; le débit disponible varie de 12 à 5 mètres cubes par seconde. Cette énergie hydraulique, qui appartenait antérieurement à un particulier, a été utilisée pour le service de la ville : une prise d'eau sur la Wupper et un canal de dérivation aboutissant à l'usine ont permis d'actionner deux turbines à basse pression, tandis que l'eau amenée du réservoir supérieur par la conduite forcée fait mouvoir deux turbines à haute pression.

« En temps ordinaire, on utilise l'eau de la Wupper, et celle du réservoir n'est employée que pendant la période d'insuffisance, soit comme secours, soit seule. Cette combinaison a permis de n'employer aucune machine à vapeur dans l'installation.

« D'après l'expérience déjà acquise et les prévisions des besoins de la ville, la contenance du réservoir a été fixée à 3 millions de mètres cubes. Etant donnée cette capacité et l'altitude choisie pour le barrage, il se trouve que la ville, outre les 2 millions de mètres cubes emmagasinés dans le château d'eau, dispose encore annuellement d'une énergie de 2 millions de chevaux-heure, qui sont utilisés à la production de courant électrique, et, sous cette forme, plus de 1 500 000 chevaux-heure sont employés à l'éclairage et à la commande de moteurs dans les habitations ».

Le réservoir du Sengbach comporte deux barrages-réservoirs, ayant respectivement une capacité de 100 000 et de 3 millions de mètres cubes. La séparation des deux bassins permet de faciliter l'entretien, l'un ou l'autre de ces bassins pouvant être mis à sec et réparé sans interrompre le service des eaux. De plus, au moment des pluies, le réservoir inférieur, s'il était seul, recevrait des eaux chargées de matières en suspensions arrachées au sol ; avec un réservoir supérieur, au contraire, les impuretés se déposent dans ce premier bassin et les eaux qui passent en déversoir dans le second réservoir sont sensiblement pures.

Le barrage supérieur consiste en une digue en terre recouverte d'enrochements et renforcée par un noyau central en béton, de 1 m. 50 d'épaisseur moyenne, et encastrée dans le sol et dans les parois du ravin. Sa hauteur est de 10 mètres.

Le barrage inférieur, implanté suivant une voute de 150 ms de rayon, a 43 ms de hauteur, 38 ms de longueur au niveau du sol et 178 au couronnement ; l'épaisseur est de 36 m. 50 à la base et de 4 m. 50 au sommet.

Le niveau maximum de l'eau dans le réservoir supérieur atteint la cote 148 mètres, celle du barrage inférieur 147 mètres. La cote de la ville de Solingen est de 210 mètres et celle de son château d'eau de 259 mètres. Quand l'eau est empruntée au réservoir du Sengbach, elle possède une pression de 50 mètres et la pression effective du refoulement n'est plus que de 119 mètres. L'eau de la Wupper est refoulée à 168 mètres.

L'usine hydro-électrique est située sur les bords de la Wupper. Les dynamos génératrices du courant électrique, aussi bien que les pompes élévatoires, sont directement commandées par les arbres des turbines. Le rendement global des turbines et des pompes est de 56 pour 100.

Une première turbine à basse pression, actionnée par la chute de 3 m. 50 à 5 ms de la Wupper, a une puissance maximum de 450 chevaux, elle tourne à 60 tours et donne habituellement 300 chevaux.

Une deuxième turbine à basse pression de même puissance est double et tourne à 110 tours pour actionner un alternateur Brown-Boveri.

La première turbine à haute pression, alimentée par les réservoirs de Sengbach, est une turbine Girard, à admission partielle, calculée pour un débit de 600 litres à la seconde, sous une chute moyenne de 50 mètres ; elle développe 300 chevaux à la vitesse de 60 tours et actionne directement une pompe de refoulement.

La seconde turbine à haute pression est une turbine Francis à axe horizontal. Elle tourne à 750 tours et actionne un alternateur Brown-Boveri.

L'usine hydro-électrique étant éloignée de 6 kilomètres de Solingen produit du courant triphasé à 5 300 volts qui est ensuite abaissé à 220 volts. La distribution du courant électrique a été inaugurée le 1^{er} janvier 1903, après trois ans de travaux.

Nous pouvons encore citer, dans le même ordre d'idées, le projet d'utilisation des forces motrices du Lignon, qui a été signalé par *La Houille Blanche*, dans le numéro d'octobre 1904. On sait que ce projet consiste à dériver 800 litres d'eau par seconde pour l'alimentation de St-Etienne et, en plus, une moyenne de 2 500 litres par seconde pour la production de la force motrice dans la région.

LE DÉGEL DES CONDUITES D'EAU

par l'Electricité

Au commencement de 1889, le professeur R. Wood, de l'Université de Wisconsin, avait démontré, par des expériences et par deux applications pratiques, qu'un courant électrique pouvait facilement, en quelques minutes et sans danger, élever suffisamment la température d'un tuyau de prise d'eau pour faire cesser toute congélation intérieure. Pour cela, on reliait l'un des conducteurs du circuit d'éclairage au tuyau d'eau à sa sortie de la cave et l'autre près du branchement dans la rue ; en raison de la résistance, la température ne tardait pas à s'élever et devenait aussitôt suffisante pour que l'eau congelée redevînt liquide.

A cette époque, l'inventeur avait voulu, par ce dispositif, faciliter la tâche des pompiers américains, souvent rendue difficile pendant les rudes hivers ; il comptait simplifier l'opération toujours très longue et souvent inefficace du dégel des tuyaux de prise, car les statistiques démontraient que beaucoup d'incendies pendant les jours de grand froid n'avaient pu être arrêtés à temps par suite de la congélation des conduites ; en l'absence d'eau le feu régnait en maître. Ces dispositifs furent même appliqués et, d'après le *Scientific American*, le système du professeur Wood obtint un succès complet ; à deux reprises différentes, malgré une congélation totale, la température des tuyaux put atteindre 25° C. Au bout d'un quart d'heure, et par ce procédé original et simple, deux maisons furent sauvées des flammes qui menaçaient de les détruire.

Cependant, malgré les affirmations du *Scientific American*, pour une cause quelconque, le dispositif Wood ne fut guère adopté d'une manière suivie depuis cette époque, car M. Walter Petty déclare aujourd'hui dans *American Electrician* qu'à sa connaissance aucune application n'avait été faite de ce principe avant que M. Walter P. Schwobe, inspecteur en chef de la Compagnie du Gaz et de l'Electricité de Rutherford (New-Jersey), lui ait donné une forme pratique.

Au lieu d'être restreinte au cas accidentel des incendies, la méthode électrique de dégel des tuyaux d'eau est appliquée maintenant au service des particuliers pendant tous les rudes hivers qui règnent souvent si longtemps aux Etats-Unis ; il n'est pas rare que la terre soit gelée sur une profondeur de 0 m. 90 et que, par suite, tout le service des eaux puisse être interrompu pendant plusieurs jours.

M. Schwobe se sert, à cet effet, de deux transformateurs isolés à l'huile de 10 kws, abaissant la tension de 2 400 volts à 55 environ ; une résistance liquide permet de régler le courant primaire et un ampèremètre en indique l'intensité. Tout l'ensemble de ces appareils est installé dans un chariot traîné par un cheval, et une équipe de trois hommes dessert cette installation volante que l'on transporte ici ou là suivant les besoins. Les lignes de distribution étant aériennes à Rutherford, le travail de connexion est facile ; l'un des conducteurs, de 8 mm. de diamètre, est attaché au tuyau de distribution dans la cave de la maison, et l'autre près du branchement voisin. Le circuit est fermé sur le primaire au moyen du rhéostat liquide et, au bout d'une minute, la température commence à

s'élever dans la section du tuyau ; pour que l'eau coule, le temps de l'opération, suivant le cas, varie de 3 à 20 minutes : la moyenne des observations a été de dix minutes.

La longueur ordinaire des tuyaux de distribution est de 15, 20 m. Comme presque tous ces tuyaux sont en plomb, la résistance est la même, c'est-à-dire 0,15 ohm. Cependant, quelquefois la distribution est effectuée par des tuyaux en fer, et dans ce cas les effets d'une plus grande impédance se faisaient sentir ; les joints rouillés accroissaient en outre la résistance, mais, même dans ces circonstances, on n'a éprouvé aucun mécompte.

La moyenne de l'intensité du courant dans le circuit primaire était 9,5 ampères et de 460 ampères dans le circuit secondaire ; le total de la puissance requise était donc, en chiffres ronds, de 20 kws.

On maintient les circuits fermés pendant tout le temps que des morceaux de glace s'échappent avec le flux d'eau de manière à ne pas craindre un retour offensif et immédiat de la gelée. De plus, on a remarqué qu'avec cette glace se trouvent entraînés tous les dépôts de sable et de terre qui étaient dans les tuyaux, de sorte que l'on obtient ainsi, en même temps, un effet de nettoyage absolument complet.

Cette méthode électrique a obtenu un tel succès l'hiver dernier que la compagnie d'éclairage qui s'est chargée de ces travaux a été surchargée de demandes ; une seule équipe de trois hommes peut effectuer environ vingt opérations par jour. Bien entendu, quand deux immeubles voisins ont besoin du même service, ce qui arrive souvent, les circuits sont montés en dérivation et les deux branchements sont dégelés à la fois.

Dans un cas spécial, on a opéré sur un tuyau de fer galvanisé de 160 m de longueur ; les circuits secondaires de transformateurs ont été reliés en série de manière à obtenir une tension de 110 volts et, avec une intensité de 260 ampères, le dégel s'est effectué au bout de 45 minutes.

Il est évident que cette méthode est bien supérieure aux moyens difficiles et coûteux que l'on était obligé d'employer et qui consistaient nécessairement dans l'emploi de réchauds quelconques disposés près des tuyaux, sans compter les travaux de terrassement qui, par leurs complications, rendent souvent impossible aux particuliers l'opération du dégel. Avec l'électricité on ne sera plus obligé de subir sans défense ce contre-temps si fâcheux de l'hiver. (Electricien).

LE MOIS HYDRO-ÉLECTRIQUE

ACADÉMIE DES SCIENCES

GÉOLOGIE ET HYDROLOGIE

Sur la cause de l'appauvrissement des sources dans les régions des plaines. — Note de M. HOULLIER, séance du 6 février.

La diminution progressive du débit des sources, constatée par tous les observateurs, présente, au point de vue économique, une importance considérable. Elle a été particulièrement bien étudiée dans les régions de *montagnes*, mais, dans les régions de *plaines*, les conclusions auxquelles on est arrivé sont loin d'être péremptoires.

En ce qui concerne le bassin de la Somme, des observations poursuivies pendant plusieurs années nous autorisent à affirmer que, si les raisons ordinairement admises (déboisement, diminution des pluies et des neiges, érosion interne du sol) sont bien susceptibles d'expliquer certaines sécheresses passagères, ainsi que la diminution ou le tarissement, avec ou sans resurgence, de sources isolées, etc., elles ne donnent pas la solution du problème d'ordre général qui fait l'objet de la présente note.

La superficie du bassin de la Somme, comprenant les bassins affluents jusqu'à Abbeville inclusivement, est de 590 000 hectares ; la hauteur des pluies est, par année, de 0^m63. Le volume des eaux reçues s'élève donc, en moyenne, à 118 mètres cubes par seconde.

La rivière écoule, pendant le même laps de temps, 27 mètres cubes, soit 23 pour 100, et en hauteur 0^m145 de la tranche annuelle. Dans la première moitié du dix-neuvième siècle, elle en écoulait davantage, puisque son débit moyen était alors, au minimum, de 35 mètres cubes par seconde.

Les pertes par évaporation directe n'ont pas varié, la température et les conditions climatologiques n'ayant subi dans l'intervalle aucun changement appréciable ; elles représentent très sensiblement 60 pour 100.

Il reste un volume de 17 pour 100 dont l'utilisation n'est pas encore définie ; ce volume représente en presque totalité l'évaporation par transpiration végétale, qui doit retenir notre attention.

Les travaux de Lawes, d'Haberlandt, d'Hellriegel, etc., ont démontré qu'une plante évapore un volume d'eau de 250 à 350 fois supérieur au poids de matières sèches qu'elle produit. Cette évaporation formidable correspond, pour un champ de blé, par exemple et pendant la durée de la végétation, à l'absorption d'une tranche verticale d'eau de 0^m08 à 0^m20, et parfois davantage. L'on comprend, dans ces conditions, que toute modification sensible du nombre ou de l'importance des plantes est susceptible d'influer considérablement sur le volume d'eau qui, non absorbé par la végétation, alimente seul les nappes et les courants souterrains.

La jachère, ne subissant guère les effets de la transpiration végétale, laisse écouler une fraction notable de l'eau qu'elle reçoit. Ce fait est constaté expérimentalement dans le drainage, où l'on remarque, pendant les années sèches et pendant l'été, que les drains des jachères donnent seuls de l'eau. Il est également observé par les agronomes, mais au point de vue spécial de la perte des nitrates assimilables qui en est la conséquence.

En nous basant sur les intéressantes observations faites à l'Ecole de Grignon, nous pouvons admettre que les jachères laissent passer annuellement une tranche d'eau supplémentaire de 0^m085 par comparaison avec les terres emblavées.

Puisqu'il y avait autrefois 170 000 hectares de jachères de plus qu'aujourd'hui, l'excédent de volume d'eau qu'elles laissaient écouler était annuellement de 1700 000 × 0,085 soit, en moyenne et par seconde, de 4^m3600.

Un autre changement important résulte du perfectionnement considérable des procédés et du matériel de culture. A l'heure actuelle, le sol produit à l'hectare au moins 1 000 kilogrammes de matières sèches de plus qu'il y a cent ans et, à cette production, correspond une consommation supplémentaire qui, pour les 310 000 hectares, jadis seuls emblavés, peut être évalué par an à 310 000 × 1 000 × 250, ou à 2^m35 par seconde.

Ainsi donc, la suppression des jachères et l'amélioration des cultures ont eu pour conséquence une augmentation de consommation d'eau qui, répartie sur toute l'année, atteint 7^m3100 par seconde et correspond à une tranche d'environ 0^m04.

Comme nous nous sommes toujours placé dans les hypothèses minima, il est évident que les raisons données justifient facilement la diminution de 8 mètres cubes précédemment constatée.

L'étude particulière des débits d'étiage donne lieu à des constatations très intéressantes, qui corroborent manifestement toutes nos hypothèses.

Il est ainsi démontré que l'appauvrissement progressif des sources du bassin de la Somme résulte du perfectionnement de l'exploitation agricole des terres, entraînant une augmentation importante de l'évaporation par transpiration végétale.

Or, l'agronome cherche de plus en plus à s'approprier toute l'eau recueillie par le sol ; d'abord parce que celle-ci est, suivant l'expression de M. Déhérain, la condition essentielle de la fertilité, et, ensuite, parce que l'eau non utilisée entraîne avec elle, en pure perte, de précieuses matières fertilisantes.

On peut donc, sans pessimisme exagéré, prévoir que le débit des sources émergeant de bassins cultivés subira dans l'avenir de nouvelles diminutions, et, qu'en particulier, nombre de sources permanentes deviendront périodiques.

Ces diminutions, qui intéressent au plus haut point : l'alimentation publique en eaux potables, le développement de la houille blanche, la conservation d'industries existantes, l'alimentation des canaux, etc., ne pourraient être enrayerées, dans les régions de plaines, que par une limitation, *a priori* impossible, des laborieux efforts des agriculteurs et non par les reboisements tant préconisés.

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DES ÉLECTRICIENS

Séance du 1^{er} février 1905.

Application de l'ampèremètre thermique J. Carpentier à la mesure des puissances et des décalages.

La connaissance du facteur de puissance permet de se renseigner sur la proportion du courant déwatté par rapport au courant watté, dans le cas d'installations électriques à courants alternatifs. On sait que le courant déwatté, fourni par une machine, limite la puissance qu'elle peut débiter, mais n'est pas payé par l'abonné. Il serait donc intéressant d'avoir à sa disposition un appareil, suffisamment simple et transportable, permettant de déterminer rapidement le décalage introduit par un récepteur à diverses charges. On pourrait ainsi reconnaître, et taxer au besoin, les récepteurs électriques qui absorbent une proportion par trop considérable de courant déwatté.