

JOURNAL

DES MINES.

SE TROUVE À PARIS, chez le C.^{en} COQUEBERT,
rédacteur, rue de Tournon, n.^o 1125; et chez le
C.^{en} FUCHS, libraire, hôtel de Cluny, rue des
Mathurins.



JOURNAL
DES MINES.

N.^o XLVI.

M E S S I D O R.

M É M O I R E

*SUR la construction des Canaux des mines,
et des Canaux-aqueducs en général (1);*

Par le C.^{en} MUTHUON, Ingénieur des mines.

IL est peu de mines, de forges, de fonderies, qui n'aient un, et souvent plusieurs canaux; il n'est pas d'usine, de manufacture, d'établissement, qui n'aient ou ne desirent avoir un cours d'eau lorsqu'il s'en trouve à leur portée: ainsi, d'une part, un canal est essentiel, et de l'autre, il en coûte beaucoup pour le construire, soit à

(1) Les canaux sont, en général, de deux espèces: les canaux que j'appelle *aqueducs*, et les canaux-bassins ou réservoirs, qui servent pour la navigation. Les premiers, devant non-seulement tenir l'eau, mais la conduire, diffèrent essentiellement des derniers: ceux-ci sont presque toujours en pleine terre; s'ils en sortent, on les y fait rentrer par une chute ou écluse; au lieu que les canaux-aqueducs ne produisent leur effet que par une pente bien graduée et continue; en sorte qu'ils ont une marche et une théorie toutes différentes

cause de la main-d'œuvre, soit à cause des terrains qu'il faut acheter ou arrenter; il importe donc qu'un canal soit fait comme il convient, pour qu'il produise l'effet qu'on en attend, et qu'on ne dépense pas de l'argent en pure perte.

Délius, qui a fait un chapitre sur la construction des étangs (1), ne dit que quelques mots sur les canaux: je ne vois pas que d'autres en aient parlé; en sorte que ce sujet important est presque entièrement neuf.

Un bon canal est le résultat d'un bon projet et d'une bonne exécution: c'est donc de ces deux objets qu'il faut s'occuper.

Opérations et reconnaissances préliminaires.

LA première chose qu'il y ait à faire, c'est de reconnaître le ruisseau ou la rivière que l'on veut détourner en tout ou en partie, la quantité d'eau qu'ils fournissent ordinairement, et sur-tout pendant l'été; il faut reconnaître ensuite le pays et les lieux par où le canal devra passer, les petits courans d'eau qu'il coupera, leur distance respective, et leur éloignement tant de l'origine du canal, que de son extrémité.

2.° Il faut calculer, comparativement à la force des rivières et courans d'eau, la quantité qui sera nécessaire pour les machines que l'on veut établir;

3.° Nivelier le terrain, depuis le point où l'eau devra arriver, jusqu'au courant naturel;

4.° Examiner si, en donnant au canal une pente convenable, les eaux viendront à une hauteur telle que l'on aura les chutes nécessaires.

Mais quelle est la pente qu'il convient de

(1) *Traité de l'exploitation des mines, 2.° partie, chap. X.*

donner à un canal? C'est la question importante, et la décision en est assez difficile.

Il est sensible, d'abord, que l'eau que fournit un canal, est en raison de sa pente et de sa capacité; ainsi un canal qui aura la même pente qu'un autre, et qui aura une capacité double, amènera au moins une double quantité d'eau.

En physique, il est de principe que les corps acquièrent de la vitesse en tombant; mais, quand la chute a lieu sur des plans inclinés, que devient le mouvement accéléré, suivant que le plan parcouru s'approche ou s'éloigne plus ou moins de la ligne horizontale! Voilà ce qui n'a pas été décidé, même pour l'eau, et ce qui forme un des problèmes les plus intéressans pour les arts, et les plus dignes de l'attention des physiciens.

En hydraulique, il est de règle que les liquides cherchent continuellement à se mettre en équilibre, et qu'il y a mouvement aussitôt que l'équilibre est rompu. Ainsi, il est dans la nature que l'eau coule, lorsqu'elle a la moindre pente; ainsi un canal qui en aurait très-peu, et à qui on donnerait une grande capacité, pourrait conduire beaucoup d'eau; mais d'une part les grandes excavations sont très-couteuses; de l'autre, plus l'eau met de temps à parcourir un espace donné, plus les filtrations sont grandes et l'évaporation considérable. Si, au contraire, l'on donne une forte pente à un canal, ce que les localités ne permettent pas le plus souvent, l'eau, ayant alors beaucoup de force à cause de sa vitesse, en ronge les bords, et fait des dépôts considérables; de manière que le canal se détériore promptement et qu'il faut souvent le débayer, ce qui ne peut avoir lieu sans obliger de cesser le travail, et conséquemment sans entraîner un inconvénient majeur.

On voit donc que pour la pente, il doit y avoir un *minimum* et un *maximum*, entre lesquels il est essentiel de se maintenir.

N'étant pas encore déterminé à quel degré d'inclinaison commence le mouvement accéléré à l'égard de l'eau, et à quel degré il finit, ou commence même à être retardé, je ne puis pas partir d'un principe généralement reconnu : mais je m'appuierai sur des expériences nombreuses, que j'ai faites et réitérées plusieurs fois, dans des établissemens où tout se meut par l'eau que fournissent les canaux, et conséquemment mes raisonnemens seront appuyés sur une base solide.

J'ai reconnu que dans un canal, qui a huit centimètres de pente par deux cents mètres de longueur, l'eau parcourt huit mètres par minute. J'ai reconnu en second lieu qu'un canal avec cette pente, une largeur égalisée de deux mètres, et cinq décimètres d'eau, en fournissait suffisamment pour faire tourner une roue de onze mètres de diamètre, chargée de douze répétitions de pompes de seize décimètres de haut et de trois décimètres de large, et lui faire faire cinq tours par minute ; j'ai reconnu, en second lieu, que la moitié de cette quantité d'eau était suffisante pour faire aller un bocard à 12 pilons, dont la roue, de 45 décimètres de diamètre, faisait jusqu'à 18 révolutions par minute, et enfin qu'elle fournissait et au-delà de quoi alimenter deux pompes et faire agir quatre soufflets.

J'ai observé que, dans un canal qui n'avait que 27 millimètres de pente par 200 mètres de longueur, l'eau n'avait pas le tiers de la vitesse avec laquelle elle coulait dans celui qui avait 8 centimètres de pente, en leur supposant à tous deux

une largeur égale et moyenne de 2 mètres ; que la masse d'eau ne se mouvait pas uniformément, comme elle faisait dans l'autre (1), et que celle des bords et du fond était presque stagnante ; que ce canal, où l'eau s'élevait de 7 décimètres à sa source, n'en avait presque plus à une distance de 18 à 20 mille mètres.

Il me semble donc qu'un canal ne doit guère avoir moins de 4 centimètres de pente par 100 mètres de longueur, ni guère plus de 6 à 7 : avec une pente de 4 centimètres, et une largeur moyenne de 2 mètres, on a une bonne quantité d'eau ; au-delà de 7 centimètres de pente, les bords sont dégradés, et il se fait des ensablemens : mais comme les dépôts sont moins nuisibles que la gelée, on peut et même on doit s'écarter de cette donnée dans les pays froids.

De la manière de tracer un Canal.

LA pente d'un canal étant déterminée, il s'agit de le tracer sur le terrain ; cette opération exige beaucoup d'exactitude et d'attention ; il faut avoir soin, 1.° de tenir un carnet à trois colonnes, pour marquer dans la première le nombre des coups de niveau par ordre ; dans la deuxième la longueur de chaque portée ; dans la troisième la pente qu'il faut donner d'un piquet à l'autre ;

2.° Il faut éviter les grands coups de niveau, et les faire tous, autant qu'il est possible, de 100 ou 200 mètres ;

3.° Il faut que le niveau passe et que les piquets

(1) Cela est tout naturel, puisque la masse étant la même et la vitesse différente, la force n'était pas la même pour vaincre les frottemens.

soient plantés au milieu de la largeur du canal ;

4.° Si pour s'orienter et reconnaître les endroits où le canal peut passer, on a été dans le cas de donner des coups de niveau d'une longueur un peu considérable, il faut avoir soin de subdiviser cet espace par des mesurages intermédiaires, et de ne fixer le piquet en avant, que lorsqu'on y sera arrivé, après ces opérations de détail. En un mot, le premier nivellement qui a lieu pour reconnaître la possibilité d'établir un canal, est d'autant plus juste, qu'il est fait à plus grands coups de niveau ; mais la pente est d'autant mieux graduée qu'il est tracé par petites parties.

Il n'est pas nécessaire de dire que lorsque l'on trace un canal, on commence exactement à l'endroit où il doit aboutir pour que l'on ait les chutes dont on a besoin, et que l'on va en remontant jusqu'au ruisseau ou à la rivière, dont on veut prendre les eaux.

Du creusement et de la construction des Canaux.

LORSQU'UN canal est tracé, on peut en entreprendre le creusement dans plusieurs endroits à-la-fois, en donner plusieurs parties à marché, et employer conséquemment un grand nombre d'ouvriers, sans qu'il y ait de la confusion ; le meilleur est de les diviser par petites troupes de dix à douze hommes. Il faut avoir soin pour que le travail se fasse vite et bien, que toute la surface qui est à prendre, soit enlevée en même temps ; car, outre qu'il faut parer les bords, ce qui occupe davantage les ouvriers, lorsqu'on est obligé d'y retoucher et d'enlever une nouvelle tranche de terrain, une grande partie tombe au fond de l'excavation, et il faut deux ouvriers, ou deux jetées au lieu d'une. Pour reconnaître avec exactitude et avec

facilité la surface à enlever sur les différentes petites éminences, on n'a qu'à faire un cadre en forme de trapèze, dont le petit côté est la largeur du fond du canal, et marquer sur les deux montans évasés, la différence des largeurs aux hauteurs différentes.

Les dimensions adoptées doivent être suivies avec soin. Sachant que la terre exige 45^d de pente pour ne pas ébouler, ceux qui dirigent ces sortes de travaux ont soin de donner en conséquence cette pente au terrain ; mais s'il arrive qu'ils rencontrent un terrain ferme et capable de se soutenir par lui-même, ils creusent perpendiculairement, sans songer à l'inconvénient qui résulte pour l'eau de ce que les dimensions ne sont plus observées, et que la capacité est beaucoup moindre : il en est de même si l'on exécute un percement souterrain ; on fait une galerie de 10 à 11 décimètres, tandis qu'il lui en faudrait 17 à 18, d'où il résulte des étranglemens nombreux, infiniment nuisibles au cours de l'eau, qui est obligée de refluer. La mobilité de l'eau se prête aux différentes formes du canal ; mais elle doit trouver une voie égale partout, pour ne pas être arrêtée.

Celui qui conduit un canal, doit examiner journellement la nature des différens terrains que l'on traverse. Les endroits qui sont argileux, n'ont besoin que d'être raffermis, en pilant le fond et les bords du canal ; ceux où l'argile est mêlée avec les pierres, sont également bons ; et comme ils ont plus de solidité, ils n'exigent pas d'être battus. Les terres sablonneuses et argileuses ne laissent pas non plus passer l'eau, quand même le sable y est en grande quantité ; mais comme elles ne sont pas solides, il faut donner plus d'inclinaison aux bords, ou mettre des pierres sur le devant. Dans les

passages bourbeux ou tourbeux, il convient de jeter sur le fond du canal une couche de gravier, que l'on enfonce avec les pilons, et de faire entrer des pierres longues dans les bords. Les endroits rocailloux et ouverts exigent d'autres soins, et l'on a besoin de faire au milieu de l'excavation plus élargie et plus approfondie, un canal de rapport. L'argile seule peut être employée pour cet effet; mais bien souvent l'on n'en trouve pas, et d'autres fois il faudrait l'aller chercher fort loin, ce qui occasionnerait des frais considérables.

Le gazon, dans ce cas, est aussi bon et peut-être meilleur que l'argile: on le coupe en parallépipèdes de trois décimètres de long, de deux de large, et de sept à neuf centimètres d'épaisseur; on les place à côté les uns des autres, en les renversant, c'est-à-dire, en mettant l'herbe en dessous; on les joint bien, et on les frappe par dessus pour les assouplir, ensuite on bat la couche entière avec un pilon: cette couche, bien battue, en reçoit une autre faite de la même manière, et ainsi de suite. Il est constant que les parties d'un canal ainsi exécuté, et dont le fond et les banquettes ont de 5 à 6 décimètres d'épaisseur, tiennent très-bien l'eau.

L'on est quelquefois obligé de passer sur des terrains bas, où le canal doit être fait en relief; le gazon seul peut servir alors, et il vaut mieux que l'argile; mais comme il faut non-seulement que l'eau ne passe pas, mais encore que l'ouvrage soit solide, les banquettes de gazon doivent avoir 10 à 12 décimètres de surface, et incliner de l'un et l'autre côté de 45 à 50 degrés; il est bon ensuite d'appuyer ou flanquer l'extérieur avec les déblais de l'excavation la plus prochaine.

Un travail de cette nature consomme beaucoup

de gazon, et l'on écorcherait quelquefois toutes les prairies des environs, que l'on n'en aurait pas assez. Si l'on a des pierres à portée, on fait un massif de maçonnerie sèche, dans lequel on construit le canal, comme dans les terrains rocailloux et ouverts.

L'on rencontre des ravins plus ou moins profonds, des ruisseaux que l'on n'a pas la faculté de détourner, ou dont il ne convient pas de prendre l'eau; alors on établit des ponts de bois ou de pierre, sur lesquels passe le canal. Les ponts en pierre sont sûrement les meilleurs, et ils n'exigent pas d'entretien; mais quand les matériaux sont trop éloignés, il faut bien qu'ils soient en bois. Leur construction doit être simple, mais solide, et leurs dimensions doivent être telles, qu'il n'y ait pas le moindre étranglement.

Des prises d'eau, et de la mise de l'eau dans un Canal.

IL y a deux manières d'établir les prises d'eau: la première est de faire une avancée dans la rivière, et d'anticiper obliquement sur un quart ou un tiers de sa largeur, afin d'intercepter une quantité d'eau proportionnelle à la capacité du canal, et à la force de la rivière dans un temps moyen. Lorsqu'elle devient petite, au point que l'espace intercepté n'en fournit pas assez, on en attire davantage par le moyen de quelques pierres, ou de quelques pièces de bois mobiles, disposées sur la partie libre de la rivière. Des vannes placées immédiatement à l'embouchure du canal, et mieux à 40, 50 ou 100 mètres en arrière, dans un endroit où il est bien encaissé, et au devant desquelles on fait une décharge latérale, empêchent qu'il ne reçoive une trop grande quantité d'eau.

La seconde manière de prendre l'eau, est de barrer les ruisseaux et rivières, ou de faire des digues plus ou moins hautes, suivant que le canal arrive plus ou moins au-dessus de leur niveau. Les barrages simples et peu élevés, se font avec des pièces de bois transversales, appuyées derrière par des piquets, et garnies par devant avec des planches bien jointes. La vanne régulatrice est nécessaire dans ce cas comme dans le premier; mais elle se place plus ordinairement à une certaine distance de l'orifice du canal.

Il n'est pas nécessaire de faire sentir laquelle des deux manières de prendre l'eau est la meilleure et la plus convenable, sur-tout dans un état libre et bien policé. Au seul mot de digue, l'esprit se trouble, et la liberté gémit de voir, que ce qui était fait pour le service de tous, est obstrué par des particuliers, aussi ennemis du bon ordre, qu'égoïstes méprisables et bornés.

Des digues, voilà ce que construisait l'ignorante et arrogante féodalité; et l'on voyait avec autant d'étonnement que de tristesse, les monumens gothiques s'élever au milieu d'une multitude de villes, qu'ils déshonorent encore, et dans des capitales mêmes comme Toulouse (1); des digues,

(1) Je dis que les digues déshonorent les grandes communes où elles se trouvent, et ce n'est point assez. Les digues, en faisant remonter l'eau, la font tomber d'une hauteur plus ou moins considérable. L'eau, en tombant, acquiert de la vitesse, et par conséquent de la force; elle creuse, et doit donc creuser sans cesse les endroits où s'opèrent les chutes, qui deviennent de plus en plus considérables; en sorte que là où il n'y avait d'abord qu'une chute de quelques mètres, et de la hauteur seule de la digue, il s'en trouve, au bout d'un temps plus ou moins long, qui ont plusieurs fois cette hauteur, et qui forment enfin des gouffres effroyables, comme on

voilà ce qu'a effrontément multiplié l'anarchie, durant laquelle un individu croyait former une république.

L'arrêté du Directoire exécutif du 19 ventôse an 6, a été pris pour qu'elles soient détruites: déjà sans doute il y en a un grand nombre qui ne sont plus; toutes ou presque toutes disparaîtront ou pourront disparaître, et il arrivera, ou tout au moins il pourra arriver qu'il s'en élèvera fort peu de nouvelles.

Cet arrêté porte: « Qu'à la diligence des » administrations centrales, il sera dressé des » procès-verbaux qui constateront les ponts, » chaussées, digues, écluses, usines, moulins, &c., » utiles ou nuisibles au cours de l'eau. Ceux qui » s'en prétendent propriétaires, seront tenus de » produire leurs titres. Les administrations pro- » nonceront la destruction de ceux de ces éta- » blissemens qui ne se trouveraient pas fondés en » titres, ou qui n'auraient d'autres titres que des » concessions féodales abolies. Il ne pourra en » être formé à l'avenir, sans en avoir obtenu la » permission de l'administration centrale, qui ne » pourra l'accorder que de l'autorité du Directoire » exécutif ».

Les administrations centrales chargées de prononcer la destruction des digues et établissemens

peut le voir dans un nombre infini d'endroits, et au milieu même de beaucoup de grandes communes. Les digues obstruent donc les rivières, par-là même qu'elles existent, et elles les rendent encore impraticables, et dangereuses pour le temps où elles n'existeront plus. Voilà qui est bien fait pour frapper un Gouvernement éclairé et prévoyant. Qu'on se hâte de les détruire, et d'en précipiter les honteux débris dans les excavations qu'elles ont faites.

nuisibles au cours de l'eau, qui ne seraient pas fondés en titres, ou qui n'en auraient d'autres que des concessions féodales abolies, ne pourraient-elles pas vérifier si ces établissemens peuvent subsister indépendamment des digues, et prononcer sans rémission la destruction de celles-ci, sauf aux propriétaires à construire ou prolonger des canaux latéraux, jusqu'à ce que l'eau fût prise naturellement et sans chûte, ainsi que je l'ai exposé ? Ne viendrait-il pas de déterminer quelle partie de la largeur d'une rivière flottable ou navigable on pourrait intercepter, et de la borner à un tiers ? Né faudrait-il pas, en outre, régler que tous les propriétaires de canaux, usines et moulins, seront tenus, lorsque le service public l'exigera, d'enlever tous les artifices mobiles qu'ils auraient disposés pour avoir de l'eau en plus grande quantité ?

A l'égard des permissions que les administrations centrales pourront donner de construire de nouvelles digues, ne serait-il pas à propos qu'elles ne pussent avoir lieu qu'autant qu'il aurait été reconnu et constaté que le terrain ne permet pas d'établir des canaux qui se prolongeraient jusqu'au niveau des rivières ?

Je reviens à mon objet.

La prise d'eau établie, on fait disparaître les remplissages que l'on avait laissés çà et là pour que les ouvriers pussent travailler commodément ; on lève la vanne régulatrice, et l'eau prend le nouveau chemin qui lui est ouvert. On est alors au moment décisif. Si l'on a consulté les principes et l'expérience, si l'on a porté sur la confection d'un canal une attention raisonnée, on doit être assuré de vaincre les obstacles qui se présenteront ; mais si l'on n'a pas bien médité son projet, s'il a été

mal exécuté, on éprouvera des difficultés insurmontables, et l'eau, toujours fidèle aux lois de la nature, n'obéira point aux lois arbitraires que l'on voudrait lui prescrire.

L'eau, en entrant dans un canal pour la première fois, détache et entraîne toutes les matières légères qu'elle rencontre ; celles-ci forment bientôt des amas qui l'arrêtent ; il faut les enlever avec soin, et faire suivre l'eau par des ouvriers chargés de la conduire : trouvant un terrain fraîchement remué, elle cherche toutes les petites issues qu'il peut y avoir, soulève les masses encore peu cohérentes, passe au travers, et s'échappe par un grand nombre d'endroits. Il faut donc suivre, serrer et battre les parties mouillées, et charger les banquettes, de manière qu'il y ait toujours au moins 16 centim. au-dessus de l'eau. Les issues étant fermées et les filtrations arrêtées, l'eau tarde encore à avancer, et s'absorbe en grande quantité ; elle pénètre les terrains environnans, et ce n'est qu'après qu'ils sont bien imbibés, qu'elle s'étend dans un nouvel espace, où elle agit de la même manière, et où il faut par conséquent les mêmes soins et le même temps pour qu'elle avance encore. Il en est ainsi jusqu'à ce que toute la longueur du canal soit parcourue ; et ce n'est que lorsque les deux côtés et le fond sont bien abreuvés, que l'eau prend son cours et que l'on a un ouvrage solide et imperméable ; l'eau dont les terres se sont pénétrées, se forme alors un obstacle à elle-même, et augmente considérablement leur poids.

Elle arrive enfin au terme désiré ; il en vient d'abord peu ; elle disparaît le jour ; la nuit elle revient ; elle augmente insensiblement, et varie encore de nouveau ; mais peu à peu elle se fixe, et au bout de quelques jours lorsqu'un canal a peu d'étendue,

au bout de trois à quatre mois lorsque sa longueur n'excède pas 3 à 4 mille mètres, et de sept à huit mois lorsqu'il a une étendue plus considérable, il est en état de faire le service, s'il doit jamais le faire, tel qu'il est (1).

Des dispositions nécessaires pour la conservation d'un Canal.

LORSQUE l'on a mis l'eau dans un canal et que son cours s'est établi, tout n'est pas encore fait; il faut prévenir les accidens qui pourraient lui arriver et en occasionner la détérioration.

Un canal d'une certaine longueur cotoie ordinairement des vallons, et coupe par conséquent un plus ou moins grand nombre de ravins et de gorges latérales, par où il coule beaucoup d'eau dans le temps des pluies. Les terrains pentifs eux-mêmes en fournissent alors une quantité considérable; il est nécessaire d'empêcher que toutes ces eaux ne fassent gonfler le canal, dont les bords une fois inondés, sont en un moment coupés, déchirés et emportés, ce qui interrompt nécessairement le service.

Pour cela on a deux moyens. Ou l'eau des ravins et des gorges charrie du gravier, des cailloux et du sable, ou elle n'en charrie pas. Dans le premier cas, il faut établir des ponts-aqueducs, qui soient placés en travers du canal; ils penchent du côté où le terrain a sa pente lui-même, et leurs bords sont élevés, de manière qu'ils ne laissent rien tomber. Dans le second cas, on pose des vannes

(1) Si un canal n'allait pas alors, je n'en conclus pas qu'il ne servirait à rien par la suite; mais il aurait sûrement des défauts essentiels qu'il faudrait reconnaître, ce qui est facile, d'après ce que j'ai dit ci-dessus.

tout

tout près et devant les gorges, et l'on fait dans la banquettes inférieure du canal, une décharge ou coupure, qui descend jusqu'au niveau ordinaire de l'eau; en sorte que celle qui vient par ces gorges et qui est surabondante, s'échappe sans produire de mauvais effet.

Il arrive encore qu'un canal passe au bas de rochers et de terrains qui ne sont pas solides; il faut, autant que possible, les assurer par des maçonneries et des murailles en talus, afin de prévenir la chute des uns et les éboulemens des autres.

Des Gardes canaux.

IL n'est pas nécessaire qu'il y ait un garde exprès pour un canal qui n'a que quelques kilomètres de longueur; mais il faut toujours que quelqu'un, outre son travail ordinaire, soit chargé d'y veiller, et de faire ce qui occupe uniquement les gardes des canaux dont la longueur est de 4 à 5 kilomètres et au-delà.

L'habitation d'un garde doit être placée de la manière la plus commode pour faire sa besogne et se porter promptement sur les diverses parties du canal; d'après cela, il paraît que le milieu de la longueur est l'endroit qui convient le mieux pour son domicile: cependant, comme les prises d'eau sont ce qui exige le plus de surveillance et de soins, il vaut peut-être mieux qu'il ait sa demeure à l'origine du canal.

Un garde doit veiller à ce qu'il entre toujours dans le canal la quantité d'eau nécessaire, et qu'elle n'augmente ni ne diminue.

Quelques-unes de ses fonctions ordinaires varient suivant les saisons: durant le printemps et l'été, il a une faucille pour couper l'herbe qui croît

en dedans des bords et sur le fond du canal ; durant l'automne et l'hiver, il a un râteau pour enlever les feuilles ; il a, en outre, les outils nécessaires pour faire les petites réparations journalières qui se présentent.

Il veille continuellement à ce que les riverains ne détournent pas l'eau, ou à ce qu'ils n'augmentent pas les petites prises particulières, dont on serait d'accord, et qu'ils n'y obstruent pas le canal pour leur usage ou leur commodité particulière. Il examine s'il se fait des affaissemens, s'il y a des éboulemens à craindre, et il fait son rapport une ou deux fois par décade au chef de l'établissement.

Il est debout et dans la plus grande activité, soit de nuit soit de jour, dans le temps des pluies et les momens d'orage. Il commence d'abord par baisser la vanne régulatrice, placée près de l'origine du canal ; il suit et baisse ensuite toutes les autres vannes suivant l'état de l'eau. Il parcourt et visite le canal avec attention ; il fait quelques saignées dans des endroits où un cours d'eau inattendu viendrait s'y jeter ; il se transporte de nouveau aux vannes qu'il baisse ou qu'il lève suivant que la pluie augmente ou diminue : s'il arrive quelque accident, il en instruit de suite, et il ne se livre au repos que lorsque l'orage a cessé et que le calme est rétabli.

JE crois avoir fait connaître, dans ce mémoire, la manière de bien construire les canaux ; je pense qu'il pourra être utile non seulement à ceux qui s'occupent de l'exploitation des mines, mais à tous les propriétaires d'établissmens où l'on est à même de se servir de l'eau comme force motrice ; j'espère aussi qu'il pourra contribuer à la diminution du

trop grand nombre de digues qui encombrent les rivières, et sur-tout à empêcher qu'il ne s'en construise, mal-à-propos, de nouvelles. Cependant il est des mines et des établissemens où des canaux ont été commencés et ensuite abandonnés, après avoir été exécutés en plus ou moins grande partie ; il en est d'autres où des canaux construits à grands frais ne rendent pas le service que l'on en attendait et que l'on devait en attendre : il est arrivé encore que plusieurs exploitations ont été abandonnées, parce que les canaux sur lesquels on comptait, ne tenaient pas ou n'amenaient pas l'eau.

Il est donc intéressant de s'occuper des moyens de tirer parti des canaux auxquels on a renoncé, après qu'ils ont été exécutés en entier, ou en plus ou moins grande partie, et de rendre bons ceux qui ne rendent que peu de service.

Où les canaux ne tiennent pas l'eau, ou ils ont trop de pente, ou ils n'en ont pas assez, ou ils en ont trop dans des endroits, et trop peu dans d'autres.

Je n'ajouterai rien ici à ce que j'ai déjà dit sur ce qu'il fallait faire pour qu'un canal tint l'eau ; et j'ai des preuves trop multipliées de l'effet d'un revêtement intérieur en gazon, exécuté comme je l'ai expliqué, pour pouvoir douter de la bonté de ce moyen. Il n'y a donc qu'à l'employer pour les canaux où l'eau se perd.

Il paraît d'abord paradoxal d'avancer que des canaux ont été manqués parce qu'on leur avait donné trop de pente ; cependant il n'y a rien de plus vrai.

Un canal doit arriver, pour prendre l'eau, dans un endroit où les ruisseaux ou rivières sont forts, et conséquemment au-dessous de la jonction des

divers petits courans qui s'y jettent. Les sources qui les forment tarissant rarement, fournissent très-souvent presque toute l'eau qui y coule durant l'été, lorsque le courant principal est réduit à très-peu de chose. Si donc on arrive trop haut pour avoir donné beaucoup de pente, on a manqué le but que l'on voulait atteindre, qui était d'avoir de l'eau.

Les erreurs des hommes dont l'autorité est d'un grand poids, sont presque aussi dangereuses que les lumières qu'ils répandent sur d'autres objets sont utiles. *Délius* a dit qu'en Allemagne on donnait aux canaux 12 pouces ou 32 centimètres de pente par 100 toises, ou 200 mètres de longueur; et il est arrivé de là que dans des établissemens où on le suit à la lettre, on n'a pas fait des canaux, parce que l'on ne pouvait leur donner cette pente, et que, dans d'autres, on en a abandonné la construction, après les avoir tracés et creusés même en partie. Cependant, ainsi que je l'ai observé, *Délius* ne dit que quelques mots sur les canaux, sans entrer dans aucun détail, sans rien dire de ce qui peut et doit arriver d'après les règles de l'hydraulique. Il est constant que l'eau coule lorsqu'elle a la moindre pente, et que dans une rivière dont la profondeur est comme 1, il ne passe guère plus d'eau que dans une autre qui, avec la moitié de sa pente, a une profondeur comme 2, et une largeur égale. Il est donc utile de revenir sur des projets auxquels on a renoncé trop légèrement, et de l'exécution desquels dépendait quelquefois le sort d'une entreprise.

Les canaux qui n'ont pas assez de pente, peuvent devenir bons en augmentant leur capacité; on y parvient soit en haussant les banquettes, soit en

les élargissant; le meilleur est de faire l'un et l'autre en même temps, et sur-tout de donner à un canal plus de largeur que de profondeur: car, lorsque l'eau est haute, elle presse contre les bords, et les fait écarter. Je puis dire, à cet égard, que la hauteur de l'eau ne doit être que du tiers de la largeur du canal; c'est-à-dire que, lorsque la dernière est de 21 décimètres, la première ne doit guère être que de 7 décimètres.

Si l'eau arrivait sur les roues, on pourrait gagner de la pente en disposant le canal de manière que l'eau n'entrât dans les godets qu'aux deux tiers ou aux trois quarts de leur hauteur; et l'on ne perdrait pas beaucoup de force pour cela, puisque les godets qui sont près de la ligne perpendiculaire à l'axe de la roue, n'ont qu'un bras de levier très-court.

Je pense que la pente d'un canal ne pourra être strictement déterminée, que lorsque les physiciens auront fixé, d'après des expériences en grand, le degré d'inclinaison auquel commence le mouvement accéléré pour l'eau. Autant, en effet, il est utile qu'elle conserve, dans toute la longueur d'un canal, le mouvement qu'elle a dans les 2 ou 300 premiers mètres qu'elle parcourt avec une vitesse convenable; autant il est inutile que sa marche soit accélérée, puisqu'alors la lame d'eau ne fait que s'étendre et s'amincir, sans qu'il en résulte une plus grande quantité. On conçoit donc que pour bien faire un canal où l'eau aurait un mouvement accéléré, il faudrait que sa largeur changeât sans cesse, à mesure que la vitesse augmentant, l'eau tiendrait moins de place; ce qui mettrait dans le cas de lui donner la forme d'un entonnoir, qui finirait par occuper un espace démesuré. L'eau qui

marche vîte, tend moins à filtrer, puisqu'elle presse peu contre les bords du canal ; mais lorsqu'il est bien exécuté, cet avantage se réduit à peu de chose.

Cependant il est des localités qui n'ont pas toujours permis de donner une pente uniforme aux canaux, et je suis loin d'attribuer à l'inadvertance les nombreux défauts qu'ils offrent presque tous à cet égard. En parcourant un canal, on reconnaît bien vîte les endroits où ces défauts se trouvent. L'eau, plus ou moins stagnante, résistant à celle qui arrive, la force de se gonfler et de s'élever ; et s'il en vient un peu plus qu'il ne faut, elle ne tarde pas à monter sur les bords, tandis qu'un peu plus loin elle n'occupe que le tiers de la profondeur du canal. J'ai vu beaucoup de personnes qui se mettaient peu en peine de ces défauts, et qui pensaient que la colonne d'eau qui venait par derrière, devait pousser celle de devant et lui communiquer sa vîtesse ; mais l'expérience m'a toujours prouvé le contraire, et j'ai constamment observé que l'eau, plus ou moins retardée sur une longueur de 80 à 100 mètres, arrêtait celle qui arrivait.

Dans ces cas, il faut que le canal gagne du côté de la capacité ce qui lui manque du côté de la pente, en réglant, d'après les observations et le calcul, ce qu'il faut faire.

Ce moyen de varier la capacité suivant que le terrain permettrait de donner plus ou moins de pente, pourrait être employé avec avantage dans la construction des nouveaux canaux.

RELATION

D'un Voyage minéralogique fait au Pic-du-midi de Bigorre, en l'an 3, lue à la Société d'histoire naturelle.

Par le C.^{en} DUHAMEL fils, inspecteur des mines.

IL y avait déjà dix jours que nous étions, mes compagnons de route et moi, à Barèges, et nous n'avions pas encore pu satisfaire notre extrême curiosité de voir le Pic-du-midi de Bigorre : nous avions bien fait quelques excursions, mais les variations fréquentes de l'atmosphère ne nous avaient pas permis d'entreprendre un voyage d'une journée entière. Partis plusieurs fois avec le plus beau soleil, et revenus quelques heures après trempés et transis de froid, nous avons appris, à nos dépens, que le moindre nuage, auquel on ferait à peine attention dans le pays de plaine, était souvent, dans les montagnes élevées, le précurseur de toutes les intempéries de l'air. Plusieurs fois déjà nous nous étions trouvés surpris, au milieu d'une observation importante, par des vapeurs épaisses et froides qui, s'élevant subitement du fond des vallées, arrivaient jusqu'à nous avec un bruit considérable, et nous dérobaient en un instant la vue des sommets lointains et éclairés que nous cherchions à dessiner.

Nous avons eu souvent l'occasion d'examiner cette attraction et repulsion des nuages, cette étonnante émanation de fluide électrique qui joue un si grand rôle dans la nature.