

le fleuve en 24 heures; mais si ce volume d'eau peut être retenu de manière que l'écoulement ne se fasse qu'en deux ou trois fois plus de temps, alors, on le conçoit, l'inondation sera rendue deux ou trois fois moins dangereuse.

Tout consiste donc à retarder l'écoulement des eaux. Le moyen d'y parvenir est d'élever dans tous les affluents des rivières ou des fleuves, au débouché des vallées, et partout où les cours d'eau sont encaissés, des barrages qui laissent dans leur milieu un étroit passage pour les eaux, les retiennent lorsque leur volume augmente, et forment ainsi en amont des réservoirs qui ne se vident que lentement. Il faut faire en petit ce que la nature a fait en grand. Si le lac de Constance et le lac de Genève n'existaient pas, la vallée du Rhin et la vallée du Rhône ne formeraient que deux vastes étendues d'eau; car, tous les ans, les lacs ci-dessus, sans pluie extraordinaire, et seulement par la fonte des neiges, augmentent leur niveau de 2 ou 3 mètres, ce qui fait pour le lac de Constance une augmentation d'environ 2 milliards 500 millions de mètres cubes d'eau, et pour le lac de Genève de 1 milliard 770 millions.

On conçoit que cet immense volume d'eau, s'il n'était pas retenu par les montagnes, qui, au débouché de ces deux lacs, l'arrêtent et n'en permettent l'écoulement que suivant la largeur et la profondeur du fleuve, une effroyable inondation aurait lieu tous les ans. Eh bien! on a suivi cette indication naturelle, il y a plus de cent cinquante ans, en élevant dans la Loire un barrage d'eau dont l'utilité est démontrée par le rapport fait à la chambre, en 1847, par M. Collignon, alors député de la Meurthe. Voici comment il en rend compte :

« La digue de Pinay, construite en 1711, est à 12 kilomètres environ en amont de Roanne. Cet ouvrage, s'appuyant sur les rochers qui resserrent la vallée et enveloppant les restes d'un ancien pont que la tradition fait remonter aux Romains, réduit en cet endroit le débouché du fleuve à une largeur de 20 mètres; sa hauteur au-dessus de l'étiage est également de 20 mètres, et c'est par cette espèce de pertuis que la Loire entière est forcée de passer dans les plus grands débordements.

« L'influence de la digue de Pinay est d'autant plus digne d'attention qu'elle a été créée, comme le montre l'arrêt du conseil du 23 juin 1711, dans le but spécial de modérer les crues et d'opposer à leur brusque irruption un obstacle artificiel tenant lieu des obstacles naturels, qui avaient été imprudem-

ment détruits dans la partie supérieure du fleuve. Eh bien! la digue de Pinay a heureusement rempli son office au mois d'octobre dernier; elle a soutenu les eaux jusqu'à une hauteur de 21^m,47 au-dessus de l'étiage; elle a ainsi arrêté et refoulé dans la plaine du Forez une masse d'eau qui est évaluée à plus de 100 millions de mètres cubes, et la crue avait atteint son maximum de hauteur à Roanne 4 ou 5 heures avant que cet immense réservoir fût complètement rempli.

« Si la digue de Pinay n'avait pas existé, non-seulement la crue serait arrivée beaucoup plus vite à Roanne, mais encore le volume d'eau roulé par l'inondation aurait augmenté d'environ 2500 mètres cubes par seconde; la durée de l'inondation aurait été plus courte, mais l'imagination s'effraye de tout ce que cette circonstance aurait pu ajouter au désastre déjà si grand dont la vallée de la Loire a été le théâtre.

« D'ailleurs, l'élévation des eaux en amont de la digue de Pinay n'a produit aucun désordre; bien loin de là: la plaine du Forez ressentira pendant plusieurs années l'action fécondante des limons que l'eau, graduellement amoncelée par la résistance de la digue, y a déposés.

« Tel a été le rôle de cet ouvrage qu'une sage prévoyance a élevé pour notre sécurité et nous servir d'exemple. Or, il existe dans les gorges d'où sortent les affluents de nos fleuves un grand nombre de points où l'expérience de Pinay peut être renouvelée économiquement si les points sont bien choisis, utilement pour modérer l'écoulement des eaux, et sans inconvénient, et, le plus souvent, avec un grand profit pour l'agriculture.

« Au lieu de ces digues ouvertes dans toute leur hauteur, on a proposé de construire aussi des barrages pleins, munis d'une vanne de fond et d'un déversoir superficiel. Les réservoirs ainsi formés, pouvant retenir à volonté les eaux d'inondation, permettraient de les affecter, dans les temps de sécheresse, aux besoins de l'agriculture et au maintien d'une utile portée d'étiage pour les rivières. »

L'édit de 1711, dont parle M. Collignon, indique parfaitement bien le rôle que les digues sont appelées à jouer. On y lit le passage suivant :

« Il est indispensablement nécessaire de faire trois digues dans l'intervalle du lit de la rivière où les bateaux ne passent point: la première aux piles de Pinay, la seconde à l'endroit du château de la Roche, et la troisième aux piles et culées d'un

ancien pont qui était construit sur la Loire au bout du village Saint-Maurice; et, avec le secours de ces digues, les passages étant resserrés, lorsqu'il y arrive de grandes crues, les eaux qui s'écoulaient en deux jours auraient peine à passer en quatre ou cinq. Le volume des eaux, étant diminué de plus de la moitié, ne causera plus de ravages pareils à ceux qui sont survenus depuis trois ans.»

En effet, en 1856, comme en 1846, les digues de Pinay et de la Roche ont sauvé Roanne d'un désastre complet.

Remarquons, en outre, que, suivant M. Boulangé, ancien ingénieur en chef du département de la Loire, la digue de Pinay n'a coûté que 170 000 fr., et celle de la Roche 40 000 fr., et il ne compte qu'une dépense de 3 400 000 fr. pour la création de cinq nouvelles digues et de vingt-quatre barrages dont il propose la construction sur les affluents de la Loire. D'ailleurs, M. Polonceau, ancien inspecteur divisionnaire des ponts et chaussées, qui admet en partie le même système, pense qu'on pourrait faire ces mêmes digues en gazon, en planches et en madriers, ce qui serait encore plus économique.

Maintenant, comme il est très-important que les crues de chaque petit affluent n'arrivent pas en même temps dans la rivière principale, on pourrait peut-être, en multipliant dans les uns ou en restreignant dans les autres le nombre de barrages, retarder le cours de certains affluents, de telle sorte que les crues des uns arrivent toujours après les autres.

D'après ce qui précède et d'après l'exemple de Pinay, ces barrages, loin de nuire à l'agriculture, lui seront favorables par le dépôt de limon qui se formera dans les lacs artificiels et servira à fertiliser les terres.

Là où les rivières charrient des sables, ces barrages auraient l'avantage de retenir une grande partie de ces sables, et, en augmentant le courant au milieu des rivières, d'en rendre le thalweg plus profond. Mais quand même ces barrages feraient quelque tort aux cultures des vallées, il faudrait bien en prendre son parti, quitte à indemniser les propriétaires, car il faut se résoudre à faire la part de l'eau comme on fait la part du feu dans un incendie, c'est-à-dire sacrifier des vallées étroites peu fertiles au salut des riches terrains des plaines.

Ce système ne peut être efficace que s'il est généralisé, c'est-à-dire appliqué aux plus petits affluents des rivières. Il sera

peu coûteux si l'on multiplie les petits barrages au lieu d'en élever quelques-uns d'un grand relief. Mais il est clair que cela n'empêchera pas les travaux secondaires qui doivent protéger les villes et certaines plaines plus exposées.

Je voudrais donc que vous fissiez étudier ce système le plus tôt possible, sur les lieux mêmes, par les hommes compétents de votre ministère.

Je voudrais qu'indépendamment des digues qui doivent être élevées sur les points les plus menacés, on fit à Lyon un déversoir semblable à celui qui existe à Blois; il aurait l'avantage de préserver la ville et d'augmenter beaucoup la défense de cette place forte.

Je voudrais que, dans le lit de la Loire, on élevât pendant les basses eaux, et parallèlement au cours du fleuve, des digues faites en branchages, ouvertes en amont, formant des bassins de limonage, ainsi que le propose M. Fortin, ingénieur des ponts et chaussées. Ces digues auraient l'avantage d'arrêter les sables sans arrêter les eaux, et de creuser le lit de la rivière.

Je voudrais que le système proposé pour le Rhône par M. Vallée, inspecteur général des ponts et chaussées, fût sérieusement étudié avec le concours du gouvernement suisse. Il consiste à abaisser les eaux du Rhône à l'endroit où il débouche du lac de Genève, et à y construire un barrage. Par ce moyen, on obtiendrait, selon lui, un abaissement des hautes eaux du Léman utile au Valais, au pays de Vaud et à la Savoie; une navigation meilleure du lac, des embellissements pour Genève, des inondations moins désastreuses dans la vallée du Rhône, une navigation meilleure de ce fleuve.

Enfin, je voudrais que, comme cela existe déjà pour quelques-uns, le régime des grands fleuves fût confié à une seule personne, afin que la direction fût unique et prompte dans le moment du danger. Je voudrais que les ingénieurs qui ont acquis une longue expérience dans le régime des cours d'eau pussent avancer sur place et ne pas être distraits tout à coup de leurs travaux particuliers; car il arrive souvent qu'un ingénieur qui a consacré une partie de sa vie à étudier soit des travaux maritimes au bord de la mer, soit des travaux hydrauliques à l'intérieur, est tout à coup, par avancement, employé à un autre service, où l'État perd le fruit de ses connaissances spéciales, résultat d'une longue pratique.

Ce qui est arrivé après la grande inondation de 1846 doit

nous servir de leçon : on a beaucoup parlé aux Chambres, on a fait des rapports très-lumineux, mais aucun système n'a été adopté, aucune impulsion nettement définie n'a été donnée, et l'on s'est borné à faire des travaux partiels qui, au dire de tous les hommes de science, n'ont servi, à cause de leur défaut d'ensemble, qu'à rendre les effets du dernier fléau plus désastreux.

Sur ce, je prie Dieu, monsieur le ministre, qu'il vous ait en sa sainte garde.

NAPOLÉON.

Plombières, le 19 juillet 1856.

Le document que nous venons de citer expose avec une grande lucidité et une connaissance profonde de la matière le système général que le gouvernement entend adopter pour mettre désormais nos riches vallées à l'abri des inondations. Reconnaissant que les digues élevées pour contenir les eaux sont impuissantes à remplir cet office, on a compris que l'on n'aurait raison du fléau qu'en l'attaquant à son origine. Au lieu de se borner à en combattre les effets, le gouvernement songe donc à en supprimer, ou du moins à en atténuer la cause.

Considérant que les subites irruptions de masses énormes d'eau dans les vallées proviennent de la coïncidence fatale de pluies longtemps prolongées et de la fonte générale des neiges dans les montagnes, la *Lettre de l'Empereur* montre fort bien que pour prévenir ces désastres il faut principalement retarder la vitesse d'écoulement des eaux, en élevant, dans les affluents des rivières ou des fleuves, au débouché des vallées et partout où les cours d'eau sont encaissés, des barrages qui retiendront les eaux quand leur volume augmentera trop vite, et qui formeront des espèces de réservoirs d'où elles ne s'échapperont ensuite qu'avec lenteur.

On recommande donc, en premier lieu, l'établissement d'un système complet de barrages; ensuite, quelques travaux particuliers, comme la construction, à Lyon, d'un déversoir semblable à celui qui existe à Blois; l'in-

troduction dans le lit de la Loire de digues faites en branchages, qui auraient pour effet d'arrêter les sables en laissant passer les eaux, et de creuser ainsi le lit du fleuve; enfin, des études internationales sur le barrage du lac de Genève, proposé par M. Vallée.

L'idée principale qui domine dans l'ensemble de ces moyens préventifs, c'est, on le voit, d'établir des barrages sur le parcours des grands fleuves, pour prévenir les inondations. Cette idée n'est pas nouvelle d'ailleurs; on l'a réalisée depuis plus de cent cinquante ans, en élevant dans la Loire ce barrage de Pinay, qui rend de si admirables services¹.

Cette pensée était d'ailleurs fournie par l'observation de la nature, et il est facile de voir que les ingénieurs, en réalisant des retenues artificielles d'eaux, n'ont fait qu'imiter et perfectionner ce que nous montre l'observation des phénomènes hydrographiques de notre globe. Dans les pays encore vierges, les fleuves et les rivières sont encombrés d'obstacles de toute sorte qui entravent leurs cours, et forment des sortes de réservoirs où le liquide séjourne par grandes masses. Plus ces obstacles se multiplient, plus la quantité d'eau mise en réserve s'accroît, et plus elle exige de temps pour s'écouler. L'inverse a lieu lorsque le lit du fleuve ou de la rivière est complètement libre. Alors, les eaux, ne rencontrant plus

1. En 1846, la digue de Pinay seule emmagasina 131 137 000 mètres cubes de liquide. Le remous se fit sentir jusqu'à Feurs, environ à 16 kilomètres en amont, et le retard de la crue a été de 16 heures 30 minutes. Pendant toute cette période, la plus dangereuse pour les propriétés riveraines, la digue retint, en moyenne, 1823 mètres cubes d'eau par seconde, et cependant, au moment de son maximum, la Loire débitait 7300 mètres cubes. On voit par ce rapprochement que, sans les digues de Pinay et de la Roche, le volume débité aurait pu être presque le double. M. Boulangé, ancien ingénieur en chef, n'hésite pas à dire que sans ces deux obstacles la moitié de Roanne eût été détruite. En 1856, la même digue a rempli parfaitement ce salutaire office.

d'obstacle, suivent leur pente naturelle, et marchent avec une vitesse qui s'accroît en raison directe de leur volume. L'observation de ces faits a conduit au système des retenues d'eaux, qu'il s'agirait aujourd'hui de généraliser comme remède contre les inondations.

De l'ensemble du document officiel que nous avons rapporté, il résulte évidemment que le système général de digues est condamné; il a été définitivement jugé par les tristes résultats qu'il a produits. En effet, l'endiguement ne peut avoir quelque efficacité, durant un certain intervalle, qu'à la condition de régner d'une manière absolument non interrompue sur toute l'étendue des rives d'un fleuve. Mais si l'on considère que la plupart des grands cours d'eau roulent dans leurs ondes une quantité notable de sable et de limon, et que le Rhône, par exemple, reçoit l'Isère et la Durance, deux rivières torrentielles, à fond mobile, qui tiennent en suspension de 400 à 600 grammes de débris par litre d'eau, on comprend que le chenal compris entre la double digue insubmersible doit s'encombrer avec rapidité, et nécessiter incessamment un exhaussement proportionné des digues.

Il faut remarquer, en outre, que plus une digue est élevée, moins elle peut offrir de résistance au poids et à la pression des eaux. Pendant les crues, les eaux accumulées et exerçant latéralement contre les parois de la digue une pression énorme, et d'autant plus considérable que la digue est elle-même plus haute, ces remblais artificiels doivent finir par céder sous ce poids, s'ils ne sont appuyés dans toute leur longueur sur des terrassements ou épaulements qui puissent présenter une résistance proportionnée à l'effort. Or, c'est là une condition impossible à remplir sur une grande échelle, tant à cause des difficultés de terrain, que des dépenses incalculables qui en résulteraient, et du dommage permanent qu'en éprouveraient les propriétés riveraines.

Ajoutons encore qu'il n'est jamais permis de rien assurer d'avance concernant la solidité d'une digue. En dépit des soins minutieux apportés au choix des matériaux, à la masse, à l'épaisseur des revêtements, on ne peut jamais estimer avec certitude le degré de résistance de ces remblais protecteurs. L'eau, déchainée avec violence, offre dans ses effets des accidents imprévus et des phénomènes extraordinaires, dont l'explication est souvent presque impossible à fournir, et qui tiennent à des circonstances particulières aux localités, ou dépendantes de la composition et de l'état du sous-sol. Si l'on voit souvent une digue crever par son sommet, il n'est guère plus rare de la voir, minée par le pied, s'écrouler dans le lit du fleuve, et en accroître le débordement par la masse de ses débris.

Enfin les digues, en les supposant même capables de résister avec efficacité aux énormes pressions des eaux, ont un autre inconvénient sur lequel a déjà insisté avec raison un habile ingénieur-hydrographe, M. Duvis, dans un mémoire sur l'*Endiguement des cours d'eau*, qui fut imprimé, en 1846, dans le *Journal d'Agriculture pratique*. Les crues subites des fleuves proviennent sans doute, comme le remarquait M. Duvis, de l'abondance des eaux, mais elles tiennent surtout à la différence qui existe entre la pente et la vitesse du fleuve principal, et la pente et la vitesse beaucoup plus grande des petites rivières et des ruisseaux qui y affluent. Quand on enserme un fleuve dans un lit factice, entre deux hautes digues, on ne fait que concentrer sur un étroit espace un immense volume d'eau, lequel contient alors une masse énorme de limon. Tout ce limon se dépose sur l'étroit espace que lui offre le lit du fleuve; il ne tarde pas à en exhausser le fond, et à modifier sa pente de la manière la plus défavorable à la marche des eaux vers la mer. On a donc accru d'autant la différence entre la vitesse du fleuve et

celle de ses affluents : on a fait qu'il débite encore moins rapidement qu'il ne reçoit.

M. Duvis rappelle à ce propos l'exemple, vraiment frappant sous ce rapport, des travaux auxquels on a été peu à peu conduit en Italie, en suivant en aveugle le système d'endiguement continu. Selon M. Duvis, la construction des digues ne paraît pas remonter, en Italie, à une époque reculée. L'histoire romaine, qui a gardé le souvenir de tous les grands travaux publics de l'antiquité, ne conserve d'elles aucune trace. M. Duvis place la création de ces digues au temps où le territoire était partagé en un grand nombre de petits États; elles auront été probablement l'ouvrage de petits intérêts circonscrits et rivaux. On construisit d'abord les premières près de l'embouchure des rivières, pour fixer les eaux qui divaguaient sur leur littoral. Mais les eaux chargées de limon eurent bientôt comblé leur lit rétréci par les digues. Le littoral supérieur, appartenant à l'État voisin, vit, à la suite de ces travaux, les inondations se multiplier en raison de la diminution de pente du cours d'eau, et bientôt il jugea nécessaire de se diguer à son tour. C'est ainsi que les digues ont successivement remonté de l'embouchure vers la source; en même temps les plaines, les bassins ont perdu leur écoulement. Aussi la ville de Ferrare voit-elle aujourd'hui le Pô couler à la hauteur de ses toits, et même dans certaines parties du cours du fleuve, les digues se sont peu à peu élevées à la hauteur des clochers des villages qu'elles sont destinées à défendre. Un résultat aussi frappant montre bien à quelles exigences il faut satisfaire quand on s'abandonne d'une manière absolue à un système que l'on ne peut plus considérer que comme l'enfance de l'art hydrographique.

Disons, en terminant, que tous les ingénieurs qui ont fait de l'étude des inondations l'objet particulier de leurs observations et de leurs calculs tels que MM. Polonceau,

Puvis, Surrell et Scipion Gras, sont arrivés à des conclusions très-rapprochées de celles qui sont formulées dans la *Lettre de l'Empereur*. Ils ont tous admis qu'on ne peut retarder l'écoulement des eaux, et prévenir ainsi la formation des courants torrentiels, que par des travaux d'art en forme de barrages exécutés dans tous les cours d'eau sujets à des débordements périodiques, comme on l'a fait au siècle dernier, sur la Loire, en construisant la digue de Pinay.

Par une circonstance fort heureuse, la considération de l'économie est, dans une mesure très-large, tout en faveur des barrages, qui se trouvent dès lors réunir à la fois l'efficacité et l'économie. La digue de Pinay, près de Roanne, n'a coûté que 170 000 francs. Un ancien ingénieur de Montbrison, M. Boulangé, n'évalue pas à plus de 3 400 000 francs la dépense de cinq nouvelles grandes digues et de vingt-quatre barrages à établir sur les affluents de la Loire. Dans les petits torrents qui descendent des montagnes, la construction de chaque barrage, par le système de M. Scipion Gras, n'excéderait pas quelques centaines de francs.

La *Lettre de l'Empereur* ne dit rien du reboisement des montagnes. C'est une question sur laquelle il est bien difficile, en effet, de prendre un parti en ce moment, et surtout d'en faire immédiatement une application pratique. Personne ne met en doute que le reboisement des montagnes ou leur simple gazonnement ne contribuât à diminuer les dangers des inondations en retenant les eaux pendant un temps assez long sur les hauteurs. Une montagne boisée et recouverte, par conséquent, d'une couche de détritits, de mousses, de terre végétale, etc., fait l'office d'une vaste éponge, qui s'imbibe de l'eau des pluies, et ne la restitue que goutte à goutte, en formant lentement des sources. Mais il faut reconnaître aussi que les travaux de reboisement et de regazonnement ne

suffiraient pas pour retarder l'écoulement des pluies torrentielles et apporter au fléau un remède souverain. C'est donc avec raison que la *Lettre de l'Empereur* n'a rien spécifié de particulier sur ce point.

D'ailleurs ce moyen, efficace quoique lent, de préservation, pourrait peut-être s'opérer spontanément, sans le concours de l'État, et par la seule bonne volonté des propriétaires ruraux. C'est ce qu'ont indiqué M. l'ingénieur Surrell dans sa belle *Étude sur les torrents des Alpes*, et M. de Gasparin, dans l'article que nous avons signalé.

Des communes, épouvantées de l'avenir, dit M. Surrell, ont mis quelques quartiers à la réserve. Aussitôt la végétation a repris possession du sol ; l'herbe, les broussailles, les arbustes fourrés ont reparu avec une merveilleuse célérité, et formé ce qu'on appelle des *blaches* dans le pays. Des forêts entières se sont relevées sur le sol des forêts détruites pendant la Révolution, mais que les habitants, mieux inspirés cette fois, avaient soumis de suite au régime forestier. Enfin, sur le même revers des hautes Alpes, les quartiers mis en réserve se distinguent au bout de deux ans des quartiers abandonnés aux troupeaux : les derniers sont nus et ravinsés ; les premiers sont couverts de végétation, le sol s'est raffermi, et les ravins, tapissés de plantes touffues, semblent cicatrisés, comme des plaies sous l'influence d'un remède bienfaisant. Dans les deux quartiers, l'exposition, les pentes, le sol, sont les mêmes ; la mise en réserve seule a tranché la différence.

De son côté, M. Agénor de Gasparin cite à Pomerols, près de Tarascon, une petite montagne absolument semblable, pour la nature du terrain, à la plupart de celles qui l'environnent, et qui néanmoins est boisée, tandis que la chaîne entière des Alpes est privée de végétation. D'où vient cette différence ? De ce que la colline de Pomerols a été entourée d'une clôture et préservée de l'envahissement des brebis. Les genêts, les genévriers, les asphodèles, les thym, les bruyères ont commencé à y prospérer ; le terrain s'est formé graduellement ; les chênes verts, qui existent

partout dans le Midi, mais que la dent des troupeaux maintient à l'état de misérables broussailles, ont pris un développement inattendu ; d'autres essences se sont propagées, et peu à peu, le bois naturel a surgi.

Ainsi, grâce aux mesures simultanément recommandées aux propriétaires par l'un de nos premiers ingénieurs et le plus éminent de nos agronomes, le reboisement des montagnes, avec tous ses avantages pour l'avenir de nos contrées, pourrait se produire spontanément au bout d'un certain intervalle, et concourir ainsi au but vers lequel on s'efforce de diriger aujourd'hui tous les moyens indiqués par la science et l'observation.

Du commentaire auquel nous venons de nous livrer de la *Lettre de l'Empereur*, il résulte que la question a été posée dans ce document remarquable sur son véritable terrain. Tout fait donc espérer que, grâce à l'application pratique des principes et des vues qui s'y trouvent exposés, les populations de nos contrées seront, dans un avenir prochain, mises à l'abri des lamentables catastrophes qui ont marqué d'un triste et funèbre signe l'année 1856.