

PREMIÈRE SÉRIE D'APERCUS
SUR LES
VARIATIONS SÉCULAIRES
DU
RÉGIME DES FLEUVES

Par M. J. FOURNET,

Correspondant de l'Institut,

Professeur à la Faculté des Sciences de Lyon.

*Présenté à l'Académie des Sciences, Belles-Lettres et Arts de Lyon,
dans la séance du 8 janvier 1861.*



Les phénomènes hydrographiques présentent des circonstances tellement diversifiées, qu'il est rare de ne pas voir surgir de leur étude quelques détails intéressants. Indépendamment de leur importance au point de vue de l'irrigation, de la canalisation, de la force motrice, on y trouve encore d'amples données relatives aux théories géologiques, et aux systèmes cosmogoniques. Dès l'établissement de la civilisation, les sages de l'Orient, Bélus le législateur des Assyriens, les prêtres égyptiens, Moïse, les philosophes grecs, puis les savants du moyen-âge, et ensuite les géologues presque contemporains, tous ces penseurs, dis-je, se représentèrent successivement la terre comme une masse informe, couverte d'eau, à tel point que la mer s'élevait au-dessus des plus hautes montagnes. Ils alléguaient surtout, en faveur de leur opinion, les coquilles qu'ils supposaient délaissées par elle, sur ces sommités, lors du dessèchement de notre globe.

Cependant, il s'agissait aussi d'expliquer la disparition de

l'amas océanique, et, à cette occasion, surgirent une foule d'hypothèses dont l'énumération suivante pourra donner une idée.

Les eaux sont susceptibles de se changer en terres. Bernard de Palissy, entre autres, admettait une eau congélative, principe de toute agglomération solide. Son union avec divers éléments métalliques, forme les gemmes, les roches, les bancs calcaires. A côté de la conception précédente, il faut ranger le fluide chaotique de Kirwan, l'eau primitive et créatrice de Wallérius, dont les plus petits éléments terrestres, de même que les plus hautes montagnes, tirent indifféremment leur origine.

Les eaux peuvent se transformer en vapeurs, en airs capables de demeurer suspendus dans l'atmosphère, de flotter dans l'espace, et même de passer en d'autres planètes, de façon qu'elles sont finalement perdues pour nous. De Maillet, allant plus loin, imaginait que la masse terrestre, se rapprochant constamment du soleil, en reçoit une chaleur croissante, par laquelle est déterminée l'évaporation progressive du liquide superficiel. Il lui restait cependant à savoir si cette dispersion sera continue.

Les eaux s'enfouissent dans d'immenses cavités, véritables soufflures internes, d'où elles pourront rejaillir un jour. Leibnitz professait cette idée ; mais déjà antérieurement, les Grecs n'étaient guère embarrassés à cet égard, puisqu'ils croyaient posséder dans l'Attique, dans l'enceinte même du temple de Jupiter olympien, l'ouverture qui engouffra les eaux du Déluge de Deucalion, et ils connaissaient encore d'autres orifices du même genre, établis sur divers points de leur pays.

A l'inverse des théoriciens précédents, des savants plus modérés se contentèrent de supposer que la somme des eaux reste constante et qu'elles se déplacent simplement

selon certains changements de position de l'axe de rotation ou du centre du globe.

Pour d'autres, la distribution du fluide est le seul élément variable du problème. Elle se modifie avec le temps, soit qu'en vertu de la tendance érosive qui lui est propre il se fraie de nouvelles voies, soit que la main de l'homme ouvre à son action des rigoles et des issues qu'il ne possédait pas auparavant.

Enfin les météorologistes ajoutent à ces considérations les modifications qui doivent survenir à la suite des grands défrichements, des travaux destinés à diminuer la superficie occupée par les eaux stagnantes, des opérations qui ont pour objet l'encaissement des fleuves, etc., etc.

Cependant, si la science se contentait de ces spéculations, trop souvent hasardées, on verrait se reproduire indéfiniment des arguments plus ou moins opposés, et l'incertitude demeurerait perpétuellement la même. Dans le but de sortir du champ des vagues hypothèses, les esprits positifs jugèrent à propos de prendre pour base un système de mesures, dont le réseau, étendu peu à peu, devait permettre de résoudre les difficultés qui viennent d'être indiquées. Les savants de l'Allemagne ont déjà publié une première série de résultats, dont quelques-uns sont déduits d'observations soutenues pendant un siècle environ. Ils aboutissent à une conclusion désespérante, en ce sens que la hauteur moyenne des fleuves de leur pays se rapetisse dans une progression sensible, au point que ces courants seront un jour réduits à l'état de minces filets perdus dans les sables et les graviers de leurs lits. D'après les données fournies par l'Oder à Custrin, de 1778 à 1840, et par l'Elbe à Magdebourg, de 1728 à 1840, M. Berghans avance que ces cours d'eau sont dans le cas de perdre leur rang de fleuves navigables. Déjà même, en 1860, dit-il, on ne pourra plus, sur ce dernier, se servir des bateaux employés auparavant, si toutefois la diminution de

son volume continue à s'effectuer suivant la loi observée depuis 1728; puis il ajoute que la quantité des pluies s'est amoindrie dans la même progression. Ce savant est encore arrivé à des appréciations du même genre, relativement au Rhin inférieur, à Emmerich et à Cologne, quoiqu'il fût permis de croire que ce fleuve, dont les sources débouchent des sommités alpines, et dont l'alimentation est fournie par d'immenses glaciers, doit être soustrait à la loi commune. Mais, à son tour, M. le professeur Mérian a démontré que loin d'en être ainsi, le cours d'eau subit, même à la hauteur de Bâle, une décroissance que les moyennes de dix ans en dix ans suffisent pour rendre sensible.

Dans un mémoire récent, M. Glaisher, secrétaire perpétuel de la Société météorologique de Londres, abordant également la question, conclut que la diminution graduelle de la pluie est devenue aussi notable qu'inquiétante. Sa quantité aurait été, par exemple, de 0^m,0444 pour le trimestre d'observations finissant aux derniers jours de juin 1860; tandis que durant les années comprises entre 1854 et 1857, elle atteignait la moyenne de 0^m,6349. Des données fournies par les 40 années écoulées depuis 1815 jusqu'à 1859, il résulterait, en outre, que la quantité d'eau répandue sur la terre n'a pas cessé de décroître suivant une progression alarmante pour les siècles futurs.

Cette raréfaction pluviale lui paraît enfin démontrée par les faits suivants.

De vastes marais établis le long des grands fleuves de l'Angleterre, de l'Allemagne, du Nord-Amérique, et même de la France, se sont desséchés naturellement et par suite de la simple réduction des pluies. D'ailleurs, les tableaux des météorologistes allemands, font voir que le Rhin et le Danube, fleuves si puissants encore, éprouvent cependant chaque année des étiages dont l'effet est d'interrompre leur

navigation plus longtemps qu'anciennement. Le phénomène, dit-il, est non moins clairement prouvé aujourd'hui pour la Tamise. La Seine, la Loire, la Garonne, ne roulent plus vers la mer le même volume d'eau qu'il y a un siècle. L'Oronte, le Tigre et l'Euphrate sont manifestement appauvris. En Amérique, le Niagara laisse à découvert les rochers qu'il masquait jadis en grande partie. Du temps d'Hérodote, comme dix siècles auparavant, les inondations annuelles du Nil étaient beaucoup plus considérables que de nos jours, et M. Glaisher invoque à l'appui de cette indication, les vastes réservoirs, les nombreux canaux creusés par les Pharaons. D'un autre côté, il a été établi par Champollion, par Wilkinson et autres voyageurs, que plusieurs villes, bâties sur les bords du fleuve ou sur ses branches, s'en trouvent aujourd'hui fort éloignées. Et cet écartement, ainsi que cet amoindrissement, ne proviennent pas du déplacement du chenal, mais bien de l'affaiblissement des pluies dans la Nubie et dans les montagnes où le Nil prend naissance. En effet, le docteur Barth a vu des rivières et des torrents alimentés par les mêmes pluies, et dans lesquels, à une certaine époque, l'eau devait couler à pleins bords. Maintenant leurs lits sont taris. M. Hommaire de Hell a expliqué que la mer Noire s'étendait jadis sur une vaste partie de la Russie méridionale et de la Turquie. Bien plus, d'après les récentes observations des géographes autrichiens et russes, tout le territoire situé entre cette mer et la Caspienne fut longtemps enseveli sous leurs ondes. Enfin, pendant la guerre de Crimée, des officiers anglais et français, allant visiter les lieux où fut Troie, ont pu constater, Homère à la main, la disparition de cours d'eau importants, où les héros grecs allaient se baigner. Ces rivières, avec leurs fontaines, sont desséchées, et la plaine est couverte d'un sable aride.

A l'appui de sa théorie, M. Glaisher en invoque une autre

émise par M. Drayson, et suivant laquelle notre globe n'a cessé de grossir depuis les temps primitifs, par suite de la production de la matière organique qui se développe en grande partie aux dépens des eaux. Chaque année la terre se couvre de plantes, d'animaux de tous genres, qui meurent et dont les tiges, les feuilles, les cadavres, les squelettes augmentent les quantités d'humus ou de terre laissées par les années précédentes. Ainsi donc, d'après M. Drayson, la consommation des fluides par tous les êtres organisés, dans les fonctions de la vie, serait la cause simple et naturelle de la diminution graduelle de la pluie, et s'il est vrai, ce qui ne semble pas douteux, que la masse végétale et animale s'accroît, la masse du liquide actuellement existante dans l'atmosphère et sur le globe doit décroître.

Ceci posé, il s'agit d'examiner si ces bases sont irréfragables; et je débute en faisant observer que l'humus n'est en aucune façon un corps stable. Composé en grande partie de carbone, d'hydrogène et d'azote, de même que les matières organiques en général, il est détruit au fur et à mesure de son accumulation, par l'action de l'air qui, aidé du travail des corps vivants, le ramène aux états d'azote, d'acide carbonique, d'hydrogène carboné et d'eau. Assemblage de gaz momentanément solidifiés, il retourne à l'atmosphère dans laquelle ses éléments ont été puisés. Cela est d'ailleurs si vrai, que souvent les plus luxuriantes campagnes sont bientôt stérilisées, au point qu'il faut les charger d'engrais, les colmater, ou bien leur accorder un certain repos pour les rendre de nouveau productives. De même, les squelettes, combinaisons de matières terreuses, rendent incessamment à la terre ce qu'ils lui ont emprunté. Poussières, ils redeviennent poussières, de façon que l'absorption nécessaire par leur formation, n'est qu'un effet temporaire. Ils n'augmentent ni ne diminuent le volume du globe, et je ne

vois dans tout cela qu'un des rôles du *circulus æterni motus*, par lequel la nature rétablit sans cesse ses pondérations, que diverses causes paraissent continuellement troubler.

D'un autre côté, si l'on a pu voir à sec le Simoïs, le Scamandre et les sources de la campagne troyenne, c'est peut-être parce que les lieux ont été visités pendant une époque de sécheresse, et sans nul doute, parce que les études n'ont pas été poussées assez loin. En ceci, je me fonde sur les détails très-précis que renferme l'intéressante relation d'un voyage fait dans la contrée, le 10 novembre 1843, par nos collègues de l'Académie de Lyon, MM. Rey et Chenavard. J'en extrais les passages suivants :

« Nous arrivâmes sur les bords du Simoïs. Ses eaux *étaient*
 « *peu profondes*, et il était facile de le passer à gué; mais
 « sa largeur et la hauteur de ses rives témoignent assez
 « que, au temps *des pluies abondantes ou de la fonte des*
 « *neiges*, ce fleuve s'enfle et doit devenir un torrent qu'on
 « ne saurait traverser autrement que sur les ponts jetés
 « sur son lit. Depuis son embouchure jusqu'àuprès de la
 « ville de Troie, le Simoïs coule dans la plaine. *Son cours*
 « *tranquille* est ombragé par de grands arbres, dont les ra-
 « meaux s'étendent de l'une à l'autre rive. Plus haut, il
 « roule dans les gorges profondes du M^t Ida. Nous le tra-
 « versâmes au-dessus du point où il se réunissait au Sca-
 « mandre, avant que le cours de celui-ci eût été détourné.

« Le Scamandre, moins long et moins rapide que le
 « Simoïs, eut cependant, au temps d'Homère, le privilège
 « de conserver son nom jusqu'à la mer. Au confluent de
 « leurs eaux, le Simoïs perdait le sien. Deux causes ont
 « pu y donner lieu. Le Scamandre est formé par *des sources*
 « *nombreuses qui ne tarissent jamais*, au lieu que le Simoïs,
 « *pendant les ardeurs de l'été, n'est plus qu'un ruisseau*, et
 « les Troyens ont dû avoir pour celui des deux fleuves qui
 « prenait naissance près des murs de leur ville, une affec-

« tion particulière. D'ailleurs ils le croyaient fils de Jupiter.

« Nous allâmes à la recherche des eaux chaudes dont parle
« Homère lorsqu'il dit : « Hector épouvanté, fuyant devant
« Achille, arrive vers les sources du Scamandre, dont l'une
« roule une onde chaude. Là furent construits les beaux et
« vastes bassins de marbre où les femmes des Troyens
« venaient laver leurs vêtements aux jours de paix, avant
« l'arrivée des Grecs.

« Notre guide nous conduisit à un bassin dans lequel se
« jetaient les eaux *d'une source abondante*, sortant comme les
« *sources froides* de dessous des rochers. Des femmes turques
« y lavaient leurs vêtements. Nous reconnûmes, en y plongeant
« la main, que la température se trouvait plus élevée que l'ex-
« térieur ; mais l'impression était peu sensible. Cette partie
« des eaux, après s'être répandue sur une assez large surface
« et avoir formé *une espèce de marais*, se joint aux eaux *des*
« *sources froides, pour couler réunies* dans le Scamandre. »

Enfin, un peu plus tard, nos affectionnés confrères, allant visiter le tombeau de Pénélee, un des chefs de Béotiens, eurent à traverser encore une fois, sur un pont de bois, le Scamandre qui coule dans un canal de 4 mètres de largeur et se jette dans la mer au sud de ce monument.

Il résulte en outre, de quelques renseignements particuliers qui me sont donnés par M. Chenavard, que le Simoïs est guéable pendant la majeure partie de l'année, mais qu'il n'est jamais à sec, et que durant les pluies et les fontes de neige du M^t Ida, on ne peut le traverser que sur les ponts. Son embouchure à l'entrée du canal des Dardanelles, au château d'Asie, a une largeur considérable, et là, il n'est jamais guéable.

Les sources intarissables du Scamandre sont situées au bas de la colline, dont la pente était occupée par la ville de Troie. Mais leurs eaux ne se réunissent plus au Simoïs. Pour le service de son moulin, un pacha les a fait détourner de leur

cours naturel, à la sortie du marais qu'elles forment d'abord. Elles sont reçues dans un canal de 4 mètres de largeur qu'elles remplissent à la hauteur d'environ 1^m,0 et qui, se dirigeant du nord au sud, en sens inverse de la direction primitive, les conduit dans la mer Egée. Ce canal existait déjà en 1784, lorsque M. de Choiseul-Gouffier visita la Troade, et vraisemblablement il est de peu antérieur à cette époque.

Que faut-il actuellement de plus pour démontrer l'erreur dans laquelle sont tombés les officiers français et anglais, sur l'autorité desquels se base M. Glaisher. Non-seulement, les sources chaudes ou froides de la Troade existent encore avec leurs bassins où les femmes turques lavent le linge, comme le faisaient autrefois les femmes troyennes; mais encore le Scamandre et son Simoïs, n'y sont pas réduits à l'état de mythes, malgré les 3000 ans écoulés depuis que cette terre fut arrosée par les larmes d'Hécube et d'Andromaque. Le Scamandre n'a pas été vu parce qu'il n'a pas été cherché là où il est aujourd'hui. Et si j'ai bien compris la portée de ces détails, il ne faut même pas ranger ces rivières dans la classe qui embrasse la grande majorité de celles qui émanent des montagnes lyonnaises, vivaraises, languedociennes, provençales, apennines, espagnoles, algériennes et très probablement nubiennes. Plus ou moins à sec pendant l'été, leurs lits deviennent souvent alors les routes les mieux nivelées et les plus commodes pour circuler dans le pays. Encore le tarissement est-il d'ordinaire purement apparent, car si l'eau ne se montre plus à la surface, il suffit de foncer un trou dans le gravier pour se procurer une excellente boisson fraîche, provenant de la partie de leurs ondes, qu'un étiage, en quelque sorte outrepassé, réduit à l'état de nappe souterraine. D'ailleurs de menues dépressions naturelles suffisent pour produire un effet analogue à celui du trou artificiel en question. L'on y voit des flaques qui, loin d'être stagnantes, coulent

dans le même sens que la rivière lorsqu'elle est dans son plein, disparaissant et reparaisant tour à tour, selon les inégalités du fond perméable qui leur sert de filtre. Mais vienne une pluie, aussitôt un courant superficiel remplacera le régime des saisons sèches, et si les averses sont abondantes, un torrent, souvent dévastateur, démontrera surabondamment combien peu les eaux ont passé dans d'autres globes, combien peu elles se sont lapidifiées.

Passant maintenant aux résultats mentionnés par M. Hommaire de Hell, par les géographes russes et autrichiens, au sujet de la mer Noire et de la Caspienne, je dis qu'ils peuvent s'expliquer tout aussi bien par de légers et insensibles mouvements du sol, que par les effets d'une immense soustraction de la masse du liquide dont le globe a été originairement doté. Les géologues d'à-présent sont assez familiarisés avec ces sortes d'exhaussements et d'abaissements de l'écorce terrestre, provenant de l'influence des forces intérieures, pour ne plus être émerveillés de pareilles modifications. On remarquera d'ailleurs que la Caspienne occupant un espace où ses eaux se maintiennent à 11^m,8 au-dessous de la mer Noire, il est dans l'ordre des choses admissibles que la séparation des deux nappes a été effectuée par une surélévation correspondante à l'affaissement voisin.

Quant aux rochers aujourd'hui apparents de la chute du Niagara, leur visibilité dérive d'une façon tellement naturelle de la structure du pays et des actions de la cascade, qu'il est vraiment inutile de recourir à toute autre explication. Figurons-nous d'abord un dépôt diluvien variant dans son épaisseur entre 10^m et 140^m. Il contient des blocs parfois volumineux, et son ensemble repose sur une couche d'un calcaire très-dur, d'une puissance de 30^m. A son tour, celui-ci est couché horizontalement sur un terrain argileux susceptible d'être facilement désagrégé. Voyons enfin le fleuve S^t-Laurent qui arrive du lac Érié, en coulant sur le plateau

calcaire jusqu'à un endroit d'où un escarpement d'environ 50^m de hauteur l'oblige à tomber à pic sur un autre plateau sous-jacent dont la pente le mène au lac Ontario, et nous aurons tous les éléments nécessaires pour concevoir le phénomène. En effet, l'eau tourbillonnante, attaquant avec furie les argiles inférieures, en détache successivement des parties, de façon que le calcaire sous-miné doit nécessairement ébouler. De là d'abord, la formation d'une échancrure qui, à la suite d'un grand laps de temps, a pu se prolonger en forme de canal, d'environ 15 kilomètres vers l'amont. Les indications des vieillards du pays, témoins du progrès de ces démolitions, permettent d'estimer que cet allongement est d'environ 30^m par siècle. Mais aussi les éboulements qui s'effectuent d'une façon intermittente, par gros quartiers, amènent à penser que les blocs calcaires, visibles aujourd'hui dans l'intérieur des creux, proviennent de chutes récentes dont les produits, superposés à des fragments plus anciennement tombés, doivent naturellement rehausser d'autant le fond du goufre. Dès-lors, ce ne serait pas la diminution de l'eau du St-Laurent qui les mettrait en vue ; mais le fait de leur apparition se trouverait réduit à une simple question de remblais naturels, d'entassements successifs de monolithes.

Toutefois, admettant le cas où cette cause serait déclarée insuffisante, je fais ressortir différemment le rôle des argiles inférieures. Elles peuvent être délayées, non-seulement au pied du précipice, par les chocs bondissant de la cascade, mais encore sur les côtés du canal, par suite de l'écoulement torrentiel qui doit succéder à la chute. En vertu de cette cause, le véritable lit du fleuve, souterrainement étendu, progressivement élargi, laissera la veine liquide s'étaler au lieu de l'obliger à s'exhausser pour satisfaire à la loi d'égal débit, et par suite, l'amas des blocs émergera d'autant plus que les érosions latérales seront davantage amplifiées. On admet d'ailleurs que de profondes excavations de ce genre, invisibles à la sur-

face, existent près de Bellegarde, à la perte du Rhône, dont l'ensemble géologique offre une certaine ressemblance avec celui du Niagara. Au surplus, rien n'empêchant d'admettre, pour celui-ci, la combinaison des deux causes sus-mentionnées, c'est-à-dire l'accumulation des éboulis, en même temps que les corrosions inférieures, on arrive encore plus facilement à se dispenser de faire intervenir la déperdition des eaux du globe pour expliquer les menues particularités de la station.

Les preuves déduites de l'exigüité actuelle des débordements du Nil ne sont pas plus convaincantes que les précédentes. Sans doute les récits faits à Hérodote, par les prêtres égyptiens, permettent de croire que du temps de Menès, qui régnait il y a environ 4000 ans, le pays, depuis Thèbes jusqu'à la mer, c'est-à-dire une étendue de près de sept journées de navigation, n'était qu'un vastemarais, et qu'il devait en être de même pour la partie supérieure de la vallée jusqu'à trois journées en amont de Thèbes. Mais aussi, tout autorise à admettre que le comblement de cet espace a été effectué par les limons du fleuve. En d'autres termes, une partie du territoire de l'Égypte serait *un vrai présent du Nil*, et j'ajoute que des excavations assez profondes, faites dans la vallée, n'ont montré qu'un sol composé de couches alternatives d'argiles et de sables, résidus des inondations périodiques. Des dépôts analogues continuant à s'effectuer de nos jours, tout cet ensemble dut exhausser graduellement les plaines riveraines, en créant un encaissement plus normal, mieux disposé pour la réduction du champ des divagations du Nil. Au surplus, la question s'est compliquée de l'intervention des dunes, venant des déserts latéraux, et dont l'envahissement, tendant à amoindrir le périmètre submersible et cultivable, assujettissait déjà les Pharaons à une lutte énergique pour la conservation de leur domaine. En résumé, rien ne prouve que le Nil est moins puissant actuellement qu'il ne l'a été autrefois. Par contre, on découvre de toutes parts les indices d'un changement gra-

duel dans la configuration du bassin, occasionné tant par les alluvions que par les ensablements. Et comme il suffit de modifications très-légères dans la forme d'un lit pour altérer le déploiement d'une nappe d'eau, on est en droit d'expliquer l'utilité des barrages transversaux, construits par les pachas actuels, en vue d'assurer la fécondation du sol, sans recourir à la thèse très-discutable de l'appauvrissement du fleuve. Au surplus, Hérodote généralisait ses vues au sujet des atterrissements, en étendant leur rôle à la formation de l'isthme de Suez, à celle des plaines du Méandre, de Theutrame, d'Ephèse et des alentours de Troie, de sorte que l'on voit reparaître sous une forme nouvelle la question déjà discutée du Scamandre et du Simois.

De ce que de vastes espaces, anciennement couverts d'eaux stagnantes, et établis le long des fleuves de l'Angleterre, de l'Allemagne, du Nord-Amérique et même de la France, se seraient spontanément desséchés, je n'oserais pas affirmer que c'est par suite de la simple réduction des pluies. Le Rhône en particulier, au milieu des grandes plaines de la Provence et du Languedoc, était garni de pareils marécages. Mais le fleuve déborde, sinon régulièrement comme d'autres, du moins assez souvent pour que les effets aient pu être étudiés soigneusement. Une longue expérience a même démontré aux riverains que ses limons, habituellement désignés sous le nom de *créments*, sont très-fertiles, de sorte qu'à l'époque récente, où il fut question d'endiguer le fleuve sur ces étendues, de vives oppositions survinrent à l'encontre des projets, et il fallut songer à combiner les travaux de façon à ne pas les rendre nuisibles à l'agriculture. Eh bien ! ces créments ont dû nécessairement, avec le temps, s'accumuler dans les concavités submersibles, pour les amener enfin à l'état de surfaces cultivables, les plus riches, les plus productives de la contrée, telles que nous les connaissons actuellement. Ce remblai, comme celui du Nil, est donc bien déci-

dément un *présent* du fleuve, un effet de ses exubérances, loin d'être celui de son tarissement. Allant au-delà, je rappelle que la Saône jouit de propriétés analogues, en ce sens que les prairies riveraines, sujettes aux inondations, sont plus recherchées que les autres. Non-seulement la rivière y dépose ses créments fécondants, mais encore, elle élève le long de ses rives de véritables chaussées qui laissent entre elles et les collines plus ou moins reculées, les espaces légèrement déprimés, occupés par les prés, qu'elle colmate insensiblement. Ces chaussées, qualifiées du titre de hautes-berges, seront étudiées dans une autre occasion. Il suffit pour le moment d'avoir indiqué leur existence et le mécanisme de leur formation.

J'ignore sur quelles bases l'on s'appuie pour établir d'une manière positive que les débits de la Seine, de la Loire, de la Garonne se sont réduits depuis un siècle. « L'expérience, « dit M. Berghaus, a démontré que le batelage sur les cours « d'eau de la zone tempérée de l'ancien continent, et spé- « cialement de l'Europe, devient plus pénible d'année en « année. Les plaintes, à ce sujet, retentissent depuis le « littoral atlantique de la France jusque dans la Sibérie. « Ces difficultés ont été attribuées aux ensablements des « rivières et parfois aussi à l'amointrissement des débits. « En tout cas, on n'a nulle part indiqué les époques aux- « quelles ces inconvénients ont commencé à se faire sentir. »

On le voit, cette indication du savant géographe allemand est beaucoup moins explicite que celle de M. Glaisher. Pour ma part, je me demande si le mal dont on se préoccupe ne serait pas, en grande partie, le résultat des mouvements commerciaux. Ils exigent de jour en jour plus de célérité, et par conséquent des voies moins embarrassées. Ils réclament en même temps des bateaux plus vastes, ayant plus de tirant-d'eau, et à cet égard, les agrandissements successifs de la belle flotte lyonnaise peuvent donner la mesure de ces pré-

tentions. En 1829, le *Pionnier* faisait ses premiers essais fructueux sur le fleuve, et déjà en 1842, celui-ci portait 28 autres bateaux à vapeur. En 1846, le nombre montait à 40. En 1850, ils étaient arrivés au chiffre de 54, mus par une force de 7680 chevaux. Ils atteignaient des longueurs de 100, 120 et 133^m, qui leur permettaient de recevoir des charges de 600 tonnes. D'ailleurs, le total des bâtiments destinés à la navigation du Rhône et de la Saône s'élevait à 80, avec une force de 9,630 chevaux. On le voit, c'était quelque chose dont Lyon pouvait s'enorgueillir, tout en l'autorisant à demander des assainissements du lit. Actuellement, la protection accordée aux chemins de fer a porté une bonne partie de cette flotte sur le Danube, et Lyon se plaint encore, proteste, à tort ou à raison, contre l'état d'abandon de son fleuve, dans l'espoir de voir rétablir sa florissante batellerie à vapeur, qui jouerait le rôle de frein modérateur à l'égard des tendances de la voie ferrée; mais nulle part, je n'ai entendu articuler un soupçon au sujet de la déperdition de ses eaux.

Je suppose encore que les réclamations dérivent de travaux incomplets ou défectueux qui, jetant la perturbation dans l'ancien régime d'un fleuve, lui en substituent un qui reste anomal, au moins pour tout le temps nécessaire à l'établissement d'un nouvel équilibre. C'est du moins ce que prétendent souvent les mariniers, gens compétents dans la partie. Je puis, à cet égard, mentionner ceux qui s'effectuaient à l'époque où mon père était Ingénieur en chef des ponts et chaussées à Colmar. Vers 1814 et après, les ingénieurs badois s'attachaient à couper certains bras du Rhin, pour rejeter son courant sur la rive française. Il ne tardait pas à l'attaquer avec furie. Nos digues étaient bientôt rompues; des hectares entiers de champs cultivés s'englouissaient sous les yeux de la population alarmée. Schalampé, Bantzenheim et autres villages étaient menacés de la des-

truction. Pour s'opposer à ces désastres, il fallait immédiatement, avec des fascines, construire des éperons établis de manière à faire ricocher le fleuve sur le barrage badois qui ne tardait pas à être emporté, grâce, d'une part, aux combinaisons calculées, et de l'autre, au travail de nos énergiques hommes de rivière. A leur tour, les Badois avaient à souffrir. Par de nouveaux travaux, ils renvoyaient la masse de l'eau contre le territoire français, et la lutte continuait. Vainement mon père entreprit de faire comprendre que l'on se faisait réciproquement du tort, sans profit aucun, qu'il était préférable d'opérer d'un commun accord. Alors, sous le coup de nos désastres, nous étions les vaincus et accueillis comme tels. Mains naufrages, avec hommes et femmes noyés, les entraves commerciales, furent la conséquence des continuelles perturbations du fleuve, des changements de son chenal, de la rupture des digues, de la rencontre des fascinages délabrés, des ensablements, fruits des attaques des Badois. Plusieurs années perdues en ce genre de guerre qui, sans être politique, offrait néanmoins un caractère déplorable, amenèrent enfin un peu de mansuétude chez nos voisins, et dès-lors les gouvernements respectifs se concertèrent pour la création d'une commission mixte, ayant pour objet les études à faire, de part et d'autre, pour l'amélioration du régime du fleuve.

Ce que j'ai dit du Rhin est applicable, sauf l'excès du mal, à toutes les rivières de la France et probablement de l'étranger, et il serait facile de fournir des preuves à l'appui de cette assertion, sans m'écarter du bassin du Rhône. Ici, c'est l'établissement d'un pont qui fait dévier le courant. Ailleurs, la coupure d'un bras rejette le fil de l'eau dans une direction inattendue. Plus loin, ce sont des digues décousues qui produisent les effets dont les bateliers ont à se plaindre. Pour la Saône, on comprit bientôt la nécessité d'une direction suprême. Elle fut confiée à M. l'ingénieur en chef

Laval qui, en 1838, dressa les premiers projets de modification de tous les passages défectueux jusqu'à Chalon, et amena cette belle amélioration dont Lyon se félicite. Enfin les calamités de 1856 déterminèrent l'Empereur à étendre le bienfait à tous les fleuves de notre patrie, bienfait dont les effets se développeront successivement.

En exposant ces faits, je n'entends d'ailleurs critiquer personne. Attaché moi-même, et depuis ma jeunesse, à des travaux qui, sous un autre nom, n'en ont pas moins le caractère de l'utilité publique, une rude expérience ne m'a que trop largement appris à connaître les causes d'hésitation en vertu desquelles les tendances individuelles les plus logiques se trouvent paralysées. J'admets donc simplement que, faute de pouvoir opérer pour le mieux, chacun dut se contenter de pourvoir aux besoins les plus pressants, quitte à ajourner l'exécution de ses vues d'ensemble, quitte encore, lorsqu'il n'a pu les réaliser, à les transmettre à un successeur plus heureux, uniquement en ce sens qu'il sera placé dans de meilleures conditions. Après tout, la pratique du monde fait bientôt comprendre pourquoi les idées simples sont si longues à fructifier.

Je ne regarde pas les données de M. Berghaus, au sujet de l'Oder, de l'Elbe et du Rhin, comme étant à l'abri de tout soupçon d'exagération. D'abord l'époque critique de 1860 est arrivée sans qu'aucune relation ait fait savoir qu'il a fallu changer les dimensions des bateaux qui servaient jadis à la navigation de ces fleuves. En consultant le travail de ce savant, je vois bien qu'il s'est assuré que les zéros de leurs échelles fluviométriques n'ont pas été déplacés ; mais il n'indique pas si l'on a laissé ces cours d'eau dans leur ancien état, et, à cet égard, il eut été à propos d'examiner entre autres, si des endiguements n'en ont pas graduellement modifié le régime primitif. Ces levées ayant habituellement pour but de contenir les eaux des crues dans les espaces moins larges,

augmentent leur vitesse. Dès-lors, la masse liquide réagissant énergiquement sur son lit, l'excave de manière qu'elle ne peut plus atteindre son ancienne hauteur moyenne. En un mot, le fond se trouvant abaissé, l'effet correspond à un exhaussement du zéro destiné à indiquer l'étiage. Par suite, les mesures se trouvent faussées, et je me demande si tel ne serait pas le cas des fleuves sus-mentionnés. A l'égard de l'Elbe en particulier, je puis me montrer plus explicite en rapportant ici les renseignements que je viens de recevoir de M. le baron de Beust, directeur-général des mines de la Saxe et savant géologue, dont les travaux ont jeté le plus grand jour sur la difficile question de la structure des filons de son pays. Informé des résultats auxquels j'arrive pour le Rhône, il m'écrit : « Je ne puis pas vous donner une réponse relativement à l'Oder ; mais quant à l'Elbe, je crois qu'il n'y a aucune raison qui soit de nature à faire admettre une dessiccation progressive. La navigation est simplement gênée par les graviers provenant de la désagrégation des grès de la Suisse-Saxonne. Dans ce moment même, le gouvernement soumet aux chambres un projet général, de grands travaux destinés à améliorer le lit de ce fleuve, ce qui ne se ferait pas dans le cas où l'on aurait des doutes au sujet de l'avenir de sa navigation. »

Ces aperçus m'amènent naturellement à m'occuper des éléments fournis par le Rhin, d'après M. Mérian. Des calculs, exposés en 1859 (*Mém. de la Soc. de Bâle*), l'ont conduit à constater les décroissances décennales suivantes, pour 30 années, et relativement à une échelle dont le zéro est indépendant de l'étiage :

1 ^{re} Période.	Moyenne.	2 ^{me} Période.	Moyenne.	3 ^{me} Période.	Moyenne.
1809 à 1818. . .	2 ^m , 062	1819 à 1828. . .	1,942	1829 à 1858. . .	1,859
Moyenne générale. . . . 1 ^m ,9542.					
Différence entre la plus ancienne et la plus récente période. . 0 ^m , 205.					

Cette dernière donnée rendant incontestable la perte de hauteur pour la durée admise, le judicieux géologue a d'abord posé en fait qu'en vertu de la constitution du sol, le lit du fleuve, à Bâle, est à peu près incapable d'être modifié, et surtout d'être approfondi en si peu de temps. Observant d'ailleurs l'irrégularité de la baisse, il regarde comme admissible l'idée de la production du phénomène sous l'influence de l'établissement d'une première période très-pluvieuse, mais suivie de périodes plus sèches. Alors les sources des affluents se seraient amoindries, et le fleuve aurait subi les effets de cette réduction purement momentanée. « Cette présomption, ajoute-t-il, est d'autant plus probable que la pénurie se manifeste surtout sur le régime estival, qui dépend en grande partie de la fusion des neiges alpines. Toutefois, à côté de ces causes temporaires, il en est de plus constantes; elles sont liées à la destruction des forêts qui avance rapidement depuis une trentaine d'années, et peut-être aussi à la mise en culture des friches, en ce sens que la terre végétale, rendue généralement plus poreuse, soustrait aux rivières une plus grande quantité d'eau qu'auparavant. »

J'observe, à mon tour, que ces indications sont sans doute fort importantes, mais par cela même elles provoquent une plus ample discussion. Ainsi les calculs faits à l'égard du Rhône, à Lyon, et dont les résultats au point de vue actuel viendront un peu plus loin, tendent à établir que la période sèche dont se préoccupe M. Mérian, s'est prolongée dans notre ville au moins jusqu'en 1836, à peu près comme à Bâle, et qu'ensuite commencèrent les pluies qui ont ramené l'eau dans le Rhône, tout comme elles ont régénéré très-probablement le Rhin, l'Oder et l'Elbe, puisque la redoutable date de 1860 s'est passée sans encombre pour la navigation. Après cela, si le Rhin est invariable à Bâle, bien certainement il ne l'a pas été en aval pendant la majeure partie du temps qu'embrassent les calculs de M. Mérian.

Ayant expliqué tout à l'heure les causes de ces désordres, il reste à savoir si tant de perturbations n'ont pas amené une modification dans un remou qui, en des temps plus paisibles, pouvait se faire sentir jusqu'à la hauteur de la ville. En tout cas, la question étant susceptible de se présenter sous des formes très-complexes, je n'hésite pas à donner un nouvel exemple, de nature à mettre en plus parfaite évidence l'influence que les travaux peuvent exercer sur la position du zéro des échelles.

Vers 1830, le paternel Gouvernement piémontais encaissait l'Isère dans la Tarentaise pour gagner à la Savoie une énorme quantité de terres vagues, assujetties aux ravages de la rivière. Cette belle opération, vigoureusement conduite, produisit sur l'étendue endiguée l'effet ordinaire, c'est-à-dire qu'il occasionna le déplacement de masses de graviers. Ceux-ci arrivèrent successivement dans le Grésivaudan, où les précautions correspondantes n'ayant pas été prises, on vit bientôt cette riche section française de la vallée, envahie par les eaux, perdre une partie de ses qualités premières. D'ânières plaintes se firent entendre, comme de raison. Je n'ai pas à m'en occuper; mais je pose en fait qu'un cours d'eau dont le lit s'abaisse à l'amont et s'exhausse en aval, n'est nullement susceptible d'être classé au rang de ceux auxquels on attribue diminution de volume, d'après une échelle fixe. J'imagine de plus, que des accidents du même ordre ayant pu se produire sur une partie des fleuves cités à l'appui de l'hypothèse du tarissement général, les indications de leurs échelles réclament une critique soignée, avant d'être admises au rang des éléments démonstratifs.

Jusqu'en 1855, terme de mes calculs, le Rhône, à Lyon, a été laissé dans un état suffisamment brut pour ne laisser entrevoir aucune modification appréciable dans son régime séculaire. La prise d'eau du canal romain de Neyron, en amont de la ville, pouvait encore fonctionner de même qu'à l'époque de

sa création. Entre les quais de la cité, les bases des piles du pont de la Guillotière n'étaient pas déchaussées, et les quartiers anciennement sujets à la submersion, lors des débordements, avaient conservé leurs propriétés naturelles. En tout cas, les travaux de Perrache et autres, n'ayant pas notablement modifié cette situation, je crois que l'on peut accorder une certaine confiance aux observations faites journellement à l'échelle du pont Morand, depuis 1826. Eh bien ! leurs moyennes calculées par périodes décennales conduisent aux résultats suivants :

1 ^{re} Période.	Hauteur.	2 ^{me} Période.	Hauteur.	3 ^{me} Période.	Hauteur.
1825 à 1835....	1,19	1836 à 1845....	1,34	1846 à 1855....	1,50
Moyenne des 50 années....					
1,28.					

Il suit de là que notre fleuve ne montre pas les indices de la rapide diminution admise pour les fleuves du nord de l'Europe, et ce fait, considéré d'un point de vue plus général, pourrait être mentionné à l'encontre des idées au sujet de la dégénérescence de nos climats. J'ajoute même que cette persistance du Rhône s'étant manifestée à une époque où des déboisements très-actifs ont été effectués dans les Alpes du Valais, tant par la hache que par l'incendie, et malgré les lois les plus sévères en faveur de la conservation des forêts, il faut croire que leur destruction n'est pas toujours aussi préjudiciable qu'on le suppose, d'après les observations faites dans d'autres régions montagneuses. En cela, il convient de tenir compte du climat et même de la nature des roches qui, selon les cas, peuvent se dénuder complètement et sans remède, contrairement à ce qui arrive pour d'autres, aux dépens desquelles la terre végétale, ainsi que la végétation, se régénèrent avec une certaine facilité. Considérant toutefois que la durée de 50 années n'est qu'un trop minime apport dans la balance météorologique, j'ai eu soin de me servir de données séculaires, à l'aide desquelles j'espère

pouvoir démontrer, d'une manière bien autrement large, l'exagération de certains principes hydrologiques et météorologiques en général. Elles seront publiées successivement.

Pour le moment, je termine en faisant remarquer que le tracé des courbes de MM. Berghaus, Mérian, et des miennes, aboutit à mettre en évidence un certain synchronisme entre les hausses et les baisses des divers cours d'eau. Il démontre par cela même, et à sa manière, la grande extension des phénomènes météorologiques, puisque ces oscillations s'étendent des rives de l'Elbe et de l'Oder à celles du Rhin à Bâle. D'ailleurs, ma courbe n'étant, pour ainsi dire, que le prolongement naturel de celle de M. Mérian, on comprend immédiatement que les autres fleuves ont dû subir également les effets indiqués par le Rhône. C'est-à-dire qu'ils éprouvent à présent une hausse correspondant à celle de notre fleuve, hausse qui d'ailleurs n'est que le résultat déjà mentionné de l'abondance des pluies depuis quelques années. Toutefois, il serait intéressant de voir confirmer ces indications par les moyennes d'autres cours d'eau. Aucun fleuve, si ce n'est peut-être le Danube à Vienne, et la Seine, ne possède, dit-on, des observations aussi soutenues que le sont celles de l'Elbe. Il s'agit donc de voir utiliser les éléments de la capitale, et il faut espérer que la Commission hydrométrique de Paris, à l'instar de celle de Lyon, s'empressera d'accorder cette légitime satisfaction aux amis de la science.

NOTA. La planche ci-jointe, embrassant l'ensemble des résultats numériques mentionnés dans le cours du travail, suffira pour mettre en évidence la portée des assertions auxquelles ils ont donné lieu.

Eaux moyennes du Rhin, de l'Elbe, de l'Oder et du Rhône, de 10 en 10 ans, d'après MM. Berghaus, Mérian et Fournet.

