

**Zeitschrift:** Bulletins des séances de la Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Herausgeber:** Société Vaudoise des Sciences Naturelles  
**Band:** 7 (1860-1863)  
**Heft:** 48

**Artikel:** Rapport sur l'état de la baie de Clarens et sur les moyens de l'améliorer  
**Autor:** Chavannes, F.-G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-253494>

#### Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. [Mehr erfahren](#)

#### Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. [En savoir plus](#)

#### Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. [Find out more](#)

**Download PDF:** 22.02.2026

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

## RAPPORT SUR L'ÉTAT DE LA BAIE DE CLARENS et sur les moyens de l'améliorer.

Par Mr F.-G. CHAVANNES,  
ingénieur civil.

### I

#### L'ÉTAT ACTUEL DU TORRENT ET SES CONSÉQUENCES.

*Le bassin.* — La baie de Clarens est un petit torrent, qui prend ses sources entre les montagnes des Pleiades, du Folly, d'Orgeraux et du Cubli. Son bassin de réception, quoique n'ayant pas plus d'une lieue carrée, fournit momentanément un volume d'eau effrayant, par suite de la forte inclinaison des pentes, de la manière dont elles sont disposées et de la nature peu perméable du sol. Il a en effet une forme presque circulaire, et la réunion des petits cours d'eau formant le torrent est très voisine du centre du bassin. Dans les moments de forte pluie, toute une averse vient se concentrer sur ce point et part de là sous la forme d'une onde puissante pour rouler jusqu'au lac.

La partie supérieure du torrent est donc formée par une patte d'oie de petits cours d'eau, qui se réunissent en amont de Saumont. Les deux principaux sont la baie de Clarens proprement dite, qui passe aux bains de l'Alliaz, réunit les eaux du versant nord-est des Pleiades, du versant sud-ouest du Folly; et le ruisseau adversant qui rassemble les égoûts du versant sud-ouest de la chaîne d'Orgevaux et d'une partie du Mont Cubli. Ces deux branches, quelques autres plus petites et leurs affluents secondaires sont des ruisseaux profondément encaissés, à pentes très fortes, ayant une tendance marquée à affouiller, mais qui, sauf sur quelques points, n'ont pu commettre de dégradations importantes dans leurs berges, grâce à la végétation forestière puissante qui les entoure de toutes parts. Les galets qu'ils ont entraînés sont cependant la cause première des ravinements de Saumont et des désastres dont la plaine a souffert autour de l'embouchure du torrent.

*Le lit d'écoulement.* — De Saumont jusqu'à Brent le torrent coule de l'est à l'ouest dans un lit profondément encaissé, formant de nombreux zigs-zags, ce parcours, d'environ 6500 pieds de long à vol d'oiseau a été le théâtre de ravinements nombreux. Les plus considérables sont ceux de Saumont, en aval de la réunion du ruisseau adversant et de la baie de Clarens. Là le torrent coule le long d'un dépôt de galets, de sable et de rocs en pièces, qui forme un sol très affouillable aussitôt que la végétation forestière ne l'enlace plus par

ses nombreuses racines. Ce dépôt, à nu sur une hauteur de près de 200 pieds, a été comme scié à la base par le torrent et s'éboule par tranches verticales. Un vaste espace a été privé de végétation, et avant que les plantes aient pu s'y reproduire l'eau du ciel a raviné, la gelée a soulevé la surface du terrain, la pluie a enlevé ce que la gelée avait ameubli, et le sol a été mis dans un état de mouvement lent et constant. Il ne peut plus se développer là que des mousses et d'autres végétaux éphémères, qui ont le temps de germer, de croître et de périr pendant que la motte qui les porte se débite et glisse lentement dans l'abîme. De bons pâturages partent ainsi tranches après tranches, et le découragement des propriétaires riverains est tel qu'en automne ils prennent le gazon et la terre végétale de la tranche que l'hiver enmènera afin de les utiliser comme engrais sur la partie de la propriété dont le torrent leur laisse encore l'usufruit. Une grande partie du parcours de Saumont jusqu'à Brent est encore saine, mais ce qui a lieu en Saumont tend à se produire partout où la constitution géologique du sol n'y apporte pas une impossibilité.

*Délaissés.* — De Brent à Tavel sous le château du Châtelard le torrent coule dans un lit très large dont il n'occupe qu'une faible partie. Il y dépose et affouille alternativement, change son lit et bien que généralement il respecte ses berges proprement dites, il occupe là beaucoup trop d'espace et ces vastes lits délaissés et incultes, qui pourraient obtenir une grande valeur sont une source de dangers pour la plaine. En effet dans les petites crues ils servent de dépôts aux galets venus d'amont, que le torrent élargi ne peut entraîner plus loin, dans les grandes crues, le torrent reprend ce qu'il avait déposé et en augmente sa masse dans les moments dangereux. Ces délaissés occupent un espace d'environ 5000 pieds de long sur une largeur variable qui atteint jusqu'à 200 pieds, leur direction presque rectiligne va du nord au sud.

*Le cône.* — De Tavel au lac le torrent coule sur l'arête culminante de son cône de déjection, la pente y est considérable et il est maintenu par des digues depuis le pont du chemin de fer de l'Ouest jusqu'au lac. De Tavel au pont de l'Ouest, on trouve à droite une berge rocheuse et élevée, à gauche une ancienne digue construite par les Bernois. Le lit est large, le torrent s'y déplace souvent, on y voit encore quelques vestiges des travaux de colmatage et d'endiguement exécutés par M. Wenzel. Du pont de l'Ouest au lac on a établi deux digues parallèles sur la majeure partie de leur longueur et comme la pente du torrent est très forte, pour diminuer les chances d'affouillement, on a établi de distance en distance de petites chutes précédées et suivies de radvers en maçonnerie. Ces radvers ne sont point continus et d'assez grandes longueurs du lit sont laissées sans défense, mais cependant le fond ne paraît avoir été attaqué nulle part. Les digues en maçonnerie et les radvers donnent au lit une section

trapézoïdale à fond légèrement concave , cette section s'écarte beaucoup du demi-cercle. Juste en amont du pont sur la route de première classe de Vevey à Villeneuve , on a adopté une disposition assez singulière pour les digues. Le chenal est brusquement porté à une largeur à peu près triple et raccordé aux parties étroites des digues par des murs en pans coupés ; cela forme un bassin octogonal un peu allongé. Il ne m'a pas été possible de me rendre un compte satisfaisant de cette disposition , qui du reste n'a pas entraîné d'accidents. Le torrent entre dans ce bassin par une petite chute , qui jointe à l'effet de l'élargissement et du rétrécissement brusque, produit une diminution de vitesse assez considérable , il doit donc se former des dépôts et un exhaussement du lit , cependant je n'ai pu observer aucun effet de ce genre, ce qui tient peut-être à ce qu'on les enlève au fur et à mesure. Le lit se termine vers le lac par une petite chute qui, comme les autres se fait par dessus un mur vertical concave, appareillé comme une voûte ayant son extrados tourné contre amont. Cette chute est précédée d'un radier et le torrent tombe sur l'amas croissant de ses dépôts.

*Une crue des eaux.* — Supposons maintenant que nous soyons à l'Alliaz au commencement du printemps, la terre étant encore couverte d'une couche de neige. Il ne reste pas de neige sur les berges, leur pente étant très forte, et nous voyons que toute la partie du sol, que les alternatives de gelée et de dégel ont atteinte , est molle que les caillous sont peu retenus et qu'une force bien faible produira une érosion. Le vent du Midi souffle, la pluie tombe abondante et chaude pour la saison, les ruisseaux s'enflent. Descendons le cours d'eau jusqu'en Saumont nous allons voir les causes des ravinements. Tous les affluents grossissent à vue d'œil, ils entraînent une eau bourbeuse, roulent des bois morts, des sables, des graviers, des galets et des rocs détachés par la gelée. En amont des ravins de Saumont, cette masse à moitié liquide trouve un lit plus large, une pente plus faible ; elle diminue de vitesse, un dépôt se forme , quelques gros rocs s'arrêtent, des bois morts s'y accrochent ; la vitesse du courant diminue encore, le galet, le gravier et le sable déposent, une digue se forme, et le torrent gonfle derrière. L'eau débouche, et, se frayant un passage suivant la ligne de moindre résistance , s'ouvre un lit nouveau. Supposons que ce lit se forme au pied d'un terrain boisé il y aura deux alternatives. Si les arbres sont bien enracinés et prennent jusqu'au bord de l'eau ; celle-ci , qui au moment de la rupture n'a qu'une faible vitesse, sera ralentie encore, les arbris-seaux seront couchés, les plantes herbacées enterrées sous le gravier et là s'arrêtera le dommage. Mais si entre les arbres et l'eau se trouve une berge nue et affouillable, au moment de la débâcle l'eau creusera au pied de la berge, celle-ci surplombera, s'éboulera, les arbres et les débris feront de nouveaux barrages, et une débâcle en

amenant une autre, il se formera peu à peu une berge nue, rapide, élevée et affouillable. Voilà le principe des ravins de Saumont.

Cette berge sera dans toutes les saisons exposée à de nouveaux dégâts ; chaque hiver elle sera sarclée par la gelée, chaque fonte des neiges enlèvera la terre ameublie, les chaleurs de l'été fendilleront le sol et les pluies d'orage le laveront et le creuseront. Les éboulements succéderont aux éboulements, la végétation disparaîtra et si le travail de l'homme n'intervient, la limite de cet état de choses sera le recul de l'excavation jusqu'à des roches résistantes, ou son augmentation jusqu'à ce que les pentes soient assez faibles pour que l'eau tende à y déposer plutôt qu'à y creuser. Dans l'un et l'autre cas, il y a ruine des propriétaires riverains et des montagnes de déblai à transporter par les eaux. Le transport des terres par le torrent est loin d'être gratuit.

Continuons à observer le long du torrent gonflé. En Saumont il a reçu un énorme supplément de boue, de graviers et de rocs ; toute cette masse s'avance par un mouvement rapide et irrégulier dans le lit tortueux. Tout ce parcours se fait par une succession de barrages et de débacles, quelquefois le barrage est ouvert et n'est presque pas enlevé, quelquefois des restes de dépôt d'une crue précédente sont enlevés et s'ajoutent au flot déjà si lourd. Tout ce travail fait courir les plus grands dangers aux berges, dont quelques points sont toujours attaqués au moment des débacles.

Sur les délaissés de Brent jusqu'aux endiguements les phénomènes de la crue offriront deux alternatives, si elle est faible il y aura dépôt si elle est forte entraînement. Supposons ce dernier cas, la masse venue d'amont, augmentée de tout ce qu'elle peut prendre dans ces dépôts, vient se précipiter dans les digues.

Si ces travaux sont ce qu'ils doivent être, le tout arrivera au lac, sans affouiller ni déposer et viendra seulement grossir le delta croissant du torrent. Après un laps de temps plus ou moins long il faudra prolonger le lit artificiel du torrent sans pouvoir augmenter la chute, cela causera des dépôts et un exhaussement du lit. On sera obligé d'exhausser les digues et enfin on sera exposé à des ruptures fréquentes avec la circonstance aggravante, que le lit du torrent sera bien plus élevé que le niveau général de son delta et que les inondations atteindront un maximum d'effet destructeur.

Mais si ce que nous n'avons pas lieu de supposer, les travaux d'endiguements sont défectueux, deux cas se présentent. Ou la pente du lit est trop faible et il y aura dépôt, formation d'un barrage, puis débordement par dessus les digues, affouillement par derrière, rupture et inondation ; si ce maximum de désastre n'arrive pas, il y aura dépôt et exhaussement du lit avec les conséquences décrites ci-dessus. Si au contraire la pente est trop forte pour la manière dont le fond du lit est défendu, il y aura affouillement, chute des digues dans les cavités produites, barrage et inondation.

En résumé, nous avons en étudiant une crue fait des observations qui nous conduisent aux conclusions suivantes :

**1<sup>o</sup>** Dans l'état actuel le torrent ruine la montagne et en roule les débris sur la plaine.

**2<sup>o</sup>** Tant que ce transport de matériaux continue les meilleures défenses contre l'inondation de la plaine sont un palliatif coûteux qui ne fait qu'ajourner les conséquences du mal en tendant à les agraver.

#### **Sur la baie de Clarens.**

## II

### DES MOYENS A EMPLOYER POUR RÉGULARISER LES ALLURES DU TORRENT ET PROTÉGER SES BERGES.

*Considérations générales.* — L'idéal d'un cours d'eau régulier, au point de vue de l'ingénieur, est un cours d'eau dont le lit est invariable de forme et de direction. Pour cela il faut en premier lieu que sur chaque point du parcours, la vitesse de l'eau soit inférieure à celle qui produirait un frottement suffisant pour vaincre la cohésion du sol, sur le point considéré; c'est-à-dire pour affouiller. Il faut en second lieu que la vitesse de l'eau soit sur chaque point, supérieure à celle qui permet aux matières en suspension dans l'eau, de se déposer, c'est-à-dire d'exhausser le lit : ou, sur un point déterminé ce qui produit un barrage; ou sur une certaine longueur ce qui remplit et déplace le lit.

Il suit de là que ces limites de la vitesse offrent des variations très considérables. En effet, dans un lit naturel ou artificiel ayant une grande cohésion, la vitesse peut devenir très considérable, celle d'une chute verticale par exemple, sans cependant devenir capable d'affouiller ; dans un lit naturel ou artificiel ayant un fond uni et une forme semi-circulaire les frottements deviennent minimes et la vitesse peut devenir très faible sans que pour cela il y ait dépôt. Les limites de vitesse ne sont donc pas des constantes mais un rapport entre le maximum de vitesse et la cohésion du sol entre le minimum de vitesse et la résistance offerte par le lit à l'écoulement de l'eau et au passage des alluvions.

Corriger un cours d'eau c'est faire naître et y maintenir cet état d'équilibre entre la puissance destructive du courant et la résistance du lit, entre la puissance de transport de l'eau et les résistances à l'écoulement; en tenant compte de la quantité et de la nature de la matière à charrier. L'accomplissement de la première de ces conditions diminue naturellement beaucoup la masse de matière à charrié et surtout le volume des objets roulés et rend ainsi facile d'obtenir la deuxième condition d'équilibre.

Cependant le premier travail doit être de prévenir la chute dans le torrent ou dans ses affluents de toutes les matières qui peuvent l'obstruer et augmenter le volume à transporter par les eaux.

Enfin il faut que les moyens employés ne causent qu'un minimum de dépense et que ce minimum lui-même soit proportionné aux gains que l'on doit obtenir par la correction.

*Matières entraînées.* — Les matières entraînées proviennent de l'action des petits ruisseaux qui creusent sur une faible échelle, du ravinement des berges dégradées et enfin de l'affouillement proprement dit du torrent ou de ses principaux affluents.

*Déblai des ruisselets.* — La première de ces causes de production de déblai est insignifiante et d'ailleurs généralement chaque propriétaire lutte contre ce creusement pour éviter la dégradation de sa propriété. Lorsque tous les ruisselets d'une localité creusent trop, cela indique que les pentes sur lesquelles ils coulent doivent, soit à cause de leur nature soit à cause de leur inclination, être reboisées. La question tombe dans le domaine de la sylviculture et cesse de regarder l'ingénieur. Nous ne nous y arrêterons donc pas autrement que pour remarquer que cette production de déblai, ne peut être que diminuée, qu'elle subsistera tant qu'il y aura de fortes pentes et de fortes pluies, et que la seule chose à faire est d'assurer le transport de ces matières jusque sur un point, où leur dépôt n'ait aucun inconvénient. Ce point, c'est le lac dans le cas qui nous occupe. Quant aux matières provenant du ravinement des berges dégradées, leur volume est énorme et leur importance va croissant chaque année à moins que le travail de l'homme n'intervienne. Lorsqu'une berge peu résistante est ravinée elle offre en petit l'image d'un versant de montagne de la structure alpestre ; seulement les pentes y sont beaucoup plus fortes. Une multitude de petits ravins tertiaires convergents réunissent leurs eaux ; celles-ci creusent des ravins secondaires plus grands, bien plus encaissés, qui tombent dans le torrent, ou se réunissant forment des ravins primaires d'une grandeur considérable. C'est ce qui est arrivé en Saumont. Les bassins de ces grands ravins sont séparés par des ados très rapides terminés par un faîte très incliné depuis le sommet de la berge vers le torrent. Une fois cette structure bien marquée, l'eau de pluie se précipite dans les grands ravins avec tout ce qu'elle a entraîné hors des petits et y produit des débâcles qui creusent avec une rapidité désespérante.

*Défense des berges.* — Il n'y a qu'un moyen de lutter contre ces dégradations, c'est de couvrir tous ces ravinements d'une végétation puissante et serrée, dont les racines lient et consolident le terrain, et dont les tiges et les feuilles ralentissent le mouvement de l'eau et brisent la force des averses. Il faut couvrir ces berges de bas taillis très serrés, à exploiter comme fascines et les réserver à perpétuité à la sylviculture. Ce qui a d'autant moins d'inconvénients qu'ils ne sont propres à aucune autre culture. Enfin il ne faut jamais les exploiter par coupe rase mais autant que possible distribuer les amé-

nagements par tranches étroites dont la longueur serait dirigée suivant les courbes horizontales du terrain. Ceci serait l'exploitation la plus rationnelle au point de vue de l'ingénieur ; nos connaissances de sylviculture sont trop faibles et trop superficielles pour nous permettre de prévoir jusqu'à quel point un pareil mode d'exploitation serait praticable par la même raison, nous nous abstiendrons de parler des essences, qu'il faudrait choisir pour peupler ces ravins.

C'est facile de conseiller des forêts touffues, mais comment les faire naître sur un sol dont le mouvement ne donne pas même à l'herbe le temps de s'enraciner et qui a été dépouillé de toute trace d'humus. Il faut avant tout fixer ce sol et y laisser végéter les quelques espèces de bois, de buissons et de broussailles qui sont capables d'y subsister, aussitôt que le mouvement aura cessé. Puis petit à petit ces maigres végétations améliorant le terrain, on les remplacera par des essences qui puissent donner quelque chose d'exploitable. Cela est fort long, mais nous allons voir que cela n'est pas fort coûteux.

Au bas de chaque grand ravin primaire on trace l'intersection du ravin par un plan incliné de 5 à 7° avec l'horizontale, plan descendant contre l'amont du thalweg du ravin, le plan vertical passant par ce thalweg, doit contenir la ligne de plus grande pente du plan intersecteur. Sur cette courbe, à des distances convenables, on enfonce des pieux, s'il est possible à peu de frais de s'en procurer d'essences capables de s'enraciner cela n'en est que meilleur, puis l'on fait un clayonnage en enfonçant les gros bouts des clayons dans la terre, il faut qu'ils soient de nature à pouvoir végéter dans ces conditions-là. On obtient ainsi un barrage plus bas au milieu qu'aux bords et l'on fait un petit enrochement en aval au pied du clayonnage dans le thalweg du ravin, avec de gros galets tirés du torrent. Quand tous les ravins primaires ont été ainsi disposés, on attend que l'éboulement du sol ait comblé derrière le clayonnage et formé en amont un talus d'une pente trop faible pour qu'il puisse être raviné.

Au sommet de ce talus on fait un autre clayonnage, et ainsi de suite. Chaque fois que l'on dépasse l'embouchure d'un ravin secondaire on le remonte par le même procédé. En général il suffira d'un seul clayonnage à l'embouchure des ravins tertiaires.

Sur les talus ainsi obtenus et au fur et à mesure de leur production, on fait une rigole pour l'écoulement des eaux et on la pave dans le thalweg des grands ravins. Les remblais sont aussi au fur et à mesure de leur production plantés de tout ce qui peut y croître et les essences améliorées à la longue.

Sur les pentes elles-mêmes on fait des lignes très basses de clayonnages inclinés vers le thalweg des ravins de manière à obtenir de petites terrasses qui servent de point d'appui à l'envahissement par la végétation.

Ce travail est peu coûteux mais il est long et il exige beaucoup

de persévérence dans la poursuite du plan de correction. Cette méthode de longue haleine a en outre l'avantage de remplacer graduellement des berges nuisibles par des pentes boisées, donnant peu à peu leur revenu.

*Affouillement du torrent.* — Nous nous occuperons maintenant des affouillements du torrent lui-même qui, s'ils n'étaient pas empêchés, prendraient les berges défendues à la base, les feraient ébouler et ruinerait tous nos travaux. Partout où le torrent affouille, cela tient à ce que sa vitesse est trop considérable par rapport à la résistance du sol; ici deux moyens de correction peuvent être employés ou diminuer la vitesse, ou augmenter la résistance du lit.

On parvient à diminuer la vitesse d'écoulement par des barrages, qui remplacent une pente trop forte par des escaliers dont les marches sont légèrement inclinées et dont l'excès de pente, qui était uniformément réparti, se trouve accumulé sur quelques chutes dont il suffit de défendre le pied.

Le meilleur système de barrages, consiste à les faire en pierres sèches. On leur donne la forme d'une voûte dont l'axe passant par un plan vertical contenant le thalweg du torrent, fait un angle de 7 à 8° avec la verticale entre elle et l'amont du torrent. On obtient ainsi un barrage concave contre aval et plus bas au milieu que sur les bords. On ne lui donne que peu de hauteur. On enroche au pied et fait un petit barrage en aval pour retenir l'enrochement. Le torrent remblaie derrière le barrage principal et quand les remblais ont atteint le sommet du barrage on en fait un deuxième un peu en retrait sur le premier, puis un troisième, jusqu'à ce que l'on ait atteint une hauteur suffisante.

Ce genre de construction a l'avantage d'arrêter tous les charriages du torrent dès le début de la correction, mais le travail est lent et demande une direction persévérente. Une fois que la pente est devenue assez faible entre les chutes on donne au lit sur les remblais une forme régulière, en arrangeant les galets en forme de radver, et on plante tout l'espace non occupé par le torrent. Puis, quand accidentellement quelque chose s'arrête dans le lit il faut avoir soin de le nettoyer. Si l'on voulait prévenir les affouillements sans diminuer la vitesse, il faudrait construire un lit artificiel se rapprochant de la section semi-circulaire, en maçonnerie sèche, mais dont les joints seraient garnis en mortier et composé des pierres les plus grosses qu'on pourrait trouver, de manière à le rendre suffisamment résistant pour les vitesses maximum que pourraient y développer les hautes eaux. — Ces deux moyens contre les affouillements peuvent être employés seuls ou combinés nous verrons plus tard comment le choix s'en détermine.

*Prévenir les dépôts.* — Le torrent n'affouillant plus, les berges

n'éboullant plus, la masse de déblais à transporter par eaux sera considérablement réduite, mais malgré cela il importe qu'aucun dépôt ne puisse se former nulle part sur le parcours de l'eau. Sinon il y aura barrage, débordement, et le torrent lancé hors de nos constructions, les prendra à revers; il détruira leur liaison avec les berges, et roulera sur la plaine nos défenses devenues un énergique moyen de destruction par la masse qu'elles ajouteront au torrent dans un moment de grand danger.

Il faut, partout où se révèle une tendance à déposer, en rechercher la cause; ce sera, ou une pente insuffisante, ou une défectuosité dans la forme du lit. Dans la première alternative, sauf quelques cas très rares, il sera impossible d'augmenter la pente, mais on donnera au lit une forme régulière et une structure telle, qu'il offre un minimum de résistance pour un maximum de vitesse d'écoulement sur la pente donnée. Ce sera un lit semi-circulaire avec un radier aussi uni que possible. Si les dépôts sont provoqués par une défectuosité dans la forme du lit, il faudra la corriger, régulariser la courbe d'un coude, augmenter la pente en courbe aux dépens de la pente d'une partie rectiligne. En un mot partout où des dépôts tendent à se former il faut augmenter la vitesse, tout en évitant de remplacer les dépôts par des affouillements. En outre il faut après chaque crue visiter ces endroits-là et rejeter sur les bords du torrent tout ce qui aurait pu rester dans le lit.

Si l'on voulait corriger un cours d'eau par des travaux de ce genre, exécutés en une seule fois, la dépense serait bien considérable et le travail serait exposé à n'être pas bon, car on n'aurait aucun moyen de voir l'effet d'une construction sur son amont et son aval, de manière à combiner en conséquence les ouvrages subséquents. Ces corrections doivent être considérées comme étant l'entretien du lit du torrent, entretien qui le rend plus parfait à la longue mais qui ne le crée pas de toute pièce.

Etudions maintenant la préparation d'un plan de correction, et la manière de l'exécuter au point de vue de l'ingénieur. L'étude des moyens administratifs à employer pour répartir la dépense et faire la police des berges terminera ce premier aperçu.

### III

#### DE LA MANIÈRE DE DRESSER UN PLAN DE CORRECTION DE LA BAIE DE CLARENS.

*Etudes sur le terrain.* — Des considérations exposées ci-dessus, il résulte que deux éléments sont surtout importants pour déterminer les moyens à employer dans la correction d'un cours d'eau, ce sont les pentes et la nature des terrains sur lesquels repose le lit.

Il faut donc lever un profil en long du cours d'eau, dresser un plan du lit et marquer sur ces deux levés la structure géologique et

physique de chacune des couches sur lesquelles le lit passe. Il faut en outre mettre une attention particulière à relever la position de tous les points sur lesquels on peut observer des affouillements ou des dépôts et prendre note de la pente, de la forme et de la section du lit sur ces points. — Les berges du torrent, doivent être rapportées sur cette carte, en le faisant rapidement sur les points où elles sont saines et en entrant dans plus de détails sur les points menacés et surtout au sujet de ceux qui sont ravinés. Il faut relever le profil en long des ravins primaires et secondaires et compter les tertiaires, ceci est utile pour avoir tous les éléments nécessaires au calcul du devis.

Enfin on doit observer avec soin sur chaque espèce de berges, de sols et de dépôts, quelles sont les plantes qui tendent les premières à les envahir et quelles sont les essences qui y réussissent le mieux. Ces renseignements sont destinés à diriger dans les plantations qui doivent couronner l'œuvre. On doit en même temps prendre note de tous les points du parcours du torrent qui peuvent fournir des matériaux pour la construction des barrages, noter aussi les bois convenables et à portée pour y prendre les pieux et les branches destinés aux clayonnages.

Pendant le cours de ces travaux de nombreux points de repère pour les nivelllements doivent être établis et cela d'une manière assez durable pour subsister jusqu'à l'exécution complète des travaux.

*Etudes au bureau.* — Ces études sur le terrain étant terminées, on pourra diviser le torrent en portions présentant trois caractères bien distincts ; savoir : 1<sup>o</sup> les parties sur lesquelles il affouille, 2<sup>o</sup> celles sur lesquelles il dépose et 3<sup>o</sup> celles sur lesquelles il roule sans y produire aucune altération. La même classification sera faite relativement aux parties correspondantes des affluents assez importants pour être compris dans le plan de correction.

*Des parties du lit affouillées.* — Les parties du lit affouillées auront une pente très forte ou un sol moins incliné mais fort peu résistant. Dans le premier cas on recherchera avec soin un endroit du lit où un sol de même résistance ne soit pas attaqué et on en relèvera la pente. Ceci fournira une pente limite par prudence, on fixera un peu au-dessous la pente à déterminer sans cependant descendre jusqu'à une pente permettant des dépôts. Cette pente déterminée multipliée par la longueur de la partie affouillée sur laquelle on travaille, donnera une chute dont la différence avec la chute existante fixera la chute à répartir entre les barrages. Pour déterminer le nombre et la chute partielle de ces barrages, il faudra se laisser diriger par des considérations topographiques et des facilités d'exécution, indiquées par les études préparatoires et pour lesquelles on ne peut donner de règles fixes. On le peut d'autant moins, qu'il est possible de faire varier entre les limites très écartées, la hauteur défini-

tive de chaque barrage. L'ingénieur fixera donc le nombre et la distance des barrages, qui pourront être fort inégalement distribués en se laissant conduire par les circonstances et surtout en choisissant des places où ces constructions puissent être rendues parfaitement adhérentes au lit et aux berges. Il est très important d'éviter toute chance de filtration entre le sol et les fondations.

Sur les parties du lit dont l'affouillement est produit par une pente faible et une absence de résistance dans le sol, la méthode des barrages ne conviendrait pas. En effet on serait exposé à remplacer les affouillements par des dépôts et l'on créerait des délaissés. Sur ces points la correction doit s'effectuer par la formation d'un lit artificiel résistant.

De distance en distance on exécute des bouts de radvers en pierres sèches bien appareillées. Dans les intervalles on arrange les plus gros galets comme un pavé en rejetant les plus petits sur les bords et l'on donne à la section la forme d'un sixième de cercle terminé par deux tangentes, qui font ainsi des angles de 30° avec l'horizontale. Le rayon du cercle se détermine par la section à donner au lit.— Si la pente était telle qu'avec l'accroissement de vitesse produit par la forme régulière donnée au lit il y eût danger pour les défenses, on ferait intervenir de distance en distance une petite chute bien enroulée à l'aval.

Enfin il faudrait apporter le plus grand soin à ce que, en aucun cas le torrent ne pût déborder ses défenses et couler entre elles et ses berges naturelles, car un affouillement produit derrière les constructions entraînerait les conséquences les plus graves.

*Des parties du lit où il y a dépôt.* — Les parties du lit sur lesquelles se déterminent les dépôts ont soit une forme vicieuse, soit une pense insuffisante, ou même ces deux défauts à la fois. — Si la forme du lit seule détermine ces dépôts, on s'en convaincra en faisant un relevé de la pente vers ces dépôts, elle sera égale ou supérieure à celle de points sur lesquels le cours d'eau ne dépose pas. Il faudra rechercher la cause de ces dépôts, en général ce sera une courbe trop brusque ou un élargissement du lit. Si le lit affectait une courbe trop brusque, il faudra la remplacer par une courbe d'un rayon plus grand, ou si cela n'était pas possible, lui donner une forme régulière et chercher à augmenter la pente aux dépens de celle des parties rectilignes voisines. — Dans les cas de rélargissement brusque on aura deux moyens de correction, ou des éperons provoquant des dépôts entr'eux, ou la construction d'un lit artificiel. Dans l'emploi des éperons une grande attention doit être apportée à leur construction, car ils déterminent un courant violent au milieu du lit vers leur nez, et si cela causait des affouillements, ils tomberaient dans les cavités, produiraient un barrage et l'on pourrait avoir à redouter les accidents les plus sérieux.

Si les dépôts sont causés par l'insuffisance de la pente il faudra faire tout pour faciliter l'écoulement. Ceci est un des cas les plus difficiles et sur lesquels il est à peu près impossible de donner de direction autre que celle de profiter de toutes les circonstances favorables.— Il y a plus de ressources lorsque les deux causes de dépôts sont combinées, car en corrigeant la forme du lit on augmentera la vitesse. — Il n'y aura que des cas bien rares où l'on pourra augmenter la pente sur une certaine longueur, ce sera lorsque la partie sujette à des dépôts sera immédiatement précédée ou suivie d'une pente trop forte, ce qui arrive quelquefois à cause de la nature des couches sur lesquelles passe le torrent. Mais même dans ce cas il arrivera souvent que les travaux nécessaires pour augmenter la pente causeraient trop de dépense.

*Parties du lit invariables.* — Quant aux parties du lit que le torrent n'altère pas et qui sont par conséquent à l'état normal, elles devront attirer notre attention. Il faudra éviter avec soin que l'influence d'ouvrages construits, soit en amont, soit en aval, sur des parties non saines du lit puissent apporter dans la vitesse du torrent sur les parties saines des modifications telles que ces parties du parcours, normales avant les travaux, ne le fussent plus après.

*Berges.* — D'après les levés des berges qui ont été faits et d'après la nature de leur sol, on calculera les distances et les hauteurs à donner aux clayonnages, pour assurer au terrain, après qu'ils auront été remblayés, une pente telle que des affouillements ne puissent plus s'y produire. D'après les profils en long et en travers des ravin's on trouvera la distance et la hauteur des clayonnages auxquelles correspondra le minimum de travaux. On dressera aussi le plan des clayonnages nécessaires sur les berges commençant à se ravinier.

*Du volume des eaux.* — Il semblera sans doute singulier qu'après avoir parlé au début de ce travail de la disposition du bassin par laquelle les crues se concentrent sous la forme d'ondes subites, il ne soit plus question du volume des eaux mais seulement des matières qu'elles charrient. Cela tient à deux considérations la première est l'impossibilité de modifier cette forme du bassin et les conséquences qu'elle entraîne, la seconde est que le volume des eaux n'a d'importance que comme force motrice. Quand le torrent n'affouillera plus il ne charriera plus et les crues n'auront d'autre influence que de remplir le lit plus ou moins. Il suffira donc de se préoccuper du volume des eaux pour calculer le débouché et la forme du lit. Le calcul du débouché se fait par les moyens connus employés pour calculer celui des ponts.

Ici nous ferons prendre note que tous les calculs des pentes se font contre les affouillements dans l'hypothèse des hautes eaux; dans celle de l'étiage contre le dépôt.

*Répartition du travail.* — Il ne faut pas perdre de vue qu'un

projet de correction de torrent est au nombre de ceux qui sont le plus sujets à être modifiés en cours d'exécution. Car rien n'est difficile à prévoir comme l'influence d'un ouvrage sur un torrent tant il y a là de circonstances qui échappent au raisonnement et à la théorie. Ceci posé, et un plan des ouvrages étant dressé aussi complet que le comporte un projet de cette nature, il faut en faire un devis total.

Puis il faut classer les ouvrages par ordre d'urgence, diviser le travail en un certain nombre d'années et faire le devis de chaque annuité. Mais pour être dans de bonnes conditions, il faudra inévitablement que les premières années soient plus chargées que les autres.

L'ingénieur devra en outre estimer combien de surface et de quelle nature, il livrera chaque année à l'administration forestière pour le reboisement, et lui communiquer les renseignements sur la végétation naturelle du sol qu'il aura recueillis pendant les études. Enfin il faudra tenir compte dans le devis des frais généraux et de surveillance. Nous allons voir dans la partie de cette note concernant les mesures administratives comment cette surveillance peut être organisée.

#### DES MESURES ADMINISTRATIVES.

*Considérations générales.* — Comme nous l'avons vu, la correction d'un cours d'eau est une affaire de longue haleine et qui exige une direction constante. Elle ne peut être exécutée par les propriétaires, car alors même qu'ils s'accorderaient entr'eux, chose impossible, ils n'auraient pas des moyens suffisants. Il est difficile de croire que les communes parcourues fussent plus capables de s'accorder et qu'elles pussent bien faire ces travaux, et surtout y mettre l'esprit de suite qui est indispensable à leur réussite. Il faut donc que les ouvrages de ce genre soient exécutés par le gouvernement, qui peut seul faire les règlements de police nécessaires à la conservation de ces travaux et donner au tout un esprit d'ensemble que l'on ne pourrait attendre des communes et bien moins encore des particuliers. Il sera déjà assez difficile d'obtenir des dispositions de ce genre pour des cours d'eau comme la Veveyse qui passent sur le territoire de deux cantons. Heureusement la baie de Clarens n'est pas dans ce dernier cas, et nous n'avons pas à nous en préoccuper.

Mais ces travaux n'étant pas d'un intérêt général pour tout le pays, il est légitime que ceux qui en retirent un avantage, plus que proportionné à la quantité d'impôts qu'ils paient, contribuent pour leur part à en supporter la charge, soit en participant à la dépense, soit en subissant dans leurs propriétés les servitudes qu'imposeraient la construction et la conservation des défenses.

Au point de vue de cette répartition des frais, les travaux se divisent en deux classes, ceux qui ont le caractère de travaux publics et ceux qui rentrent plus spécialement dans l'ordre privé. A la pre-

mière appartiennent les ouvrages dans le lit du torrent ou de ses affluents ; à la deuxième les travaux faits sur les berges.

*Travaux dans le lit.* — En effet les travaux exécutés dans le lit ne profitent pas d'une manière directe aux riverains, ceux de la montagne ayant pour but de protéger la plaine contre les exhaussements du lit et les inondations ; ceux exécutés dans la plaine servant à faciliter le passage des alluvions provenant de la montagne. — On conçoit dès lors qu'une répartition des dépenses au prorata des avantages dérivés des travaux serait chose impossible et que le gouvernement doit en supporter le coût, quitte à en répartir une partie entre les communes intéressées, proportionnellement à la quantité dont elles sont riveraines et en ayant égard à leur richesse et à leur population.

Il est du reste d'autant plus légitime de compter qu'une partie des frais seront supportés par le gouvernement, que la correction de la baie de Clarens protégerait un pont sur la route de première classe de St. Maurice à Jougne, un pont sur le chemin de fer de l'Ouest, deux ponts, en amont, sur des voies moins importantes, et divers immeubles appartenant au gouvernement sur le parcours du torrent.

*Travaux sur les berges.* — Quant aux travaux sur les berges ils seront évidemment des travaux d'un intérêt privé, qui ne regardent que le propriétaire du sol. Il ne s'agit là, en effet, que de mettre un terme aux dégradations qui ruinent une propriété particulière, tout en faisant courir de graves dangers aux propriétés voisines. Or on a le droit d'exiger du propriétaire de faire les travaux nécessaires dans ce cas, en vertu du même principe, qui permet aux règlements de police d'imposer au propriétaire d'un bâtiment sur la voie publique d'entretenir les murs de face dans un état de stabilité suffisant pour ne faire courir aucun danger aux voisins et aux passants. Un propriétaire riverain n'a pas le droit de laisser ébouler sa propriété dans un cours d'eau et de le rendre ainsi dangereux pour ses voisins.

Ainsi les travaux de berges devraient retomber entièrement sur le propriétaire, mais comme pour être faits dans de bonnes conditions et avec économie, ces travaux doivent être exécutés avec ensemble et un plan conçu il en résulte que les propriétaires ne sont point aptes à cela et que le gouvernement doit les remplacer en se faisant rembourser les frais par les propriétaires sur le sol desquels les dépenses sont encourues.

*Loi du 16 septembre 1807 en France.* — Il y a un précédent qui semble autoriser cette manière de voir en effet, dans la loi du 16 septembre 1807, en France, nous lisons à l'article 27 : « La conservation des travaux de dessèchement, celle des digues contre les torrents, rivières, fleuves, et sur les bords des lacs et de la mer » est commise à l'administration publique ;.... » et à l'article 33 de la même loi : « Lorsqu'il s'agira de construire des digues à la mer

» ou contre les fleuves, rivières et torrents navigables ou non navi-  
» gables, la nécessité en sera constatée par le gouvernement, et la  
» dépense supportée par les propriétés protégées dans la proportion  
» de leur intérêt aux travaux, sauf les cas où le gouvernement croi-  
» rait utile et juste d'accorder des secours sur les fonds publics. »

*Mesures proposées.* — Tout ceci étant posé, il nous semble qu'on pourrait procéder ainsi qu'il suit à la correction de la baie de Clarens.

Le gouvernement chargerait un ingénieur de faire à forfait ou autrement, les études du plan de correction. Il devrait faire les levés, plans et devis de l'entreprise, et classer les ouvrages par ordre d'urgence et émettre un préavis sur leur répartition en annuités. Il devrait en outre faire un relevé de toutes les berges à maintenir boisées ou à reboiser.

Les berges à entretenir boisées passeraient immédiatement sous la surveillance de l'administration forestière, au même titre que les forêts particulières dont le défrichement est interdit.

Pour les berges nues, d'un rapport actuellement nul, le gouvernement offrirait aux propriétaires de faire les travaux de consolidation et de plantation à leurs frais, et lorsque ces berges seraient capables de donner des essences à exploiter les propriétaires en profiteraient sous la surveillance de l'administration forestière, quant au mode d'exploitation. Dans le cas où les propriétaires ne voudraient ou ne pourraient pas se charger de ces frais, ils auraient l'alternative d'abandonner la propriété de ces berges au gouvernement, qui les reboiserait à ses frais et, plus tard, les exploiterait à son profit. La largeur de ces berges serait déterminée par l'étendue du terrain que l'ingénieur désignerait en chaque endroit comme devant être consolidée et reboisée.

La direction des travaux, soit pour leur exécution, soit pour leur conservation, serait répartie entre les agents voyers du gouvernement et des communes intéressées, sous la surveillance des ingénieurs de l'administration. Ceux-ci introduiraient dans le plan initial les modifications que les effets des travaux eux-mêmes pourraient nécessiter.

*Du devis.* — Notre intention avait été de donner quelques chiffres relatifs à la dépense que pourrait occasionner la correction de la baie de Clarens ; mais quand nous avons voulu faire ces calculs nous avons été obligés de faire tant d'hypothèses pour combler les lacunes des documents en notre possession, que nous n'avons pas osé émettre notre préavis sur les dépenses. D'après ce que nous avons vu nous penserions qu'un crédit annuel de 6 à 8000 francs suffirait pendant les quatre ou cinq premières années des travaux et qu'au bout de ce temps une dépense annuelle de 2 à 3000 francs permettrait de terminer ces travaux dans l'espace d'une dizaine d'années.

Ces chiffres sembleraient pouvoir renfermer la dépense totale à répartir entre l'Etat, les communes et les particuliers.

Lorsqu'on passe sur la route de Clarens on voit des vignes magnifiques qui ont été créées sur les anciens délaissés du torrent. Ceux qui ont connu l'aspect désert et désolé de ces anciens pierriers ne peuvent assez admirer la transformation qu'on leur a fait subir. Des monceaux de sables, de graviers et de rocs ont été recouverts par des riches cultures, une valeur énorme a augmenté la fortune publique. Tout cela cependant est à la merci du torrent et tant que les éboulements ne sont point arrêtés dans la montagne ces champs si beaux sont fatallement condamnés à être détruits. Toutes les dépenses faites sont un placement à fonds perdu et la seule espérance raisonnable qu'on puisse entretenir c'est que le torrent laissera les propriétaires jouir de leur revenu assez longtemps pour payer le capital dépensé.

Si l'on additionne ces valeurs à sauver avec celles qui peuvent être acquises tout le long du torrent par une correction complète et qu'on compare cette somme à celle des dépenses à faire on ne pourra douter que la correction complète ne soit un bon placement pour l'Etat.

