

schématique des diverses caves de transformation. A l'aide de petits voyants verts et rouges, facilement amovibles, il indique sur sa carte, à chaque instant, les transformateurs en charge et les feeders en action. Des indications téléphoniques lui sont envoyées par les postes de manettes, et par des patrouilles spéciales qui, jour et nuit, parcourent le réseau basse tension, visitent les caves de transformateurs, mesurent les tensions et vérifient les fusibles basse tension. L'examen de sa carte et la connaissance des tensions sur le réseau basse tension permettent à ce chef du poste central de donner ses ordres aux hommes des manettes pour la mise en service ou la rupture de tel ou tel transformateur, de tel ou tel feeder. Il a absolument les allures, le rôle et les moyens de renseignement d'un général en chef dirigeant une opération militaire.

Ajoutons quelques détails sur la construction des postes ou caves de transformateurs. Etablis, comme nous l'avons dit, sous le sol des voies ou des trottoirs, et creusés dans un sol humide et imbibé d'eau, il a été nécessaire de les construire absolument étanches. Ils sont très fortement damés, et cimentés sur toutes leurs parois, et fermés par un tampon hermétique. Tous les appareils sont disposés de façon à ce qu'une inondation partielle du poste ne les mette pas hors de service. D'ailleurs, il y a dans chaque poste une pompe et un ventilateur, lequel marche à peu près constamment.

Malgré cela, quand on ouvre une cave, la température atteint facilement 55°, ce qui n'a rien d'étonnant à cause de la construction hermétique de ces postes et leur exigüité forcée. On y accède par une échelle de fer et un téléphone est naturellement installé dans le poste pour le service du contrôle.

Nous aurons fini cette étude trop rapide et trop superficielle quand nous aurons dit que les câbles 6 300 volts, ou les câbles à 4 fils basse tension souterrains, sont en général placés dans des conduites formées de tuyaux en aggloméré de fibre et de gutta, eux-mêmes entourés de ciment. Cette gaine présente l'avantage de permettre une pose plus facile des câbles et d'être imperméable à l'eau.

En terminant, j'indiquerai que, par un accord récemment passé entre la Light et le district fédéral, les prix de vente de l'énergie seront désormais les suivants :

- Eclairage, 400 reis le kilowatt-heure jusqu'en 1940.
- Force, variable suivant la consommation, de 250 à 600000 par kilowatt-heure (*).
- Quant à la fourniture actuelle d'énergie, elle est de :
- 800 000 kwh. par mois, pour l'éclairage public ;
- 1 200 000 — pour les tramways ;
- 2 000 000 — force et lumière privées.

Cette production croît très rapidement, et en particulier l'éclairage public sera extrêmement étendu, et surtout du côté de l'éclairage par circuit d'arcs à intensité constante.

(*) Le milereis a maintenant un cours à peu près fixe de 1 fr. 65.

HYDRAULIQUE

NOUVEAU SYSTÈME DE DÉFENSES FLUVIALES

Les riverains de cours d'eau et les industriels qui exploitent des forces hydrauliques ont sans cesse à lutter contre la dégradation des berges ; l'action érosive des eaux courantes, tantôt sourde et lente, tantôt soudaine et d'une violence irrésistible, cause, nos lecteurs le savent trop, hélas ! pour en avoir plus ou moins directement souffert, des dégâts toujours importants et parfois irréparables. Ou bien l'eau ronge le champ qu'elle borde, ou bien elle accumule sur la rive des bancs de graviers qui en modifient l'économie rurale ; combien d'exemples ne pourrait-on pas citer de rivières dont le lit se déplace avec une surprenante rapidité ? Ce déplacement s'opère surtout à la faveur des crues et les dommages résultants sont d'autant plus grands que les eaux s'écoulent sur une pente plus forte.

La cause première du fléau, personne ici ne l'ignore, réside dans les phénomènes d'érosion en montagne, sur les pentes que la déforestation a dénudées. Le ruissellement que n'atténuent plus ni les arbres ni les prairies entame le roc lui-même ; l'eau, pendant les grandes pluies, se précipite

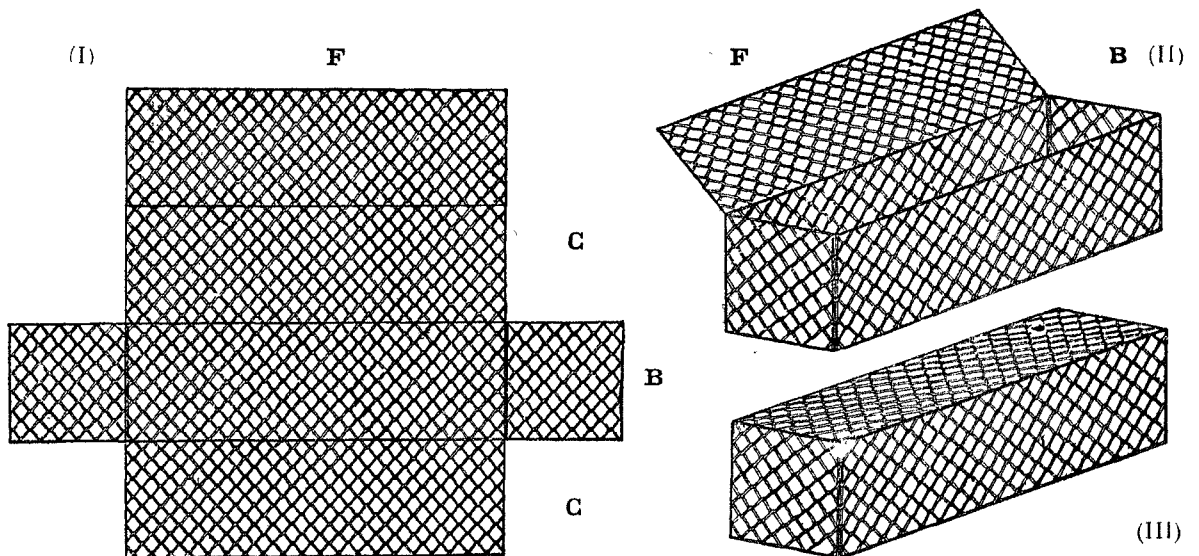


FIG. 1. — MODE DE CONSTRUCTION DU « GABION PALVIS ». PLIAGE DU TREILLIS MÉTALLIQUE.
 (I) Treillis développé. — (II) Casse formée prête à remplir de cailloux. — (III) Gabion fini

vers le thalweg où elle grossit soudainement le lit de la rivière dont le flot acquiert alors une violence dévastatrice ; la berge contre laquelle se dirige le courant est emportée tandis que les matériaux arrachés au flanc de la montagne sont déposés sur la rive qu'un coude, dans la plaine, fait recourir d'un flot moins rapide.

Les forestiers, tout en luttant contre le péril grandissant de la déforestation, se préoccupent des moyens les plus immédiatement efficaces à mettre en œuvre pour enrayer les phénomènes d'érosion ; les hydrauliciens et les navigateurs sont sans cesse à la recherche du meilleur ouvrage de défense contre la dégradation des rives, le déplacement et l'ensablement du lit des cours d'eau ; et avec eux les industriels de la houille blanche s'inquiètent de plus en plus du remède à opposer aux crues soudaines qui renversent les barrages, qui sapent les ouvrages de dérivation établis parallèlement aux berges, ou qui ensablent les prises d'eau.

Section transversale d'une défense protégeant un talus; P, dalle de fondation, qui stabilise l'ouvrage M en arrêtant l'affouillement en D.

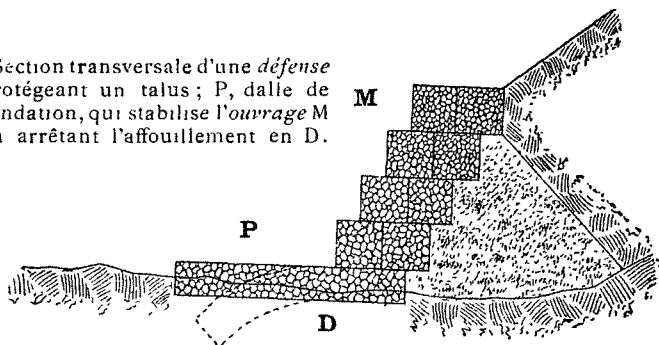
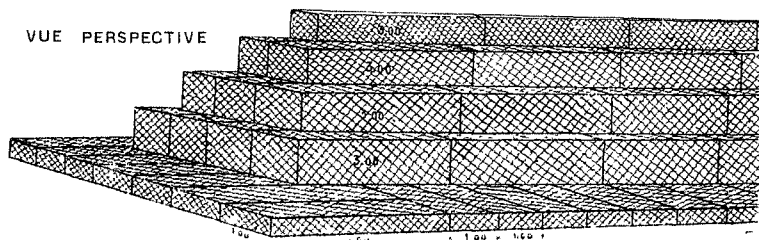


FIG. 2. — MODE DE CONSTRUCTION D'UNE DÉFENSE EN « GABIONS PALVIS »

Notre but, en ce moment, n'est pas de faire une revue des moyens de défense employés avec plus ou moins d'économie et des succès divers, dans les circonstances infiniment nombreuses où l'on combat l'action destructive des eaux courantes. Nous nous proposons seulement de signaler à tous ceux qui ont affaire aux rivières à régime torrentiel, un nouveau système de protection qui se recommande par sa simplicité, son économie et son efficacité; il a fait ses preuves, et l'on peut en voir des exemples typiques dans nos Alpes; son application se prête aux cas les plus variés. Pour ces raisons, nous pensons rendre service à nos lecteurs en le leur décrivant:

Quand on veut défendre une berge, une digue, une pile de pont, contre l'attaque d'un courant; lorsqu'on veut ramener le lit d'un cours d'eau dans sa direction primitive, ou le dévier pour un but industriel ou agricole, l'endiguer ou le canaliser; quand, pour réaliser ces fins diverses, l'on ne peut pas, soit en raison de l'importance qui s'attache à l'ouvrage à protéger ou à la durée de l'effet à produire, soit en raison de la violence du flot auquel il faut résister, employer des ouvrages



VUE PERSPECTIVE

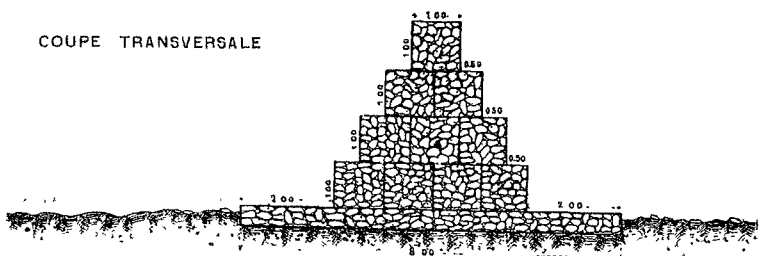


FIG. 3. — MODE DE CONSTRUCTION DES DIGUES, ÉPIS, BARRAGES, ETC., EN « GABION PALVIS »

provisoires (tels que, par exemple, des pieux entrelacés de fascines), on a recours à des murs de maçonnerie, à des enrochements artificiels, à des épis constitués par des blocs artificiels en béton ou par des blocs de rochers.

Or, les ouvrages en maçonnerie ont l'inconvénient de coûter fort cher surtout lorsqu'il s'agit de remonter les éléments constitutifs du mortier en des lieux d'un accès très difficile comme c'est souvent le cas en montagne; pour résister, l'ouvrage de défense doit posséder de la masse, sa stabilité étant dans ces conditions, son coût d'établissement apparaît souvent comme hors de proportion avec l'effet à obtenir et l'on préfère s'en tenir à des moyens de défense qui sont « du provisoire » renouvelé après chaque destruction. Quant aux enrochements artificiels, aux épis en blocs de béton ou de

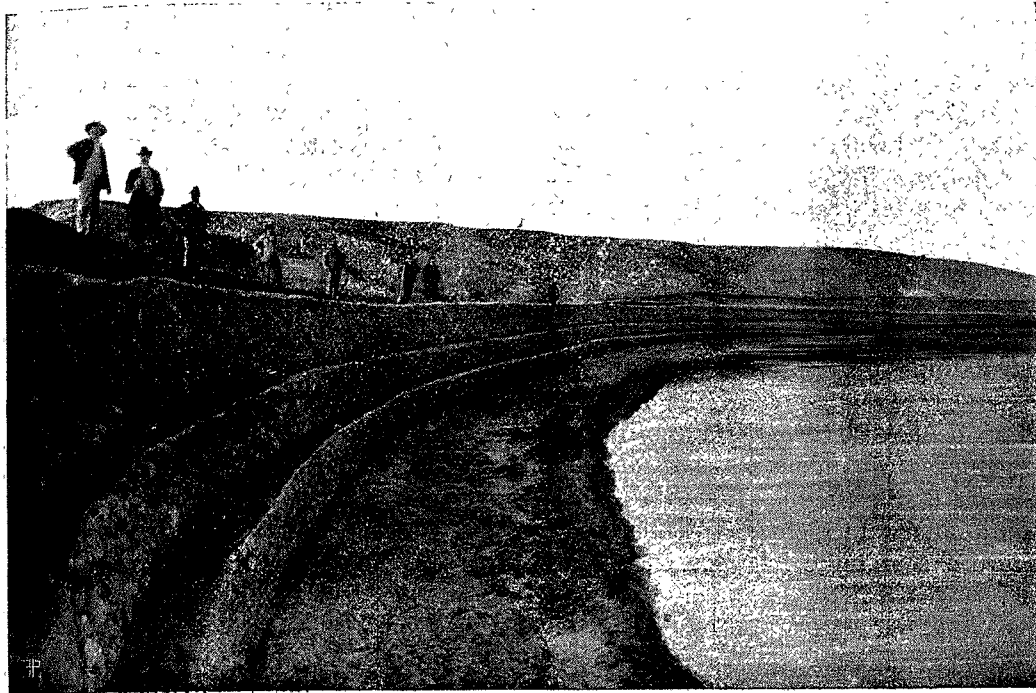


TRAVAUX EXÉCUTÉS EN 1906 PAR LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI SUR LA LIGNE BOLOGNE-OTRANTE, PRÈS D'IMOLA SUR LA RIVE DROITE DU TORRENT SANTERNO

rocher, leur établissement n'est pas non plus sans constituer une dépense élevée; dans les rivières à lit déformable, c'est-à-dire là où leur utilité s'impose, ces ouvrages se disloquent souvent assez vite et leur protection ne dure pas proportionnellement aux frais qu'ils entraînent. On sait comment se produit cette dislocation: le courant affouille l'assise des blocs, ceux-ci se déplacent, culbutent dans les affouillements et à chaque crue roulent vers l'aval; l'ouvrage ayant ainsi ses éléments désunis n'oppose plus sa masse à la violence du courant, et sa protection cesse d'être efficace.

Un ingénieur italien, M. PALVIS, a eu l'idée de s'affranchir des inconvénients qui précèdent par l'emploi de l'ingénieur système consistant en ceci:

Formons des caisses en treillis métallique, de grandes dimensions, parallépipédiques, et remplissons-les de cailloux prélevés sur place, à même le lit du torrent; plaçons ces caisses côte à côte en alignement et superposons les rangées ainsi formées. Nous réalisons de cette manière des murs, des digues, des épis, sans mortier et d'une masse considérable, de construction économique et susceptible d'être élevée aux endroits les plus difficilement accessibles. Qu'une déformation de l'assise vienne à se produire du fait



DIGUE EXÉCUTÉE EN 1907 PAR LA SOCIÉTÉ ANONYME D'ENDIGUEMENT DU SIMETO SUR LA RIVE DROITE DU FLEUVE SIMETO (COMMUNE DE PATERNO)

ayant des diamètres de 2 à 6 millimètres et constituant des mailles de 5 à 15 centimètres de diamètre, d'après la dimension des gabions que l'on veut réaliser et l'importance ou la fatigue de l'ouvrage à construire. On donne au gabion la forme d'un prisme droit à section rectangulaire ; ses dimensions varient de 2 mètres à 6 mètres en longueur et de 0^m50 à 2 mètres en hauteur et largeur, suivant les applications en vue.

Le treillis est expédié à pied d'œuvre plié pour en faciliter le transport. Déplié au lieu d'emploi, il se présente sous la forme indiquée par la figure 1 (croquis I). On relève alors les deux têtes B, puis les deux faces latérales C ; on réunit ensuite les arêtes au moyen d'une couture en fil de fer galvanisé. Une sorte de caisse est ainsi formée (croquis II), dont le couvercle F reste relevé, et qui est prête à recevoir les galets, cailloux roulés,

soit d'un affouillement, soit d'un glissement du sol : la ou les caisses qui reposent à cet endroit se déforment et viennent alors automatiquement combler la fouille au fur et à mesure qu'elle se creuse ; les matériaux de l'ouvrage de défense restent ainsi en place, comblant le vide destructeur ; il n'y a pas dislocation, mais simple déformation de la « défense » ; tous les éléments restent en place, continuant à opposer l'inertie de leur masse à la force vive de l'eau, et la protection reste efficace. Et de ce que les affouillements des tructeurs sont automatiquement comblés dès l'origine de leur formation, il en résulte de moindres désagréments des assises ; le sol, au bout de peu de temps, ne bouge plus. les colmatages se font et l'ouvrage de défense conserve toute sa stabilité. L'expérience de plus de six années a démontré que des « défenses » établies sur ce principe le long de rivières à régime torrentiel, à flanc de coteau en haute montagne, sur des couloirs de ravinement, en soutènement de routes ou de voies ferrées, en éperons devant des piles de ponts, etc., protègent parfaitement les berges, les talus, les travaux d'art, menacés par l'action érosive des eaux. La déformation de ces ouvrages de défense résultant de l'emboîtement des matériaux de la base dans les cavités de l'assise, est insensible, leur masse n'est pas rompue et ils conservent toute leur résistance là où des travaux beaucoup plus coûteux se disloquent.

pièce cassée, tous matériaux généralement prélevés sur place.

Pour éviter la déformation pendant le remplissage, on relie les deux faces latérales au moyen de quelques tirants en fil de fer, puis on enfonce aux quatre angles des piquets métalliques. Cela fait, on procède au remplissage avec la seule précaution de ranger grossièrement à la main les matériaux le long des parois. Le remplissage terminé, on enlève les piquets d'angle, on abaisse le couvercle que l'on attache au corps du gabion par une couture en fil de fer (croquis III).

On place ensuite un deuxième gabion à côté du premier en ayant soin de relier le gabion vide au gabion déjà rempli au moyen d'une couture exécutée sur la longueur des arêtes



TRAVAUX DE DÉFENSE EN « GABIONS PALVIS » EXÉCUTÉS EN 1906 PAR LE GÉNIE CIVIL DE ROME SUR LES RIVES DU TIBRE

Voici de quelle façon l'on procède à la construction et à la mise en place de ces défenses constituées par les caisses ou « gabions Palvis ».

Le treillis dont sont formées les caisses est en fil de fer galvanisé,

des faces en contact. On procède alors au remplissage de ce second gabion, et ainsi de suite.

L'une des meilleures et des plus efficaces dispositions des travaux de défenses en gabions Palvis consiste en l'établissement, à la base de l'ouvrage, d'une plateforme P (Fig. 2), largement débordante, formée de caisses très longues et constituant une dalle de fondation qui peut alors se déformer sur son pourtour, s'infléchir en D, sans entraîner le déplacement des assises de gabions superposés M qui forment le corps proprement dit de l'ouvrage ; cette dalle arrête, par le mécanisme qu'on a vu, les affouillements qui se produisent aux abords de la défense et empêche les déformations qui pourraient résulter de la sape du pied même de l'ouvrage.

Sur le principe de cette disposition, l'on peut édifier des défenses de formes et dimensions très variables et répondant aux buts les plus divers ; la pratique prouve d'ailleurs que cette possibilité a déjà été mise à contribution avec un plein succès par le Génie Civil Italien. La figure 2 représente la

pour but de défendre l'énorme tuyau contre les crues du torrent qui change constamment de parcours dans son lit de cailloux roulés très large en cet endroit ; ils remplacent avec de nombreux avantages les enrochements précédemment disposés le long de cette conduite forcée et que les terribles crues du torrent ont maintes fois culbutés.

Enfin la photographie de cette page représente un éperon protégeant une pile de pont. En Espagne des travaux de ce genre ont également été entrepris avec succès ; entre autres nous signalons ceux qu'a exécutés la « Division de l'Hydraulique » des Pyrénées Orientales, sur le fleuve Llobregat. De nouvelles défenses sont en cours d'exécution.

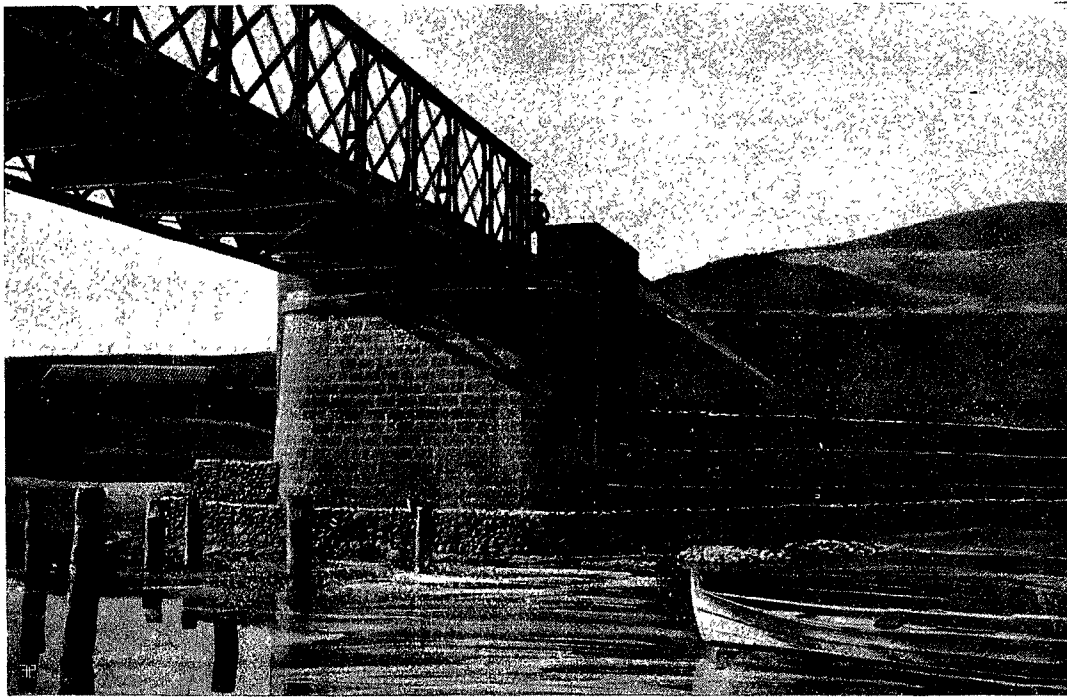
Les photographies que nous reproduisons ici ne donnent qu'une imparfaite idée du bel aspect que présentent ces ouvrages aux lignes régulières et d'un dessin tout à fait comparable à celui rendu par des maçonneries dont on aurait seulement négligé les jointoiements extérieurs ; on croirait être en présence de ces vieilles constructions romaines qui ont résisté à l'attaque du temps.

La première application qui a été faite en France de ce nouveau système de défense existe à St-Gervais. La prise d'eau alimentant l'usine des Forces Motrices du Mont Blanc a été protégée contre les inondations du Bonnant et du Biomnassay par des revêtements en gabions Palvis. Ces travaux exécutés depuis plusieurs années ont donné parfaite satisfaction ; ils vont être étendus sur d'autres points d'attaque.

Il nous resterait encore beaucoup à dire sur les commodités que présentent ces ouvrages de défense et sur la multiplicité de leurs emplois. Ainsi nous ne pouvons signaler qu'en passant qu'ils peuvent être edifiés en toute saison, notamment par les plus grands froids, au moment des plus basses eaux, ce qui leur donne un avantage marqué sur les autres ouvrages similaires en maçonnerie. Il ne nous est pas possible, sans entrer dans de trop longs

développements, d'insister sur ces faits d'expérience à savoir : que les fils des treillis métalliques constituant les caisses ne se coupent pas et résistent à l'oxydation ; que le colmatage comblant les vides entre galets finit par constituer en quelque sorte de véritables maçonneries dans lesquelles les armatures métalliques peuvent ultérieurement disparaître sans préjudice pour la stabilité de l'ouvrage. Nous aurions en outre, si nous voulions épuiser le sujet, à faire remarquer qu'en emprisonnant des digues en terre entre deux revêtements de gabions Palvis, on peut constituer des barrages suffisamment étanches et stables pour créer, dans certains cas, des prises d'eau sur des rivières ou tous autres systèmes seraient ou d'une solidité incertaine ou d'un prix inabordable. Nous sommes convaincu que les forestiers notamment et tous ceux qui s'occupent de la restauration du sol montagneux, trouveront en ce système un instrument de défense à la fois très commode et parfaitement efficace contre l'érosion ; des exemples existent déjà.

Enfin, parmi les applications possibles, en dehors de l'hydraulique, nous aurions à citer la suivante à titre d'exemple :



DÉFENSE DE LA CULÉE DROITE DU PONT MÉTALLIQUE SUR LE FLEUVE SIMETO
EXÉCUTÉE EN 1907 PAR L'ENTREPRISE SALVATORE FARO

défense d'un talus ; la même disposition s'applique évidemment, à quelques variantes près, à tous les ouvrages de soutènement analogues ; les photographies des pages 128 et 129 représentent les plus remarquables des applications de ce genre faites depuis 5 ou 6 ans en Italie.

La figure 3 indique en perspective et en section transversale le mode de construction soit d'une digue, soit d'un barrage ou d'un épi, et les photographies de la page 129 et de la planche ci-jointe montrent quelques-unes des plus importantes défenses qui viennent d'être exécutées en gabions Palvis. Les quatre photographies de la planche ci-annexée montrent notamment certaines parties des travaux de défenses que la « Société Hydro-Electrique de Fure et Morge et de Vizille » vient d'exécuter sur le Drac, à quelques kilomètres en amont de Grenoble. Tout un réseau d'épis de colmatage a été construit le long de la conduite forcée, longue de 1 000 mètres et de 3^m30 de diamètre intérieur, partie en ciment armé et partie en tôle, que cette importante Société a établie dans la plaine de Champ, sur le lit même du Drac, pour l'alimentation de son usine principale. Ces épis ont

dans les mines métallifères, notamment, l'on est parfois très gêné par l'encombrement des déblais, déchets, ou stériles ; les terrains sont très en pente aux abords des galeries : pour

établir des plateformes suffisamment spacieuses, il faudrait bâtir des murs de soutènement d'un cubage énorme et cet obstacle conduit à rouler beaucoup plus loin les déblais sur des terrains plats qui ont plus de valeur ; or, à l'aide des déblais eux-mêmes on peut fabriquer sur place des gabions Palvis et construire sur le carreau de la mine des plateformes très grandes, soutenues par des murs économiquement édifiés d'après ce système.

Mais ne pouvant nous étendre davantage sur ce sujet, nous renvoyons les lecteurs qu'il intéresse à la « Société Franco-Italienne de Défenses Fluviales » qui s'est récemment constituée à Grenoble pour l'application en France du Système Palvis, couvert par des brevets.

E.-F. CÔTE.

NOTE SUR LA RÉGULATION AUTOMATIQUE DE LA VITESSE, DANS L'ACCOUPLLEMENT D'UN MOTEUR HYDRAULIQUE ET D'UN MOTEUR THERMIQUE.

Il nous paraît intéressant, dans certains cas, de régulariser automatiquement la vitesse d'un tel ensemble. Beaucoup de petites usines, qui utilisent une modeste « houille verte », réalisent cet accouplement et voient incessamment changer le mode de fonctionnement de leurs moteurs, soit par la variation du régime des eaux, soit par la variation du couple résistant de l'usine.

Dans une telle installation, deux éléments sont en présence, qu'il convient de maintenir aussi peu variables que possible :

- 1° La vitesse. — 2° Le niveau amont de la chute.

Le premier élément est celui qui donne lieu au problème proprement dit ; mais pour peu que l'on ait eu à surveiller une semblable installation, on sait que la régulation de la vitesse considérée seule entraîne une variation considérable du niveau amont et, par suite, une mauvaise utilisation de l'eau ou des plaintes de riverains. Nous estimons donc que la régulation complète du premier élément doit comporter en elle-même la régulation du second.

Les trois régimes de meilleur fonctionnement qui peuvent se trouver en un instant donné pour l'installation considérée sont les suivants :

- 1° Eaux insuffisantes par manque de débit (étiage) :

Vannes de décharges : *fermées*.

Moteur thermique : *ouvert suivant la vitesse*.

Turbine : *ouverte suivant le niveau d'amont*.

- 2° Eaux suffisantes :

Vannes de décharges : *ouvertes suivant niveau (ou fermées)*.

Moteur thermique : *fermé*.

Turbine : *ouverte suivant la vitesse*.

- 3° Eaux insuffisantes par manque de chute (crues) :

Vanne de décharge : *ouverte suivant niveau*.

Moteur thermique : *ouvert suivant vitesse*.

Turbine : *ouverte en grand*.

Parfois, en quelques heures, le régime de l'usine passe de l'une à l'autre de ces circonstances et, plus rarement, par les trois. Dans la presque totalité des installations actuelles,

l'ensemble n'est régularisé que par le régulateur de la machine thermique ; le soin d'ouvrir ou de fermer la vanne de garde suivant le niveau, est confié à un ouvrier déjà occupé à une autre besogne, et qui, toujours, accomplit mal cette tâche supplémentaire.

La présente note a pour objet de démontrer la possibilité d'une combinaison de régulateurs satisfaisant à toutes les exigences qui viennent d'être énoncées : les solutions qui sont indiquées sont purement théoriques et demanderaient, sans aucun doute, pour être réalisées dans de bonnes conditions pratiques, une étude et une mise au point sérieuse de la part des spécialistes : nous aurons atteint notre but si quelques-uns s'intéressent à cette question.

Si l'on se reporte au tableau précédent, on constate facilement

1° que l'ouverture du moteur thermique dépend de la vitesse seule (Régulateur N° 1).

2° que l'ouverture des vannes de garde dépend du *niveau amont* (Régulateur N° 2).

3° que la turbine est ouverte tantôt suivant le *niveau amont* (Régulateur N° 4), tantôt suivant la *vitesse* (Régul. N° 3).

Ces trois conditions, qui peuvent être appelées conditions de principe, comportent, en outre, pour le bon fonctionnement, un certain nombre d'autres conditions que l'on peut appeler conditions d'accouplement et qui sont les suivantes :

1° Le régulateur N° 3 ne doit pouvoir fermer la turbine que lorsque le régulateur N° 1 a complètement fermé la vanne du moteur thermique. Lorsque le régulateur N° 1 est en fonctionnement, la turbine doit être : ou bien régularisée suivant le *niveau amont* (Régul. N° 4), ou, dans le cas contraire (excès d'eau), ouverte en grand.

2° Le Régulateur N° 4 ne doit pouvoir fermer la turbine que lorsque le Régulateur N° 2 a complètement fermé la vanne de garde. Lorsque le régulateur N° 2 est en fonctionnement, la turbine ou bien doit être régularisée suivant la *vitesse* (Régul. N° 3), ou bien doit être ouverte en grand.

3° Les régulateurs 3 et 4 doivent, en outre, être enclenchés de telle sorte que le régulateur de vitesse (N° 3) cesse d'ouvrir la vanne lorsque cette ouverture atteint la valeur que détermine le régulateur N° 4, et que le régulateur de niveau (N° 2) cesse d'ouvrir la vanne lorsque cette ouverture atteint la valeur que détermine le régulateur N° 3, les deux régulateurs restant libres l'un ou l'autre de fermer la vanne.

4° Il faut enfin que la cessation du fonctionnement du régulateur N° 3 remette en action le régulateur N° 1 et que la cessation du fonctionnement du régulateur N° 4 mette en fonctionnement le régulateur N° 2.

Nous étudierons sommairement, avant d'exposer une solution de ce problème :

1° Le fonctionnement des régulateurs de vitesse (rappel de résultats connus) ;

2° Le fonctionnement des régulateurs de niveau.

RAPPEL DE QUELQUES PROPRIÉTÉS CONNUES DES RÉGULATEURS DE VITESSE

On sait qu'il existe deux sortes de régulateurs de vitesse (pour les moteurs thermiques, comme pour les moteurs hydrauliques), qui sont : les régulateurs à action directe, et les régulateurs à action indirecte.

Ces régulateurs comportent tous un tachymètre traduisant par un déplacement linéaire une variation de vitesse