

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 11 (1885)  
**Heft:** 3

**Artikel:** Exposé des principaux systèmes de barrages mobiles de rivières  
**Autor:** Gaudard, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-12045>

### **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:** 12.04.2026

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

Dès le point le plus bas des fondations cette hauteur sera de 28<sup>m</sup>45.

Lorsque le remblai autour du bâtiment aura été effectué, le sol de la cave basse sera de 10<sup>m</sup>40 au-dessous du sol extérieur.

Un monte-charge mù par l'eau, et dont la force sera de 1500 kg. et la course de 7<sup>m</sup>30, mettra en communication le rez-de-chaussée avec la cave inférieure située sous le bâtiment. La place pour un second monte-charge, entre le rez-de-chaussée et l'étage, a été réservée.

Deux escaliers en granit, chacun de 100 marches, réuniront entre eux tous les étages du bâtiment. En outre un escalier de 27 marches réunira la cave basse sous la cave centrale avec le sol de la cave inférieure sous le bâtiment. Dès la cave basse jusqu'aux combles il y aura donc 127 marches à gravir.

Le caractère du bâtiment est en rapport avec sa destination ; tout est fort simple. Les murs sont en moellons de Meillerie. La taille n'a été employée que pour les encadrements de portes et de fenêtres ; pour presque toutes les portes on a employé du grès dur d'une carrière près Grandvaux (Meilloret). La taille des fenêtres sort des carrières de Crissier, c'est de la molasse de bonne qualité. On a employé de la chaux de Noiraigues pour le béton des basses fondations, de la chaux de Virieu pour les fondations en moellons, de la chaux de Grandchamp près Territet pour les murs de cave jusqu'au sol de la cave supérieure, de la chaux de Vallorbes pour les murs dès ce niveau jusqu'au rez-de-chaussée, et de la bonne chaux ordinaire pour les murs en élévation.

Le devis de cette construction s'élève à 280 000 fr. ; il sera probablement dépassé à cause de la profondeur inattendue des fondations.

La surface locative sera aux caves, de . . . . .	2400 m <sup>2</sup>
Aux rez de chaussée et à l'étage, de . . . . .	1840 »
Aux combles, de . . . . .	1114 »
Total . . . . .	5354 m <sup>2</sup>

## EXPOSÉ

DES

### PRINCIPAUX SYSTÈMES DE BARRAGES MOBILES

DE RIVIÈRES

par J. GAUDARD, ingénieur.

Pour utiliser les eaux à l'alimentation des villes, à l'irrigation, à la navigation et aux divers besoins de l'industrie, il est nécessaire dans certains cas de les élever au-dessus de leur niveau de captation au moyen de moteurs animés ou mécaniques, parfois de l'eau elle-même retombant de quelques mètres pour faire remonter à une hauteur beaucoup plus grande une partie de son volume. Mais encore faut-il que la source ne tarisse pas ; et d'ailleurs, au labeur quotidien d'appareils mécaniques l'ingénieur substitue, où il le peut, des ouvrages permanents indéfiniment productifs, plus soucieux qu'il est de retenir une fois pour toutes les dons de la nature que de lui quêter des faveurs précieuses et incessantes. De là le rôle si multiple et divers des barrages de retenue de toute sorte. Un filet d'eau, emprisonné dans son vallon, devient un lac et fait vivre une ville ou un

canal ; on érige aujourd'hui, en pareille occurrence, des murailles dépassant 50 m. de hauteur, ouvrages fixes, n'ayant de mobile que les vannes de prise d'eau ou de vidange, car en général un déversoir fixe de superficie, servant de trop-plein, a facilement raison des plus forts débits du ruisseau alimentaire.

Autres sont les conditions dans les grandes rivières. Là surtout se multiplient les vastes utilisations, tempérées par d'indispensables ménagements. De nombreux barrages s'y rencontrent, assurant la marche d'usines ou de moulins, l'alimentation de canaux d'irrigation ou de navigation, ou un mouillage suffisant dans la rivière elle-même, si par là elle est susceptible d'être rendue navigable. Rarement ces ouvrages dépassent trois ou quatre mètres de hauteur, non pas que quelque surélévation de plus fût toujours à dédaigner, mais parce qu'en plaine on se trouve strictement limité par les niveaux de débordement, et que pour un fleuve toujours doué d'un débit minimum suffisant la capacité de retenue n'entre pas en cause. Il en serait autrement pour des rivières tarissant une partie de l'année, comme il s'en trouve beaucoup dans l'Inde ; nul doute alors que de véritables barrages-réservoirs, si les berges sont hautes et rocheuses, n'y puissent avoir une haute utilité ; toutefois les catastrophes de l'Habra et du Sig, en Algérie, témoignent des risques à courir.

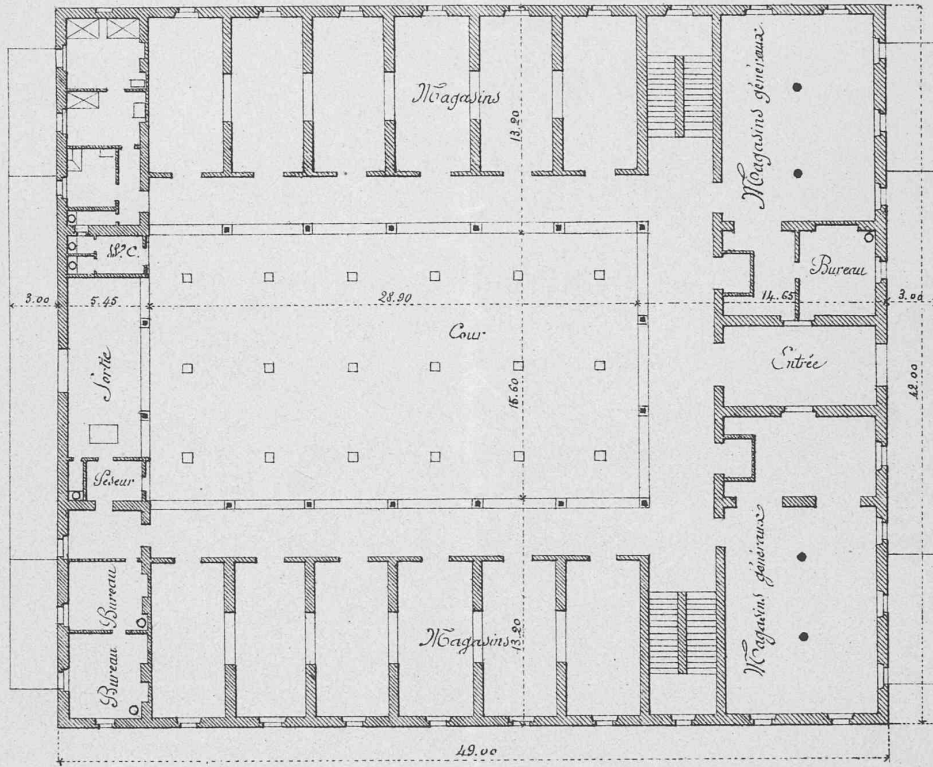
L'eau est précieuse et pernicieuse, bienfaisante dans sa modération, redoutable dans ses excès. Dompter les fleuves est l'un des grands soucis et l'une des gloires du génie civil. Même avec les faibles retenues généralement praticables en plein lit de rivière, il faut se garer contre les crues : de là, l'application fréquente de *barrages mobiles*, susceptibles de se démonter, s'enlever ou s'abattre sur place, s'effacer au moment critique. Ces sortes d'ouvrages ont réalisé en France surtout des progrès intéressants ; c'est déjà une affaire d'en classer les types et c'est pourquoi, sans rien avoir de neuf sur la question, et sans vouloir nous perdre dans trop de détails, nous avons pensé qu'il ne serait pas inutile d'en donner une brève énumération, en vue des comparaisons à faire et des variantes à chercher encore.

Puisque leur caractère réside dans leur mobilité, ce sera moins sur leurs formes que sur les principes mis en œuvre pour faciliter le relevage que nous chercherons à baser la classification. Dans l'ordre des inventions successives, la première idée fut de rendre les manœuvres exécutables directement à bras, par un seul homme ou le moins d'hommes possible. Il s'agissait de composer l'ensemble de la paroi d'éléments successivement démontables, petits et maniables : poutrelles ou aiguilles, systèmes rustiques, mais ouvrant déjà la voie aux perfectionnements ingénieux, tels qu'échappements rapides, fermettes pivotantes, jusqu'au moment où la constitution même du revêtement se modifie : vannes étagées, rideaux à enroulement, etc.

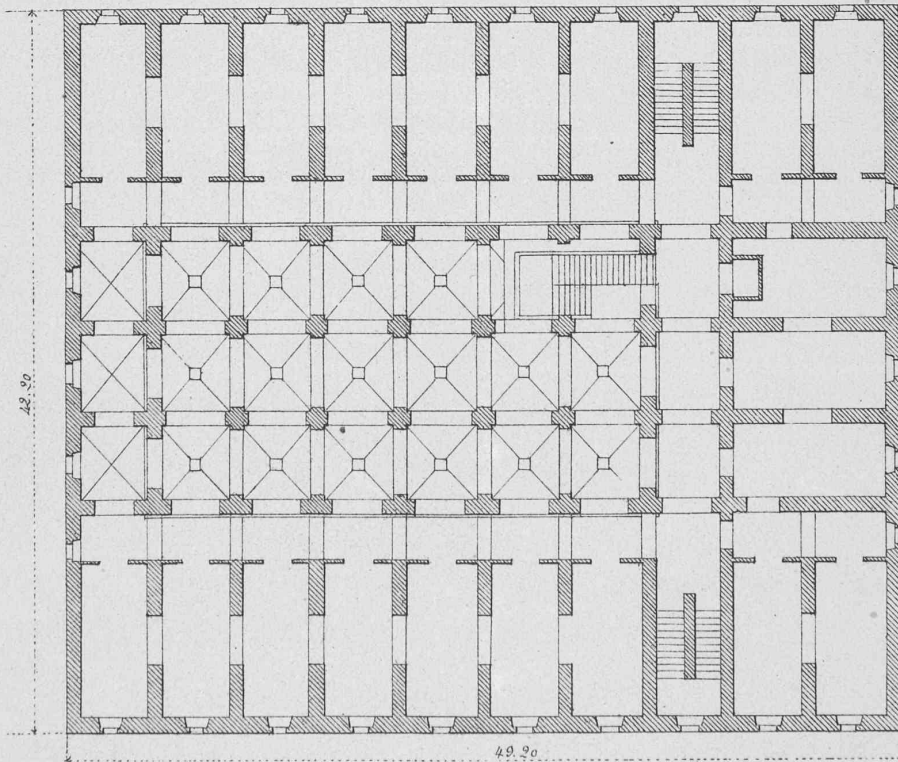
Une fois admis l'emploi auxiliaire de mécanismes, engrenages ou treuils amplifiant la force de l'homme, les éléments purent grandir en surface et, se mouvant sur des guides, demeurer au poste sans plus être emportés en magasin à la venue des grandes eaux. Dans des eaux dormantes, moyennant que la dénivellation puisse être au préalable effacée par le jeu de ventelles ou d'aqueducs de vidange, les portes busquées, les portes à vantail unique jouant sur poteau tourillon ou se rabattant sur charnière horizon-

# ENTREPÔT DE LAUSANNE.

— REZ-DE-CHAUSSEE —



— CAVES —



Es: Dufour aulay.

Échelle = 0.0025.

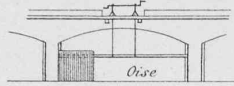
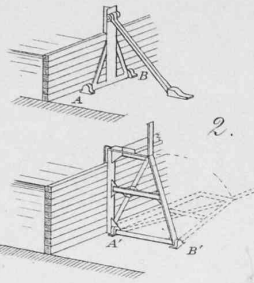
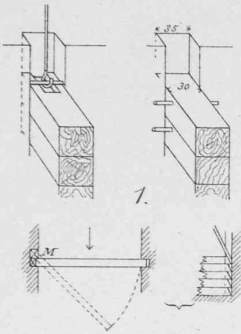
Rouge et Molley. Arch.<sup>123</sup>

Seite / page

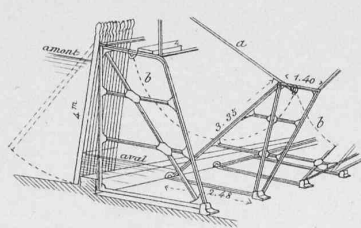
leer / vide /  
blank

# BARRAGES MOBILES

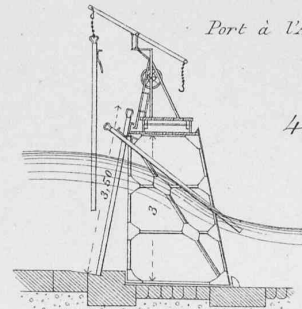
*Poutrelles.*



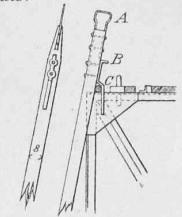
*Aiguilles et fermettes.*



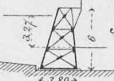
*Port à l'Anglais.*



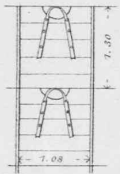
4.



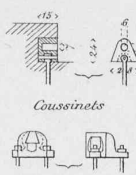
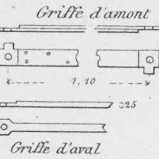
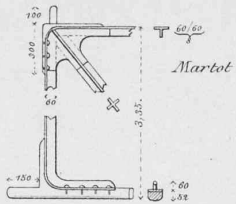
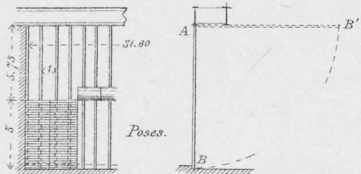
*Stereos.*



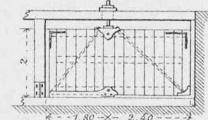
*Vannes étagées Boulé.*



*Rideaux articulés Caméré.*



*Réservoir du Bann.*



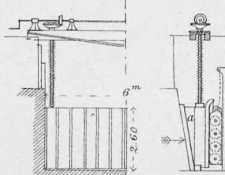
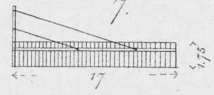
*Ecluses de chasse.*



10.

*Vannes tournantes à axe vertical.*

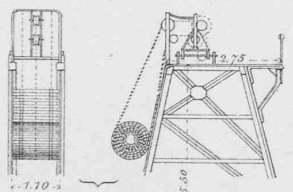
*Vantail St Maur*



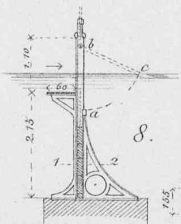
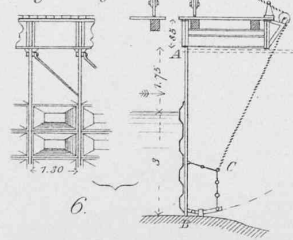
*Vanne roulante.*

9.

*Caméré. (Port Vieux).*



*Magdebourg.*

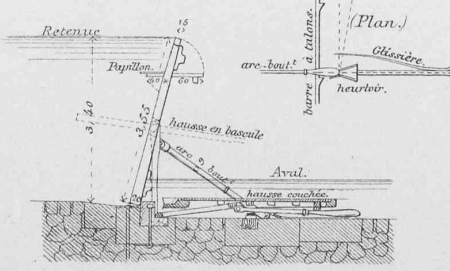


8.

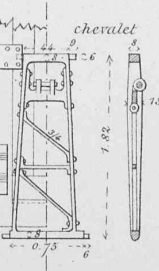
*Mérienne.*

*Vanne levante et tournante.*

*Hausses Chanoine.*



13.



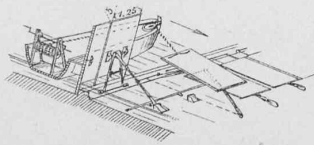
14.

*Axe sur radier.*

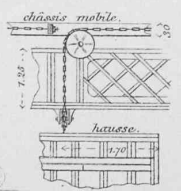
11.



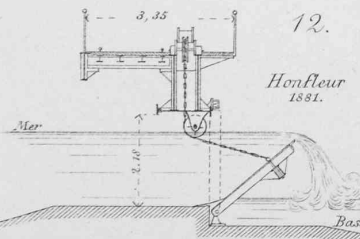
*Hausses Chanoine Relègue au bateau.*



12.



*Honfleur 1881.*

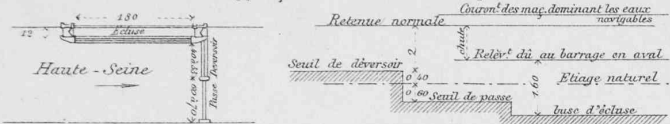


Seite / page

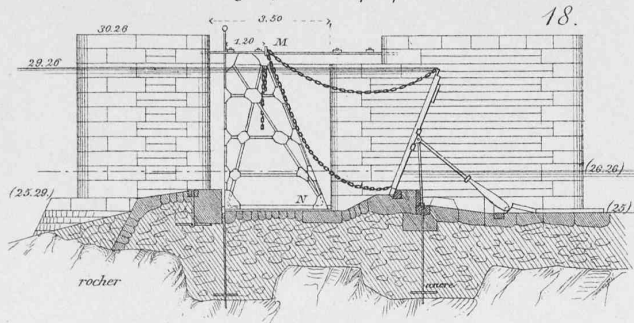
leer / vide /  
blank

# BARRAGES MOBILES

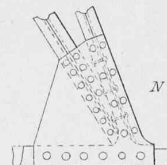
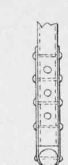
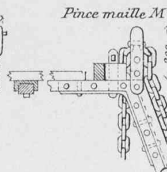
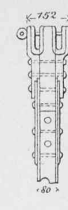
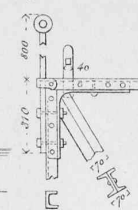
15. Type pour 1<sup>m</sup>60 de mouillage primitif



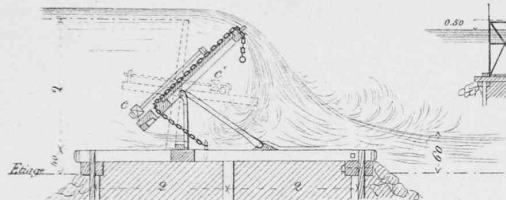
Passé du Port-à-l'Anglais, desservi par passerelle.



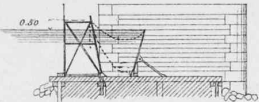
Angle d'amont



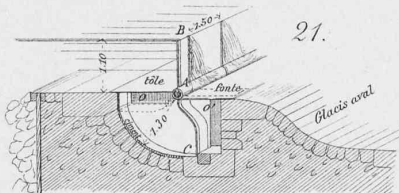
16. Déversoir à hausses automobiles.



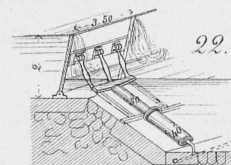
17. Déversoir desservi par passerelle.



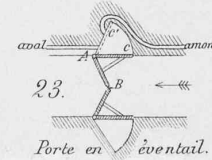
Hausses à tambour Desfontaines.



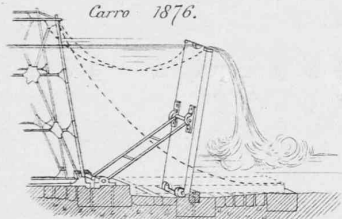
Presses Girard.



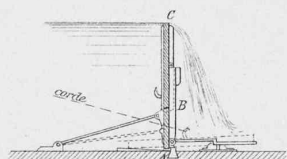
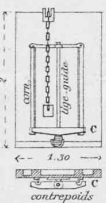
22.



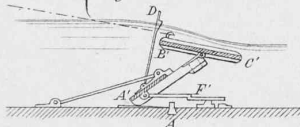
19. Chevalet de retenue Carro 1876.



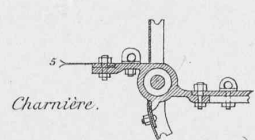
hausse autom.



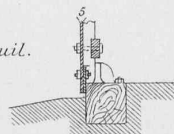
20. Système Fourcres.



Charnière.

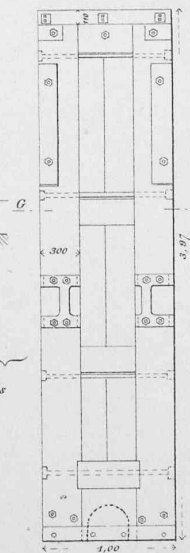
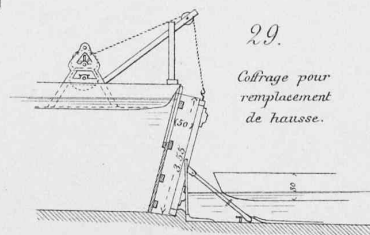


Seuil.

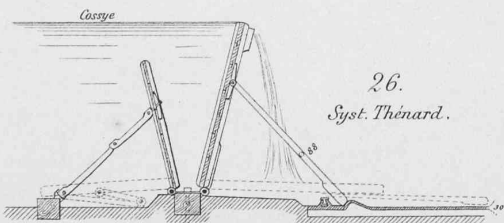
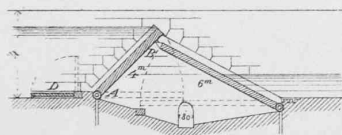


20.

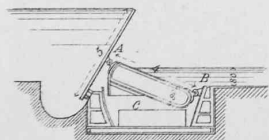
Calfrage pour remplacement de hausse.



24. Trappe à ours. - La Neuville.

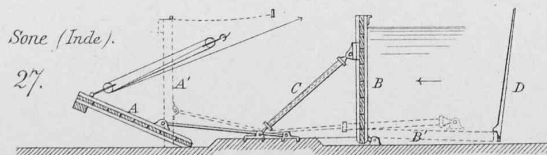


25. Pinton Krantz.



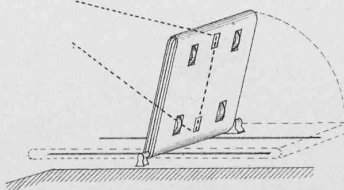
Sone (Inde).

27.

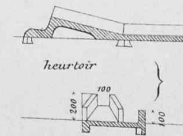


28.

Axe transposable.



18<sup>bis</sup>.



part. d'aval

Seite / page

leer / vide /  
blank

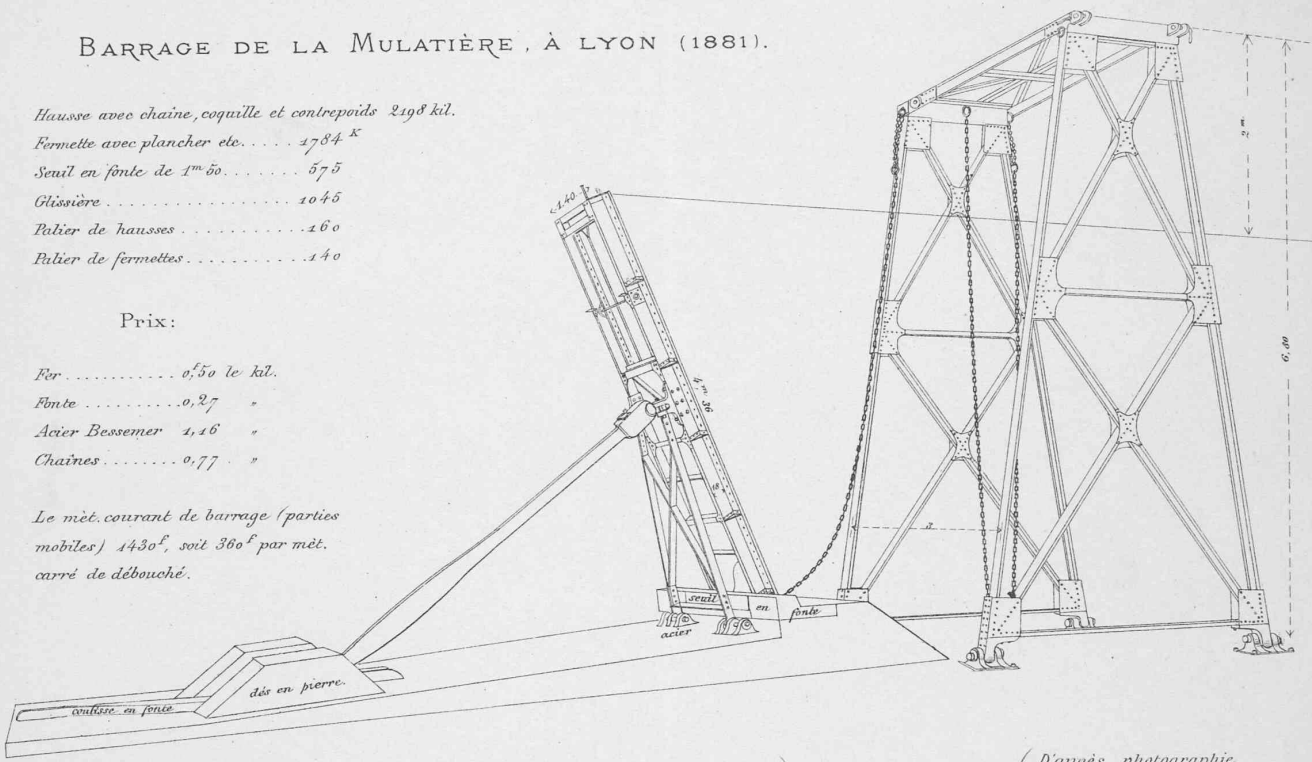
BARRAGE DE LA MULATIÈRE, À LYON (1881).

Hausse avec chaîne, coquille et contrepoids 2198 kil.  
 Fermette avec plancher etc. .... 1784<sup>x</sup>  
 Seuil en fonte de 1<sup>m</sup> 50 ..... 575  
 Glissière ..... 1046  
 Palier de hausses ..... 160  
 Palier de fermettes ..... 140

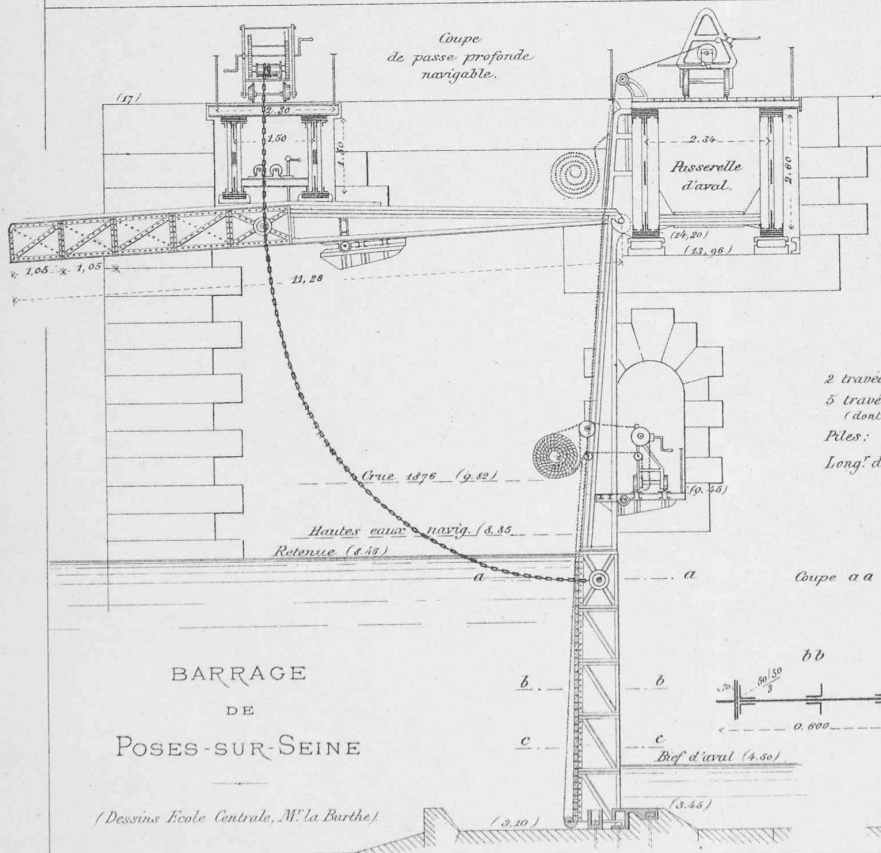
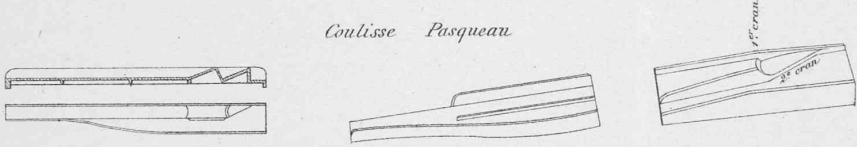
Prix:

Fer ..... 0,50 le kil.  
 Fonte ..... 0,27 "  
 Acier Bessemer 1,16 "  
 Chaînes ..... 0,77 "

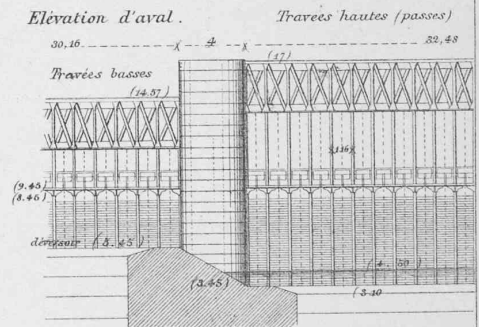
Le mèt. courant de barrage (parties mobiles) 1430<sup>f</sup>, soit 360<sup>f</sup> par mèt. carré de débauché.



(D'après photographie de M<sup>r</sup> Pasqueau.)

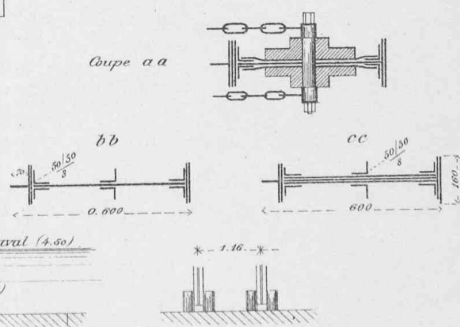


Elevation d'aval.



2 travées hautes de 32<sup>m</sup> 48 (rive gauche) 64, 96  
 5 travées basses de 30<sup>m</sup> 16 ..... 150, 80  
 (dont 2 à seuil haut)  
 Piles: 7 x 4<sup>m</sup> ..... 28, 00  
 Long<sup>r</sup> d'axe en axe des piles culées 243, 76

Coupe a a



Serpent de montant.

BARRAGE DE POSES-SUR-SEINE

(Dessins Ecole Centrale, M<sup>r</sup> la Barthe)

Seite / page

leer / vide /  
blank

tale (canal Erié) se présentent concurremment avec les systèmes à flottaison ou bateaux-portes des bassins de radoub. En cas de marée, s'il arrive que l'alternance des niveaux se produise dans le sens favorable aux manœuvres inverses, l'axe de pivotement sur radier restera d'autant plus acceptable, comme à Honfleur ; mais dans les rivières, il y a généralement à compter, sinon toujours avec une chute déjà formée, du moins avec un courant continu et de sens constant, complice de l'abatage, obstacle au relèvement direct. A cette dernière opération il faut appliquer des artifices : tantôt se contenter d'atténuer la résistance, comme dans les vannes roulantes ; tantôt s'y dérober en tenant le panneau dans le fil de l'eau, ce que permet le double pivotement sur axes parallèles du système Chanoine ; tantôt enfin débaucher le courant, le retourner contre lui-même. On y arrive déjà en quelque degré en faisant jouer à une portion du vannage le rôle d'organe moteur : exemple dans certaines portes tournantes et dans un des systèmes Fouracres ; mais en général il faut prendre le parti d'annexer à l'installation de retenue proprement dite des appendices spéciaux : soit un récepteur hydraulique ou turbine, comme l'a fait Girard ; soit des contre-hausses ou doubles parois : portes en éventail, hausses à tambour Desfontaines, système à doubles panneaux contrebutants essayé à la Neuville, modifié par M. Krantz. Enfin, dans la combinaison Thénard ou des barrages indiens, la hausse auxiliaire, renonçant à être motrice de la hausse principale, se borne à la délivrer temporairement de l'afflux des eaux, pendant qu'une équipe d'ouvriers en effectue le relevage. Fondre les deux organes en un seul, tout en conservant le principe du mouvement, conduirait à un mode de transposition alternative de l'axe de rotation.

Quelques petits croquis Nos 1 à 29, planches XI et XII, que nous ne donnons pas pour être à l'échelle, nous suffiront à illustrer ces divers types. Les principaux renseignements sont empruntés aux *Annales des Ponts et Chaussées* et au mémoire *On fixed and movable weirs* de MM. Vernon-Harcourt et Buckley.

Autrefois, sur la Tamise, la Severn et nombre de rivières françaises fonctionnaient des *portes marinières* grossièrement formées de deux poutres, contre lesquelles s'adossaient des pièces jointives verticales recroisées de planches horizontales. L'ouverture rapide de ces barrages, obtenue en dégagant la poutre d'appui supérieure, produisait des lâchures ou écluses, sortes de crues factices servant à faire flotter par-dessus les hauts-fonds de la rivière les trains de bois ou les bateaux. Au besoin, des poteaux subdivisaient la largeur totale et retenaient les planches attachées à leur sommet.

Un empilement de poutres horizontales enchâssées par leurs extrémités dans les feuillures de piliers en maçonnerie constitue les *barrages à poutrelles* (fig. 1). Chaque extrémité étant munie d'un étrier sur mortaise ou d'un goujon en saillie sur les deux faces, il est facile à deux hommes armés de crocs d'enlever les poutrelles une à une ou de les reposer dans les rainures. Pour une manœuvre plus rapide, on les fait échapper, flottantes, retenues par des cordes ou chaînes. Cela s'effectue en bloc par l'abatage d'un poteau valet qui vient se coucher sur le radier, ou simplement en retirant de la rainure M des poteaux de remplissage, puis en repoussant une à une, hors de l'autre rainure N, avec un levier, les poutres taillées dans ce but en sifflet.

Les poutrelles s'appliquent à nombre de petits pertuis, notamment dans les canaux d'irrigation ; elles servent dans les écluses

à constituer des parois de batardeaux pour réparations ; mais déjà, s'il s'agit de larges écluses de rivières, des poteaux encastrés au radier deviennent nécessaires comme soutiens contre la poussée de l'eau ; car, pour rester maniables sans risque de rupture, les poutres ne se prêtent guère à des portées dépassant 4 ou 5 m. ; déjà des pièces de cette longueur se lèvent péniblement sous une lame déversante de 60 cm. On pourrait (fig. 2) épauler les barrages de cette nature au moyen d'appuis métalliques se rabattant sur axe horizontal parallèle A B ou perpendiculaire A' B'. Le premier arrangement favoriserait l'échappement en bloc ; le second, préférable en ce qu'il forme en même temps des palées pour passerelle de service, a conduit du reste à changer la direction de pose des éléments de la paroi, afin de les rendre plus courts et maniables par un seul homme : aux poutrelles se substituent des aiguilles posées verticalement.

Mentionnons ici, pour mémoire, les fermetures flottantes, telles que les *bateaux portes* des bassins de radoub ; car elles peuvent s'assimiler en quelque sorte à une poutrelle unique, métallique, de dimensions énormes et munie d'appareils et de compartiments étanches lui permettant, à volonté, de venir s'immerger et s'encastrer dans ses feuillures, ou de s'en détacher pour s'éloigner et rendre le passage libre. Le *barrage flottant du canal du Danube* à Vienne n'est autre chose également qu'un bateau-porte, mais de faible hauteur et de grande longueur, obstruant une ouverture de 50 m. dans le double but de maintenir le niveau du canal à 60 cm. ou 1 m. en contre-bas de celui du Danube, lors des grandes eaux, et d'arrêter l'invasion des glaces. Pour ce dernier objet, la paroi est verticale, afin de ne pas provoquer les glaçons à plonger sous la coque ; il existe d'ailleurs encore un grillage en-dessous de celle-ci. Le ponton s'immerge à la façon d'une vanne jusqu'à la profondeur voulue pour régler le débit des eaux entrant dans le canal. La carcasse se compose de trois poutres longitudinales et de cloisonnements transversaux formant cinq compartiments étanches, munis de soupapes. Sur le pont se trouve installé l'outillage de pompes à vapeur et de cabestans nécessaires aux manœuvres. L'appui à l'un des bajoyers consiste en une sorte de porte-valet mobile, dont le déplacement laisse le flotteur céder au courant et se ranger sur l'autre rive. Il se ramène en place en agissant sur ses chaînes.

Revenons aux *barrages à aiguilles* (fig. 3). Comme appuis de ces dernières, il suffit d'un seuil ancré au radier et d'une poutre supérieure. La question est d'appuyer cette poutre ; elle pourra l'être par exemple contre les piles d'un pont fixe, mais encore sa portée admissible reste-t-elle restreinte par la nécessité de concilier la mobilité et la résistance. La solution, pour les barrages de grande ampleur, se trouve dans les *fermettes métalliques de Poirée* se recouchant sur le radier après l'enlèvement des aiguilles, de manière que tout disparaisse. En même temps ces fermettes forment supports pour des planches de passerelle maintenues par des agrafes. Des griffes d'écartement à mâchoires ou à œillets, se crochant à des goujons sur les fermettes, tiennent celles-ci en position verticale ; la griffe d'amont, suffisamment renforcée, sert d'appui aux têtes d'aiguilles ; elle porte vers ses extrémités de petits appendices saillants dont l'un butte contre la ferme, l'autre sert d'arrêt à un groupe d'aiguilles. Il est clair que, pas plus qu'avec les poutrelles, la paroi n'est étanche ; de l'eau se perd par les joints ; mais il en faut bien perdre puisque la rivière a du débit ; et quand il en veut écouler

davantage encore pour régler le niveau de la retenue, l'homme enlève un certain nombre d'aiguilles, en sorte que les subsistances ne forment plus qu'un grillage plus ou moins élagué. Parfois il se contente d'en tenir, ci et là, quelques-unes écartées par le sommet au moyen d'un tasseau. Une aiguille s'ôte sans peine après l'avoir ou poussée d'un coup de pied, ou soulevée pour la dégager du seuil, en la rattrapant par une corde, passée d'avance, lorsqu'elle a bondi sous le courant. Pour la reposer, on la présente tendue vers l'amont, la tête appliquée sur la barre d'appui ; le courant se charge de la rabattre vivement contre le seuil.

C'est à Basseville sur l'Yonne, en 1834, à Decise sur la Loire en 1836, que Poirée et Chanoine établirent les premiers spécimens de fermettes. Sur la Saône, en 1840-1845, il en fut installé non plus pour irrigation, mais pour détourner des eaux d'inondation dans un chenal latéral. D'autres enfin s'élevèrent sur la Seine, la Marne, la Meuse, l'Oise, le Cher et l'Allier. Pour la navigation de la Seine inférieure Poirée voulait multiplier le nombre des barrages, afin de limiter les chutes à environ 1<sup>m</sup>50 et d'alléger ainsi soit les aiguilles, soit les fermes, exécutées à cette époque avec des fers carrés ; mais on se borna d'abord à l'exécution d'un petit nombre de ces ouvrages pour améliorer les passages les plus difficiles. Les barrages construits dans les derniers temps ont affronté des hauteurs plus considérables, le mouillage d'abord prévu de 1<sup>m</sup>60 ayant été doublé. Plusieurs même eussent voulu pousser la profondeur d'eau à 4<sup>m</sup>50, afin de réaliser plus complètement la conception « Paris port de mer. »

Comme les fermettes, pour être moins fatiguées et pour diminuer la portée des barres d'appui des aiguilles, ne sont espacées que de 1 m. ou 1<sup>m</sup>40, il s'ensuit qu'avec une hauteur triple environ de cette distance, elles se superposent en partie lors de leur rabattement, gardant une position un peu inclinée sur l'horizon, et nécessitant ainsi l'existence d'un renforcement dans le radier. Primitivement assujetties à ce dernier par l'intermédiaire de châssis de charpente bien coincés, elles ont de préférence aujourd'hui leurs coussinets directement scellés dans des pierres de taille, harponnées elles-mêmes à l'infrastructure au moyen d'ancres en fer dites bâtons de perroquet, à cause des barrettes en échelons dont elles sont traversées ; des tirants horizontaux relient les files de palplanches dont le massif est encastré à l'amont et à l'aval. La fermette, travaillant à la manière d'une console encastrée dans le radier, transmet à son coussinet d'amont un effort d'arrachement, qu'on pourrait annuler en donnant un fruit prononcé au vannage ; mais au Port-à-l'Anglais, par exemple, avec des fermes de près de 5 m. de hauteur et de 3 m. de base, la traction se monte sans nul inconvénient à 3400 kg. Ces hautes fermettes de 600 kg. se lèvent à l'aide d'un léger treuil amarré par une chaîne aux fermes déjà debout. La hauteur de 6 m. se trouve atteinte aux fermes de la passe profonde de Suresnes, et l'on irait plus loin encore avec le mode actuel de construction en fers d'angle, fers à U, fers à T double ou simple que réunissent des goussets d'assemblage. Le remplacement d'une fermette est rendu facile par la forme des coussinets, celui d'aval portant un coin mobile au-dessus du tourillon, et celui d'amont ayant son œil ovalisé. Sur la Meuse, le coussinet d'aval reste même ouvert, sous forme d'une entaille arrondie, déjetée latéralement ; toutefois, bien qu'il n'y ait pas d'effort théo-

rique de soulèvement de ce côté, cette disposition trop libre peut donner lieu à des ébranlements ; il serait même arrivé à une fermette de Rigny (Saône), ainsi emmanchée, d'être déboîtée par l'effort des eaux. Au relevage, les fermes se repêchent successivement à l'aide soit d'un croc *a* (fig. 3) soit de chaînes *bb* rattachant chacune d'elles à la suivante. (Meuse.) On reproche cependant à ces chaînes le risque, en s'amoncelant, d'arrêter l'abatage d'une fermette, gisant à fleur d'eau comme un écueil.

Lorsque des ensablements dans le radier gênent le relevage, on cherche à les faire curer par le courant. Au point de départ le nettoisement a déjà lieu de lui-même sous l'action du flot qui contourne l'épaulement de maçonnerie, en sorte que les premières fermettes se lèvent sans obstacle. Si maintenant on leur applique tout de suite leur revêtement d'aiguilles, on rejette plus avant le courant de retour, une nouvelle zone de sable est chassée, permet le relèvement d'une nouvelle partie, et ainsi de suite.

Quant au danger contraire de l'affouillement des radiers lors du désaiguillage partiel, il est moins à craindre sous l'action de tranches d'eau verticales que sous les lames déversantes des barrages à hausses. Par contre, et précisément parce qu'il est privé de déversement au niveau de la retenue normale, le système des aiguilles exige des manœuvres partiels incessants. Un *déversoir* fixe accolé, s'il est arasé en contre-bas, entame l'intégrité de la retenue en temps d'étiage, et s'il est trop haut, expose la passerelle à se laisser rapidement submerger par les crues. Les déversoirs annexés à des pertuis à aiguilles seront donc en général mobiles (systèmes Chanoine ou Desfontaines), la crête devant subir des variations en concordance avec le débit de la rivière, de manière à pallier les dénivellations subites et transitoires.

Le relèvement d'un barrage à aiguilles de 2<sup>m</sup>30 de hauteur peut demander 7 minutes par mètre courant. Le métier est rude ; il importe d'éviter les manœuvres de nuit ; la marée les rendait nécessaires à Martot, mais on y obvia par l'adjonction d'un déversoir automobile de 71 m. Avec les perfectionnements apportés, et avec l'annonce télégraphique de l'approche des crues, des éclusiers prudents ne sont plus exposés à tomber à l'eau ; un barragiste manie aisément, sous 3 m. de chute, des aiguilles en sapin de 4 m. de longueur et de 8 cm. d'équarissage, du poids de 12 à 15 kg. et en porte deux à l'épaule. Il est rare qu'une aiguille manque le seuil, haut de 15 cm. ; même en cette occurrence, l'homme n'est pas entraîné ; il lui suffit de baisser la main pour laisser flotter la pièce.

Le barrage Poirée fonctionne peut-être mieux que tout autre pour une navigation par *éclusées* ou *lâchures*, lorsqu'on veut faire l'économie des écluses ; on se contente alors de débarrer sur une certaine longueur au moment où les bateaux doivent passer et, dès que le courant s'est radouci, d'abattre quelques fermettes pour ouvrir la communication entre les biefs. Sans être suivie systématiquement, cette manœuvre reste comme ressource en cas d'avarie à l'écluse.

Si les fermettes constituent un excellent système, commode par sa passerelle et se prêtant à de grandes hauteurs, ce sont les aiguilles qui, par leurs conditions de résistance, limitent les chutes admissibles, et par la lenteur de leur enlèvement direct redoutent les crues rapides ou inopinées. Pénibles à manœuvrer, elles manquent encore d'étanchéité. Voyons d'abord ce dernier

point, qui entre en considération si le débit de la rivière tombe très bas.

L'application de toiles goudronnées, lestées d'une barre de fer, est un moyen défectueux. Difficiles à retirer, se déchirant, elles entraînent un entretien dispendieux. Dans un barrage établi à Vichy pour créer un lac d'embellissement, on a trouvé plus commode d'appliquer comme couvre-joints des voliges légères, se relevant sans peine après que, par une secousse, on a fait s'insinuer entre elles et les aiguilles contiguës une pellicule d'eau pour détendre la pression. D'autres emploient des matelas de roseaux, jettent du foin, des brouettées de fumier, dont les parcelles, entraînées par les filets d'eau, s'insinuent dans les joints, aveuglent les interstices. Des aiguilles triangulaires, s'entrecoïnant mutuellement, ne conviennent, vu leur faiblesse aux flexions, qu'à des batardeaux d'un mètre. M. Saint-Yves avait essayé à Martot un système un peu compliqué d'aiguilles à section hexagonale irrégulière, conciliant la résistance avec la jointure cunéiforme, en même temps qu'il y trouvait un surplus de garantie contre les fractures, accident surtout fréquent dans la pose des dernières aiguilles, alors que la hauteur des eaux les précipite avec violence contre le seuil : or ces aiguilles à superposition partielle n'affrontent à ce moment qu'une veine liquide deux fois moins large et retombent tout du long sur les aiguilles posées qui les soutiennent. Dans le même ordre d'idées il faut citer les *aiguilles-coïns* de Roland pour éclusements d'inondation des fossés de places de guerre. On pouvait avoir affaire ici à de très hauts barrages, difficiles à poser jointifs, alors précisément que l'eau disponible était à économiser. L'aiguille-coïn, démaigrée ou biseauté, sert à resserrer les aiguilles ordinaires en l'enfilant et la frappant sur les joints trop ouverts ; lorsqu'elle arrive à fond, on la remplace par une aiguille carrée ; sinon, elle reste comme fourrure. Il faut même prendre garde de trop serrer, de peur qu'après gonflement des bois la résistance à la dépose ne devienne insurmontable.

Dans quelques cas enfin on posait tout d'une pièce des panneaux d'aiguilles jointives et nombreuses, rassemblées à l'aide d'un cadre à bascule ou de liteaux cloués, et qu'on faisait rabattre par le courant en les appuyant sur le bord d'amont de la passerelle et les retenant par des cordes attachées à l'autre bord. Les hommes ne couraient point de risques, ne cherchant point à lutter contre l'eau ; mais les aiguilles, les centrales surtout, pouvaient être rompues par la violence du choc, sous l'inertie du flot s'élançant à leur poursuite.

En ce qui concerne le défaut de résistance des aiguilles, leur manœuvre trop lente, laborieuse ou même périlleuse par moments, voici divers artifices et perfectionnements.

Pour soutenir des chutes de 3 ou 4 m. avec le petit modèle de 8 cm. les barrages de Besons et d'Andrésey ont fait usage d'une *barre de soulagement* ou d'appui intermédiaire, suspendue par des tringles contre les fermettes à la hauteur du centre des poussées liquides. Sous 3 m. de chute, cet appendice réduisait le travail du bois à 70 kg. au lieu de 280 par  $\text{cm}^2$  ; sous 4 m., l'effort était de 168 kg., taux encore admissible ; mais c'était une annexe encombrante, et d'ailleurs d'utilité précaire si, en l'absence d'un déversoir régulateur suffisant, l'éclusier se voyait obligé de déposer des aiguilles sous pleine chute, avec le bief d'aval à peu près en étiage : à l'instant où il écartait l'aiguille, ne lui laissant pour appuis que le seuil et sa main, il la cassait net.

On préfère donc épaissir le revêtement, quitte à recourir à des engins : treuils, échappements.

Dans le débarrage pièce à pièce, l'éclusier court le risque de se laisser devancer de vitesse par la crue ; l'événement s'est produit à deux reprises à Suresnes, en 1873, sans conséquences fâcheuses cependant. Relever le niveau de la passerelle porte à exagérer la longueur des aiguilles ou à les éloigner de la portée de la main, si l'on fait emploi comme à Joinville d'un plancher auxiliaire, porté par des montants surélevés.

Sous des chutes atteignant 2 m. des aiguilles de fort calibre (Suresnes) peuvent s'enlever à l'aide d'un *bateau-treuil* retenu par un câble tendu en amont de la passe. Reliées à leurs têtes par une cincenelle laissant entre elles assez de mou pour qu'elles ne soient appelées que successivement, le treuil les tire jusqu'à ce qu'il ait amené au bateau tout le chapelet flottant. Quoiqu'il donne de bons résultats, on peut objecter à ce procédé son outillage spécial et la fatigue qu'il impose à l'aiguille à l'instant où, soumise encore à tout le poids de l'eau, elle n'est soutenue qu'en ses points extrêmes.

A des déversoirs de haute Seine, MM. Guillemain et Lavollée ont muni le haut des aiguilles d'un *anneau A* (fig. 4) et d'un *crochet BC*. Il suffit d'engager ce dernier sur la barre d'appui en fer rond, et de laisser le courant rabattre l'aiguille, dont la longueur est telle qu'elle n'atteigne le seuil qu'après avoir frôlé le radier pour amortir le choc. Plus facile encore est la dépose : avec un taquet à crémaillère, ou tout simplement avec un levier prenant appui sur les crochets voisins, on soulève l'aiguille par l'épaulement B jusqu'à ce qu'elle échappe du seuil ; demeurant retenue par la longueur du crochet, elle flotte à fleur du courant qu'elle a déchainé, et il n'y a pas d'urgence à l'emporter. Le dégrillage et l'enlèvement cessent ainsi d'être nécessairement simultanés. Un chariot porte et la crémaillère à cueillir les aiguilles et un balancier à chainettes servant à les pêcher par leur anneau, de manière qu'il ne reste qu'à les saisir depuis la passerelle pour les emporter.

Pour obtenir des ouvertures presque instantanées, on a imaginé de faire *échapper* d'un seul coup toutes les aiguilles d'une travée, après avoir passé dans leurs anneaux un cordage de retenue. Sur l'Yonne a été appliqué un déclenchement à excentrique capable d'ouvrir 40 m. de passe en un quart d'heure. Chaque ferme se couche en même temps que part son faisceau d'aiguilles. Telle est la sensibilité atteinte, qu'après le premier décrochage les autres suivent sans coup férir : c'est pour ainsi dire une arme à double détente, et pour cela perfide ; plus d'une fois l'homme n'a pu se retirer à temps et a été précipité. Dans la Meuse belge, l'échappement est conçu dans un autre ordre d'idées ; il abat isolément chaque travée, et consiste à rendre tournantes les griffes d'appui, leur œil terminal étant évidé et retenu seulement par un goujon ou petit poteau-valet, échancré sur la moitié de sa section. Il suffit, avec une clef, de donner quart de tour à ce goujon dans son fourreau pour lâcher la griffe. La fermette est restée debout ; le départ de la barre ne la laisse, en effet, point abandonnée, car elle est encore entretoisée à sa voisine par un tablier en tôle à charnière et à crochets, formant élément de plancher, et qu'il reste à replier sur elle pour l'accompagner dans son abatage. On lui réajuste en même temps la chaîne qui servira à la reprendre sous l'eau, et dont les brins étaient tenus pendants, tant que le barrage demeurait fermé,

afin de ne pas entraver la fuite des aiguilles. Chaque fois que la rivière réclame un accroissement de débouché, on ouvre au complet quelques travées; les grappes d'aiguilles, rattachées par leurs cordes respectives à une cincenelle partant de la culée, sont ensuite ramenées au rivage.

Du moment que les manœuvres de force se réduisent à porter une aiguille à l'épaule et à la reposer sur sa barre, l'équarrissage peut s'élever à 12 ou 13 cm. Une aiguille de 4 m. et de 12 cm. pèse 30 à 35 kg. et n'excède pas la charge d'un homme. Les fermettes ont pu atteindre la hauteur de 3 m. sur la Seine et de 3<sup>m</sup>50 sur la Meuse.

Pour aller plus loin, il faut en venir à changer la constitution même du rideau, ce qu'ont fait MM. Boulé et Caméré (fig. 5). Le premier recourt à des *vannes glissantes*, mais *étagées en plusieurs rangs*, de manière à n'avoir pas à vaincre de trop grands frottements. Il est même indiqué que la rangée de faite, fréquemment maniée, soit réduite à une hauteur minime; et quant aux étages inférieurs, si leur tour vient d'être levés, ils ne seront pas moins dociles; ils le seront même davantage, car à mesure que le débouché s'ouvre et que se relève l'eau d'aval, la dénivellation des biefs tend à s'effacer. C'est revenir un peu à l'idée des poutrelles de fig. 2, mais très amincies grâce à la réduction de portée. L'ouverture s'opère graduellement au fur et à mesure des besoins; rien n'empêche de placer à hauteur suffisante le plancher de service. Le barrage formant déversoir au niveau de la retenue normale, celle-ci se maintient mieux, et la simplicité ne laisse rien à désirer; elle est assurément plus grande qu'avec le système Chanoine gratifié d'une passerelle, dans lequel des mécanismes délicats demeurent immergés et requièrent une grande largeur de radier. Il y a aussi bénéfice d'étanchéité. Les hauteurs de retenue peuvent être grandes ou se prêter à des augmentations subséquentes. On a suggéré encore d'adapter aux vannes principales des papillons soit petites ventelles tournant sur axe horizontal et qui, tenues inclinées à volonté dans un sens ou dans l'autre, emprunteraient à la force du courant une composante de soulèvement ou d'abaissement. Pour le levage, le barragiste accroche la chaîne d'un treuil roulant à la douille de sa gaffe, puis avec celle-ci vient saisir la poignée de la vanne, et enfin actionne le treuil. Pour redescendre un panneau, il y appuie une flèche à fourche au sommet de laquelle il attache la chaîne du treuil, préalablement passée sur une poulie de renvoi inférieure. Si les vannes levantes impliquent ainsi des résistances de frottement, il en ressort un privilège de stabilité ne laissant pas les hommes sous la menace d'échappements inopinés. D'expériences faites au Port-à-l'Anglais, où le système fut essayé en 1874 dans la passe profonde, on a conclu que le frottement pouvait s'élever à 40 ou 50% de la pression évaluée statiquement. Le niveau d'amont s'élève ici à peu près à 4 m. du seuil; la chute, variable, dépasse parfois 3 m. Les fermettes, faites de fer en U de  $\frac{80 \times 35}{7}$ , ont 4<sup>m</sup>75 de haut, 3<sup>m</sup>10 de largeur à la base et 1<sup>m</sup>20 au sommet. Sur leur montant d'amont glissent les vannes en chêne bordées de fers à T. A Suresnes, des vannes Boulé fonctionnent en concurrence avec des rideaux Caméré, sur lesquels elles paraissent avoir quelque avantage de simplicité et d'économie. Des panneaux étagés ont été aussi appliqués à des barrages sur la Moscova: ce sont des planches munies de chevilles de levage et

glissant sur des aiguilles à feuillures adossées aux fermettes. A Myapore, un pont régulateur de prise d'eau du canal du Gange présente un autre spécimen à peu près similaire: cet ouvrage a dix pertuis de 6 mètres compris, non entre fermettes, mais entre piles en maçonnerie, où descendent trois rangs de panneaux en retraite successive, de manière à se poser indépendamment sur seuils distincts. L'étage supérieur se lève à la main, les autres par des crics fixés aux piles.

Le *vannage Caméré* consiste en rideaux faits de tringles articulées et s'enroulant sur eux-mêmes à la façon d'une pièce d'étoffe. A Port-Villez un rideau de 4 m. de haut forme, replié à l'aide de ses chainettes, un rouleau d'environ 65 cm. de diamètre. Au barrage de Poses, sous Vernon, le plus haut du genre, on a fractionné le passage en sept ouvertures de 31 m. par des piles supportant une passerelle fixe. Des montants articulés aux poutres viennent buter contre un seuil et remplacent le système ordinaire des fermettes comme supports du rideau. Quand on les relève, ils sont tenus horizontaux à hauteur suffisante au-dessus des eaux. En ne regardant pas à la dépense, cela se prête à de hautes chutes.

Pour décharger les eaux d'inondation de l'Elbe aux environs de Magdebourg<sup>1</sup>, on a creusé un chenal d'écoulement auxiliaire commandé par un barrage mobile (fig. 6). Ce sont des vannes superposées comme les précédentes, mais faites de tôles embouties de 6 mm., encadrées de bordures plus fortes. Elles glissent, guidées par des crochets, et se retirent avec des cordages en acier par la fente centrale du tablier de service. Comme à Poses, l'appui se fait contre des poteaux articulés au pont; mais ces poteaux devant pouvoir se relever vers l'aval, de AB en AB', dans des temps de débâcles de glaces, au lieu de s'arrêter contre un seuil fixe, leur pied est à butée mobile: il est muni de tourillons montés sur un doigt articulé et venant s'appuyer aux ergots d'un heurtoir. Comme la chaîne de relevage se bifurque en C, son premier effet est de soulever et dégager les tourillons de leur siège, après quoi elle attire le montant jusqu'en AB', où on l'attache. Chaque montant est contreventé par une barre oblique qui le suit dans son évolution, en jouant sur la charnière du montant voisin. Les poutres en fer sont ancrées aux piles et celles-ci chargées de lourds couronnements pour assurer la stabilité contre la poussée liquide. Treuils à trois hommes pour les montants, et à quatre ou deux hommes pour les vannes, suivant qu'on les relève ou les repose.

Ainsi la subdivision des vannes dans le sens de la hauteur est un expédient pour les rendre maniables. Des vannes levantes ordinaires, ne se prêtant qu'à de faibles chutes ou à de faibles largeurs de pertuis, ont sans doute un grand rôle dans les irrigations, distributions d'eau, etc., mais un beaucoup moindre dans la navigation. A Teddington des vannes de faible hauteur glissent sur des palées fixes en fonte espacées de 2<sup>m</sup>40. Il existe pourtant un moyen simple de rendre la manœuvre aisée sous des dimensions beaucoup plus grandes: c'est d'appliquer des galets. M. Stoney a exécuté des *vannes métalliques roulantes* atteignant jusqu'à 12 m. de largeur, sous des pressions de 3 à 5 m. d'eau, trouvant à ce mode de fermeture, d'une construction d'ailleurs simple et substantielle, deux grands avantages: celui de régler à volonté le débit par une levée partielle variable,

<sup>1</sup> Génie civil, février 1885.

et celui de sortir de l'eau tout l'appareil, au lieu de le rabattre sur radier au détriment de sa conservation. La vanne de 6 m. de large (fig. 9) établie par lui en 1870 à Pelotas (Brésil), au prix de 6200 fr., tous accessoires compris, est facilement levée par deux hommes à 3 m. de hauteur. Fixés entre deux flasques mobiles, les galets *g* constituent un chariot mouflé d'une part à la vanne, de l'autre au sommet du rail-guide. De cette façon, la vanne court deux fois plus vite que le chariot, mais il suffit que celui-ci ait assez de hauteur pour ne pas échapper à l'extrémité de l'excursion. Du côté d'amont, à l'opposé des rouleaux, la vanne est bordée de fourrures de bois *a* à face de contact inclinée, formant à fond de course une jonction cunéiforme étanche. Pas n'est besoin toutefois, comme dans ce spécimen, de créer ainsi la jointure par un serrage sur le dos : il suffirait, par exemple, d'une aiguille de bordure posée à la main, ou articulée à la vanne, et que la pression de l'eau tiendrait appliquée contre une feuillure du pilier.

Pour une vanne de 2<sup>m</sup>85 d'ouverture retenant une hauteur d'eau de 1<sup>m</sup>35 et roulant sur des galets de 18 cm. assujettis par des paliers sur le cadre mobile, le frottement a été trouvé égal aux 0,095 de la pression hydrostatique.

Le propre des vannes levantes étant de couper la veine liquide et de cheminer, qu'elles montent ou qu'elles descendent, sous la pression de cette veine, il n'y a d'autre différence de résistance à l'ouverture et à la fermeture que celle du poids ; encore celui-ci peut-il être équilibré. Ajoutons que l'application d'un piston hydraulique pour la manœuvre est encore, occasionnellement, un moyen de permettre d'accroître les dimensions.

L'avantage que possèdent ces vannes de se dégager de l'eau lors de l'ouverture a pour contre-partie la nécessité de hauts bâtis de guidage. A Mérienne, où l'on a barré un bras secondaire de la Charente, afin de concentrer dans le bras principal les eaux d'étiage, on n'a pas jugé nécessaire de relever les vannes verticalement jusqu'au-dessus des plus grandes crues. Articulées à leur tige-crémaillère, il arrive, aussitôt que leur bord inférieur émerge au-dessus du point *a* (fig. 8) où se trouve interrompue la joue d'aval de la coulisse, qu'elles deviennent tournantes et flottantes au gré du courant, auquel dès lors elles n'apportent plus d'obstacle appréciable.

Si au lieu de s'élever dans les airs une vanne pouvait rentrer sous terre, elle graduerait le débit par lame déversante au lieu de le faire par orifice noyé. Comme on ne voulait pas, en plein Paris, d'une perspective de larges plaques arrêtant les débris flottants, puis exhibant par-dessus le fleuve leurs formes plates et massives, le barrage de la Monnaie a tourné comme suit la difficulté. Faute d'une chambre souterraine que les limons auraient comblée, la vanne s'est donné la forme d'un segment cylindrique et cellulaire en tôle, tournant autour de son axe horizontal, et d'ailleurs équilibré par des contrepoids ; elle abaisse son niveau, et conséquemment accroit le débouché de l'eau déversante, sans pour cela s'enfiler dans le lit, mais en le léchant tangentiellement par sa génératrice inférieure. Si nous ajoutons que, pour donner de la force à ces portes cloisonnées barrant de grands pertuis de 8<sup>m</sup>70 de largeur, on a bombé en forme de voûte à double courbure la paroi d'aval, on comprendra que cette création compliquée de Ch. Poirée soit demeurée un type solitaire, du moins depuis l'insuccès d'une application de même genre au barrage du Nil, à Rosette. Il faut pourtant louer la

réduction de résistance passive que procure le genre de mouvement par rotation sur un axe.

Ces derniers exemples nous acheminent aux vannes ou *hausse à rotation*. Nous ne nous arrêterons guère aux dispositions à axes verticaux. Ne citons que pour mémoire les vantaux d'écluses, soit simples, soit busqués, et un ancien grand vantail (fig. 7) établi à St-Maur. Les *vannes tournantes* (fig. 10), à axe central ou excentrique, rendent des services dans des pertuis de bassins de chasses, grâce à leur ouverture rapide ; elles n'ont qu'un faible frottement de pivot ; la résistance de l'eau s'équilibre de l'un à l'autre des deux panneaux, ou même le courant devient moteur si l'axe est excentré du bon côté. Comme il convient cependant que la pression prépondérante agisse dans le sens du maintien de la fermeture, on a quelquefois pratiqué dans le grand panneau un orifice muni d'une ventelle glissante. En ouvrant celle-ci, ce qui n'exige que peu de force vu sa faible dimension, le grand panneau devient le moindre en tant que surface pleine, et aussitôt la porte s'ouvre. A Honfleur, la ventelle est elle-même tournante, avec son axe beaucoup plus excentré que celui de la vanne. On a indiqué le rapport 1<sup>m</sup>75 entre les largeurs des panneaux comme le plus propre à faire prendre une bonne position au vantail sans trop brusquer l'ouverture ; mais encore l'inégale obliquité que prennent, de part et d'autre, les veines fluides fait osciller et dévier la vanne si elle n'est bien assujettie contre des pieux d'arrêt. Avec ses bords en biseau, elle pourra être maintenue solidement fermée par les épaulements obliques de poteaux-valets A et B (fig. 10), dont l'un tourne sur lui-même au moyen d'un levier ou d'un secteur denté lorsqu'il s'agit de produire l'ouverture. Le spécimen construit à St-Nazaire est formé de montants jointifs assemblés à clefs et encastrés par leurs extrémités dans des boîtes métalliques. Il est à noter que l'axe doit être de force à soutenir la pression totale à l'instant où la porte commence à s'ouvrir, et que chaque demi-vantail travaille alors comme encastré dans l'autre, à la façon d'une console. De là la forme inflée souvent donnée à la section horizontale.

Le réservoir de Bann (Irlande) s'alimente par un canal de 8<sup>m</sup>85 d'ouverture, divisé par un poteau de battée en deux baies que ferment des portes pirouettantes à axes décentrés, à mouvement automatique. L'eau entre lorsqu'elle se trouve plus haute dans le canal adducteur que dans le réservoir ; celui-ci plein, et l'eau baissant dans le canal, c'est alors sur le revers du grand panneau que domine la pression intérieure, et les volets se referment. Le seuil appuie partie sur une face, partie sur l'autre. Il existait sur la Lee maritime un barrage en trois travées de 11<sup>m</sup>60 fermées d'une manière analogue sous 2 m. de chute.

L'adaptation à des fermettes Poirée de vantaux tournant sur axe central (D, fig. 10) a été proposée comme élément de barrage mobile susceptible de se replier totalement sous l'eau par de simples opérations de rotation ; seulement, comme ces volets — à moins de les allonger pour n'en placer que de deux en deux fermes — seraient sevrés de poteaux de battée, il faudrait un bon mode de retenue contre les oscillations.

Passons aux *systèmes à rabattement sur axes horizontaux*. Le premier mode qui se présente, c'est de faire tourner la vanne sur des *tourillons fixés au radier* ; mais cette disposition (fig. 11) ne se prête en général qu'à de minimes profondeurs d'eau ; autrement le relevage est trop difficile contre le courant.

Ne mentionnons que pour mémoire l'adaptation de contrepoids relevant automatiquement le panneau lorsque l'eau baisse, tandis que sous un flot montant ils cèdent et sont soulevés de C en C', laissant s'abattre le barrage: il est clair que dans une eau capricieuse, ondoyante, de tels systèmes à équilibre plus ou moins indifférent, si bien réglés qu'ils soient, doivent devenir par moments le jouet d'oscillations violentes. Ils ont cependant pu rendre quelques services pour de petites bordures mobiles sur la crête de déversoirs en maçonnerie: on en a cité un ayant fonctionné un demi-siècle sur la Weaver, à Nantwich.

Les *vannes Chaubart* à niveau constant ou à débit constant, utilisables pour biefs d'usines, prennent leur point d'appui en contre-haut du radier, leur inclinaison variable se produisant automatiquement par le roulement d'appendices curvilignes sur des guides. On en trouve la théorie dans Bresse.

Il est un cas dans lequel la pression de l'eau favorise aussi bien le relevage que l'abatage de vannes: c'est celui du remplissage d'un réservoir appelé à s'ouvrir à des eaux hautes et à se refermer lorsqu'elles baissent; les dénivellations, les poussées concordent avec les manœuvres à produire. C'est ainsi (fig. 12) qu'au *bassin de chasses de Honfleur*<sup>1</sup> le remplissage par les eaux alternantes de marée a parfaitement admis l'application de hausses de grande dimension pivotant sur le radier. Le bassin se remplit à mer haute par une tranche déversante réglée à 60 cm. de hauteur, s'échappant par dix pertuis de 10 m. munis chacun de trois hausses mobiles. Ces dernières sont faites d'une carcasse métallique avec bordé en tôle de 8mm.; les bords latéraux sont garnis de fourrures en bois et de bandellettes de cuir chevauchant en couvrejoints. Sur le seuil une lame de tôle traînante écarte les sables. L'ensemble constitue un déversoir à crête mobile, les chaînes de retenue s'abaissant à volonté et toutes exactement de la même quantité, car leurs mouvements partent d'un châssis rigide où elles s'attachent et qui roule sur le pont de service, sous la commande d'une machinerie hydraulique. Pour immobiliser l'appareil dans une situation donnée, sans qu'il soit nécessaire de compter sur le maintien de la pression de l'eau dans les cylindres moteurs, une grosse vis donne point d'appui dans un écrou de sûreté; mais comme vis et écrou sont évidés sur trois segments de leur périmètre de taraudage, il suffit, avec un levier, de tourner l'écrou de 60° pour dégager les zones filetées; la vis, à ce moment, coule libre dans l'écrou et ne s'oppose plus au jeu des machines pour mettre le barrage en mouvement. Le bassin rempli, la mer va baisser: il suffit alors que les pistons hydrauliques rappellent les hausses jusqu'à les faire émerger par la crête, en laissant à la pression des eaux intérieures le soin d'achever de les amener à la position verticale, où elles sont enfin assurées au moyen de verrous mus hydrauliquement.

Dans l'invention des *hausses Chanoine*, le trait caractéristique est l'adoption de deux axes de rotation parallèles, au lieu d'un seul, en vue de rendre le relevage aisé contre la résistance du courant de la rivière. La hausse pivote sur un axe élevé au-dessus du seuil, mais à son tour cet axe appartient à un chevalet vertical, mobile lui-même sur un second axe contigu au radier. Douée par là de deux mouvements susceptibles de se combiner dans une mesure arbitraire, la hausse est libre d'être tenue dans le fil de l'eau durant son relevage, de manière

<sup>1</sup> Dessins de l'école des ponts et chaussées, série 6, section C.

à ne pas éprouver de résistance notable: bien plus, elle peut être inclinée à contresens de manière que le flot, la frappant sur le revers, produise une composante de soulèvement, auxiliaire de la manœuvre. Au lieu de présenter, comme dans le système Poirée, deux organes distincts — paroi et fermettes — dont l'un se transporte à terre et l'autre s'immerge, les éléments du barrage Chanoine demeurent solidaires à leur poste, s'abaissent et se relèvent tout d'une pièce. Aussi la rapidité d'ouverture est-elle merveilleuse. (A suivre.)

## L'INDUSTRIE DES ANTHRACITES AUX ÉTATS-UNIS

par CH. DE SINNER, ingénieur.

(Suite.)

Le premier fer des États-Unis a été fabriqué en 1608 en Virginie. En Pensylvanie, la première forge ne fut établie qu'en 1717; le premier haut fourneau y fut construit en 1753, dans la vallée du Lehigh. L'existence de minerais de fer avait été signalée déjà en 1682 par Penn. En 1791, la Pensylvanie était l'état le plus avancé de l'Union pour le travail du fer: elle possédait alors 17 hauts fourneaux au bois et 37 forges. Toute cette industrie était concentrée dans la Pensylvanie orientale. Après la guerre d'indépendance, Pittsburgh et ses environs commencèrent à lui faire une sérieuse concurrence. En 1839, l'anthracite, et après 1850, le coke entrent en ligne et le règne du charbon de bois en métallurgie commence à décliner. En 1866, il y avait 121 hauts fourneaux à l'anthracite aux États-Unis, produisant un total de 443 000 tonnes de fonte; en 1872, 202 hauts fourneaux, dont 149, ainsi les trois quarts, dans la région anthracifère de la Pensylvanie orientale, produisant la moitié de la fonte fabriquée cette année par les États-Unis, 1 237 250 tonnes sur 2 560 000. La même année, 169 hauts fourneaux marchaient au coke, et 265 encore au charbon de bois. En 1880, la production de fonte à l'anthracite atteint 1 807 000 tonnes; la production au coke 1 950 000.

La fonte au coke commence à l'emporter, sans diminuer sérieusement le rôle important de l'anthracite dans l'industrie du fer ni l'activité de cette industrie dans la Pensylvanie orientale. La fabrication de la fonte au bois est restée stationnaire pendant la période de 1870 à 1880, tandis que le nombre, et surtout la puissance et les dimensions des hauts fourneaux au coke et à l'anthracite ont considérablement augmenté. Le nombre des établissements métallurgiques, pour fonte, fer et acier, s'est élevé de 808 à 1005. Pendant cette même période, la production de fonte a doublé, celle du fer a triplé, celle de l'acier a plus que décuplé<sup>1</sup>. La production commerciale de ces 1005 établissements en 1880 était de un milliard et demi de francs dont 725 millions, près de la moitié, étaient fournis par la Pensylvanie. Cet état comptait alors à lui seul 366 établissements, à savoir 167 hauts fourneaux, 33 forges, 131 laminiers, 13 convertisseurs Bessemer. Les principaux groupes d'usines sont situés en Pensylvanie, dans la région anthracifère et dans son voisinage immédiat d'une part, dans le bassin houillier de la Pensylvanie occidentale d'autre part.

Le Michigan et le Wisconsin sont les états les plus riches en minerai de fer de bonne qualité. Le Wisconsin seul a produit 1 900 000 tonnes en 1880. La Pensylvanie vient ensuite avec 1 820 000 tonnes, soit plus du quart des 7 millions produits par les États-Unis. Mais ses minerais sont impurs. C'est donc surtout à sa richesse en combustibles que la Pensylvanie doit d'occuper le premier rang dans l'industrie du fer.

<sup>1</sup> En 1882, la production de fonte a atteint 4 697 000 tonnes, celle de l'acier a dépassé 3 millions.