

**Zeitschrift:** Bulletin de la Société vaudoise des ingénieurs et des architectes  
**Band:** 13 (1887)  
**Heft:** 8

**Artikel:** Air comprimé, jetées et brise-lames: minutes of proceedings of the Engineering Association of New South Wales, vol. I, Sydney, 1886  
**Autor:** Gaudard, J.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-13738>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. 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. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **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. [Voir Informations légales.](#)

### **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. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 13.03.2025

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

hermétiquement tout passage de l'intérieur à l'extérieur du tube par lequel s'échapperait le fluide comprimé.

La soupape étant formée d'une simple règle en fer peut facilement s'infléchir sans aucune torsion, ni fatigue, ni frottement dans un plan passant par l'axe de la baie et par celui du tube, en sorte qu'elle peut occuper simultanément, dans des points assez rapprochés, les positions nécessaires au passage de la barre d'attache et au passage du piston.

Le piston propulseur est construit comme un piston ordinaire de pompe, avec un cuir embouti.

Le piston se prolonge par une tige à laquelle est assemblée une barre d'attache, composée de deux pièces en tôle entre lesquelles passe et se meut la règle-soupape.

C'est cette barre d'attelage qui supporte la plateforme de l'ascenseur.

Le tube de l'ascenseur est solidement rivé au moyen de boulons à deux poutres verticales en fer en V dont les ailes servent à guider les galets qui conduisent la cage de l'ascenseur et assurent la verticalité absolue du mouvement.

Des manettes placées au haut et au bas des tringles verticales permettent d'ouvrir et de fermer à volonté l'accès de l'eau dans le tube et par conséquent d'imprimer le mouvement ascensionnel au piston ou de l'arrêter.

L'ascenseur construit par la maison Gabert frères, à Lyon, chez M. Gonet, à Lausanne, est destiné à faire monter ou descendre des sacs de farine du sous-sol au rez-de-chaussée, ou inversement. La hauteur à franchir est de 3<sup>m</sup>70.

Le programme fixait à 200 kg. soit à deux sacs, le poids maximum à soulever. (En réalité, cette charge est beaucoup dépassée.)

Le tube a un diamètre intérieur de . . . 0<sup>m</sup>100

Il a une épaisseur de . . . . . 0<sup>m</sup>020

et il est renforcé par des nervures équidistantes de 0<sup>m</sup>25, épais-  
ses de 0<sup>m</sup>020 et dont le diamètre extérieur est de 0<sup>m</sup>240.

L'eau motrice est empruntée à la canalisation des eaux de Bret dont la pression utile dans le quartier où se trouve l'ascenseur est d'environ 9 atmosphères.

L'installation de cet ascenseur a été achevée le 8 octobre 1887, et il a été mis en marche à cette date devant plusieurs ingénieurs et assistants qui en ont constaté la marche régulière et facile. Ils ont constaté aussi que la fermeture de la fente par la règle métallique ou soupape était complète et ne donnait lieu à aucune perte d'eau.

Chacune des deux lèvres de la fente du tube est garnie d'une bande de caoutchouc; contre ces bandes vient s'appuyer la règle métallique formant la soupape.

Le poids du piston, de la cage et des galets, à vide, est de 168 kg.

Il est à remarquer que le système d'ascenseur hydraulique établi par la maison Pinguely, d'après ce qui vient d'être décrit, évite deux inconvénients principaux des ascenseurs ordinaires à plongeurs, savoir :

1° Le nouveau système rend inutile le creusage d'un puits profond, souvent difficile et coûteux, lorsque le sous-sol est rocheux ou de mauvaise qualité et dont la visite est impossible.

2° Il évite l'obligation de contre-balancer le poids d'un piston-

plongeur par des contrepoids suspendus à des chaînes, dont la rupture a produit de fréquents et graves accidents.

Ainsi fait à Lausanne, le 8 octobre 1887.

J. CHAPPUIS, ingénieur,

Directeur des travaux exécutés pour l'utilisation des forces motrices du Rhône à Genève,  
l'un des associés de la maison Probst, Chappuis et Wolf,  
ingénieurs-constructeurs, à Berne et à Nidau.

J. GAUDARD,

Ancien élève de l'Ecole centrale des arts et manufactures de Paris,  
Professeur de génie civil à la Faculté technique de l'Académie de Lausanne,

Depuis la date du rapport ci-dessus, l'ascenseur a continué à marcher à la satisfaction du propriétaire de la maison où il est établi.

Le système en question a été récompensé d'une médaille de bronze à l'Exposition internationale de Liverpool en 1886.

#### LÉGENDE DE LA PLANCHE 9

FIG. 1. Plan de l'appareil.

FIG. 2. Coupe verticale par un plan passant par l'axe du tube et par l'axe de la fente.

La pièce *bbb'* est la règle métallique ou soupape longitudinale.

Au-dessous du piston, elle occupe la place *b'*. (Voir fig. 5.)

Au-dessus du piston, elle occupe la position *b*. (Voir fig. 4.)

L'écartement entre les positions *b* et *b'*, soit la flexion de la règle, est de 0<sup>m</sup>03.

FIG. 3. Elévation de l'ascenseur, soit vue de face.

*c, c', c'', c'''*, manettes pour régler l'ouverture des vannes.

FIG. 4. Coupe du tube au-dessus du piston.

FIG. 5. Coupe du tube au-dessous du piston.

FIG. 6. Vue photographique du piston, réduite au 1/10 de l'exécution.

#### AIR COMPRIMÉ, JETÉES ET BRISE-LAMES

MINUTES OF PROCEEDINGS OF THE ENGINEERING ASSOCIATION OF NEW SOUTH WALES. Vol. I. Sydney, 1886.

Ce volume renferme des études sur : Le traitement des minerais de cuivre par le procédé Manhes, par Clément van de Velde; Le système van Rysselberghe de télégraphie et téléphonie simultanées, par Albert Leahy; Les habitations salubres, par J.-M. Smail; L'air comprimé et ses applications, par Norman Selfe; La construction des brise-lames et jetées traînantes, par Walter Shellshear; L'emploi des solutions concentrées de soude pour la production de la vapeur, par C. Wagemann; La machinerie agricole, par Angus Mackay; Les steamers des ports coloniaux, par H. Selfe; L'arc métallique, par Francis Bergin; La fabrication de la glace par le procédé Beth, par F.-T. Bagshawe; L'économie dans la navigation à vapeur, par W.-S. Bailey; Le ciment de Portland, par A.-C. Mountain.

Entrons dans quelques détails sur deux de ces écrits : *L'air comprimé, Les brise-lames et jetées.*

**L'air comprimé et ses applications**, par Norman Selfe. — A côté de ses emplois constructifs dans les fondations profondes et dans la perforation des longs tunnels, l'air comprimé joue un certain rôle comme agent de communication (postes et horloges pneumatiques) et de locomotion. Pour ce dernier objet, il peut fonctionner sous deux formes : sous celle de cargaison motrice emportée par le véhicule, ou sous celle de fluide essentiellement alerte, courant de lui-même dans un conduit à la poursuite de la voiture qu'il pousse au moyen d'un piston à mouvement direct et continu.

La première disposition, c'est la locomotive à air comprimé, machine volumineuse par ses réservoirs ou plus ou moins dangereuse par ses très-hautes pressions, si elle prétend à fournir de longs trajets. Cependant, les succès réalisés depuis cinq ans à Nantes par la machine Mékarski ont déterminé son adoption au tramway North London et sa mise en essai à Wantage, en Angleterre. M. Mékarsky emploie trente atmosphères et combat le refroidissement de détente par une circulation dans de l'eau chaude. Bushnell a poussé la pression de la locomotive à air jusqu'à 230 atmosphères, c'est-à-dire à un taux comparable à celui des lance-torpilles.

Dans la seconde disposition, plus de machine mobile; en revanche, il faut établir une conduite d'air tout le long de la voie, conduite fendue et munie de soupape longitudinale pour le passage de la barre de connexion du véhicule extérieur avec le piston intérieur au tube. Nous omettons le type de Sydenham où le wagon même fait piston, comme exigeant le déplacement de trop grands volumes d'air. En petit, ce serait le système des postes pneumatiques.

On sait combien M. L. Gonin, ingénieur en chef des ponts et chaussées vaudois, a perfectionné et transformé l'ancienne soupape de l'anglais Clegg et du chemin de Saint-Germain. Son système, médaillé en 1886 à l'exposition internationale de Liverpool, s'applique à volonté avec l'air ou avec l'eau. Un spécimen avec le second de ces fluides moteurs, se trouve sous les yeux des Lausannois, au monte-charge de la boulangerie Gonet.

Or la partie la plus intéressante du mémoire de M. Selfe se rapporte à l'exposé d'un troisième système, intermédiaire entre les autres, ou combinant l'emploi de la locomotive à air avec celui d'un tube continu qui longe la voie pour l'alimentation en route. Cette alimentation n'étant qu'intermittente, il n'y a plus besoin de valve continue, mais seulement de prises d'air d'un genre particulier, réparties à certains intervalles, à tous les kilomètres par exemple, d'après la longueur d'étape à laquelle, munie de réservoirs restreints et à pression modérée, la voiture-locomotive est destinée à suffire. Malgré l'introduction d'un inconvénient spécial, celui des stationnements d'alimentation, le tram de M. George Pardy paraît appelé à quelque succès, grâce d'abord à ce que la fréquence des arrêts est dans la nature de tout service de tramway, et grâce ensuite aux dispositifs ingénieux de l'inventeur pour rendre extrêmement prompte la manœuvre de réapprovisionnement.

La fig. 1, planche 10, montre un de ces appareils d'alimentation. De la conduite souterraine A se détache une tubulure que couronne, en C, une soupape d'arrêt à clef. En service, cette première soupape reste entr'ouverte et laisse affluer l'air par des conduits latéraux contournant un évidement cylindrique E, jusqu'à la boîte D que ferme une soupape double à ressort. Or voici à quoi se réduit la manœuvre. Sous la caisse de la voiture sont logés des réservoirs cylindriques, communiquant entre eux, et d'où part un tuyau flexible F G' H', que termine un trompillon à poignée engagé dans un étui I' K' fixé à la boiserie. Le conducteur n'a qu'à tirer ce trompillon et, d'un tour de main, l'enfiler dans l'évidement E de la prise d'air, après avoir soulevé le petit couvercle à bascule B. Le raccord mobile occupe actuellement la position F G H I K; et comme la pointe conique K a repoussé la queue du doigt L, lequel a soulevé

la soupape de la boîte D en lui faisant refouler ses ressorts, il arrive maintenant que le corps du trompillon creux, évidé par des lumières latérales comme un boisseau de robinet, laisse l'air comprimé se précipiter par le tuyau flexible dans les réservoirs de la voiture. Toute l'opération ne prend que demi-minute.

Il est assurément curieux que ce mode de traction, concurrent du câble, ait été mis en essai par un ingénieur de San-Francisco et au sein même de cette ville, berceau et citadelle des tramways funiculaires, qui fleurissent là plus que partout ailleurs, grâce aux fortes rampes à desservir; mais il faut dire que ces lignes à câbles coûtent au mois cinq fois autant à construire que les trams à chevaux et trois fois plus qu'un chemin avec conduite pneumatique Pardy. Le câble, animé d'un mouvement continu, toujours le même, que le trafic soit fort ou faible, s'usé rapidement, et cela en consommant du charbon pour ce travail nuisible. Dans une étude sur les funiculaires de San-Francisco, M. Hanscom estime que, sur la puissance développée par les machines, 68 % servent à mouvoir la machine et le câble, 28 % les voitures et 4 % seulement tirent les passagers. A Sydney, avec des locomotives, les  $\frac{9}{10}$  de la puissance ne font que tirer du poids mort et détruire la voie. Avec la propulsion pneumatique, on n'aurait que des voitures légères utilisant le 40 % pour charge utile complète, ou encore le 25 % à demi-charge.

M. Selfe déclare l'air supérieur à l'eau comme agent de transport de force à grande distance, en raison de sa légèreté et de sa faculté d'emmagasiner le travail par compression. Il signale par contre les deux défauts de ce fluide: l'échauffement de compression, le refroidissement de détente, d'où naissent des inconvénients divers et des pertes pratiques d'utilisation.

Le briquet pneumatique, la sonnette à poudre enflammée par un coup violent sur coussin d'air, sont des appareils démonstratifs de l'échauffement de compression.

La loi de Mariotte suppose température constante. La loi plus générale, c'est que le produit de la pression par le volume est proportionnel à la température absolue (comptée du zéro absolu).

Dans les réservoirs d'air comprimé, la chaleur produite par la compression (pour autant qu'on n'a pu en prévenir le développement) se perd; une autre dilapidation a lieu dans l'utilisation du travail de détente; mais ces pertes seront d'autant plus réduites qu'on pourra travailler à plus basse pression. En pratique courante, en tenant compte des déperditions du moteur, du compresseur, et de celles que comporte l'utilisation de l'air comprimé, M. Selfe pense que le rendement résultant ne dépassera guère le 30 %; mais quand il descendrait à 10 %, encore est-il que les avantages de ce fluide devraient le recommander de préférence à l'eau, à laquelle il faut des tuyaux de retour, tandis qu'un compresseur d'air puise librement dans l'atmosphère et que la machine actionnée rend ses jets d'échappement à ce même réservoir général partout répandu. Ajoutez à cela les avantages de ventilation et de rafraîchissement.

A Birmingham on se propose de distribuer la force motrice dans les maisons par l'air comprimé, au lieu de l'eau qui salit les appartements et qui ne sait pas proportionner la dépense de force au travail utile à accomplir. Quant à la perte par frottement de l'air dans les conduites, elle est minime, comme le prouvent les résultats d'expérience au Mont-Cenis.

TRAMWAY PNEUMATIQUE PARDY. — JETÉES EN BÉTON

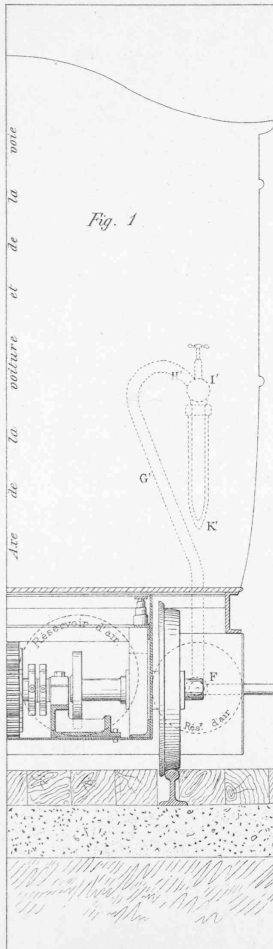
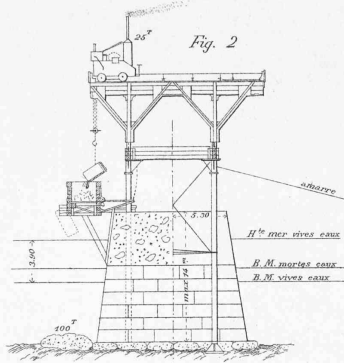
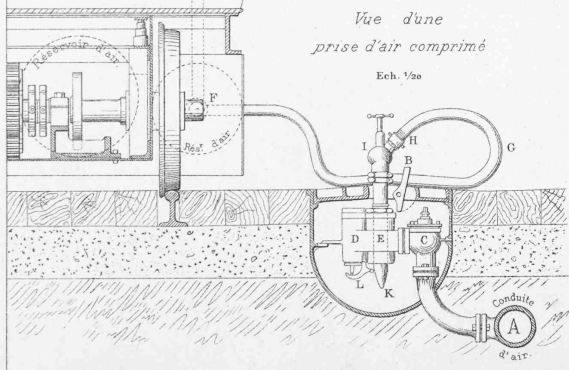


Fig. 1

TRAM SYSTÈME PARDY.

Vue d'une prise d'air comprimé

Ech. 1/20



ABERDEEN

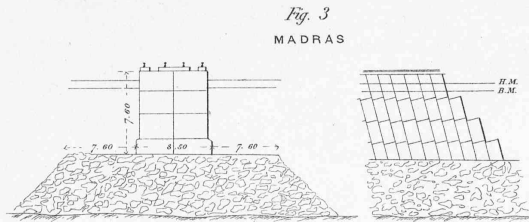


Fig. 3  
MADRAS

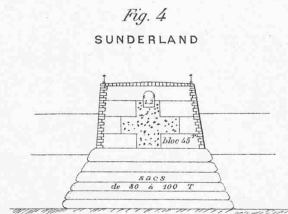


Fig. 4  
SUNDERLAND

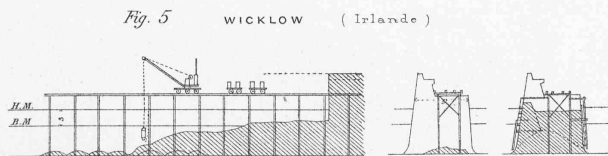


Fig. 5  
WICKLOW (Irlande)

J. Gaudard.

LITH. J. CHAPPUS, LAUSANNE

Seite / page

leer / vide /  
blank

Le mémoire se termine (p. 75) par un tableau de coûts comparés de divers modes de traction, montrant l'avantage de l'air employé à une pression modérée de 6 ou 7 atmosphères, comme c'est le cas dans le moteur Pardy. Une locomotive Mékarsky rend un quart de moins à cause de sa haute pression ; et comme, de plus, elle est plus lourde, il faut compter que le système Pardy peut présenter sur elle un avantage, en rendement, de 50 %. Quant à la conduite sous la ligne, c'est un petit tuyau qui n'est soumis à aucune cause d'usure spéciale.

Sans doute, une machine à vapeur actionnant directement le véhicule, au lieu d'emprunter le secours d'un autre fluide, aurait l'avantage par tonne-kilomètre ; mais comme elle pèse des tonnes de plus, surchargée qu'elle est de chaudière et de combustible, et que, de plus, elle incommoder les voyageurs par sa vapeur et sa fumée, M. Selve est d'avis qu'elle doit céder le pas à l'air pour la traction dans les villes.

**La construction des brise-lames et des jetées traînantes,** par Walter Shellshear. — Des deux formes de digues maritimes, celle à flancs inclinés, qui absorbe un cube immense, et celle à parements à peu près verticaux, qui exige des matériaux d'un haut coût spécifique, la seconde s'impose toutes les fois que le môle doit être accostable ou longé de près par les navires. Le type à long talus, ayant pour effet de transformer les vagues d'oscillation en vagues de translation, fait écueil attractif et ne convient que pour le rôle de brise-lames.

Au point de vue de la stabilité, il y a cette grande différence que la « pierre perdue » est chargée de s'arrimer par elle-même, de choisir par tâtonnement, sous l'épreuve des tempêtes, son talus d'équilibre final, en sorte que ses dérangements, ses bouleversements successifs, sont en fait des arrangements, des progrès onéreux, — car il faut recharger la crête à mesure qu'elle s'affaisse, — mais enfin des progrès vers la forme qui tiendra ; tandis qu'au contraire la muraille verticale, battue par les eaux, n'est qu'une forme artificielle que le moindre dérangement compromet, et dont le maintien fait appel à toutes les ressources de l'art. Arrêter net les mouvements horizontaux de l'onde et les transformer brusquement en oscillations verticales, ne va pas sans le développement de réactions puissantes ; c'est un des cas les plus caractérisés où « l'union fait la force ; » il faut que les matériaux se prêtent un mutuel appui et que l'ensemble oppose une résistance de monolithe. Tel est bien aussi l'idéal dont les constructeurs ont toujours cherché à se rapprocher par l'emploi de blocs cyclopéens, réguliers, rangés par assises, avec joints chevauchés, et parfois avec cramponnements, agrafements, boutissages ou queues d'aronde, dents de pierre ou de béton passées d'un bloc dans l'autre, et reliant les éléments disjoints de l'infrastructure à la masse compacte supérieure qui, coulée ou maçonnée sur place, a pour rôle de coiffer et solidariser l'ensemble. Néanmoins, dans les parties non cimentées, noyées sous les basses mers, il subsiste encore des causes de dégradation et de ruine, principalement par le fait des minces tranches d'eau emprisonnées dans le dédale des joints. Sous les variations intenses de pression hydraulique que provoque le choc des paquets de mer, l'eau confinée, alternativement et brusquement tendue et détendue, joue comme un ressort et peut arriver à chasser des blocs comme des pistons. Le coup de bélier, loin d'enfoncer les pierres dans la paroi qu'il assiège, les en arrache avec violence.

Le puissant et coûteux môle de Douvres a éprouvé des dégâts probablement dus à cette cause. Avaries de toute gravité pour un tel type, tandis que, — avons-nous dit, — les dérangements de massifs à pierre perdue ont du bon en vue de la tenue finale. L'expérience des brise-lames à long talus du type de Plymouth a montré que la vague ne respecte que les pentes douces de 5 à 7 de base pour 1 de hauteur, et non celles de 3 pour 1 auxquelles on s'était d'abord arrêté, cela du moins jusqu'à 6 m. sous basse mer ; car plus bas, le talus se maintient jusqu'à près de la raideur de 45°, comme à la digue de l'île anglaise d'Alderney, où le fond atteint 40 m. Elle a éprouvé des tassements du  $\frac{1}{20}$  de la hauteur, en moyenne, et a coûté environ 18 fr. le mètre cube ou 22 000 fr. le mètre courant dans la profondeur moyenne de 27 m. Si cet ouvrage a encore subi dès lors quelques dommages, on les a attribués à la présence du mur superposé à l'îlot d'enrochements ; le flot, arrêté par ce parement vertical, rebondit et, retombant de tout son poids, affouille la pierraille, parce que celle-ci, en fait, devient une risberme et n'est plus dans les vraies conditions d'une digue à talus, laissant courir la lame. Même avec une pente adoucie jusqu'à 12 de base pour 1 de hauteur, la digue d'Holyhead n'était pas encore à l'abri de certains mouvements, la pierre s'enlevant par endroits et s'empilant en d'autres points contre la muraille de superstructure.

Quand on veut édifier de ces môles mixtes à massif inférieur brut et à mur supérieur maçonné, on adopte aujourd'hui le type étudié et rationnel de Marseille, dont le prix se tient aux environs de 10 000 fr. le mètre dans des fonds de 10 ou 12 m. : arrangement des blocs par catégories, les petits en noyau central, les moyens, puis les gros en dehors, avec revêtement spécial de gros blocs artificiels formant risberme du côté du large. La partie voisine du niveau est toujours le point critique. Plymouth, en dépit de son gros pavage, fut fortement attaqué en 1848 ; le cube énorme de cette digue, dont la largeur de base atteint 120 m., en fit monter le coût à près de 25 000 fr. le mètre linéaire, ou 25 fr. le mètre cube.

Les eaux saumâtres des embouchures de rivières nourrissent de nombreux mollusques et coquillages incrustants, à croissance rapide, extrêmement utiles par leur aptitude à cimenter les enrochements et à les consolider en masse compacte. C'est grâce à cet auxiliaire naturel que des jetées telles que celles des rivages de la Hollande, de la bouche Sulina du Danube, et du port de Charleston (Caroline du sud), dans lesquelles il entre des pieux, des fascines, des cribs de charpente, se maintiennent nonobstant la périclitication des bois.

Revenons au type entièrement vertical. L'idéal serait la monolithie complète ; et c'est bien la tendance dont l'affirmation et la réalisation ressortent nettement du mémoire de M. Shellshear, en ce qui concerne du moins les jetées de section assez réduite pour admettre la confection totale en béton. La pose de gros blocs sous l'œil des plongeurs est onéreuse ; et quels que soient les noms formidables dont les constructeurs baptisent leurs grues roulantes ou flottantes : Titans, Goliaths ou Mammoths, ces engins n'en sont pas encore à méconnaître le vrai géant, l'Océan, qui parfois se permet de les enlever comme des plumes, ainsi qu'il arriva à deux Titans d'Amsterdam. En vint-on d'ailleurs à manier couramment, pour les ranger en mer, des quartiers de mur de 350 tonnes fabriqués à terre,

comme ceux des quais de Dublin, ce ne serait encore bon que pour des quais, et non toujours pour des brise-lames. Pour preuve, M. Shellshear mentionne la ruine du môle de Wick (Ecosse) à la suite de tempêtes; on vit crouler tout d'une pièce un morceau de maçonnerie de 1350 tonnes en 1872, et un autre de 2600 tonnes en 1873. Un cyclone de novembre 1881 détruisit en partie le môle de Madras, grâce au tassement de la base en pierraille et à l'imparfaite liaison des blocs de béton. Le rangement oblique de ceux-ci (fig. 3, planche 10), adopté aussi à Kurrachee en Inde et à Kustendjé en Turquie, n'est qu'un palliatif permettant à des assises isolées de glisser quelque peu sans perturbation majeure.

Au môle sud d'Aberdeen (fig. 2 empruntée au vol. XXXIX de l'*Inst. of civil Eng.*), en 1869-1873, M. Dyce Cay avait employé le béton de quatre manières différentes:

En petits sacs de 5 à 16 tonnes, déposés sur le lit de façon à constituer un coussin d'appui se mouvant exactement dans tous les vides. Composition: 1 ciment + 2 $\frac{1}{2}$  sable + 3 $\frac{1}{2}$  gravier.

En blocs de 10 à 25 tonnes (1 ciment + 4 sable + 5 gravier), durcis à l'air, puis rangés en liaison sous l'eau par l'office de grues roulantes et de plongeurs;

En coulage *in situ* entre coffrages mobiles, au-dessus du niveau de basse mer, de manière à obtenir une superstructure d'un seul tenant;

En gros sacs de cent tonnes, jetés à l'eau au pied du mur, côté du large, de manière à constituer une risberme protectrice. Faute d'appareil capable d'immerger par descente lente de pareils poids, ces sacs étaient mis en remplissage dans une caisse placée en porte à faux sur le haut du mur, et dont le fond se basculait au moyen d'un grand levier-déclic de décrochetage, de manière à laisser tomber d'un coup la masse de béton frais protégée par son enveloppe textile. Les pieux d'échafaudage étaient emboîtés dans des sabots de fonte de 600 kg. goujonnés au rocher par les plongeurs.

Ce môle de construction substantielle n'a pas coûté plus de 5500 fr. le mètre.

La facilité d'immersion de sacs à l'aide de bateaux à clapets de fond, l'aisance avec laquelle le béton mou s'agglomère avec lui-même sans laisser de vides et sans que la toile interposée présente des inconvénients sensibles au point de vue de la cohérence de l'ensemble, avaient déjà conduit M. Dyce Cay à proposer pour le môle nord, dans ce même port d'Aberdeen, une simplification et amélioration de son système: infrastructure entièrement faite de sacs empilés, et superstructure de béton coulé en masse entre panneaux mobiles.

Le mémoire de M. Shellshear prouve que cet ordre d'idées est en pleine faveur. Il a été suivi à Sunderland et à Newhaven. Dans le premier de ces ports (fig. 4, empruntée au *Génie civil*), au-dessus de sacs de 80 à 100 tonnes sont déposés des blocs pesant jusqu'à 45 tonnes et entre lesquels on coule le béton sur place. Les blocs ont un parement de granit moulé avec eux. A Newhaven, M. Banister superpose également des sacs en toile de jute, chargés de cent tonnes de béton, et dont la longueur, s'élevant à 12 ou 13 m. et posée transversalement, constitue la largeur de la muraille monolithique. En vingt minutes un sac est rempli par une machine à bétonner, dans une barque à clapets et à vapeur à l'intérieur du port; on recoud les lisières de la toile, tout en se mettant en route avec précaution le long

de la jetée: enfin, au signal donné, le sac tombe et vient se mouler sur ceux en place, le tout formant un roc solide. Aussitôt que le massif émerge un peu de mer basse, on y fixe un encoffrement de charpente sur lequel courent les wagons à béton, et la construction est menée ainsi jusqu'à 3 m. au-dessus de haute mer. Le corps de la jetée a 12<sup>m</sup>80 de large au fond et 9<sup>m</sup>75 au sommet. Profondeur d'eau 4<sup>m</sup>60 à 5<sup>m</sup>50, à basse mer; marée de vives eaux 6 m.; béton de 1 Portland + 2 sable + 5 gravier, revenant, mis en place, matériel compris, à 25 fr. le mètre cube. La section transversale étant de 171 mètres carrés, l'ouvrage (avec accessoires) revient à 4700 fr. le mètre courant.

La jetée de Wicklow (Irlande), récemment construite en 2 $\frac{1}{2}$  ans par M. Strype, d'après un nouveau type de coulage en place sans emploi de sacs, est d'une section plus large encore. Longueur 228 m.; le fond de plus basse mer = 5<sup>m</sup>50 à la tête; marée 2<sup>m</sup>75. On établissait d'abord (fig. 5) un pont de service central pour le roulement des machines, wagons et grues, les pieds de palées étant englobés dans de forts patins de béton. Suit de proche en proche le bétonnage en masse d'un noyau ou monticule central, affermissant de plus en plus et enveloppant l'échafaudage. En une semaine on put déposer jusqu'à 2000 tonnes, chose remarquable pour un petit ouvrage. Sur le premier noyau s'applique un placage de rélargissement, bétonné au profil voulu derrière un panneau lesté et échoué. Le point critique est le voisinage du niveau de basse mer, où les vagues ont le plus d'action pour dérober la laitance. En posant la première rangée de panneaux de charpente à 1 m. de basse eau, on arrive à façonner le pied du profil, côté du large. Dès que ce bétonnage a fait prise, — affaire d'un jour ou deux, — on place un nouveau panneau plus haut, montant jusqu'au-dessus de haute mer, mais cela en choisissant un temps calme. Après quoi, on élève d'une manière semblable, et naturellement avec bien plus d'aisance, le massif du côté intérieur et celui du centre. Les bois restent englobés dans la masse.

Le béton se faisait avec le ballast (mélange de gravier et sable) dragué de la rivière, et additionné de  $\frac{1}{6}$  de ciment pour la matière des parements, et de  $\frac{1}{7}$  pour celle du noyau. Pour la partie submergée, le béton était mêlé à sec; on lui laissait prendre son eau dans la submersion. Ce béton coûtant environ 30 fr. le mètre cube et la section du môle étant de cent mètres carrés, le mètre courant revenait à 3000 ou 3200 fr. Le fond est marneux. Outillage léger; guère d'autre risque, en tempête inopinée, que de voir enlever quelques portions de la masse non encore durcie.

J. GAUDARD.

**Exposition universelle de 1889, à Paris.** L'Assemblée fédérale ayant décidé la participation officielle de la Suisse à l'Exposition universelle qui aura lieu à Paris, en 1889, tous les intéressés sont invités à s'adresser, d'ici au 15 mars 1888, au *Commissariat général suisse à Zurich*. Il leur sera expédié la circulaire envoyée à tous les cercles intéressés pour les engager à participer à cette Exposition, le seul formulaire valable pour les demandes, et les autres imprimés nécessaires. Nous ferons remarquer à cette occasion que la correspondance relative à l'Exposition jouit en Suisse de la franchise de port.

Toutes les personnes qui, à la fin de l'année dernière, ont déjà adressé une demande provisoire au *Vorort* de l'Union suisse du commerce et de l'industrie, sont rendues attentives au fait qu'elles doivent néanmoins présenter au Commissariat général une demande définitive de participation, si elles ont réellement l'intention d'exposer.