

COMMENTAIRES ET DISCUSSIONS COMMENTS AND DISCUSSIONS

Cas de longévité d'installations hydrauliques

Water power of long duration

C'est à Glasgow que fut fondée, en l'an 1750, la firme commerciale James FINLAY and C^e qui s'apprête à fêter prochainement son deuxième centenaire.

Cette maison est, sans doute, surtout connue pour la première place qu'elle tient dans la production et le commerce mondial du thé, mais les réalisations hydrauliques qu'elle a menées à bien en Ecosse durant une très longue période méritent d'être signalées dans le domaine technique.

L'invention des métiers à tisser fut à l'origine d'un développement rapide de l'industrie cotonnière dans l'ouest de l'Ecosse. Le grand pionnier que fut David DALE reconnut l'énorme intérêt des bons emplacements de barrages et fut le principal artisan de la réalisation, aux environs de 1787, de plusieurs fabriques empruntant leur force motrice à la Houille Blanche : celles de Catrine sur l'Ayr, de Deanston sur la Teith, de New Lanark aux chûtes de Clyde et de Stanley sur un rapide de la Tay.

La Houille Blanche anime toujours ces usines, mais celles de Catrine et de Deanston sont particulièrement dignes d'attention, en raison de la qualité et de la longévité extraordinaires de leurs roues et de leur machinerie.

Vers le début du XIX^e siècle, la firme James FINLAY and C^e devint propriétaire de ces deux fabriques qu'elle dirige encore aujourd'hui. En 1825 environ, certaines des vieilles machines demandaient à être remplacées, tandis que le besoin se faisait sentir d'augmenter la capacité des installations.

À Catrine, la force motrice était, à l'origine, fournie par quatre roues en bois, fonctionnant sous deux chutes distinctes, de 7,30 m chacune. Cette disposition fut abandonnée et de nouveaux travaux furent entrepris afin de réaliser une chute unique de 14,80 m. Une nouvelle centrale motrice fut construite indépendamment de

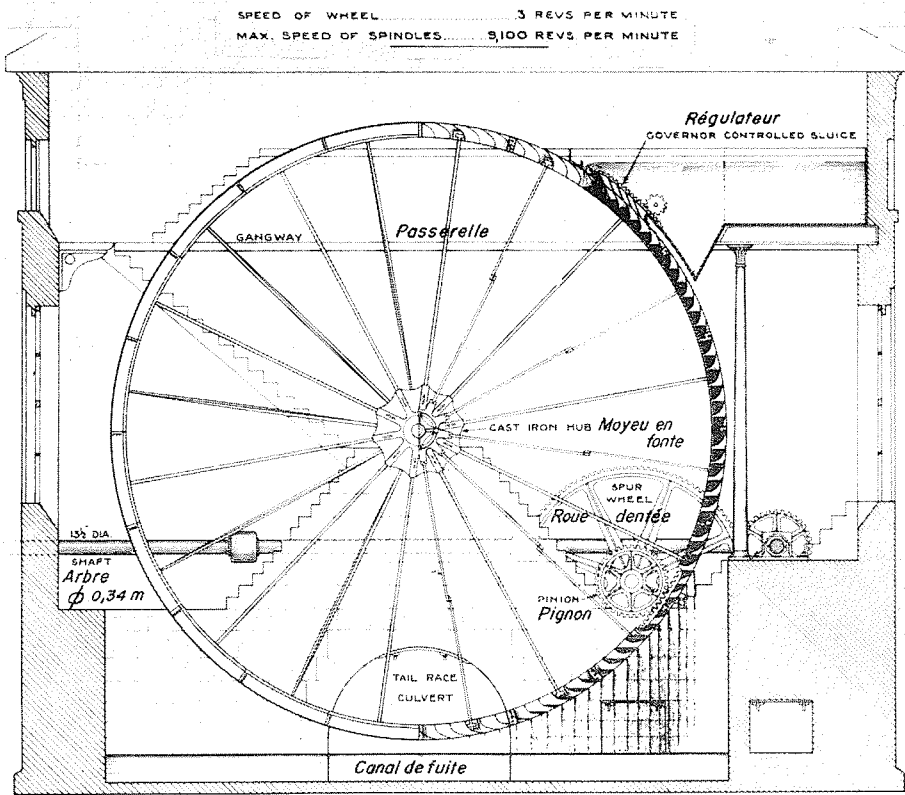
In Glasgow, in the year 1750, the merchant firm of James FINLAY and Co. was established and is now preparing to celebrate its second centenary. This firm is probably better known as the largest producer and merchant of tea in the world, but its achievements in operating water power in Scotland over a very long period are worthy of technical record.

After the invention of spinning machines, there was a rapid development of cotton mills in the West of Scotland and the advantages of good water-power sites were recognised by the famous Pioneer David DALE, who was a principal instrument in the establishment, about the year 1787, of cotton mills operated by water power at Catrine on the River Ayr, Deanston on the River Teith, New Lanark at the Falls of Clyde and Stanley at a fall on the River Tay.

All of these mills are still in operation using water power, but the Catrine and Deanston mills are especially note-worthy because of the excellence and extraordinary durability of their water-wheels and other works.

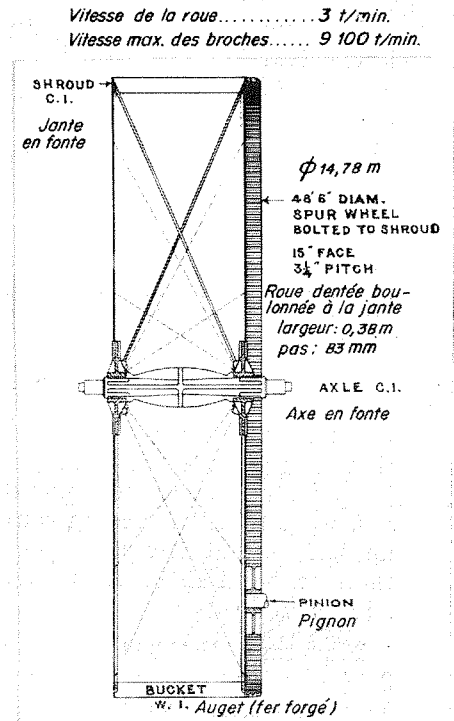
These two mills were purchased by James FINLAY and Co. at about the beginning of the 19th Century and have been operated by them ever since. In about 1825, some of the old works required renewal and it was desired to increase the capacity of the mills.

At the Catrine Mills, the original power drive, furnished by four wooden wheels on two separate falls of 24 ft each, was abandoned and new works were undertaken to concentrate the flow into a single fall of 48 ft, a new power-house was built separately from the mills to contain



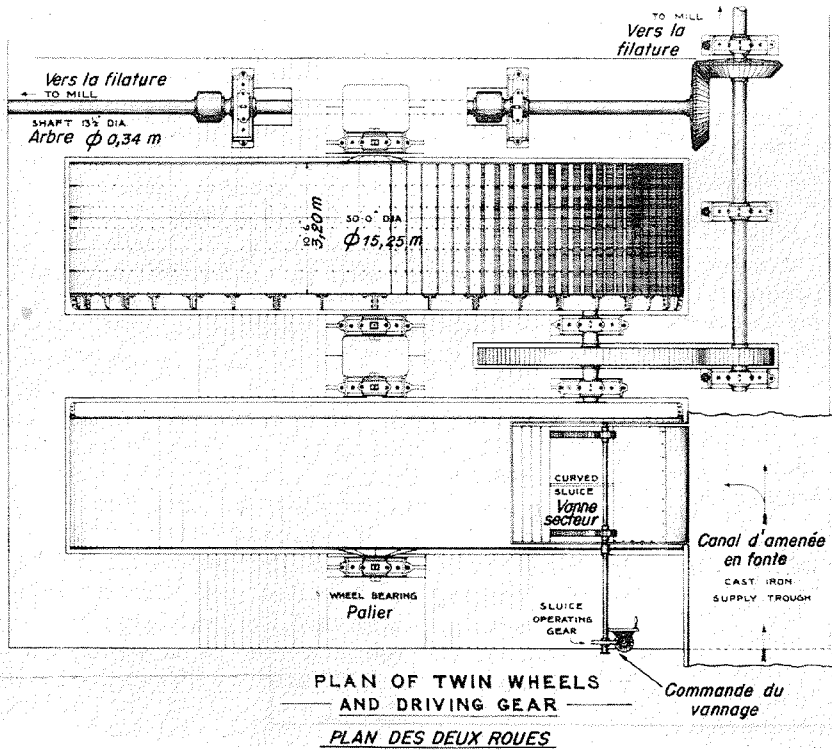
ELEVATION & SECTIONS OF WHEEL AND SETTING
WHEEL 50 FT. DIAM.

ELEVATION ET COUPE D'UNE ROUE ET DES OUVRAGES



WHEEL AND AXLE
SPUR WHEEL & PINION

UNE ROUE ET SON AXE
ROUE DENTÉE ET PIGNON



UN REMARQUABLE TÉMOIGNAGE

FILATURES DE COTON DE CATRINE

JAMES FINLAY & C^o LTD.
établi à Glasgow en 1750.

Filatures construites en 1787 : achetées par
James Finlay & C^o en 1802.

NOTABLE RECORD

CATRINE COTTON MILLS

JAMES FINLAY & C^o LTD.
estab. Glasgow 1750

Mills built 1787 : bought by James Finlay
& C^o, 1802.

l'usine; elle comportait deux roues dont le type correspondait à ce qui se faisait de mieux alors.

L'aménagement de la chute unique comporta la construction d'une courte galerie maçonnée de 3 m de large, coupant une boucle de l'Ayr au droit d'une cascade. Une petite retenue, à la prise, permettait d'accumuler l'eau pendant la nuit, en vue du fonctionnement journalier. La construction de la nouvelle centrale fut confiée, en 1825, au grand ingénieur-constructeur de moulins écossais, William FAIRBAIRN (plus tard Sir William FAIRBAIRN). Celui-ci fournit deux roues « high-breast » d'un diamètre de 15,30 m, sur lesquelles on trouve l'un des premiers exemples d'application du principe des rayons de bicyclette; ces roues ne cessèrent jamais de fonctionner et restèrent, durant plusieurs générations, une merveilleuse curiosité technique que les pères ne manquaient pas de montrer à leurs fils. Elles furent mises en route en 1827 : larges de 3,20 m, leur vitesse de rotation atteignait péni-blement 2 t/m et elles développaient environ 250 ch.

Plus tard, en 1863, leur vitesse fut portée à 3 t/m et leur puissance à près de 500 ch, grâce à une alimentation plus abondante. Le fait est qu'elles tournèrent jusqu'en 1947, autrement dit pendant 120 années, sans que la moindre défaillance ait jamais été signalée; elles furent alors démontées au cours de nouveaux travaux de rénovation, d'extension et d'électrification de l'usine. Des turbines vont maintenant être installées, utilisant la chute pour la production d'énergie électrique.

Les deux anciennes roues, avec un rendement de 75 à 77 %, se sont acquittées de leur service pendant plusieurs années, mieux que n'aurait pu le faire n'importe laquelle des premières turbines. Les engrenages en fonte étaient exceptionnels pour l'époque. De grandes roues dentées de 14,78 m de diamètre et de 38 cm de large étaient boulonnées sur les jantes de fonte des roues motrices. Chacune de ces roues dentées engrenait un pignon en fonte d'environ 1,50 m de diamètre; ces deux pignons étaient fixés aux extrémités d'un arbre en fonte, portant au milieu une roue dentée intermédiaire. Cette dernière, d'un diamètre de 5,50 m et large de 40 cm, entraînait un pignon calé sur l'arbre principal d'un diamètre de 34 cm, tournant à l'origine à 44 ou 45 t/m. Enfin, deux gros pignons d'angle (2,20 m de diamètre) répartissaient la puissance transmise sur deux lignes d'arbre passant en sous-sol et desservant deux bâtiments séparés de la fabrique. Grâce à des jeux de transmission, les vitesses à l'intérieur de l'usine étaient considérablement augmentées, comme le réclamaient les diverses machines, si bien que cer-

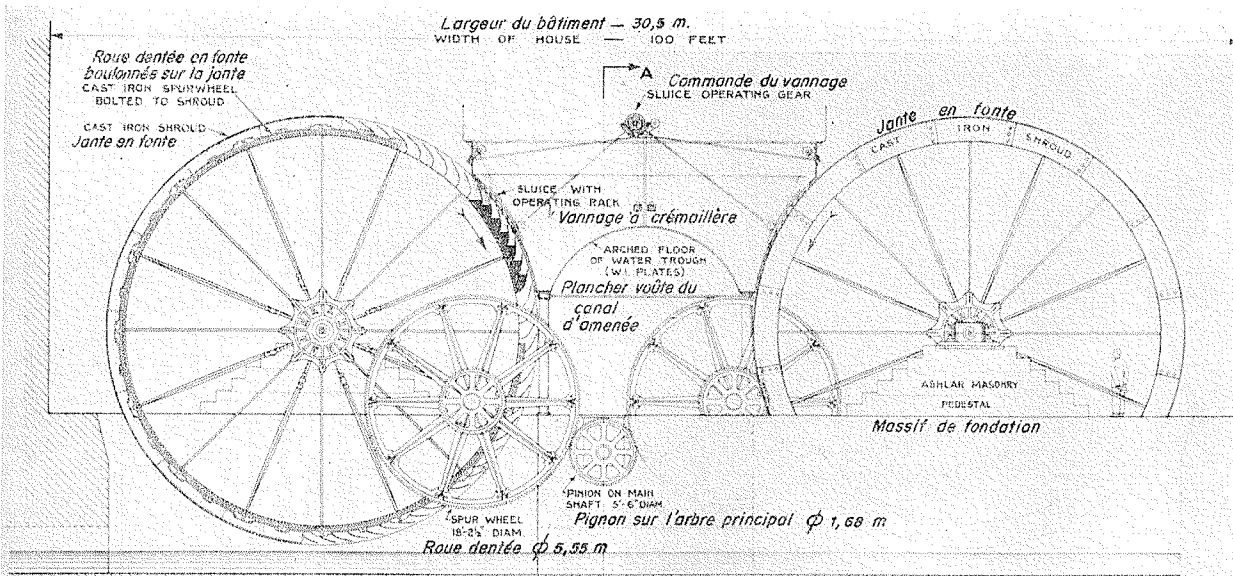
two of the best type of water-wheels that could be produced at the time.

The single fall was created by driving a short tunnel, 10 ft wide and lined with masonry, across a loop of the River Ayr where there is a steep fall over rocks. At the intake, a head-pond served to collect the night flow for use during the day. The reconstruction of the power plant was entrusted, in 1825, to the famous Scottish Engineer and Millwright, William FAIRBAIRN (later Sir William FAIRBAIRN), who provided two " high-breast " wheels of 51 ft diam., early examples of the bicycle-spoke principle, which never failed to operate and remained a marvel of engineering attraction to be visited by fathers and their small sons for generations. The wheels, 11 ft wide, which commenced operation in 1827, originally revolved at barely 2 revolutions per minute and were designed to give 250 HP.

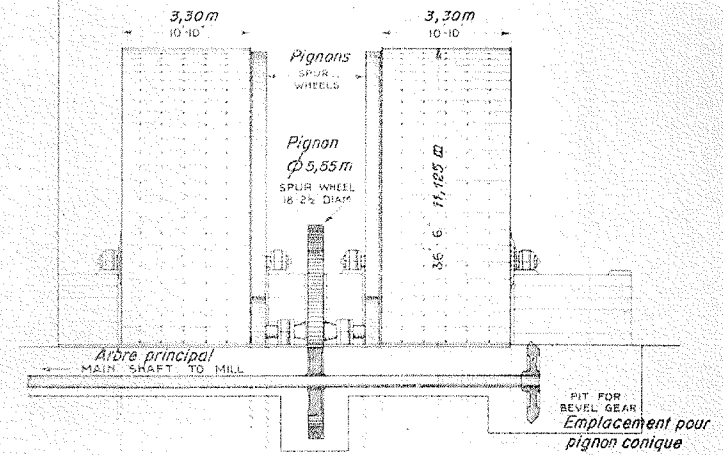
Later, in 1863, the speed was increased to 3 revs. per minute and, with greater water supply, the capacity was increased to nearly 500 HP. The wheels operated, without any recorded failure, for 120 years, and were removed in 1947 during further reconstruction and extension of the factory and its conversion to electric drive. Turbines are now to be put in to generate hydroelectric power from the fall.

For many years, the two wheels, with an efficiency of 75-77 %, gave a better performance than could be obtained from any early turbines. The cast-iron gearing was exceptional for the time. Cast-iron main spur-wheels of 48'6" diam. with a face width of 15 in. were bolted to the cast-iron shrouds of the wheels. Each main spur-wheel drove a cast-iron pinion about 5 ft. diam., the two pinions being at the ends of a cast-iron shaft with an intermediate spur-wheel in the middle to take the power from the two wheels. This spur-wheel, 18'6" diam. and 16 in. face width, drove a pinion of 13.5 in. diam. on the main cast-iron shafting at a speed originally of 44-45 revs. per minute. Heavy bevelgear wheels of 7'3" diam. divided the power into two lines of shafting which passed out in underground conduits to serve two separate, multi-storey mill buildings. Gearing, belting and shafting inside the mills raised the speed further, as required for the various machines, to a climax of 9,100 revs. per minute for some of the spindles,—an aggregate speed-ratio from the wheels of nearly 5.000 to 1.

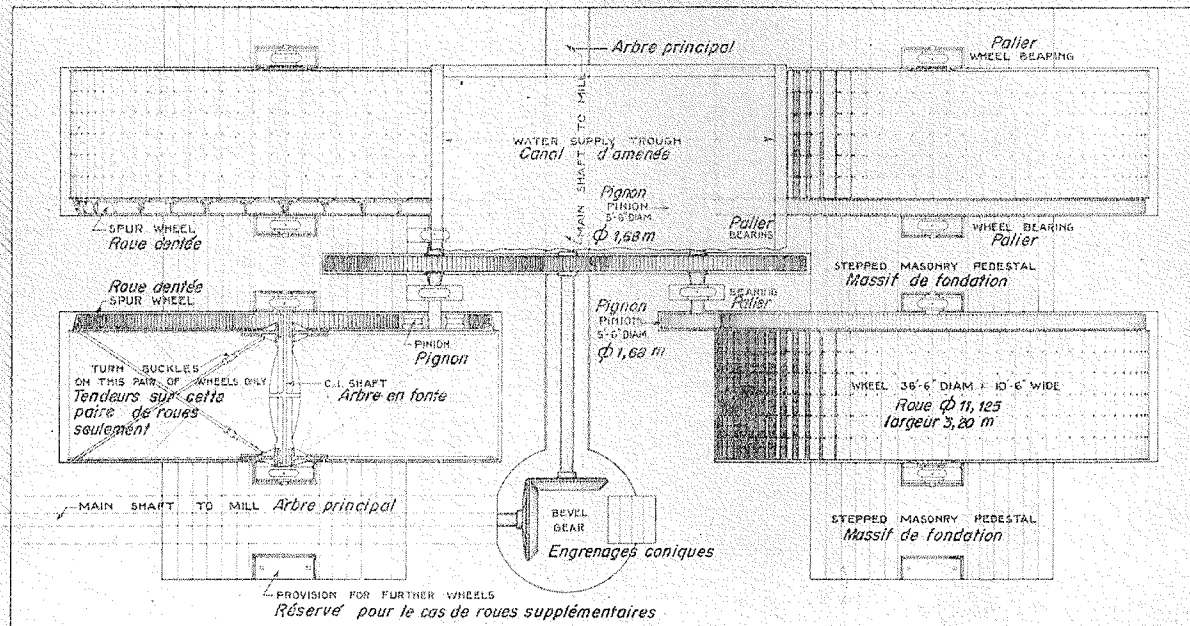
At an adjacent bleaching works established in 1824 and belonging to the same company, a



ELEVATION OF WATER WHEELS AND GEARING
VUE EN ÉLEVATION DES ROUES ET DE LA TRANSMISSION.



COUPE A-A
SECTION ON LINE A-A
SHOWING PAIR OF WATER WHEELS DRIVING A COMMON SPUR WHEEL
(WATER TROUGH REMOVED)
MONTRANT UN GROUPE DE DEUX ROUES HYDRAULIQUES ENTRAINANT
LE MÊME PIGNON (AUGETS ENLEVÉS)



PLAN
SHOWING TWO PAIRS OF WATER WHEELS WITH GEARING
MONTRANT LES DEUX PAIRES DE ROUES ET LA TRANSMISSION

FILATURE DE COTON DE DEANSTON
Construite en 1787. — Filature et centrale motrice refondues en 1831

DEANSTON COTTON MILL
Erected 1787. — Mill and power drive remodelled in 1831.

Chute (Fall)..... 9,45 m (31 Ft.)
Deux roues (two wheels)
WILLIAM FAIRBAIRN diam. 11,125 m (36'6")
Deux roues (two wheels)
JAMES SMITH-DEANSTON ... diam. 11,125 m (36'6")
Puissance totale (total horse power)..... 304 ch (300 HP)
118 ans de service. — Démantelée en 1949.
Operated for 118 years. — Dismantled 1949.

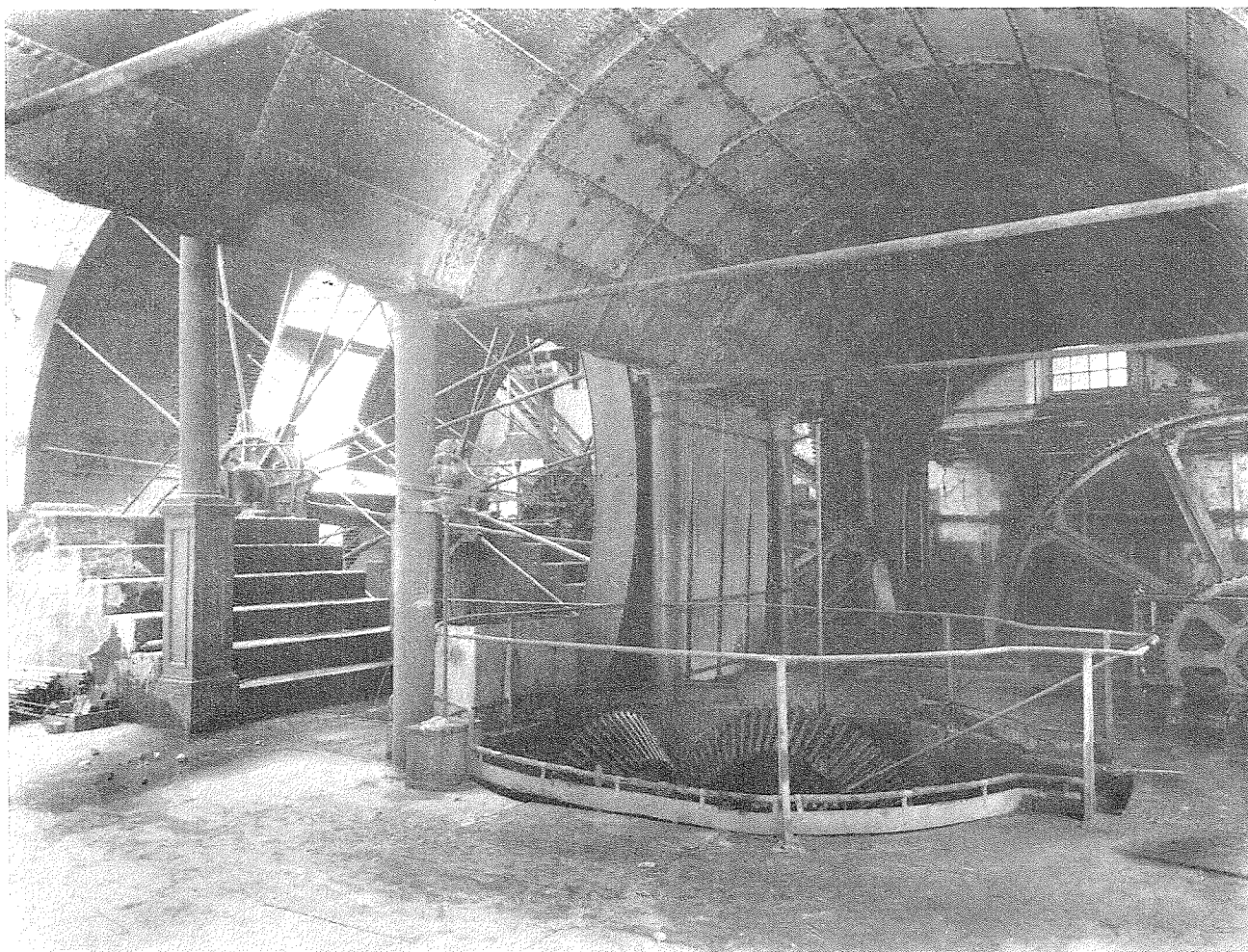
Recueilli par (Recorded by) :
James Williamson & partners; 219, St. Vincent Street, Glasgow.

taines broches étaient entraînées jusqu'à la vitesse extraordinaire de 9.100 t/m, ce qui représente depuis les roues motrices un rapport de réduction de presque 5.000/1.

Dans une usine voisine de décoloration appartenant à la même firme et établie en 1824, on trouve un roue FAIRBAIRN unique, du même type, mais d'un diamètre plus petit qui fonctionne toujours convenablement et une petite machine

single Fairbairn wheel of the same type of construction, but of smaller diameter, is still operating efficiently together with a stand-by steam engine of the same date, very robust and slow-running, which has been kept serviceable during all that long period.

The Deanston Works on the River Teith in Perthshire were purchased by James FINLAY



SALLE DES MACHINES DES FILATURES DE COTON DE DEANSTON
WHEEL HOUSE OF THE DEANSTON COTTON MILLS

à vapeur de secours d'alors de la même époque, très lente et très robuste, maintenue en état de marche durant toute cette longue période.

En 1807, la firme James FAIRBAIRN and Co. acheta les usines de Deanston sur la Teith dans le Perthshire et, en 1831, après avoir fait passer la hauteur de chute de 5,50 m à 9,40 m grâce à l'établissement d'un canal de 1.250 m de long, elle construisit une nouvelle centrale motrice large intérieurement de 30,50 m, destinée à loger

and Co. in 1807, and in 1831 the fall was increased from 18 ft. to 31 ft. by the construction of a canal nearly 1 mile long; a new power house of 100 ft. interior width was constructed, containing four large wheels 36 ft. diam. and a total capacity of about 400 HP.

The wheels are in pairs on either side of an overhead supply channel, constructed of wrought iron plates, which brings in the water from the canal and has governor-controlled sluices on

quatre grandes roues de près de 11 m de diamètre et d'une puissance totale de plus de 400 ch.

Les roues sont situées par paire, de part et d'autre d'un chenal d'alimentation aérien en tôle de fer forgé amenant l'eau depuis le canal; les vannes commandées par le régulateur sont placées de chaque côté de ce chenal afin de doser l'alimentation des roues. Les régulateurs devinrent inefficaces et l'on réadapta la commande à main lorsque les turbines auxiliaires alimentées par le même chenal furent installées dans la centrale motrice pour l'éclairage et les services annexes de l'usine.

Les roues sont du même type que celles de Catrine : la première paire est l'œuvre de William FAIRBAIRN, la deuxième paire fut construite à l'usine même par le directeur du moment, Mr. James SMITH de Deanston, grâce à la fonderie et à la forge dont il disposait pour l'entretien des machines.

De même qu'à Catrine, les quatre roues entraînent toutes, finalement, le même arbre qui se divise ensuite en deux pour desservir deux bâtiments séparés.

Une difficulté provenait du fait que les deux roues tournaient en sens contraire : c'est la raison pour laquelle l'une des paires de roues comporte une denture intérieure, l'autre une denture extérieure. Ainsi les grandes roues dentées intermédiaires attaquent dans le sens convenable le même pignon sur l'arbre principal. D'après un examen récent, les roues tournaient sans la moindre vibration, les pièces en fonte et en fer forgé constituant les engrenages et les roues n'étaient usées ou détériorées que d'une façon négligeable; les machines paraissaient en assez bonne condition pour pouvoir doubler leur vie, si la nécessité s'en faisait sentir.

Toutefois, les tôles légères du canal d'alimentation étaient dégradées et elles auraient dû être remplacées, ce qui n'a rien de déshonorant si l'on tient compte de leurs états de service.

D'autres considérations ont cependant entraîné la décision de laisser reposer, à partir de 1949, ces roues qui avaient fait leur devoir pendant 118 années. Des modifications et des extensions nouvelles s'avéraient nécessaires, tandis que des commandes électriques devaient remplacer toutes les commandes mécaniques.

Tout, cependant, ne sera pas perdu puisque des turbines et des alternateurs seront montés dans l'ancienne centrale, afin de produire l'énergie électrique et puisque le vieux canal de 118 ans continuera à véhiculer des volumes d'eau plus importants que jamais.

each side for regulating the supply to the wheels. The governors became ineffective and hand-control was reintroduced when auxiliary turbines for the lighting and incidental use of the factory were placed in the power house, their supply drawn from the same channel.

The wheels are of the same type as those at Catrine; the first pair was supplied by William FAIRBAIRN and the second pair actually made at the Mills by the manager of that time, Mr. James SMITH of Deanston, who had a foundry and forge at the Mills for the maintenance of the machinery.

As at Catrine, the four wheels act together in driving the shafting which passes out in two directions to separate buildings.

The difficulty due to the wheels turning in opposite directions is overcome by having the first pinions for one pair of wheels placed on the inside of the large spur-wheel and, for the other pair, on the outside. By this device, the large intermediate spurwheels drive in the correct direction onto the same pinion on the main shaft.

From recent examination, the wheels operated without the slightest vibration, the cast-iron and wrought iron work of the wheels and gearing has suffered negligible wear or deterioration, and the machinery seemed in good shape to double its life if need be. The light plate-work of the supply trough had, however, deteriorated and would have necessitated renewal, but without disgrace after such long service.

Nevertheless, other considerations have determined that the wheels, having done their duty for 118 years, should stop operating in 1949 to allow for further alteration and extension of the factory and its conversion from mechanical to all-electric drive.

The power, however, will not lapse, as turbines and generators will be installed in the wheel-house to produce electric power and the 118 year-old canal will continue to supply the water, possibly in greater volume than ever.

The combination of long service of the machinery and works and continuous operation under

La juxtaposition d'états de services aussi longs et d'une exploitation constamment entre les mains de la même firme est peut-être unique dans les annales de la Houille Blanche.

Le résultat est un témoignage en faveur de l'ingénieuse hardiesse des maîtres qui furent à l'origine d'une si belle œuvre et en faveur de l'exploitation soignée assurée par une maison pleinement consciente de la valeur de ce capital. C'est aussi un défi à l'égard de tous les ingénieurs et constructeurs d'aujourd'hui qui peuvent mettre tout en œuvre pour concevoir et construire, à l'épreuve du temps, des installations utilisant cette richesse inépuisable que constitue la Houille Blanche.

one firm is possibly unique in the annals of Water Power Engineering.

The result is a testimony to the skill and enterprise of the early masters who did the work so well, and to careful maintenance by a firm fully alive to the importance of their asset. It is a challenge to all modern Engineers and Constructors to do their very best in design and construction for the long-term utilisation of that nonwasting asset, Water Power.

by James WILLIAMSON,

(*M. Inst. C. E.*)

