Encyclopédie des voies d'eau d'Europe

Histoire – Techniques – Monuments des canaux et rivières

Tome 6
Paris - 2009

Jacques de La Garde et Marie Perrichon

TOME 6

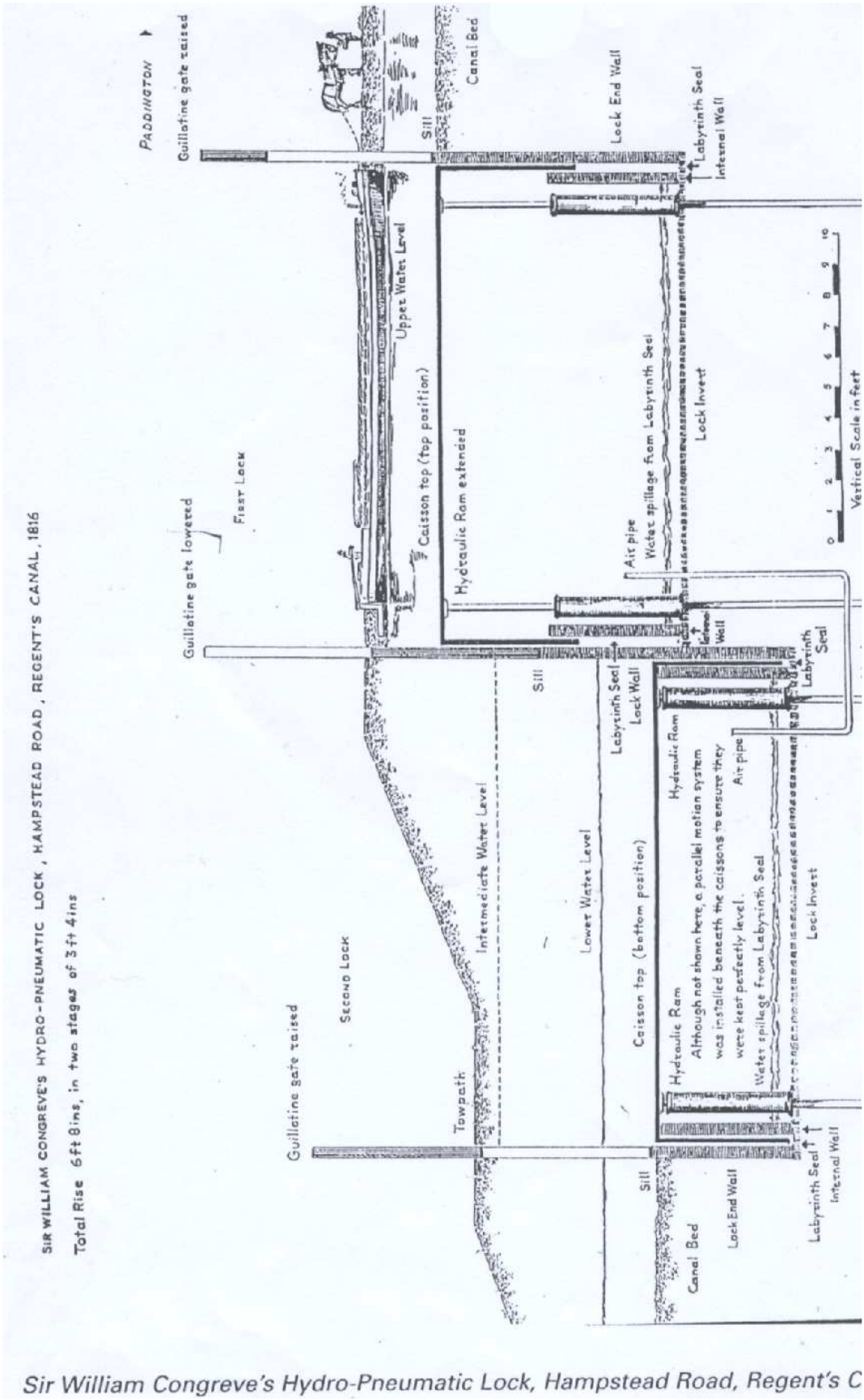
Hydrauliciens

Mécaniciens

Plans inclinés

Ascenseurs

Tome sixième



Sir William Congreve's Hydro-Pneumatic Lock, Hampstead Road, Regent's C

Edward Paget-Tomlinson détaille le fonctionnement de la double écluse sans dépense d'eau, de William Congreve.

Collaboration ou copiage ?

L'écluse « hydropneumatique » de 1816 se retrouve dans les brevets déposés à Paris par Seiler, en 1861 et en 1865 sur l' « éclusage aerohydrostatique ».

On lit : « Le bac porte en contre-bas une espèce de caisse sans fond, à l'instar d'un gazomètre »… qui sera soulevée par l'air comprimé. Celui-ci est ensuite conduit sous un deuxième bac, en aval, constituant une sorte de balance hydraulique…

Il serait amusant de faire d'autres comparaisons entre les brevets anglais et français, à propos, par exemple de celui que Dromel prit en 1863 sur l' « écluse à cale flottante submersible » qui a un air de « déjà vu »…

Donc, en Angleterre comme en France, des générations d'inventeurs ont créé des ascenseurs à bateaux. Ils ont, presque tous, échoué. Pour des raisons psychologiques autant que techniques :

Ou bien les projets restent dans les cartons ou bien les supporters finissent par se lasser de remettre sans cesse en question la même machine qui a besoin de perfectionnements infinis, mais surtout … les industriels ne peuvent pas encore fournir aux ingénieurs le matériel solide et précis dont ils auraient besoin.

DURASSIE et TROCART

Une expérience originale, brève mais réussie, sur une petite rivière peu connue du bassin de la Garonne : le Dropt, affluent de la Dordogne, navigable sur 64 kms. Elle a été entièrement mécanisée de 1822 à 1839.
Elle n'avait guère d'importance économique, n'exportant que le blé de ses 20 moulins et les arbres destinés à l'arsenal de Bordeaux, mais l'état des routes impraticables rendait la rivière indispensable.

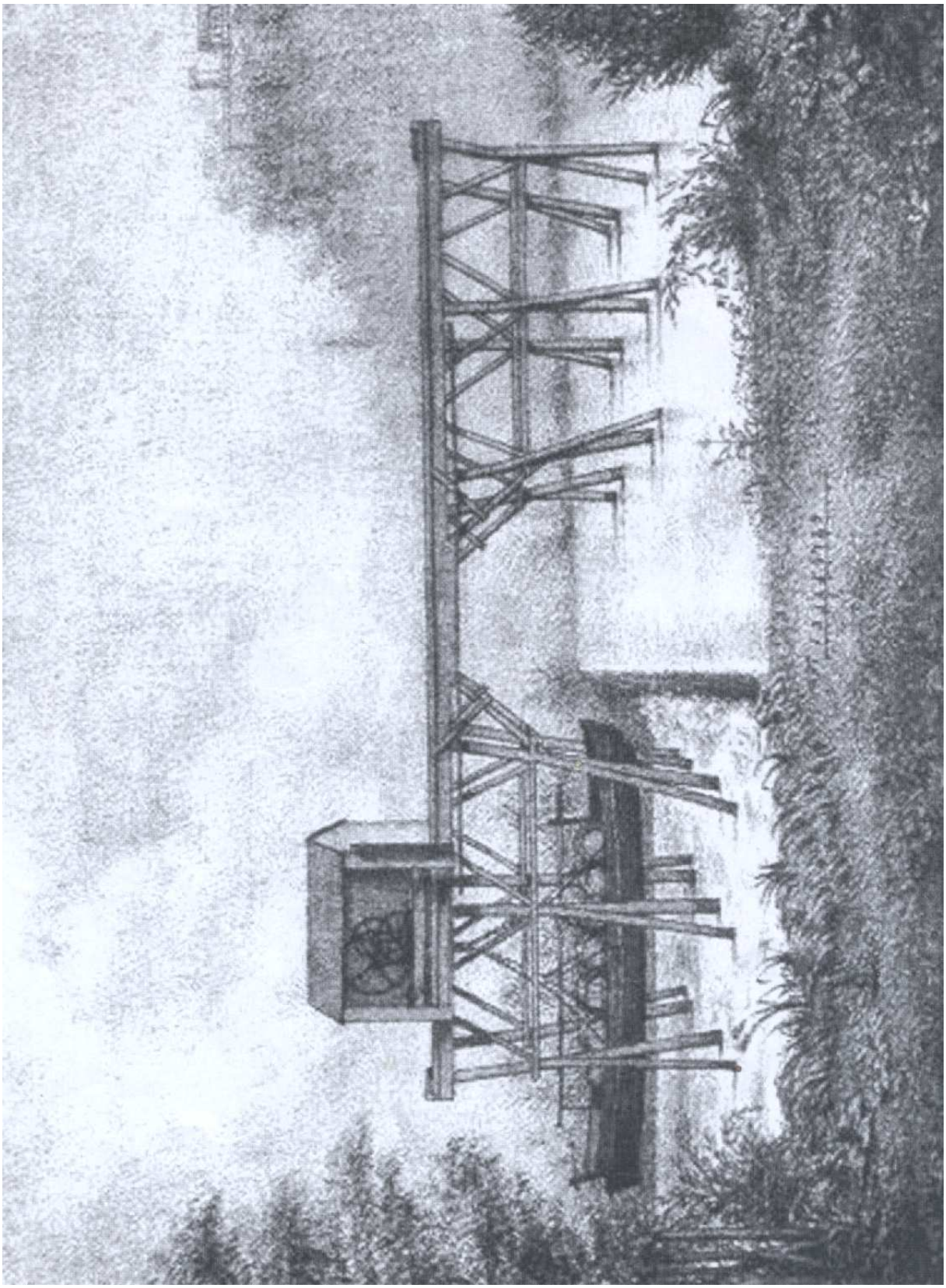
Lakanal, l'organisateur de l'enseignement en France, l'avait décrétée navigable, sans succès et, dès 1807, on parle de naviguer sur le Dropt au moyen de « leviers » transportant les cargaisons d'un bateau à l'autre. C'est la première idée d'une navigation mécanisée.

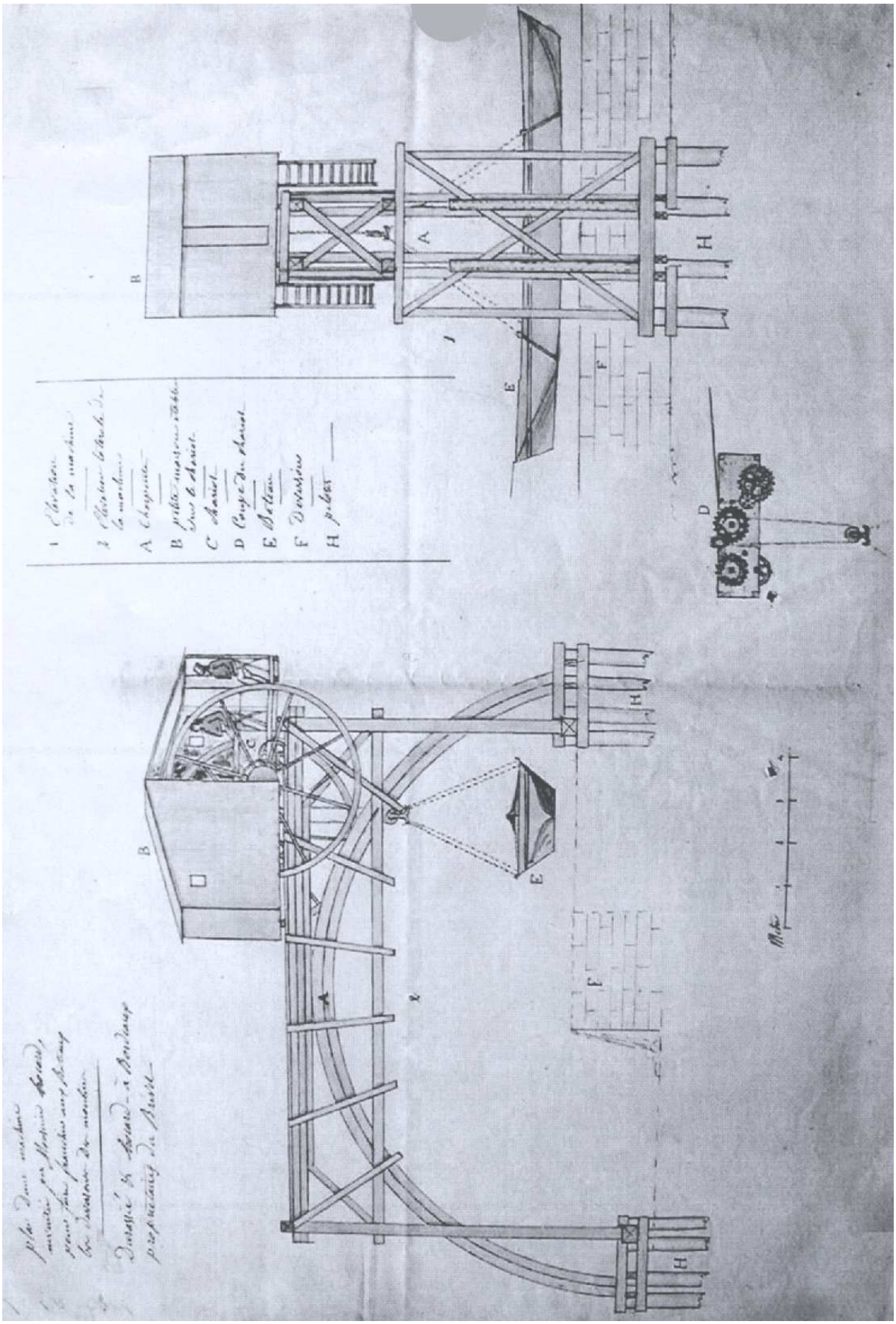
1818 ; Deux négociants de Bordeaux – Durassié et Trocart – font breveter une sorte de grue à roulettes ou de pont roulant qui doit permettre à chaque bateau de sauter chaque déversoir de moulin. Une expérience a lieu au moulin de Bagas. Les inventeurs publient, en 1820, un « Mémoire sur la navigation du Drop »

1822

Leur machine est un long portique planté au-dessus d'un déversoir de moulin sur quatre ou six pilotis à l'amont. Autant à l'aval. Ils supportent deux rails de bois, parallèles, sur lesquels roule un chariot portant un treuil. De grandes roues dentées permettent de descendre les chaines du treuil, qui saisissent le bateau dans un bief et le hissent. Il faut ensuite rouler le chariot vers l'autre bief et redescendre le bateau jusqu'à l'eau.

C'est à peu près la même machine qui fonctionnait, dès 1788 à Freiberg, en Saxe, dans les mines d'argent. Ou celle qui fonctionne depuis 1923 pour les jardiniers de Broeckerhaven, en Hollande.




A
B
C
D
E
F
H

Mais, sur le Dropt, Durassié et Trocart ont prévu 21 machines et une quarantaine de bateaux de 9 tonnes.

La descente demande 8 minutes ; la montée 13. Avec deux hommes. Le halage est à col d'homme. D'un bout à l'autre, ils mettent 10 à 12 jours.
Durassié et Trocart exploitent de 1822 à 1839. Sans grand succès commercial. D'autres concessionnaires ne réussissent pas mieux, par suite de pillage et de mauvaise organisation. Probablement aussi à cause de la fragilité de ces machines en bois non protégées comme en Saxe, par une maçonnerie. Elles sont remplacées, de 1841 à 1844, par des écluses en belle pierre de taille, longues de 20m.
Il ne reste, de cette extraordinaire expérience que quelques soubassements de pierre et les sites magnifiques des moulins.



Au moulin de Bagas (F-33) sur le Dropt, les bateaux franchissaient le déversoir grâce à la première des 21 machines de Durassié et Trocart.

Les anglais vont construire surtout des plans inclinés. Là, ils retrouveront les mêmes difficultés techniques.

1823 : L'audacieuse réalisation de James Green - l'un des plus brillants ingénieurs - sur le Bude canal, en Cornouaille, est un autre exemple du divorce entre l'ingénieur et l'industriel :

6 plans inclinés, dont 5 travaillent avec des roues de moulins qui tirent une chaîne sans fin. Le sixième (Hobbacoat) atteint 68 mètres de hauteur. C'est le plus haut d'Europe. Green choisit la force motrice du système Fulton : le baquet dans un puits, c'est-à-dire deux énormes cuves contenant 15 tonnes d'eau chacune. La pleine faisant monter la vide entrainant une chaîne sans fin où sont accrochés des bateaux à roulettes de 6 mètres de long, pesant 5 tonnes (Plus besoin de chariot).

L'industrie peut, à l'époque, fournir des chaînes portant ces énormes cuves. Mais aucune ne résiste à un usage continu… On imagine le bruit des baquets tombant au fond du puits ! Et James Green doit les remplacer par une machine à vapeur. Le plan incliné fonctionne jusqu'en 1891.

James GREEN

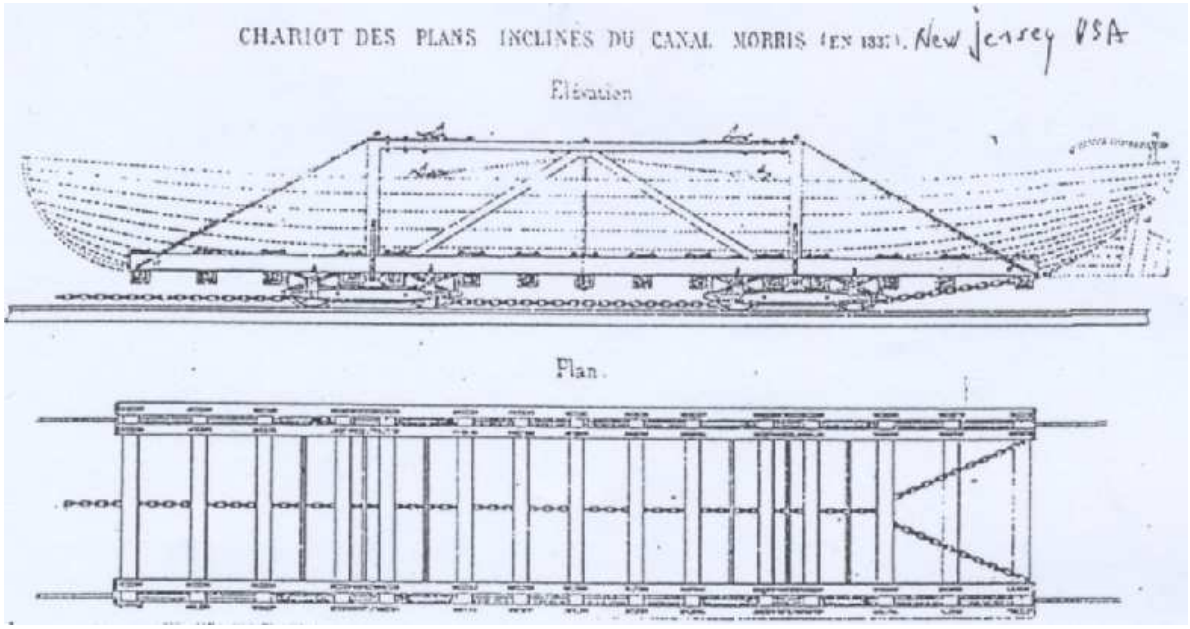
1827

1827 : James Green construit près de là un autre plan incliné sur le canal de Lord Rolle qui porte le nom d'un personnage connu dans le domaine de l'anecdote. Il semble marqué par son nom depuis le couronnement de la reine Victoria où il se prend les pieds dans son manteau de cour et « roule » par terre.

Son plan incliné fonctionne de 1825 à 1871 avec un moulin à eau tirant les tub boats utilisés dans les mines.

Ce sont les derniers de ce type. Peu importe ! L'essentiel est qu'il « roulent ». Le nom du propriétaire l'exige ! Cette faible capacité est caractéristique de toute la période archaïque des élévateurs. En ce temps là, les plus gros bateaux ne chargent que 50 tonnes.

Il ne reste pratiquement plus rien sur place de ces deux réalisations de James Green.



1837

Par contre, aux Etats-Unis, il y a des restes importants d'un ouvrage de ce genre construit par James Renwick, de Liverpool : le canal Morris, qui avait douze plans inclinés d'un côté et onze de l'autre.

A l'origine, ils sont mus par des roues de moulins et, plus tard, par des turbines. Il faut surtout remarquer les curieux demi-bateaux, de 30 tonnes chacun : ils sont divisés en deux, dans le sens de la longueur. Chaque moitié, cloisonnée, peut naviguer isolément. On le divise pour passer écluses et plans inclinés. On les réunit par des agrafes, cloison contre cloison, pour naviguer en canal comme un bateau normal.

Il faut aussi conter l'histoire de la femme du Capitaine de l' « Electa » : Quand la chaîne tenant son bateau sur le plan incliné s'est rompue, le bateau est descendu vers le bassin bas à toute allure, passant par-dessus le quai, atterrissant dans les arbres. La Dame est sortie, tenant ses enfants par la main, disant : « Je ne savais pas que ça allait si vite ».

Il n'y a pas plus d'incidents sur le Morris qu'ailleurs. Il fonctionne bien. Et jusqu'en 1923. Il a même fallu l'agrandir parce que, à l'origine, il ne montait que 50 tonnes.
De plus, il a une postérité : Il a reçu, en 1850, la visite de Steenke qui s'en inspirera pour construire les plans inclinés d'El Blag, toujours en service, en Pologne.

1835

En Angleterre, on retrouve James Green construisant les premiers ascenseurs verticaux qui fonctionnent… plus ou moins bien, sur le Grand Western Canal, dans le Somerset.

GREEN

Il s'agit seulement de monter des tub boats longs de moins de 8 mètres. Deux sas côte à côte, séparés par un mur. Dans chaque sas, le bateau flotte dans un bac en bois suspendu par des chaînes à de grandes roues. Les bacs sont équilibrés, chacun faisant contre-poids à l'autre. Par un engrenage, on peut tourner la roue à la main. Sous chaque bac sont fixées des chaînes-contre-poids qui se lovent sur le sol quand le bac descend.

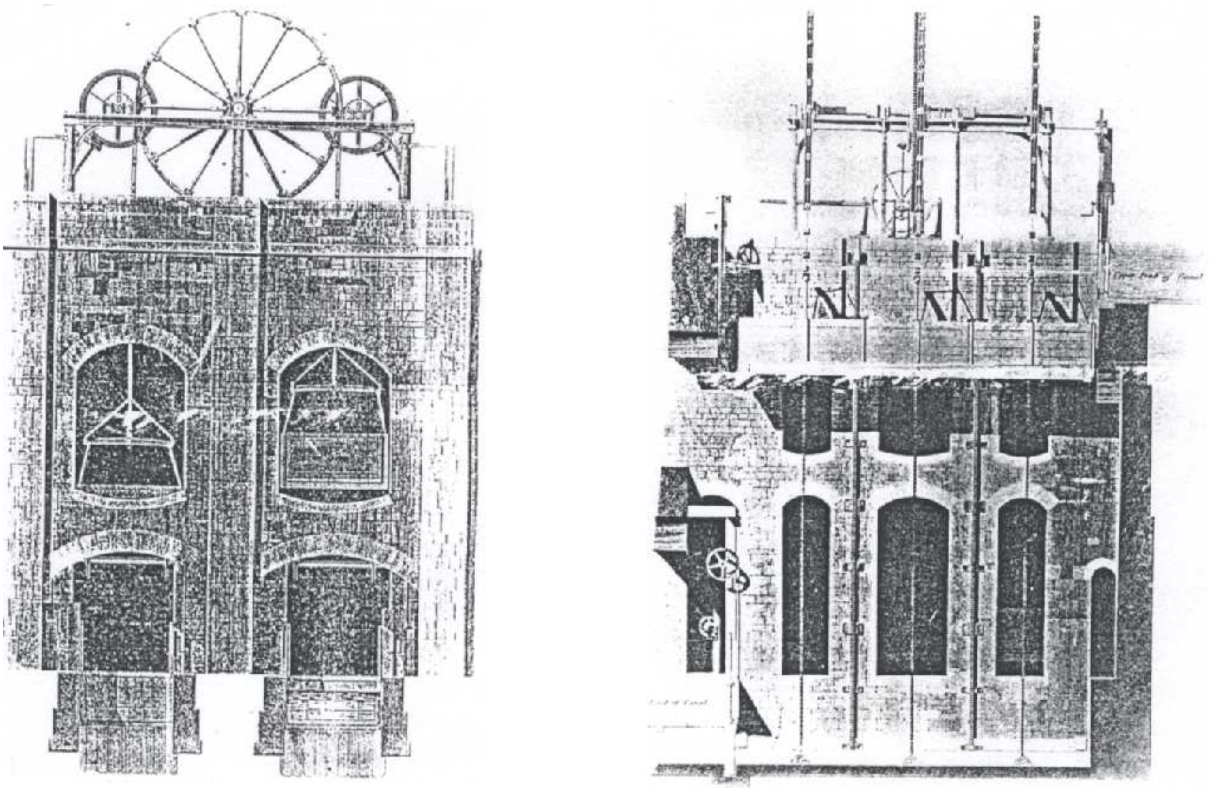
Pour faire démarrer un bac quand il est en haut, il suffit de lui ajouter 5 cm d'eau, soit environ une tonne. Mais il y a souvent des difficultés quand il arrive en bas : le niveau du bac ne correspond pas toujours au niveau du canal. Parfois, il suffit d'ajouter des portes au bac. Ou des vantelles.

Green a construit 7 ascenseurs sur le Grand Western. Ils n'ont, parait-il, jamais bien fonctionné. En tous cas, ils ont été en service jusqu'en 1867. Malgré leurs déboires, ils ont permis de gagner du temps, d'économiser de l'eau.

1835

Celui de Nynehead, près de Wellington, est encore visible : Haut de 7 m 30, il date de 1835. Une grande partie de la maçonnerie est conservée, dégagée, dans un merveilleux site de canal, par l'association que préside Mr Dodd.

Juste au-dessus de l'ascenseur, un pont-canal à pilastres, de très belle architecture, franchit une route. Il est intact. Curieusement, le bief qu'il porte est constitué de plaques de fonte bien jointoyées.



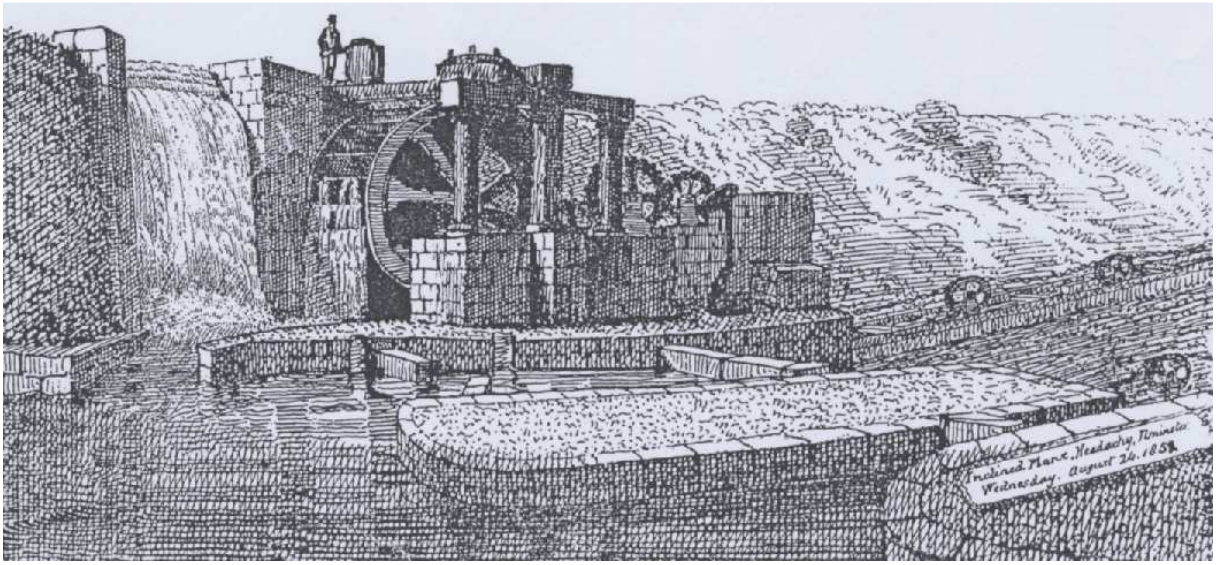
L'ascenseur de Nynehead (GB) tel qu'il était, en haut
tel qu'il est, en bas





Le pont-canal en tête de l'ascenseur de Nynehead. Ses voussures en fonte.





Le plan incliné du Canal de Chard, à Ilminster (GB) tire, du bas de la pente, la chaine sans fin qui tient les bateaux.

1842 : Non loin du Grand Western, James Green entreprend la construction des trois plans inclinés du Chard Canal. Mais, à la suite de ses ennuis sur le Grand Western, il est remplacé par un ingénieur beaucoup moins connu : Sydney Hall.

1842

Celui-ci utilise une roue de moulin, à Ilminster, qui monte à une hauteur de 25 mètres des bateaux de 8 m 70, à sec, sur des chariots. Elle tire, par un train d'engrenages, une chaîne sans fin où les bateaux sont attachés. Un dessin qui a été conservé nous informe que ce moulin était au bas de la pente.
Il ne reste rien de la machine, abandonnée en 1888. Mais le plan incliné lui-même est parfaitement reconnaissable, dominant la petite ville comme un rempart. C'est une allée spectaculaire, bien gazonnée, aboutissant dans les arbres, où on imagine le départ d'un tunnel disparu…

Dès que les plans inclinés transportent des bateaux de plus de cent tonnes, dès qu'on dispose couramment de la force hydraulique, de la vapeur, certains ingénieurs cherchent des applications à la mer, aux grands navires, envisagent le gigantisme maritime, les trajets interocéaniques… C'est l'époque de Jules Verne !

En 1855, Thomas Gatineau ouvre l'épopée : Il propose de transporter des navires « par voies ferrées et machines à vapeur » entre Le Havre et Paris. On lui répond : « C'est trop cher » (Communiqué par Raymond Thélu)

SEBILLOT

Amédée Sébillot consacre trente années de sa vie à ces recherches. Il fonde « La Société Française des chemins de fer pour navire » Dès 1869, il propose pour le canal de Panama un dock roulant de 4000 tonnes, porté par 350 roues.

1869

Les difficultés, pour chaque projet, sont considérables : pour pousser des bateaux de 8 à 9000 tonnes, il faut un chariot de 1500 roues et 6 locomotives. Mais pour monter une pente de 1%, il en faut 12. Un concurrent fait remarquer qu'un bateau de cette taille ne peut être transporté que dans l'eau d'un bac… Il faudra alors 3350 roues et 22 locos…

Sébillot voulait conduire, du Havre à Paris, par chemin de fer, des bateaux de 200m. et remplacer le Canal des deux mers par une voie portant des bateaux de 10 000 t.

Amédée Sébillot, Louis Buette et Napoléon de Tedesco prennent, en 1890, un brevet permettant de déplacer de grands bateaux dans un caisson en eau, glissant sur un plan incliné. Ils étudient aussi un chariot qu'on peut soulever de 2 cm sur un coussin d'eau, sans perdre contact avec les rails.

Les projets de Sébillot et de ses amis n'étaient pas tous réalisables : En 1869, Freland présente un « chemin de fer flottant » qui aurait été capable de desservir tous les bateaux, quelle que soit la hauteur de la marée… Ce chemin de fer maritime n'était pas une folle idée.

FRELAND - 1866

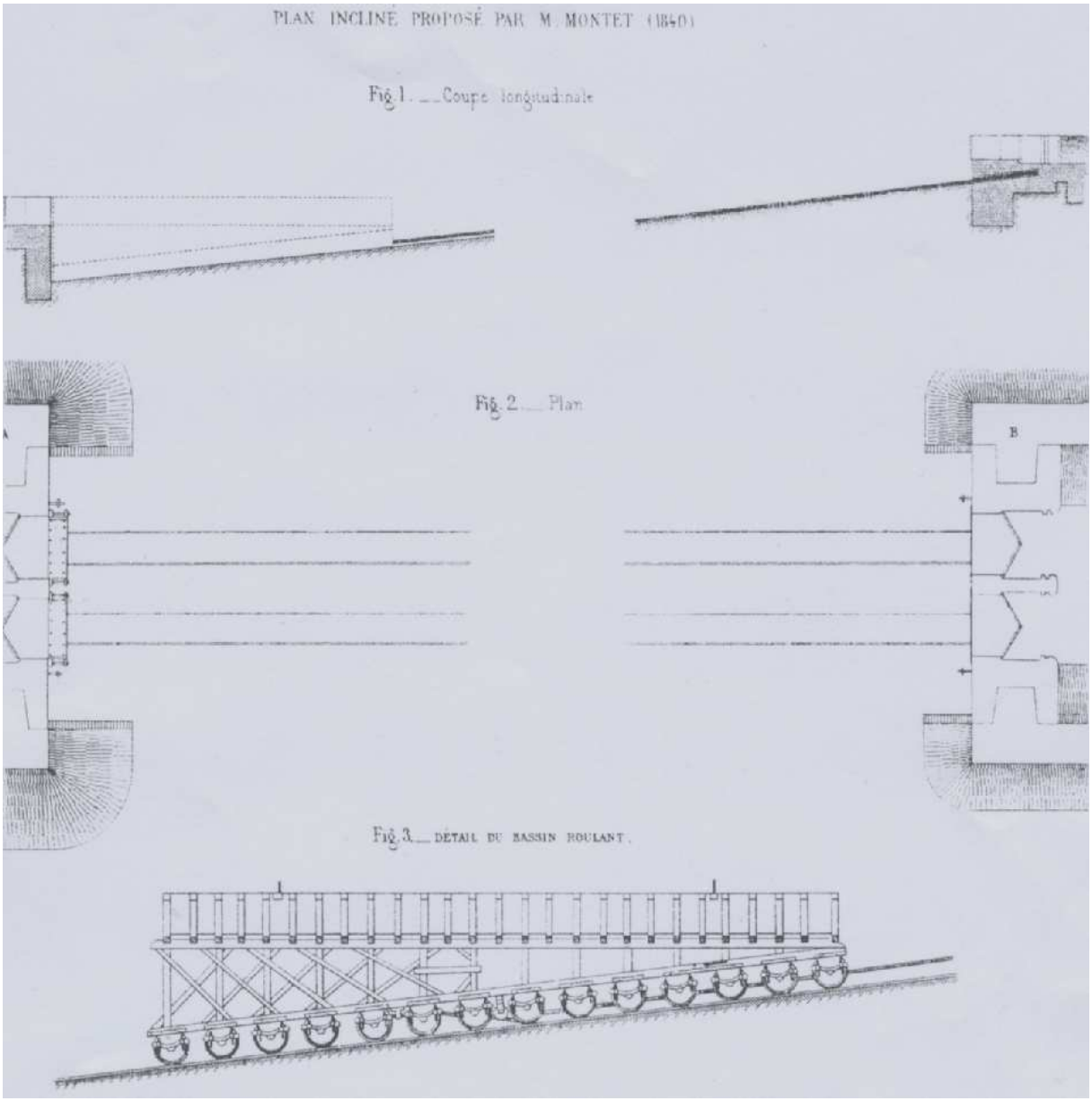
Il a bien existé une réalisation de ce genre, vers 1890, au Canada, à Chignecto, entre le Saint Laurent et la côte Est des Etats Unis. Il offrait un raccourci aux bateaux de moins de 2000 tonnes. Malheureusement les banquiers n'ont pas permis aux ingénieurs de terminer complètement ce beau projet.

Un de nos collaborateurs, Marcel Lecoq, a eu l'idée de dépouiller les archives des brevets pris à Paris, au XIX° s. Rubrique « hydraulique ». Il a fait lever entre les pages de nombreuses chimères. Mais à côté des ouvrages grandioses on trouve des « trucs » des détails de montage, utiles à tous. Par exemple, les « Anciens établissements Cail » s'attaquent, en 1893, au « mou » d'un câble de plan incliné qui produit des distorsions lors de l'arrêt. Solution : les sas porteront des freins hydrauliques, comme ceux qui arrêtent le recul des canons.

Autre détail : Pour éviter d'avoir une poulie motrice trop large, sur les grands plans inclinés, il vaut mieux placer deux poulies côte à côte pour diviser les efforts de la denture.

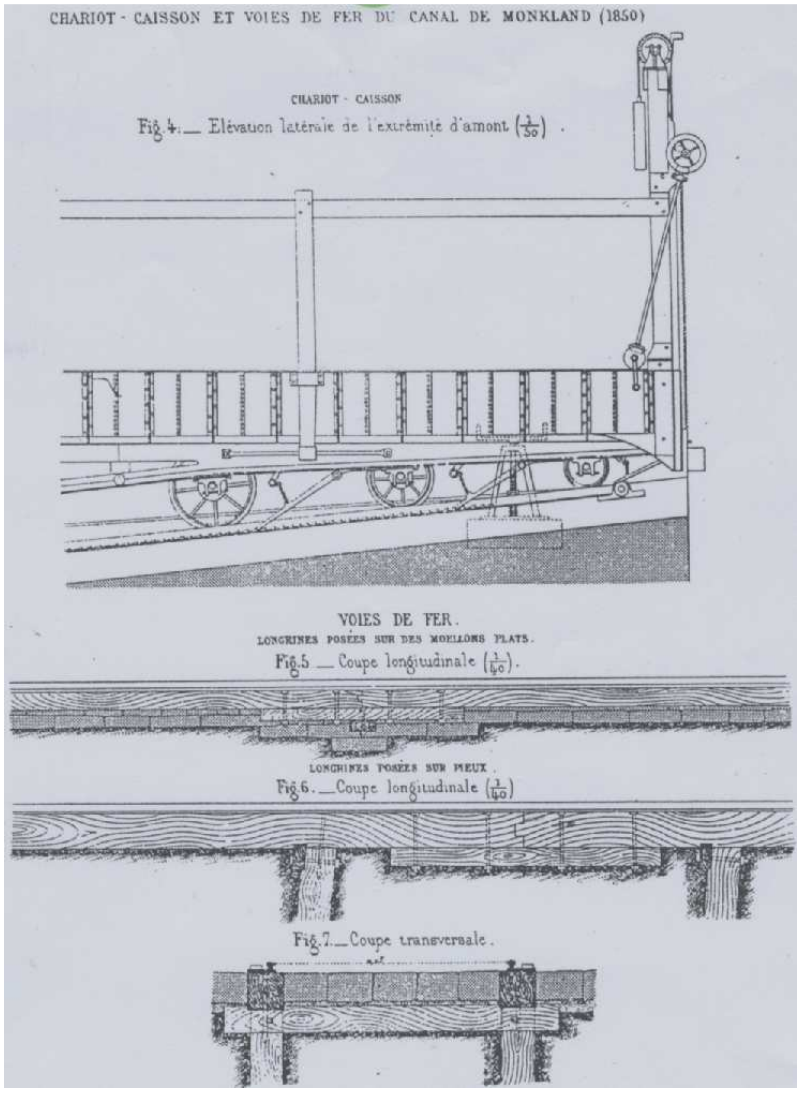
Un autre brevet, pris par Frédéric Weidknecht en 1893, s'attachait simplement à une répartition uniforme des charges sur tous les essieux d'un chariot, résolvant une difficulté qui a toujours gêné les constructeurs de sas roulant.

Et si les propriétaires de grands canaux se plaignent, quand leur plan incliné est arrêté pour réparation… ils n'ont qu'à construire un troisième sas entre les deux habituels… conclut un inventeur. Ainsi, tous les petits brevets, tous les trucs convergent pour la réalisation des grands ouvrages.



MONTET
1840

En 1840, en France, l'ingénieur général Montet veut relier Bordeaux aux Pyrénées par la Garonne, la Baïse et le Gers. Son canal doit traverser des gorges à des hauteurs infranchissables. Il faudrait 115 écluses. Montet propose des « bassins roulants »… qui n'ont jamais été réalisés.



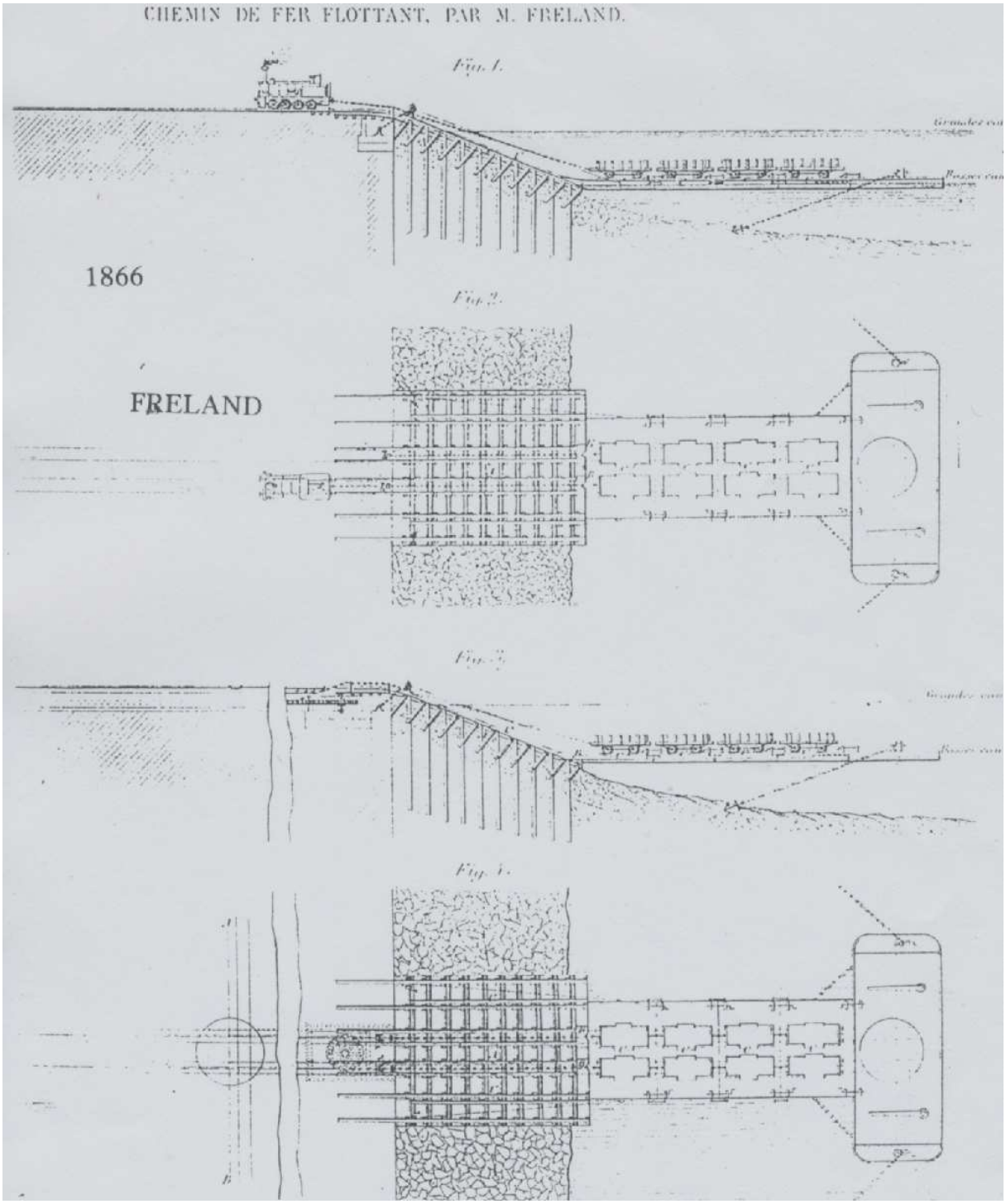
LESLIE

1850 : James Leslie réalise, à Blackhill, sur le canal de Monkland, en Ecosse, des bassins roulants tout à fait semblables, mais portés par vingt roues dont le diamètre décroit vers le haut. Les bateaux entrent et sortent par une porte à guillotine. Noter le système de sécurité à cliquets qui permet de bloquer le bac sur les rails en cas d'accident.

1850

C'est le premier grand plan incliné à vapeur. Il peut monter à une hauteur de 29 m. une cinquantaine de bateaux par jour, jaugeant environ 60 tonnes. Son record est de 80 tonnes.

Monkland cesse de travailler en 1887. Le site est encore visible. Les ingénieurs belges reprendront ce type de plan incliné à Ronquières en 1968.


CHEMIN DE FER FLOTTANT, PAR M. FRELAND.
Fig. 1.
1866
Fig. 2.
FRELAND
Fig. 3.
Fig. 4.

L’ingénieur hollandais Jacques-Georges Steenke – qui a étudié, en 1850, le canal Morris, aux Etats-Unis – met en service, dix ans plus tard, une batterie de plans inclinés en Prusse orientale, à El Blag (E. de Dantzig). Cet ouvrage est aujourd’hui dans les frontières de la Pologne.

En 1860, il y a 4 plans inclinés mûs par des moulins à eau dont la roue est importante : 60 godets, 9 mètres de diamètre. Vu l’excellent résultat, un cinquième plan incliné (remplaçant 5 écluses) est lancé en 1881. Il est actionné par une turbine. La hauteur totale atteint une centaine de mètres.

STEENKE

Deux chariots à deux bogies montent ou descendent les bateaux à sec. Ils sont en équilibre mais l’appareil fonctionne aussi bien quand l’un des chariots porte un bateau, l’autre restant vide. Les câbles sortant des moulins tournent à angle droit, guidés sur de grandes poulies pour descendre en suivant les rails, plongent dans l’eau, ressortent, font demi-tour au bas de la pente, - toujours sur de hautes poulies – et remontent au moulin.

1860

Le transporteur d’El Blag pouvait monter ou descendre des bateaux de 70 tonnes, qui étaient surtout chargés de bois. Il transporte aujourd’hui des bateaux touristiques embarquant 65 personnes au maximum. C’est l’exemple le plus réussi de la conversion de ces machines industrielles en attractions touristiques. A El Blag, on part d’un lac où la vie animale est d’une densité exceptionnelle. La transition entre la navigation en canal et la traversée d’une prairie est très brève :

Le bateau hésite à peine en entrant dans le chariot
Le marinier, sitôt paré, donne un violent coup de gong.
Le « meunier » lance la roue du moulin. Les câbles se tendent.
Les poulies colorées se mettent à tourner. En haut de la côte, le bateau plonge dans le bief suivant.

PLANS INCLINÉS DU CANAL [illegible] OBERLAND (PRUSSE).

Fig. 7. Élévation du chariot roulant au bas de sa course.

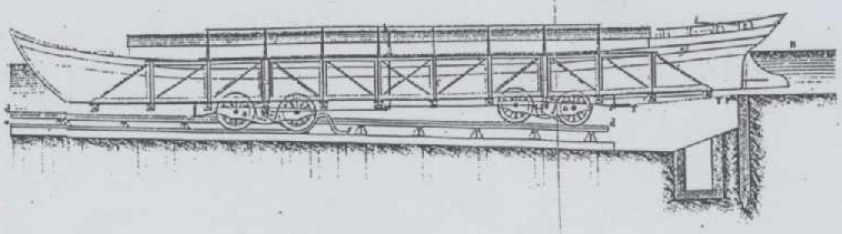


Fig. 9. Coupe du chariot [illegible]

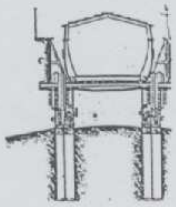


Fig. 8. Plan du chariot roulant.

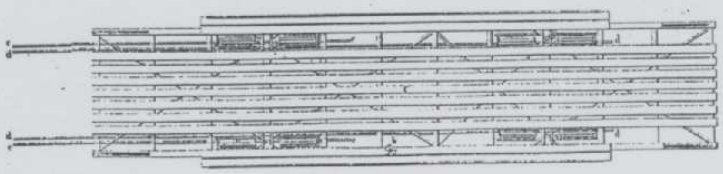


Fig. 13. Anaches des rai[illegible]

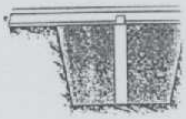
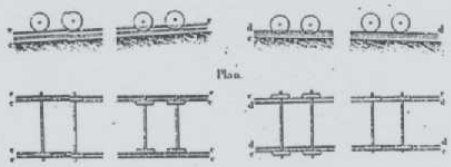


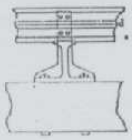
Fig. 10. Schématique.

Descente dans le bief amont. Descente dans le bief aval.



Plan.

Fig. 11.



Détails des voies.

Fig. 12.

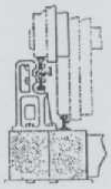
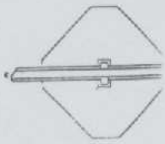
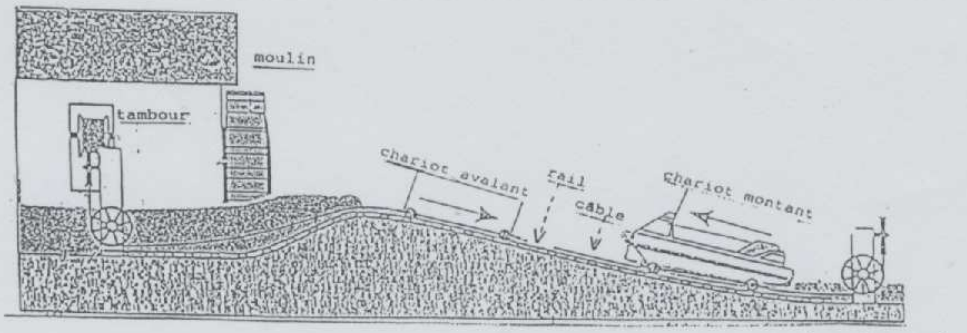


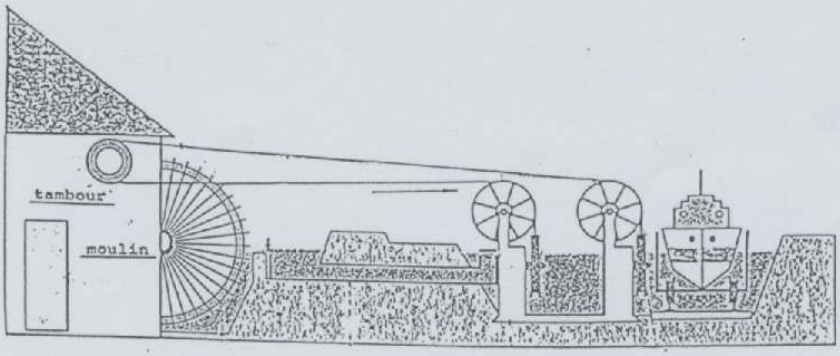
Fig. 14.





1860

Les 5 plans inclinés d'El Blag (Pol)





Le bateau sortant de l'eau aborde la pente, dans son chariot



Le chariot vide descend parallèlement



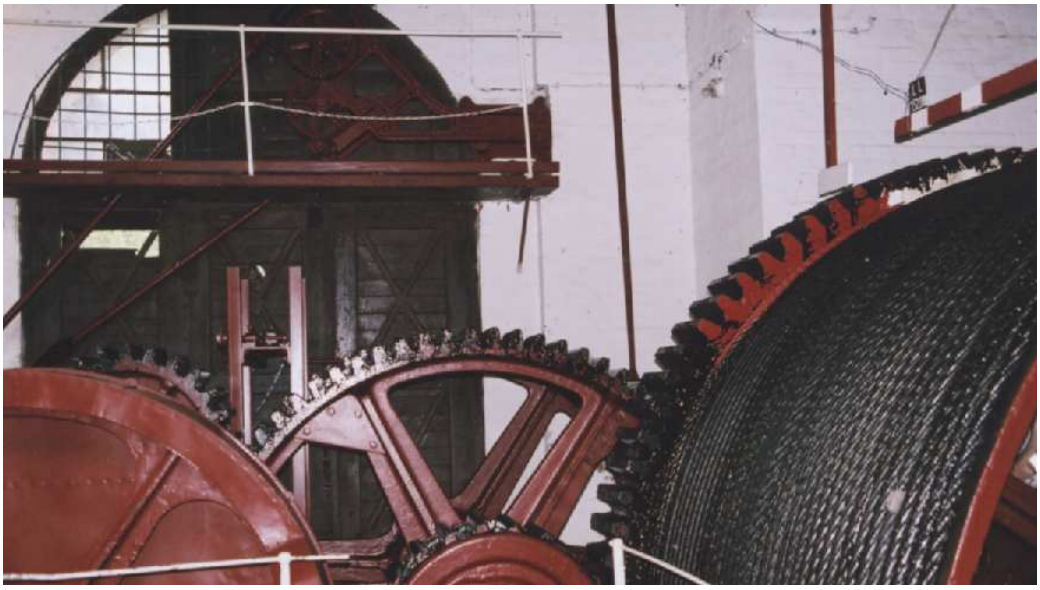
A Olesnica, le bateau montant aborde la pente



A Jelenie, les rails conduisent le bateau à l'eau



Le moulin tracteur de Buczyniec



Le réducteur du moulin



Les poulies du moulin d'Olesnica

L’ascenseur d’Anderton a toujours été considéré comme un chef d’œuvre métallique de l’époque victorienne. C’est une machine très élaborée utilisant des moyens très simples : le « principe d’Archimède », la « presse hydraulique », basée sur le paradoxe énoncé par Pascal en 1647 de l’équilibre et de l’incompressibilité des liquides qui transmettent la pression également, en tous sens…

Edwin CLARK

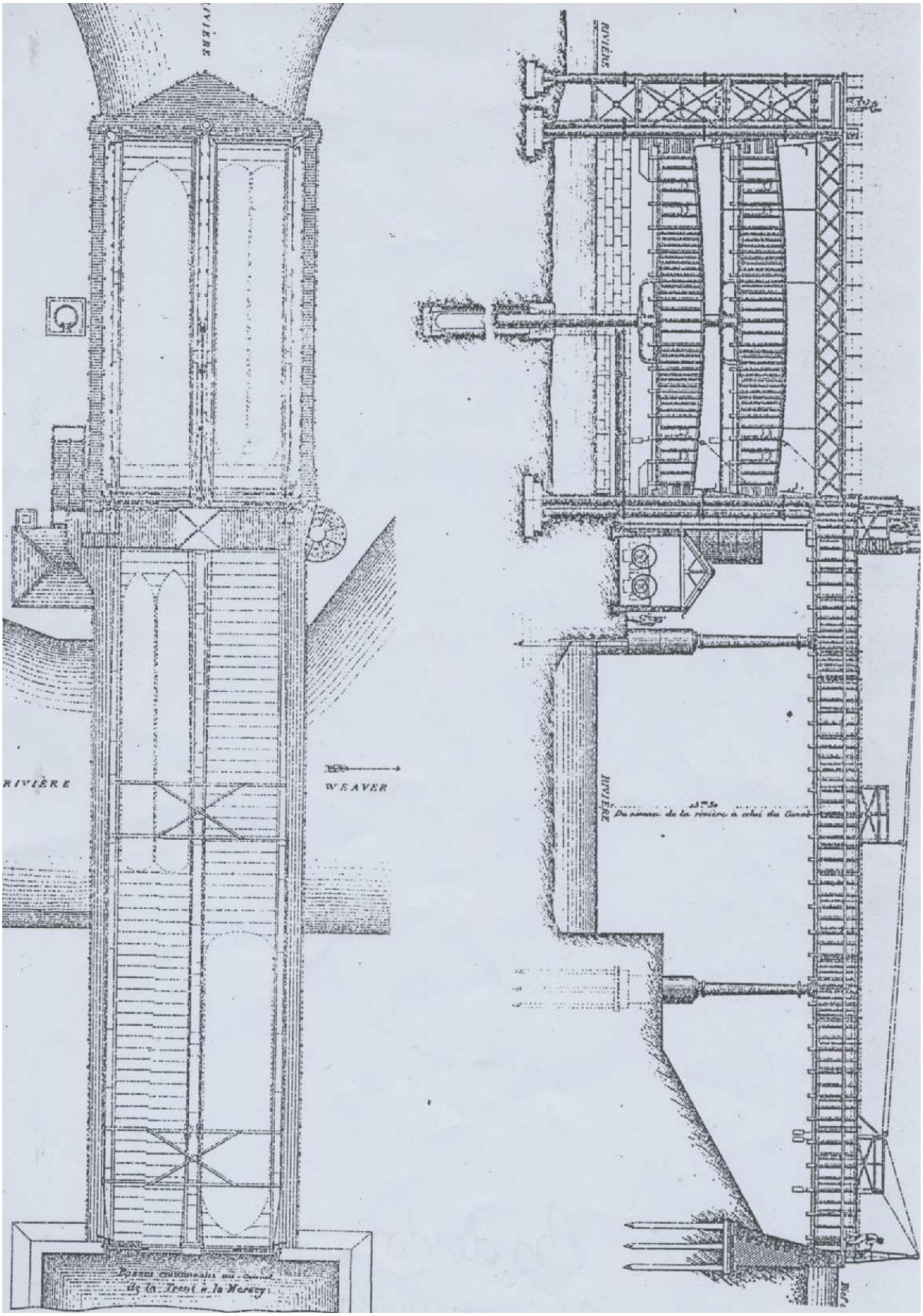
1875

C’est l’application de la machine de Bramah (1795) cet anglais qui a inventé tant de choses : les WC, la serrure de sureté, la bière au comptoir, la numérotation des billets de banque… Il a révélé que, par l’intermédiaire de l’eau, un peu d’énergie peu multiplier les forces… qu’un léger poids peut en équilibrer un lourd… et qu’il suffit de brancher une petite pompe sur une grande pour pousser, en répétant de petits efforts, le lourd piston d’une grosse. La presse hydraulique a eu un rôle énorme dans l’industrie du XIX° siècle. Elle a été remplacée par l’électricité. Elle n’a pas complètement disparu. Témoin : le cric qui soulève les voitures dans les garages.
Anderton est près de Norwich, dans un site industriel encore très actif aujourd’hui. Vers 1870, il parait nécessaire de faire communiquer la rivière Weaver avec le canal de Trent and Mersey. Leader Williams et Sandeman construisent un ascenseur hydraulique, sur un Brevet d’Edwin Clark.
Il doit faire monter ou descendre un bateau de 100 tonnes – ou deux narrow boats – d’une hauteur de 15 m 30. Il choisit la technique de l’ascenseur avec deux bacs en balance qui mesurent 23 mètres x 4,70 et pèsent, quand ils sont pleins (avec ou sans bateau le poids est le même) environ 250 tonnes chacun.
Chacun est supporté par un piston (hauteur : 15 m – diamètre 0,91) plongeant dans un puits d’une vingtaine de mètres, plein d’eau. Les deux puits communiquent, à la base, par une tuyauterie.
Les bacs sont guidés, aux angles, par des colonnes, solidaires d’une importante mais légère cage métallique en parallélépipède. Le bac descendant doit être plus lourd que l’autre : quand on lui ajoute 15 cm d’eau, il descend par son propre poids, presse l’eau dans son puits et la chasse dans l’autre puits. Ce qui fait monter le deuxième bac.
Mais quand le bac descend dans l’eau de la rivière il perd de son poids (principe d’Archimède). Il faut lui ajouter un poids d’eau venant d’un accumulateur si on veut qu’il descende jusqu’au bout de sa course et que l’autre monte en même temps.

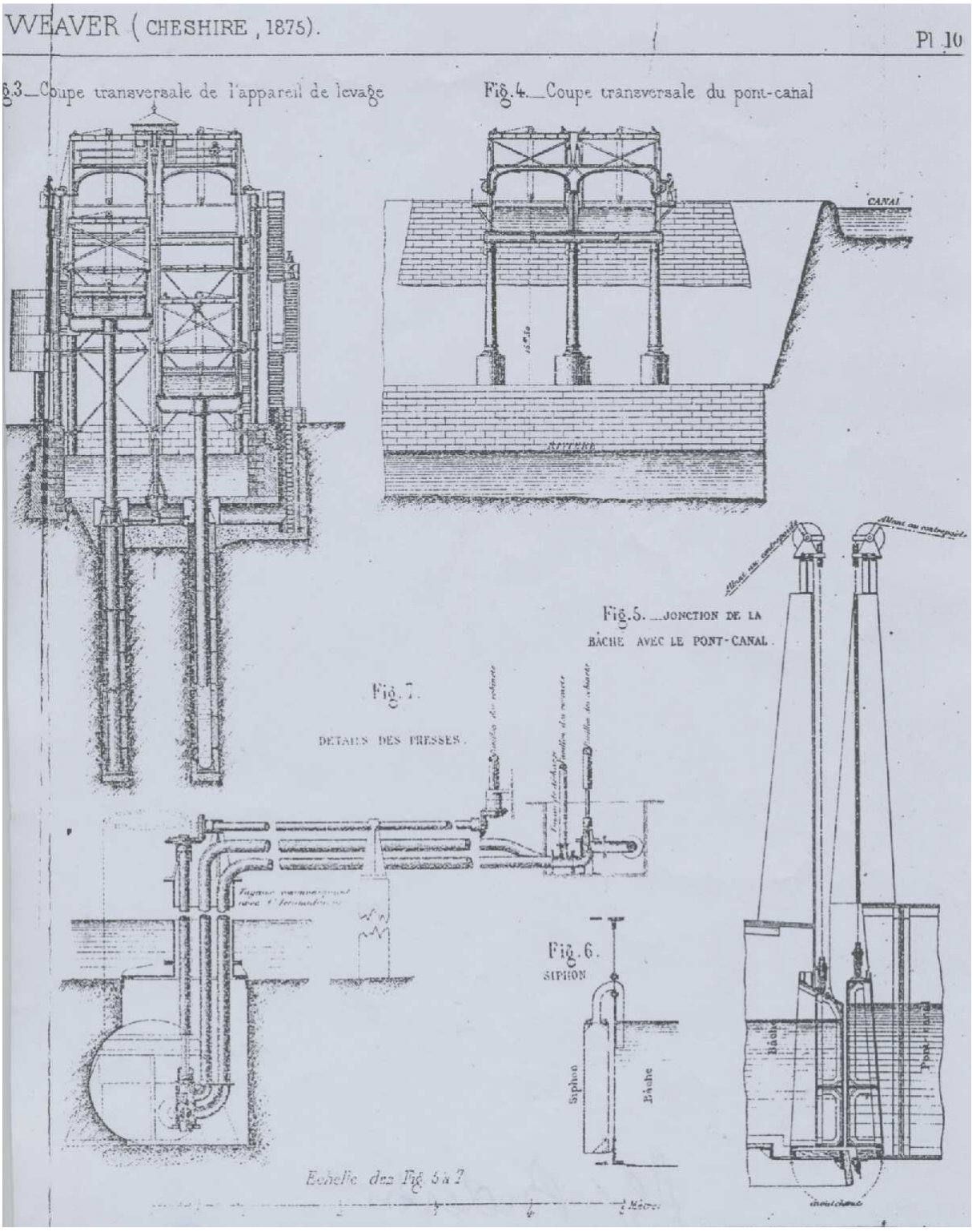


ANDERTON (GB) Etat actuel

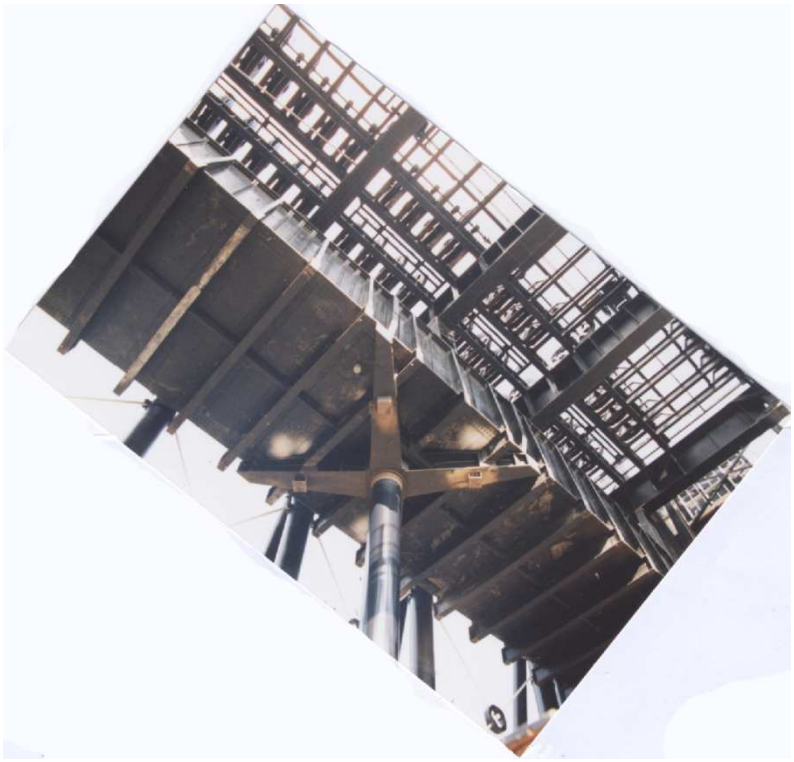



RIVIÈRE
WEAVER
RIVIÈRE
RIVIÈRE

WEAVER (CHESHIRE , 1875). Pl. 10

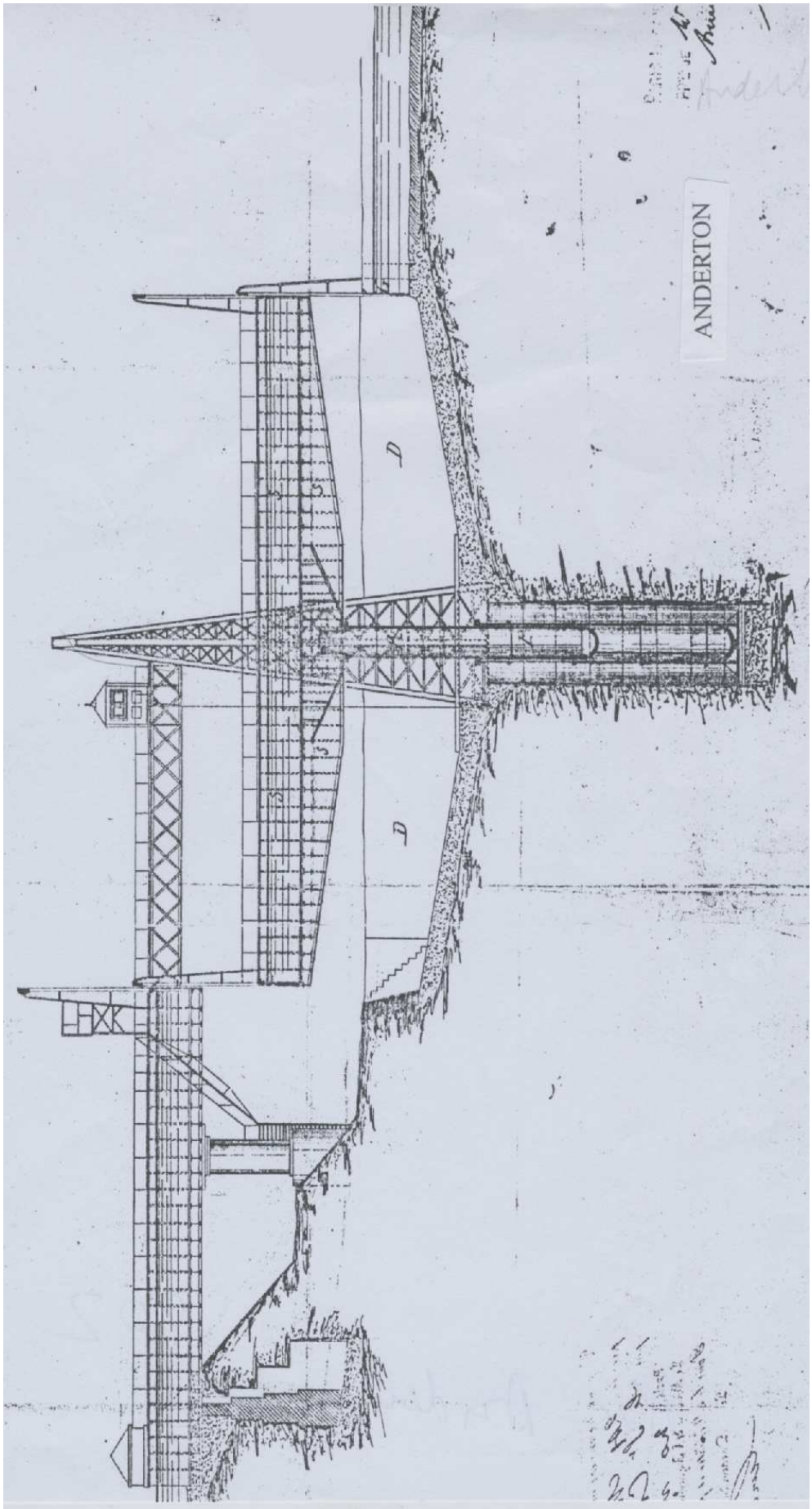


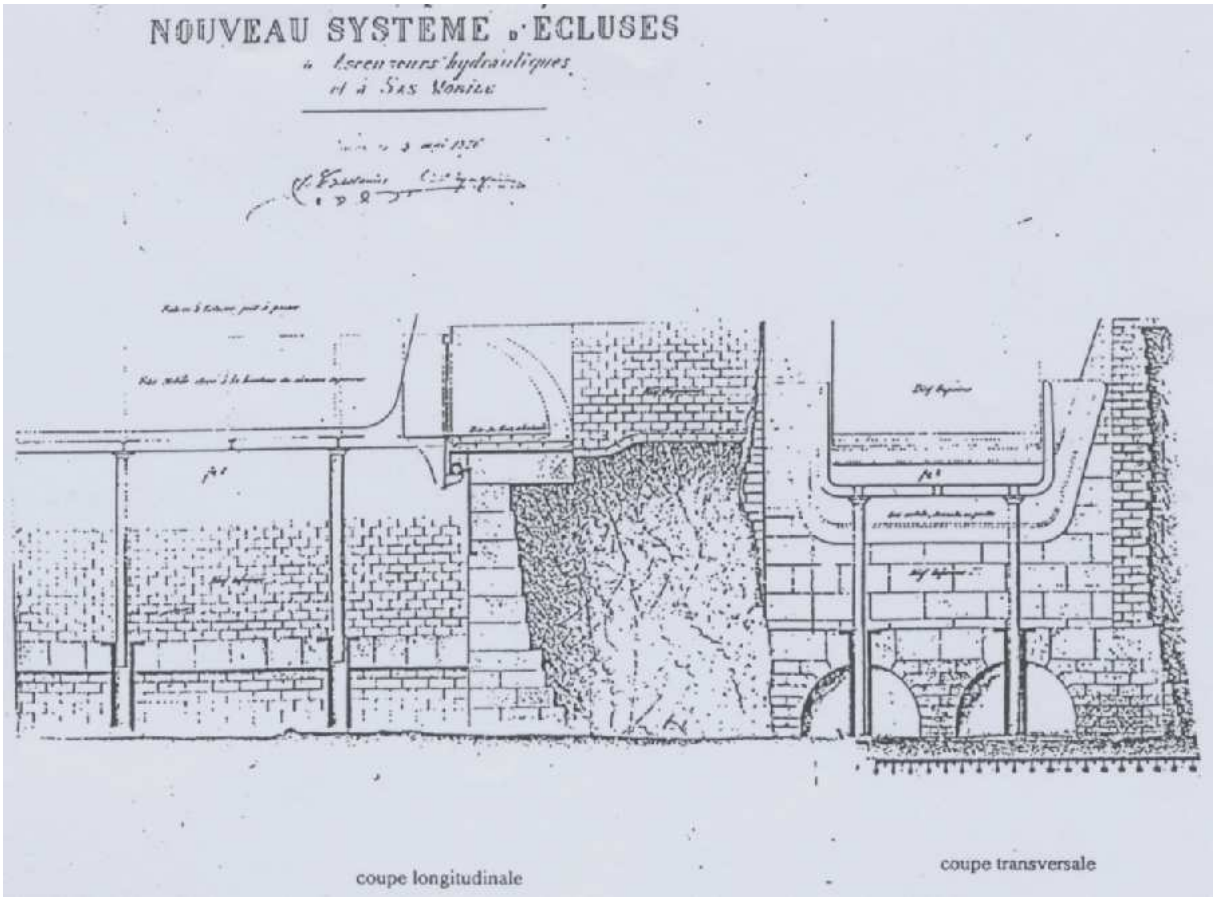
Le piston élève un bac tremblant, cm après cm. C’est un spectacle émouvant de l’archéologie industrielle.



Pour faire remonter ensuite ce bac, il faut le débarrasser des 15 cm d’eau supplémentaires et les ajouter au bac du haut. Sur le dessin, on voit la cabine de pilotage et l’accumulateur animé par une machine à vapeur qui remonte cette eau. Quand un bac est hors jeu, l’autre peut fonctionner avec un seul accumulateur. Un élégant pont-canal métallique fait la jonction des bacs avec le canal. Les bacs et les biefs des canaux sont fermés par des portes à guillotine qu’une garniture de caoutchouc rend hermétiques.

Après 7 ans de fonctionnement, des accidents apparaissent : les pistons sont corrodés par la pollution acide des usines chimiques voisines. On essaie l’eau distillée… les garnitures de cuivre… La Compagnie propriétaire décide d’équiper l’ascenseur à l’électricité en construisant au-dessus un grand portique abritant roues, poulies, moteurs. Les bacs deviennent indépendants avec, chacun, un contrepoids de 250 t. Anderton travaille ainsi de 1908 à 1986. Après 16 ans d’arrêt, le célèbre ascenseur reprend son service en 2002 mais avec une prudente lenteur, émaillée d’incidents techniques. Du moins, il fonctionne sur les plans primitifs. Pour le pittoresque, on l’a recoiffé par les poulies caractéristiques de l’époque « électrifiée ».


ANDERTON



CASTANIER

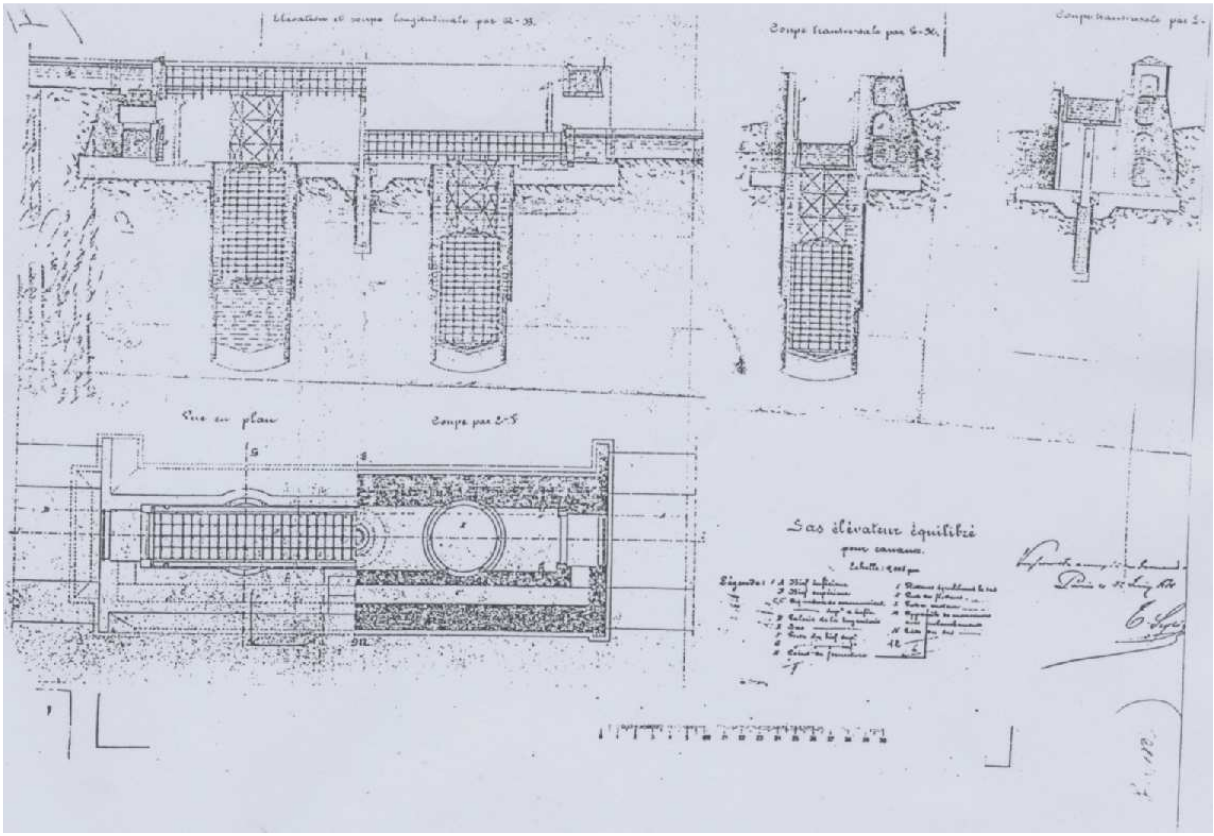
1876 : L'ingénieur Castanier et le Capitaine au long cours Le Roy de Keraniou reprennent le brevet présenté en 1861 par Fagniart (un brevet français n'est accordé que pour 15 ans).

1876

Ils sont persuadés qu'ils ont résolu, à la fois, la difficulté d'accès dans les ports à marée basse et le franchissement des montagnes en joignant « ascenseur hydraulique et sas mobile ».

Leur écluse : au fond du canal une double rangée de presses hydrauliques (diamètre 80 cm) s'élève, soutenant un sas mobile qui va se raccorder au bief supérieur par un « bec » en fonte.

Ils espèrent pouvoir dépasser 12 mètres de hauteur « sans prendre une goutte d'eau au canal ». L'eau alimentant les presses doit être captée dans les ruisseaux des hauteurs voisines.



SEYRIG

1880 : Théophile Seyrig propose un « sas élévateur équilibré », avec des flotteurs comme agents d'équilibre et, pour le mouvement : le piston d'une presse hydraulique qui sert aussi de régulateur.

1880

Préoccupation nouvelle : Seyrig préconise, pour les manœuvres, un système d'enclenchements (disposition déjà adoptée sur les chemins de fer) « qui empêche qu'aucun mouvement soit donné avant que toutes les dispositions nécessaires pour la sécurité ne soient prises ».

1880 : Louis Barret est un ingénieur très précis. Il a, d'une part, projeté un plan incliné pouvant atteindre 4 à 500 mètres de long.

BARRET et CLARK - 1880

D'autre part, il se passionne pour Anderton. Il publie des mémoires sur le sujet et prend des brevets visant l'amélioration de l'appareil anglais, surtout après l'accident de 1882 (rupture de presse)

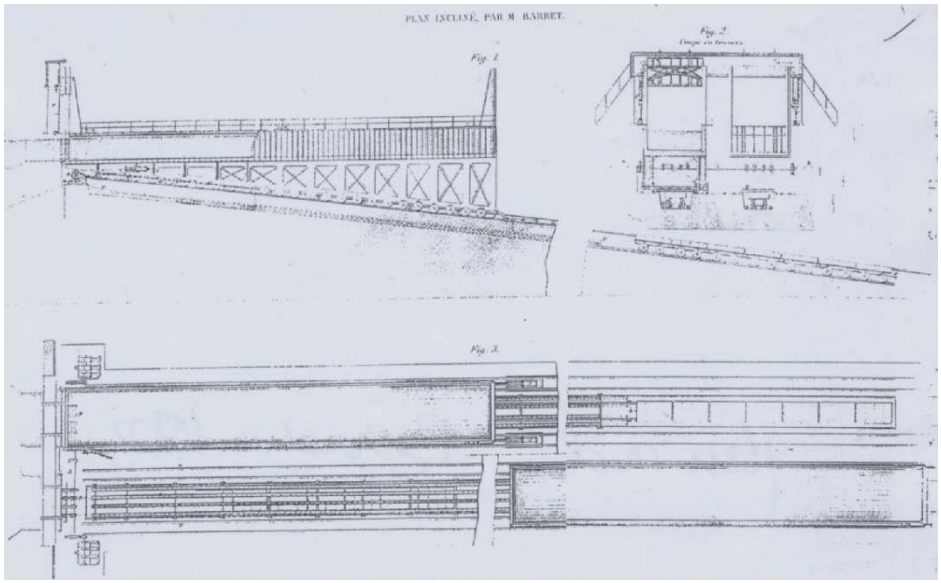
Il propose de verrouiller le sas au repos pour éviter les effets du vent et de l'eau. Il étudie comment augmenter le tonnage des bateaux transportés, essaie de jumeler deux pistons de presse hydraulique et y renonce préconisant un système funiculaire.

La société Clark semble s'inquiéter de l'intérêt de l'ingénieur français pour Anderton et prend à son tour des brevets à Paris :

En 1880, Edwin Clark déclare : « Je dispose, pour l'entretien, un bassin sec dans lequel descend le sas au lieu de le faire descendre dans le canal lui-même ». Il décrit aussi un nouveau « réservoir d'équilibre » (accumulateur).

En 1881, Clark vise le mode de suspension et la stabilité du sas au-dessus de la tête du piston, pour abaisser le centre de gravité.

Il envisage un ascenseur hydraulique monté sur 12 presses. L'horizontalité étant garantie par trois petites presses supplémentaires. Dans ses brevets, revient souvent le thème de la circulation des eaux.



A Georgetown, sur le canal de la Chesapeake, aux Etats Unis, un plan incliné actionné par une turbine monte, pour la première fois des bateaux de plus de 100 tonnes, en un quart d'heure.

Ce canal ne connait que des incidents et même des accidents. Par exemple, en 1876, les câbles lâchent bac et contrepoids qui vont écraser les gens du port inférieur. Néanmoins, il a une postérité :
Il est choisi pour représenter – par une maquette – l' « engineering » civil américain à l'Exposition de 1878 à Paris.

1884

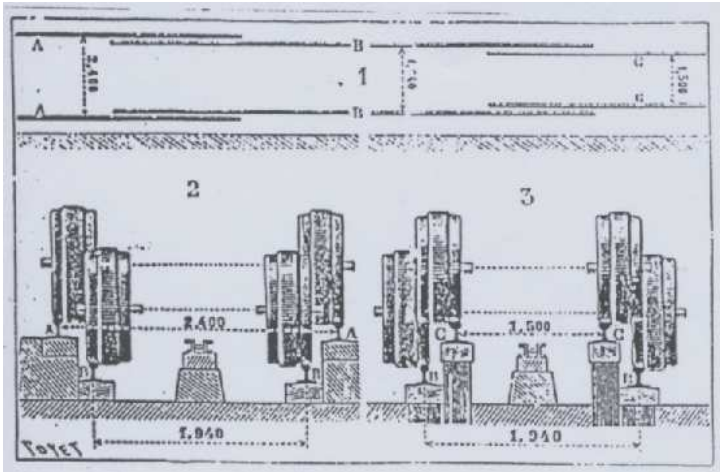
Et Jules Fournier, transporteur sur le canal de l'Ourcq, près de Paris, s'inspire de Georgetown pour résoudre un curieux problème : Près de Meaux, à Beauval, le canal de l'Ourcq et la Marne sont voisins : 350 mètres les séparent. Mais les mariniers qui voudraient passer de l'un à l'autre seraient obligés de faire un détour par Paris… à plus de 100 kms. La dénivellation ne dépasse pas 12 mètres. Il n'est pas possible de faire des écluses : la Ville de Paris, propriétaire du canal, s'y oppose, craignant de perdre trop d'eau.

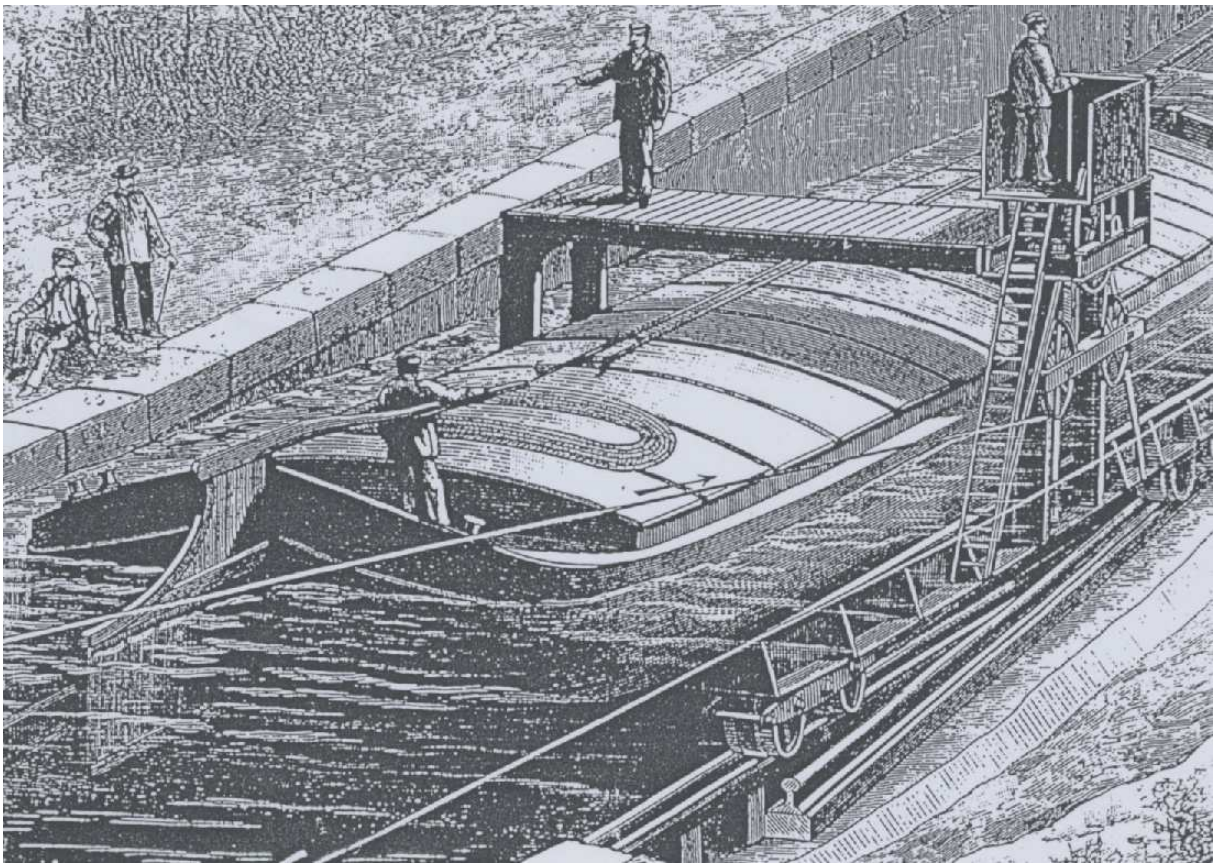
SAUTER

Fournier charge les ingénieurs Sauter et Lemonnier de monter les bateaux par un plan incliné à la manière de la Chesapeake.

Un bassin d'embarquement de 35 m x 6 est réalisé en partie basse, sur la Marne, au-dessous du barrage des Basses fermes (entre Fublaines et Beauval, près de Meaux). L'eau est captée en amont du barrage pour alimenter une turbine.

Les bateaux (31 m x 2,80) sont portés à sec par un chariot sur rails long de 24 mètres. Donc, le bateau dépasse à chaque bout. L'ensemble pèse dans les 110 tonnes. Le câble va toujours dans le même sens. Il y a un inverseur. Le chariot unique est sur deux bogies à 4 roues, plus hautes en bas qu'en haut, évidemment. Pour éviter le basculement en bout de course, les roues sont jumelées.

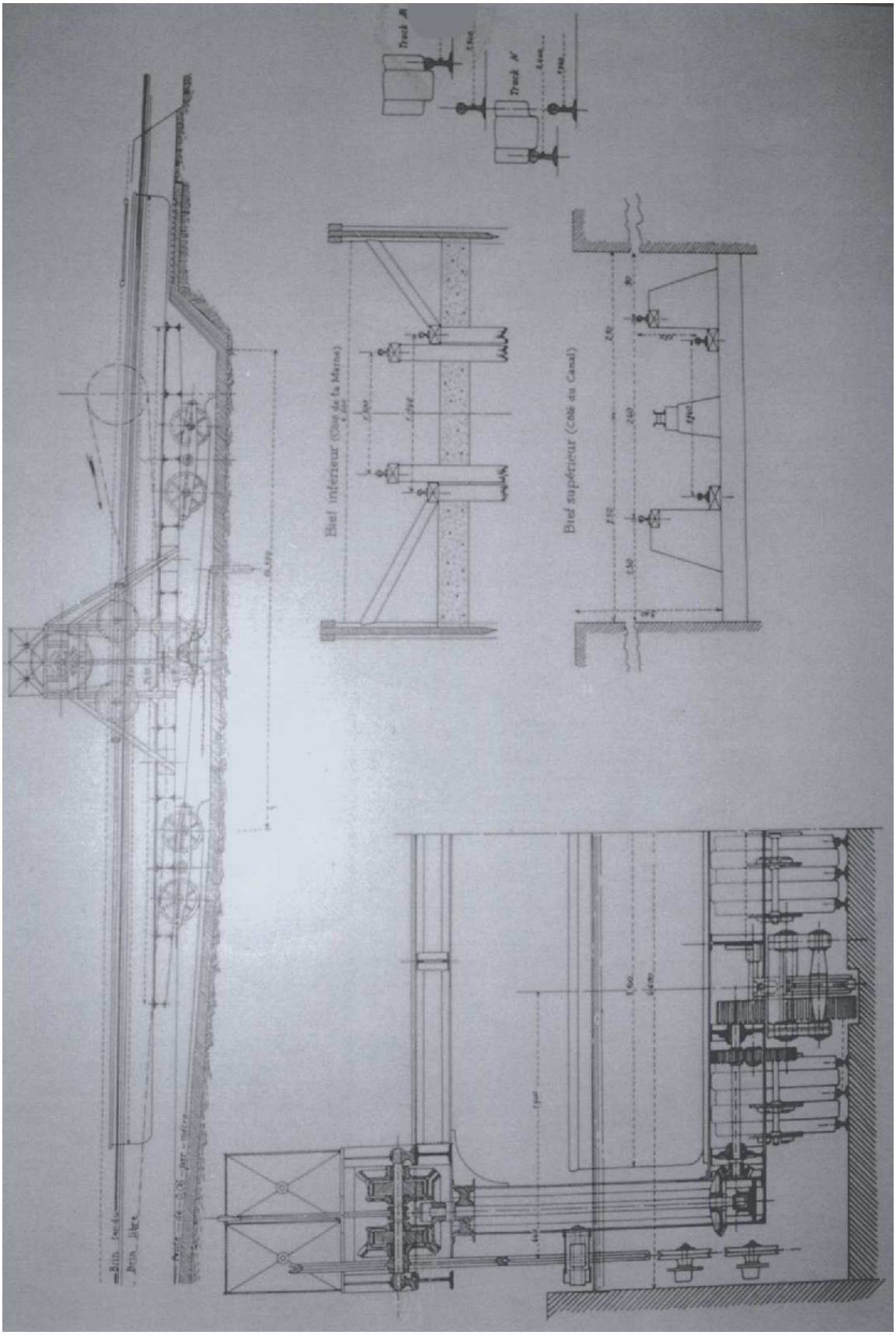




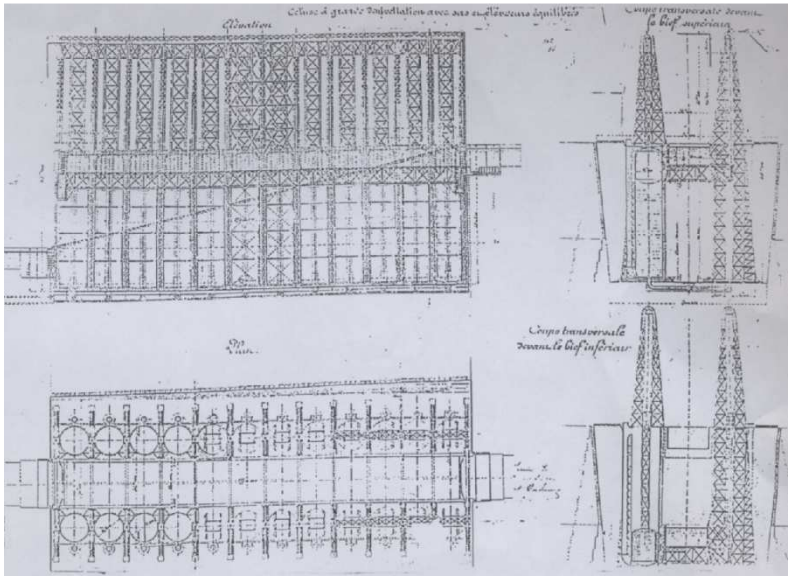
Les roues extérieures, d'un diamètre différent portent sur un autre rail plongeant dans le bassin, au départ comme à l'arrivée. Un seul homme conduit l'appareil et veille aux freins. Les mariniers sont responsables de l'entrée et de la sortie de leur bateau. Une chaîne sans fin entraine l'attelage… Non sans difficulté… au début : Le chariot inauguré en 1884 avance par saccades, à tel point que Fournier n'ose pas transporter d'autres bateaux que ceux de sa compagnie.

Il consulte Nicolas Riggenbach, l'inventeur alsacien du chemin de fer à crémaillère, qui place sous le chariot un pignon denté, donnant toute satisfaction.

Il ne reste pas grand-chose aujourd'hui du transporteur de Beauval, abandonné vers 1922. Sur la Marne, le barrage n'existe plus. On distingue encore le bassin de départ du plan incliné, derrière un mur d'usine. Côté canal, l'axe d'un pont tournant disparu marque l'emplacement.



Beauval, à Meaux (F – 77)



1887

1887 : La société Le Brun, Pillet et Daydé – qui a réalisé de nombreux ouvrages métalliques – propose des écluses géantes pour de grandes dénivellations. Constatant que le nettoyage, la vidange, l'entretien des sas à flotteurs ne peut se faire aisément au fond des puits, elle apporte une solution nouvelle : des flotteurs latéraux.

DAYDé

Il y en aura 24, montant et descendant dans des cylindres accessibles dans toutes leurs parties. Le sas suivra des chemins de roulement verticaux fixés sur des tours en treillis.

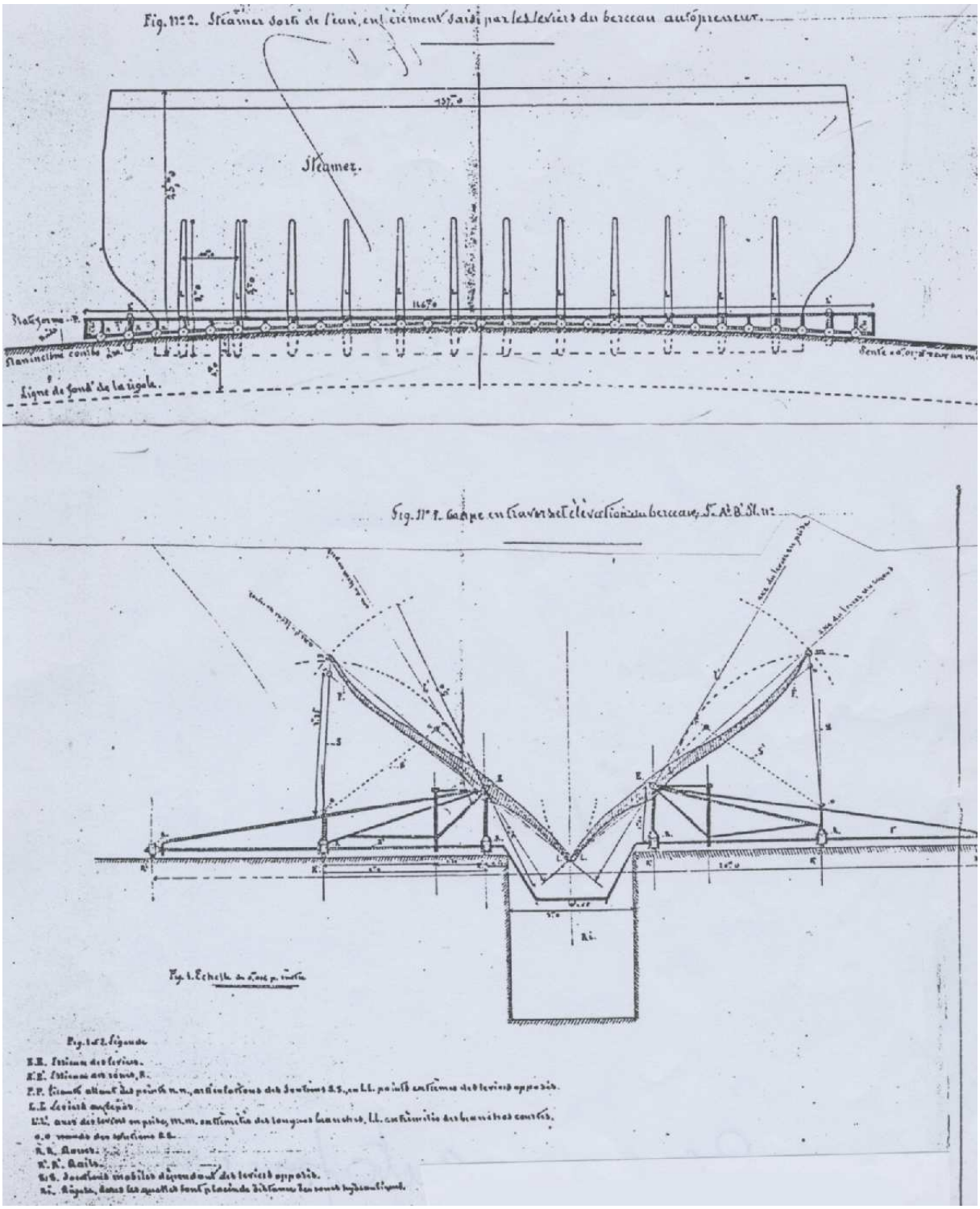
1888 : Louis de Soulages promet de transporter de grands navires sur un « berceau autopreneur » long de 146 mètres, porté par 174 roues. Le plan incliné, vu en coupe, est courbe.

SOULAGES

Le berceau est composé de 14 leviers, espacés de 10 mètres. Le navire y entre sans même marquer un temps d'arrêt. En avançant, il est saisi automatiquement par les leviers qui, l'un après l'autre, viennent le bloquer et le maintiennent pendant toute l'opération.

1888

Louis de Soulages a prévu des roues de moulin pour faire avancer son plan incliné. En cas de grande charge à supporter, il conseille des rails creux parcourus par une eau de refroidissement pour enlever une partie de la température résultant de la compression.



Le berceau autopreneur de Soulages 1888

On ne peut dire que la technique du plan incliné est une étape et que l'ascenseur est un aboutissement. L'un et l'autre se développent parallèlement jusqu'à nos jours.

CLARK

Mais le premier ascenseur parfait, à Anderton, fait école. Il y a toute une famille d'ascenseurs construits par Edwin Clark. Ils sont de plus en plus grands. Les deux premiers sont exactement contemporains : inauguration le 4 juin 1888 en Belgique et le 7 juillet en France.

Edwin Clark construit l'ascenseur des Fontinettes (F) sur le canal de Neuffossé pour remplacer une volée d'écluses. La dénivellation est de 13 m 13. Deux mètres de moins qu'à Anderton. Par contre, il faut monter 300 tonnes pour des bateaux de 38 m 50. Difficulté : une ligne de chemin de fer traverse l'ascenseur sous les ponts-canaux d'accès.

Les FONTINETTES

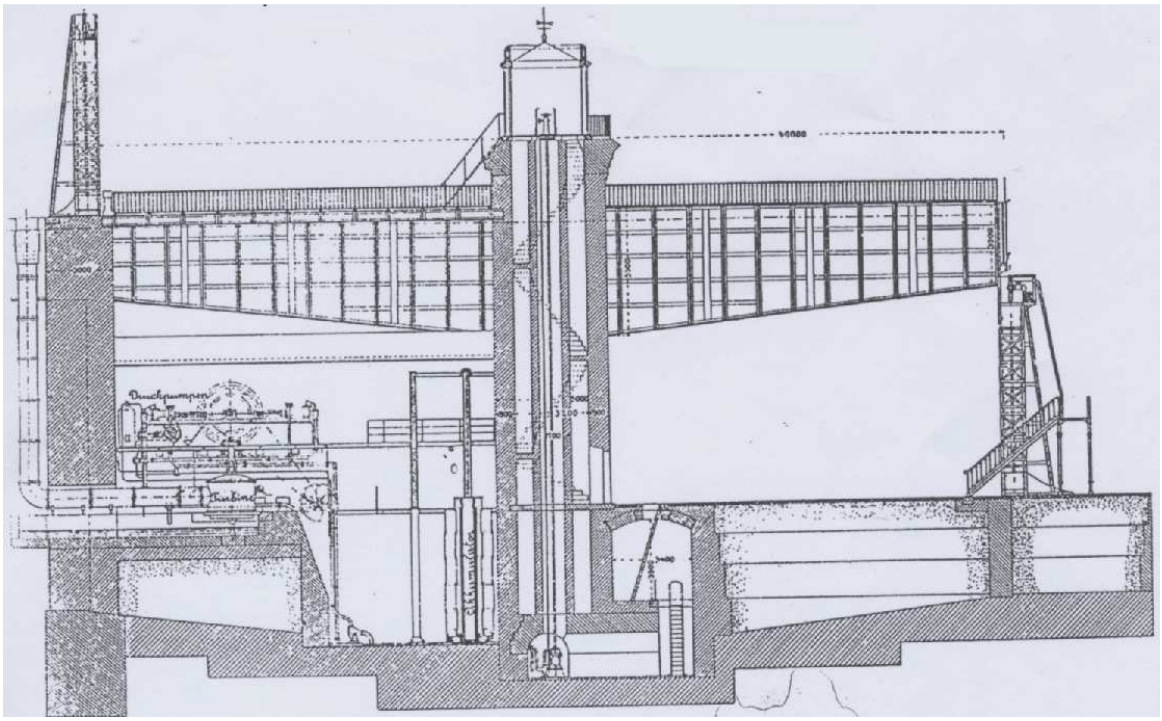
1888

La silhouette de l'ascenseur des Fontinettes est très différente de celle d'Anderton. A cause des fondations, dans un sol instable. Il a fallu utiliser l'air comprimé et construire quatre tours de maçonnerie, aux angles, pour assurer un guidage précis des bacs.

Les pistons mesurent 15 m. de haut et 2 de diamètre. Ils sont en fonte, garnis de cuivre. Les bacs ne descendent pas dans l'eau mais dans une cale sèche. Ce qui simplifie la manœuvre : le bac ne perd plus de poids en descendant dans l'eau.

Pour faire descendre un bac, il faut lui ajouter une hauteur d'eau de 30 cm, soit 64 tonnes. Les deux caissons ont une masse équivalente (près de 200 tonnes). Si on ne surcharge pas celui qui doit descendre, ils commencent leur mouvement et s'arrêtent au même niveau, en balance.

Une turbine actionne des pompes qui emplissent un accumulateur d'eau. Celui-ci a plusieurs rôles : emplir les bacs, fermer les portes qui sont toujours doubles, l'une côté bac et l'autre côté canal, à l'entrée comme à la sortie de l'ascenseur. L'accumulateur peut, en cas de panne, faire monter un bac indépendamment de l'autre.
Une autre turbine fait de l'air comprimé pour gonfler les poches d'étanchéité des portes. Une machine à vapeur est tenue en réserve, à toutes fins utiles.



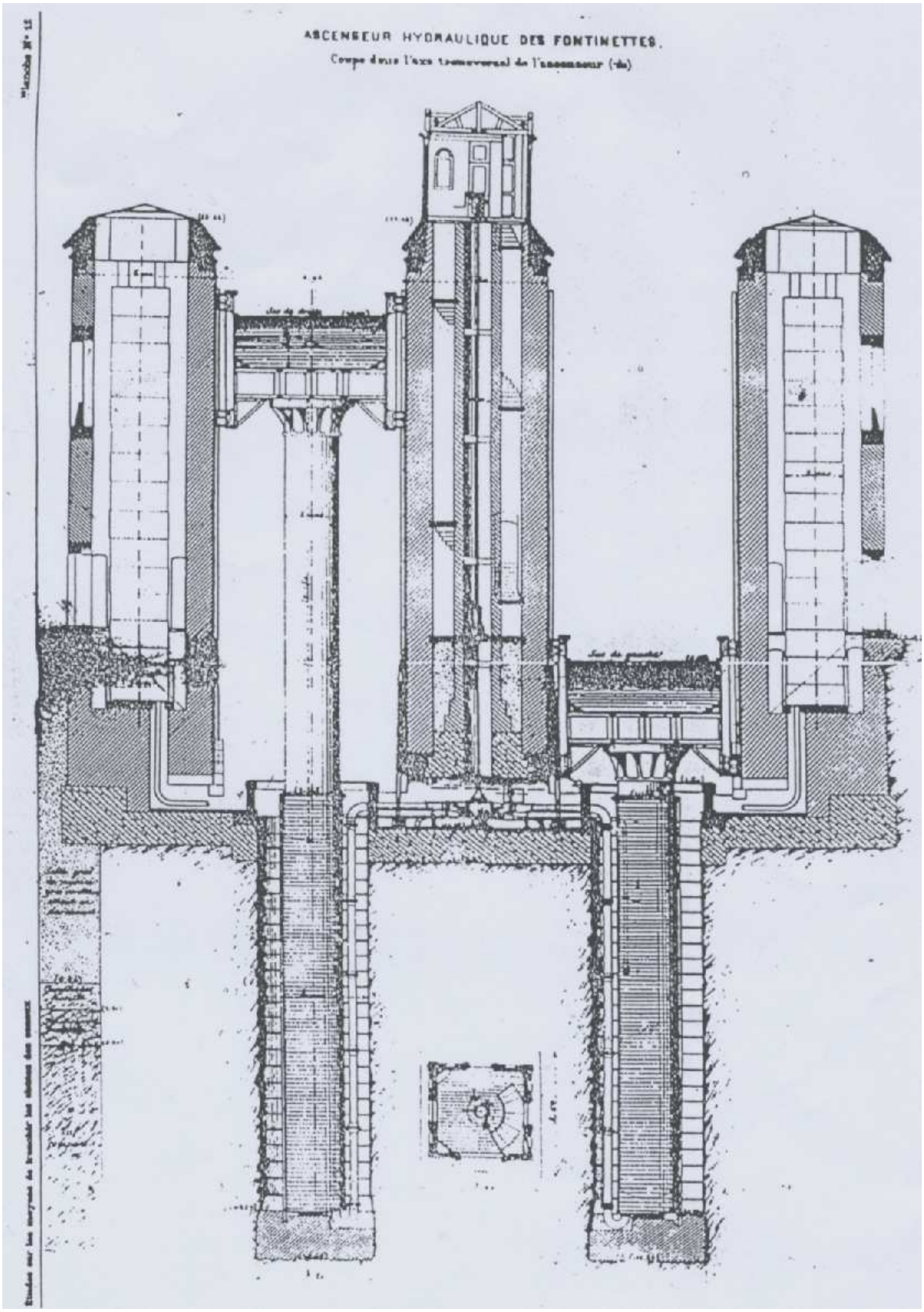
L’ascenseur des Fontinettes, fermé en 1967 et remplacé par une écluse de haute chute, a été confié à une association qui ne peut ni le faire visiter, ni le remettre en état. Un accident grave – le premier de sa carrière – l’a immobilisé quand quelqu’un a imaginé de bloquer un piston au ciment pour éviter d’entretenir les joints. Il y a de gros dégâts à réparer.

En 2003, il a été question d’une démolition partielle : Le relèvement général des ponts a été prévu sur les canaux du Nord pour les adapter au gabarit international. Nous avons été avertis de la démolition des deux ponts-canaux d’accès qui surplombent la voie ferrée depuis l’origine. Il s’agit de laisser passage à quelques trains de sable.

Réponse de V.N.F. à notre protestation : « Les ponts-canaux ne seront pas démolis, mais rehaussés de 60 cm afin de garder autant que possible une lecture compréhensible du bâtiment dans son ensemble » !!!

Il restera assez d’eau pour une exploitation touristique, SI… l’étanchéité est soigneusement rétablie aux extrémités… le piston réparé… et la peinture centenaire refaite.

Les ascenseurs canadiens de Peterborough et de Kirkfield, terminés en 1907, ressemblent assez à celui des Fontinettes. Par contre, les 4 ascenseurs belges (1888 – 1917) rappellent, tous les quatre, la silhouette d’Anderton.


ASCENSEUR HYDRAULIQUE DES FONTINETTES.


L'ascenseur à tableaux des Fortifications Argus 1888



Cabine de pilotage des Fontinettes



A droite, les ponts-canaux desservant les deux bacs

ASCENSEURS BELGES

Quatre ascenseurs belges sont en échelle, sur 4 kilomètres, entre la Meuse et l'Escaut, sur le Canal du Centre. Ils ont été bâtis par Hector Génard, suivant le plan d'Edwin Clark.

Il aurait fallu 17 écluses pour franchir un dénivelé de 66 mètres, qui est aujourd'hui divisé ainsi :

Houdeng-Goegnies	15m40
Houdeng-Aimeries	16m90
Bracquegnies	16m90
Thieu	16m90

Le premier a été inauguré en 1888 et mis en service… trente ans plus tard, en 1917, après achèvement du canal… par les allemands. Ce retard est dû à la guerre. Et aussi aux difficultés rencontrées dans un sous-sol minier, très instable. Comme aux Fontinettes, il a fallu bâtir ces ascenseurs sur une importante maçonnerie. Ici, sur un cône souterrain, planté à travers les galeries de mines.
Les bacs, de 43 m. sur 5,80 sont portés par des pistons hauts de 19 m. Diamètre : 2 m. coulissant dans des cylindres de 2 m 06.

Les éclusiers présentent ainsi les différentes manœuvres de leurs ascenseurs :

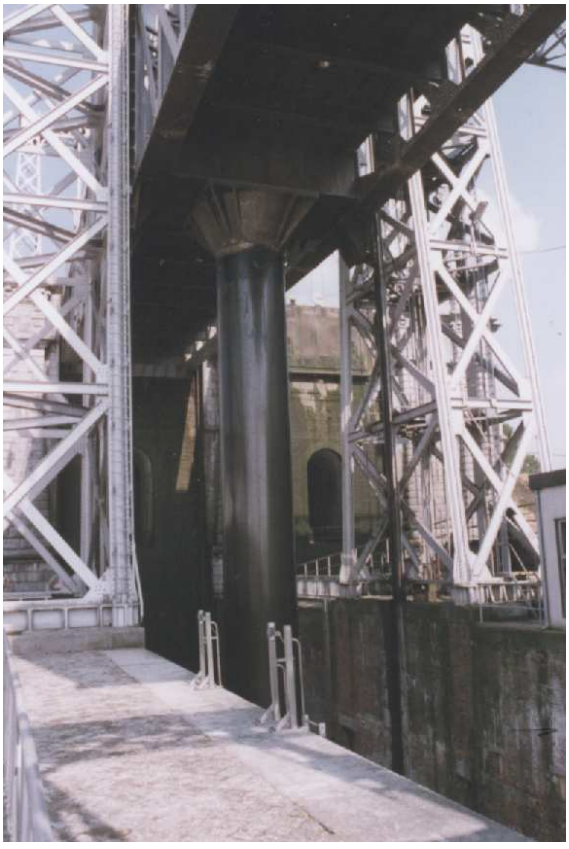
-Le bac – ou sas mobile – qui va descendre, doit recevoir une surcharge, c'est-à-dire 30 cm d'eau – ou 74 tonnes – au moment où il achève sa montée. Précisément, quand l'eau du bac arrive 30 cm plus bas que celle du bief supérieur, l'éclusier ferme la vanne centrale. Tout mouvement d'eau est arrêté.
Si les deux bacs pèsent le même poids, ils ont tendance à s'équilibrer à mi-hauteur.
Mais si on entr'ouvre la porte du bief amont le niveau dans le bac monte de 30 cm. Le bateau peut y entrer ou en sortir.
Et ce bac a reçu la surcharge qui lui permet de descendre. On l'arrête 30 cm plus haut que le niveau de l'eau dans le bief inférieur. Les portes s'entr'ouvrent. L'eau en surcharge s'écoule. Un bateau peut entrer ou sortir.

Une importante salle des machines a été construite entre les ascenseurs 2 et 3, dominée par les hautes tours de deux accumulateurs fournissant de l'eau sous pression de 45 kg/cm². Cette installation sert aux services annexes : presses pour les



Canal du Centre (B) Un montant pénètre dans l'ascenseur n°3

Canal du centre (B) Un piston de l'ascenseur 4



Ascenseur 1, accidenté en 2002 : le bac est nettement tordu



portes, pompes d'épuisement, démontage d'un bac… logements…

Le canal du Centre, toujours en navigation, offre un paysage particulier, rythmé par ces quatre architectures de poutrelles qui ne sont pas sans élégance, surtout la nuit, sous les projecteurs bleutés de Yann Kersalec. Il a sa place au Patrimoine Mondial, désigné par l'Unesco.

L'ascenseur n°1 a été victime d'un accident en Janvier 2002. Un bac est remonté à contre-temps quand sortait la péniche « Vedette ». La puissance de la force hydraulique est telle que le portique a été faussé. Les énormes poutrelles du bac ont été tordues (photo). Il a fallu retrouver des matériaux anciens, refaire des outils d'autrefois pour réparer le n°1, rouvert en 2008.



Canal du centre (B) La salle des machines des ascenseurs 2 et 3 Houdeng-Bracquignies

HENRICHENBURG

En 1899, en Allemagne, l'ingénieur Gerdau réalise l'ascenseur sur flotteurs, imaginé par Rowland et Pickering en Angleterre, expérimenté par Forey, par Solages et Bossu en France :

GERDAU

A Henrichenburg, le Dortmund-Ems Kanal doit sortir de la Ruhr des quantités considérables de charbon. Les bateaux sont de plus en plus gros. Il y a une dénivellation de 14 mètres à franchir. Mais le canal ne dispose pas d'alimentation en eau naturelle ; tout doit être pompé au niveau inférieur.

Face à ces impératifs, il faut faire quelque chose de « kolossal » : Pour transporter des bateaux au gabarit 67 m x 8,20 x 2 = 750 tonnes, Gerdau construit un bac unique long de 70 m sur 8,80 porté par 5 flotteurs coulissant dans 5 puits.

1899

Les puits ont une hauteur de 27 m 50 et un diamètre de 9 m 20. Dedans, les flotteurs ont une hauteur de 12 m 88 et un diamètre de 8 mètres. Ils ont un déplacement de 3100 m3 et contiennent de l'air, à la pression normale. Le poids total du bac plein d'eau et des flotteurs est également de 3100 kg.

Théoriquement, d'après Archimède, le poids du bac et la pression ascendante s'équilibrent et il suffit d'ajouter un peu d'eau dans le bac pour le faire descendre. En fait, la descente – ou la montée – du bac est assurée, à chaque angle, par un écrou où tournent des vis rotatives, sortes d'énormes tiges filetées, aussi hautes que la dénivellation.

L’ascenseur, entièrement métallique, est somptueusement encadré de pilastres de pierre portant des sphères. L’aigle impérial domine l’ensemble. Les vastes bâtiments de service (chaufferie, salle des machines…) sont dignes des communs d’un château. L’Empereur d’Allemagne Guillaume II a inauguré ce prestigieux monument. C’est le premier d’une série de quatre ouvrages d’art indissociables sur le site grandiose d’Henrichenburg, qu’on visite aujourd’hui.

Le vieil ascenseur	1899-1969	reçoit	68 m x 8,60	bateaux de 750 t.
La vieille écluse	1914-1989	‘’	93 m x 10	bateaux de 1350 t.
Le nouvel ascenseur	depuis 1962	‘’	90 x 12	bateaux de 1350 t.
La nouvelle écluse	depuis 1989	‘’	190 x 12	bateaux de 2300 t.

L’ascenseur a l’avantage d’économiser l’eau et l’inconvénient de limiter le gabarit. Il doit être complété par une écluse plus grande, consommatrice d’eau mais réservée aux gros bateaux.

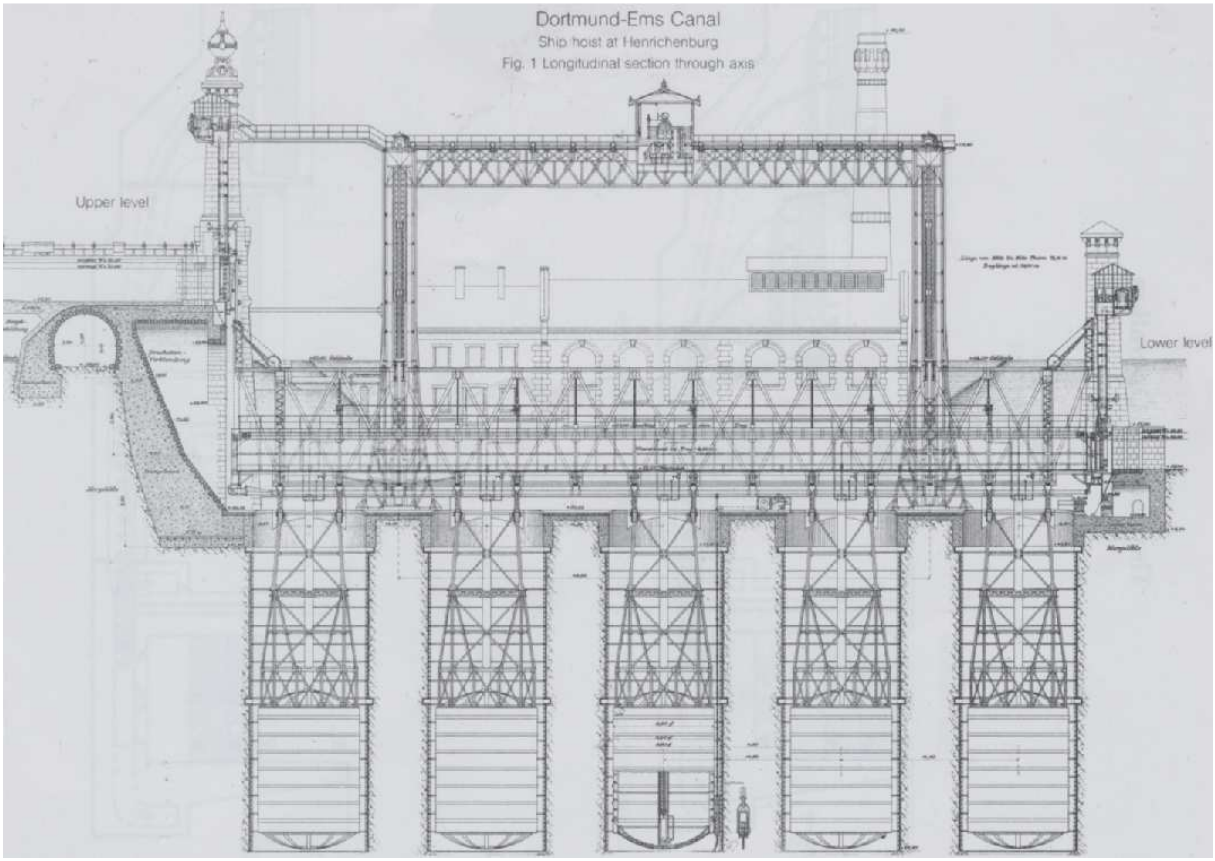
Quand le premier ascenseur cesse de travailler en 1969, il est déjà complété, depuis 1914, par une écluse de 1350 tonnes, avec bassins d’épargne, tours féodales, etc… A partir de 1962, le deuxième ascenseur entre en service, complété, en 1989, par une écluse de 2300 tonnes. La visite de ces monuments va de pair avec le musée des bateaux où est conservé, notamment, « L’express », unique bateau mouche parisien encore à flot.

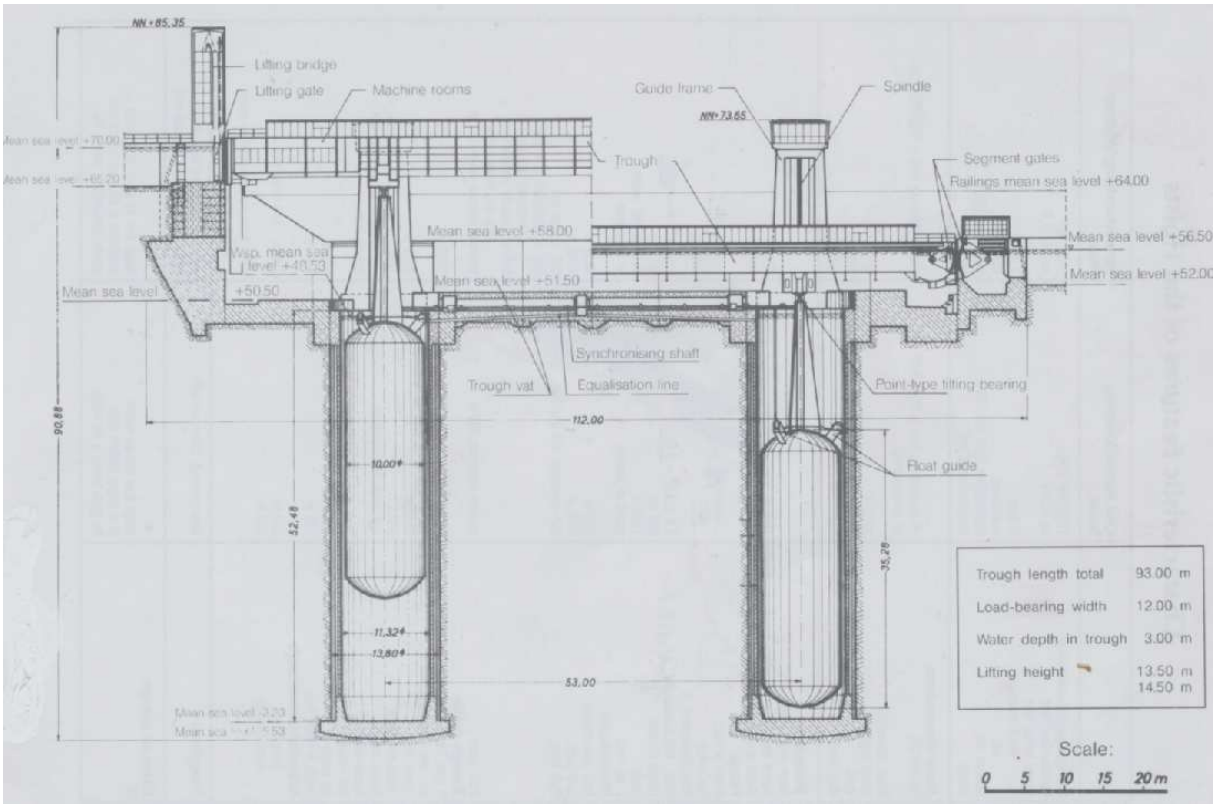
Sur les trois ascenseurs à flotteurs construits en Allemagne, deux sont ici – le premier et le dernier – Il est intéressant de les décrire ensemble, de les comparer :



1900 Les deux façades de l’ascenseur 1899-1969 d’Henrichenburg




Dortmund-Ems Canal
Ship hoist at Henrichenburg
Fig. 1 Longitudinal section through axis
Upper level
Lower level


NN+85.35
Lifting bridge
Lifting gate
Machine rooms
Guide frame
Spindle
NN+73.65
Trough
Segment gates
Railings mean sea level +64.00
Mean sea level +58.00
Mean sea level +56.50
Mean sea level +52.00
Mean sea level +51.50
Mean sea level
+50.50
Synchronising shaft
Trough vat
Equalisation line
Point-type tilting bearing
112.00
Float guide
90.68
52.48
10.00
11.32
13.80
53.00
35.28
Trough length total 93.00 m
Load-bearing width 12.00 m
Water depth in trough 3.00 m
Lifting height 13.50 m
14.50 m
Scale:
0 5 10 15 20 m

1962

Contrastant avec la grandiloquence des ouvrages du XIX° s. le deuxième ascenseur d'Henrichenburg est purement fonctionnel, de lignes très simples. Comme d'ailleurs la grande écluse voisine. Aucun nom d'ingénieur-en-chef n'est mis en avant.

Un bac de 90 m. x 12 est supporté par deux flotteurs d'un diamètre de 10 m contenant de l'air en légère surpression. Ils coulissent dans des puits pleins d'eau, d'une hauteur de 52 m. et d'un diamètre de 13,80. La construction de ces fondations prend deux années.

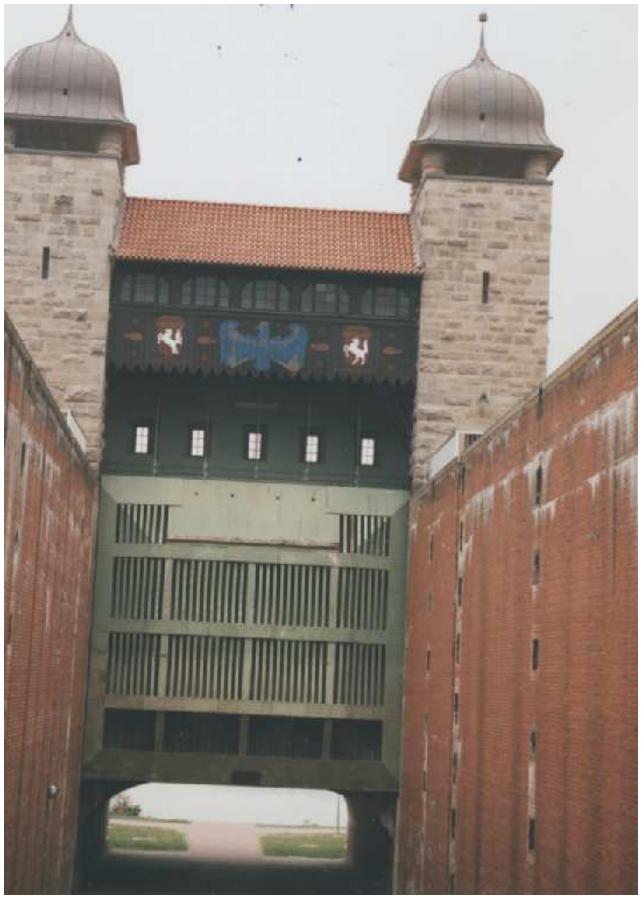
Les flotteurs déplacent 2500 mètres cubes chacun, soit 5000 en tout. Ils pèsent, avec le bac 1500 tonnes + 3500 tonnes d'eau = 5000 tonnes. Donc, les parties mobiles de l'ascenseur sont (théoriquement) toujours en équilibre.

Le bac est guidé, pendant la manœuvre, sur une hauteur de 14 mètres, par quatre piliers métalliques. Ils portent les moteurs, les cabines de contrôle, et les vis sans fin qui assurent la montée ou la descente en tournant dans les écrous fixés aux angles du bac. Un portique manœuvre les portes à guillotine.

Le bac est équipé d'une commande électronique qui permet de l'arrêter au niveau précis de l'eau du bief amont, ou du bief aval. Comme tous les ouvrages hydrauliques modernes, l'ascenseur est équipé de chauffage électrique sur les parties sensibles au gel.

Le nouvel ascenseur ne pèse pas plus lourd que l'ancien. Il monte les bateaux en un quart d'heure. Contre quarante cinq minutes autrefois. Il a été fermé au trafic en 2006.

Henrichenburg (D) Grande écluse 1914, qui a complété le premier ascenseur (de 1914 à 1989)





La nouvelle écluse, qui a complété le nouvel ascenseur depuis 1989

Henrichenburg L'ascenseur de 1962 : bac en haut





Henrichenburg – Les supports du bac

Bac en bas



FOXTON

Les anglais construisent, avec succès, un dernier plan incliné, à Foxton : La Société du canal Grand Junction, dans le Leicester, souhaite développer le trafic du canal, paralysé par les petites écluses de l'échelle de Foxton.

L'ingénieur Gordon Thomas propose de monter les bacs par le travers, à cause de la pente accentuée. Ils sont pleins d'eau, longs de 24 mètres et peuvent prendre un grand bateau de 50 tonnes ou deux petits de 33 t. La dénivellation est de 23 mètres.

THOMAS

Chaque bac est porté, sur les rails, par 4 bogies à 4 roues. Celles du bas étant évidemment plus hautes que les autres. Les deux bacs sont en équilibre, mais quand celui du bas arrive dans l'eau, il perd du poids… d'où la nécessité d'une machine à vapeur pour achever le parcours. La machinerie est en haut de la pente.

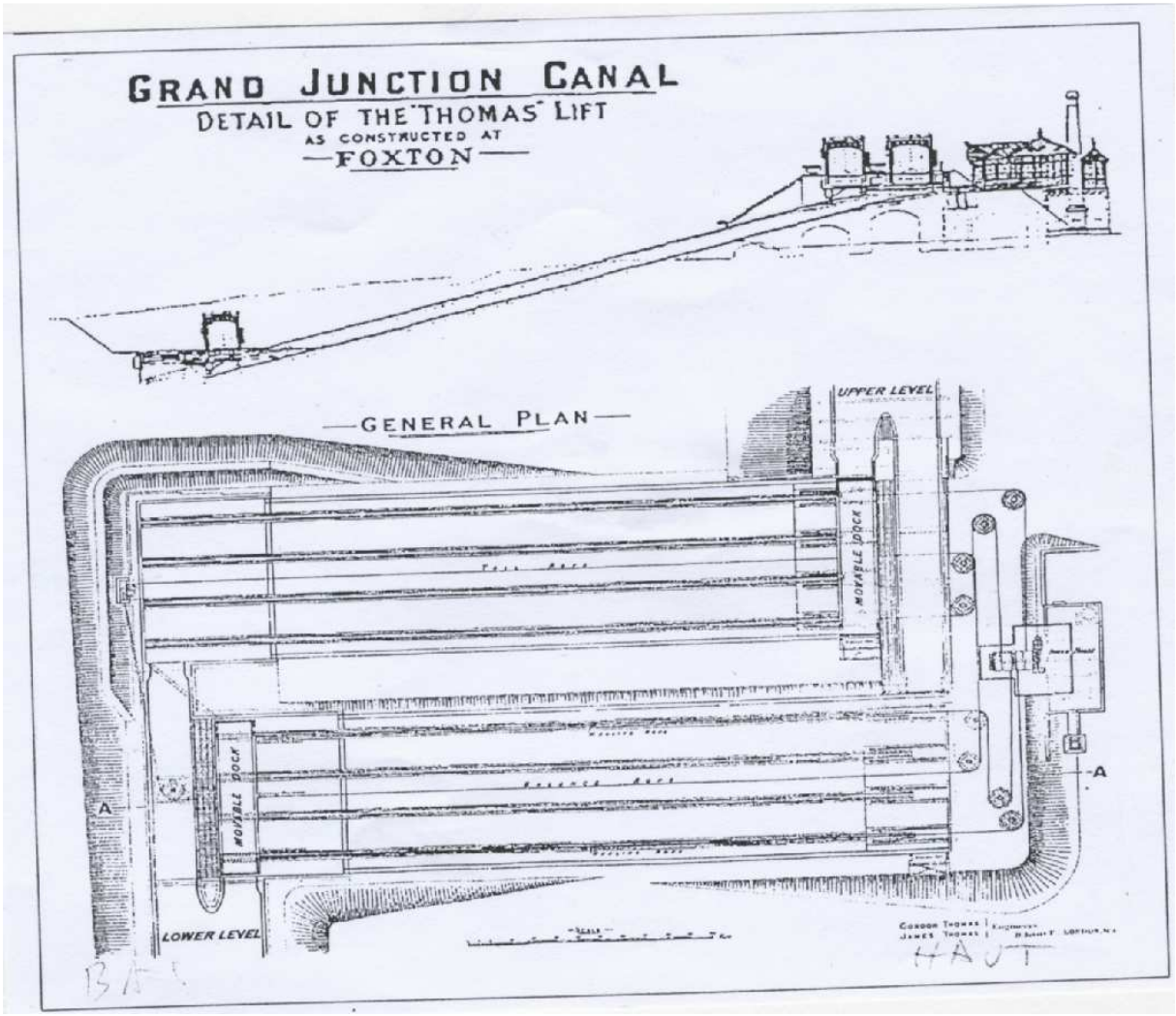
1900

Le bac montant et celui qui descend ne circulent pas sur le même plan incliné. Les deux plans sont décalés en hauteur, d'un mètre environ. Ce qui est bien visible sur la peinture de Riddet, au Musée de Foxton.

De même, on voit, sur le plan de l'ingénieur Thomas, que les parcours sont décalés en longueur – « en échelon » comme disent les anglais – parce que le bac qui est au premier plan doit faire une course plus longue pour gagner son quai d'arrivée derrière le quai de l'autre et se placer face à l'entrée du bief supérieur. Toutes les portes – bacs, biefs – sont à guillotine.

Foxton marche bien pendant dix ans, passant les bateaux en 12 minutes. Au lieu de 80 par l'échelle d'écluses. Le plan incliné est abandonné pour des raisons commerciales. La machine est détruite en 1928, mais aujourd'hui l'association du Musée de Foxton a commencé à reconstituer l'ensemble.

Les traces au sol sont encore parlantes, dans le cadre magnifique – et très fréquenté – de l'échelle d'écluses.


GRAND JUNCTION CANAL
DETAIL OF THE THOMAS LIFT
AS CONSTRUCTED AT
FOXTON
GENERAL PLAN
UPPER LEVEL
LOWER LEVEL
MOVABLE DOCK
A
A
HAUT


JOSH SKINNER
No2
ELIZABETH
ALEC RIDDETT '05



1923 – Broekerhaven (NL)



1923

En 1923, à Broekerhaven, aux Pays-bas, au S. du fameux musée de plein air d'Enkhuizen, un élévateur électrique a été bâti pour le service des petits bateaux de maraichers.

BROEKERHAVEN

C'est une sorte de pont-roulant rappelant l'ancêtre de Freiberg. Les barques à fond plat prennent place sur un châssis métallique immergé dans un bassin. La grue élève – ou abaisse – cette charge. Puis elle roule jusqu'au-dessus du bassin voisin où elle dépose le tout. Cet appareil est encore en service.

NIEDERFINOW

L’ascenseur de Niederfinow, sur la liaison Berlin-Oder, remplace une échelle de 4 écluses au gabarit de 600 tonnes. Il ne ressemble pas du tout aux ascenseurs à flotteurs qui ont peu de superstructures. Ici, le bateau entre dans une vaste cage métallique. Au cours de l’ascension, on voit défiler des poutrelles, …comme en montant à la Tour Eiffel.

C’est un ascenseur funiculaire électrique au gabarit de 1000 tonnes. Il monte une hauteur de 36 mètres en 5 minutes. Son bac unique (85m. x 12) pèse, plein, 4300 tonnes. Il est suspendu à 128 câbles, de chaque côté, hissé sur des poulies (diamètres : 3 m 50) par quatre moteurs exactement synchronisés. Il est équilibré par des contrepoids en groupes de six.

1934

Quand le bac descend, il est de plus en plus alourdi par le poids des câbles qui se déroulent. Pour contrebalancer exactement bac et contrepoids, on pend, sous les contrepoids, des chaînes qui sont de plus en plus longues et donc de plus en plus lourdes à mesure qu’elles montent.

A Niederfinow, l’équilibre et la traction sont deux opérations différentes :
1 – Les moteurs sont sur le bac
2 – Pour l’équilibre, leurs pignons engrènent sur une sorte de crémaillère fixée sur les montants de l’ascenseur. En cas de danger, un verrou bloque le bac sur cet axe. Des cellules photo-électriques arrêtent le bac quand il est exactement au niveau du bief du canal.

L’ascenseur de Niederfinow, dû à un consortium d’ingénieurs et architectes – où on fait remarquer le nom de Hans Poelzig – est nettement insuffisant pour le trafic actuel. Un nouvel ouvrage – pour les bateaux de 110 mètres – devrait entrer en service en 2009.

Le site – très fréquenté par les touristes – est intéressant, entre deux canaux anciens : Celui de 1914 n’est guère accessible, enfoui dans la végétation, mais le vieux canal de Finow – qui a été commencé au XVII° siècle – est en restauration et en partie navigué. A la sortie haute de l’ascenseur, une pimpante locomotive de halage attend les barges sans moteur.





Niederfinow : le bac est en bas



Le bac, surmonté de ses moteurs, est en haut

ROTHENSEE

Depuis 1938, les allemands cherchent à prolonger le grand Mittelland Kanal vers l'Est, près de Magdeburg, par un pont-canal enjambant l'Elbe, direction Berlin. Ces projets sont bouleversés d'abord par la guerre (le pont-canal ne sera inauguré qu'en 2003) et par l'intervention de l'ingénieur Mussaeus qui persuade les autorités de renoncer à l'écluse pour construire un ascenseur, comme celui qui fonctionne à Henrichenburg depuis un demi-siècle.

1938

Mussaeus va construire son ascenseur – qui est toujours en service – mais, à coté, une écluse de l'Elbe – de haute chute – le complète, depuis 2001.

MUSSAEUS

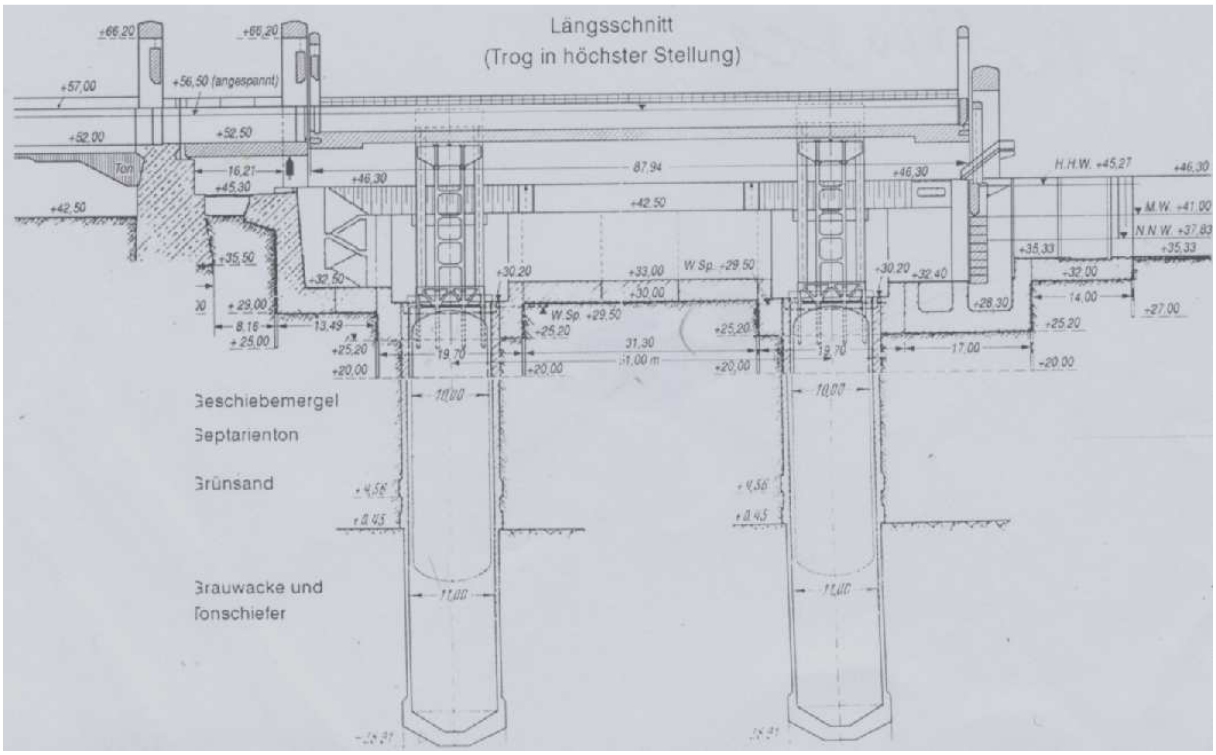
L'ascenseur de Rothensee, près de Magdebourg, porte un bac unique de 85 x 12 qui pèse, plein, 3000 tonnes. Et l'ensemble des parties mobiles : 5400 tonnes. Il n'y a que deux puits où coulissent deux flotteurs, en légère surpression, de 36 mètres de haut et 10 m. de diamètre. Leur force portante est de 2700 mètres cubes chacun.

Les puits descendent à 70 m. de profondeur, dans des sables meubles, qu'il a fallu geler à - 40° avant de construire. Le bac est guidé, aux quatre angles, et déplacé verticalement par 4 tiges filetées de 27 mètres de hauteur.

L'ascenseur monte en trois minutes d'une hauteur qui varie de 11 à 18 mètres, suivant le niveau de l'Elbe. La porte aval du bac est protégée par un bief isolé.

On raconte, autour de Rothensee, qu'au temps de la débâcle allemande de 1945 les SS sont arrivés avec ordre de détruire l'ascenseur… politique de la terre brulée… et qu'ils ont été repoussés par le personnel de conduite. La chose est officiellement démentie. Ce serait une des légendes des « démocraties » de l'Est.

Aujourd'hui, l'ascenseur de Rothensee parait tout petit entre l'écluse géante de l'Elbe et le pont-canal long d'un kilomètre. L'ensemble constitue un des plus beaux sites hydrauliques. L'ascenseur a été fermé au trafic en 2006.





Rothensee – supports du bac



Rothensee : Le bac est en haut



Le bac est en bas

RONQUIERES

Les Belges – qui avaient parfaitement réussi leurs ascenseurs hydrauliques à la fin du XIX° siècle – retrouvent les techniques du plan incliné. S'inspirant des travaux de Montet en France et de Leslie en Ecosse, Gustave Willems construit un ouvrage monumental à Ronquières, sur le canal Charleroi-Bruxelles.

Un plan incliné de 1432 mètres monte des bateaux de 1350 tonnes (longueur maximum : 85 m. 50) à une hauteur de 68 mètres en 40 minutes (y compris l'entrée et la sortie)

WILLEMS

Le plan incliné porte deux bacs de 91 m. x 12 roulant, chacun, sur 236 roues indépendantes (diamètre : 70 cm). Ces bacs ne sont par en équilibre, l'un avec l'autre, mais indépendants : chacun est équilibré par un contre-poids qui roule, en-dessous de lui, sur une autre voie, et qui descend quand le bac monte.

1968

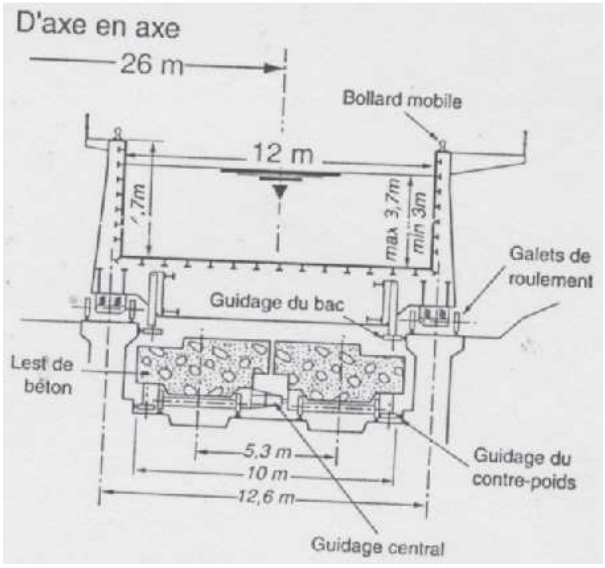
Un contrepoids a 192 roues et pèse 5200 tonnes, alors que son bac peut atteindre 5700 tonnes. Les six moteurs électriques enroulent 8 câbles de 1500 mètres de long sur des tambours d'un diamètre de 5 m. 50. En cas de brusque panne électrique, des volants, axés sur les tambours, permettent un arrêt en douceur. Les alternateurs de la centrale électrique reprennent aussitôt l'opération.

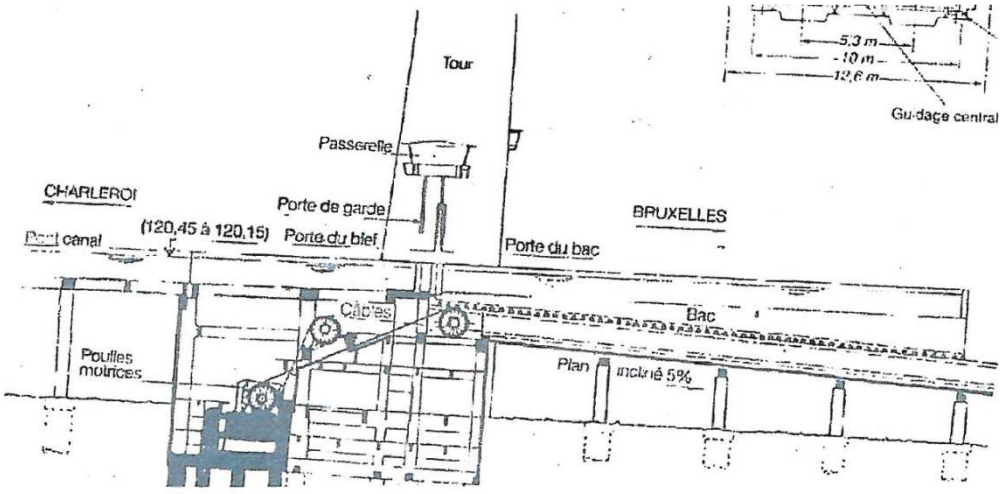
Le plan incliné consomme peu d'eau mais il assure le passage de l'eau du bief supérieur, par une conduite forcée, vers les 7 écluses suivantes.

Comme dans toutes les usines modernes, les commandes sont centralisées dans une salle synoptique. Les caméras de surveillance sont partout. Pour l'esthétique, le site de Ronquières est dominé par deux tours élancées, l'une de 125 mètres, l'autre de 40. Les locaux sont aménagés pour recevoir les touristes, dans les mois d'été, et les initier à la vie batelière.



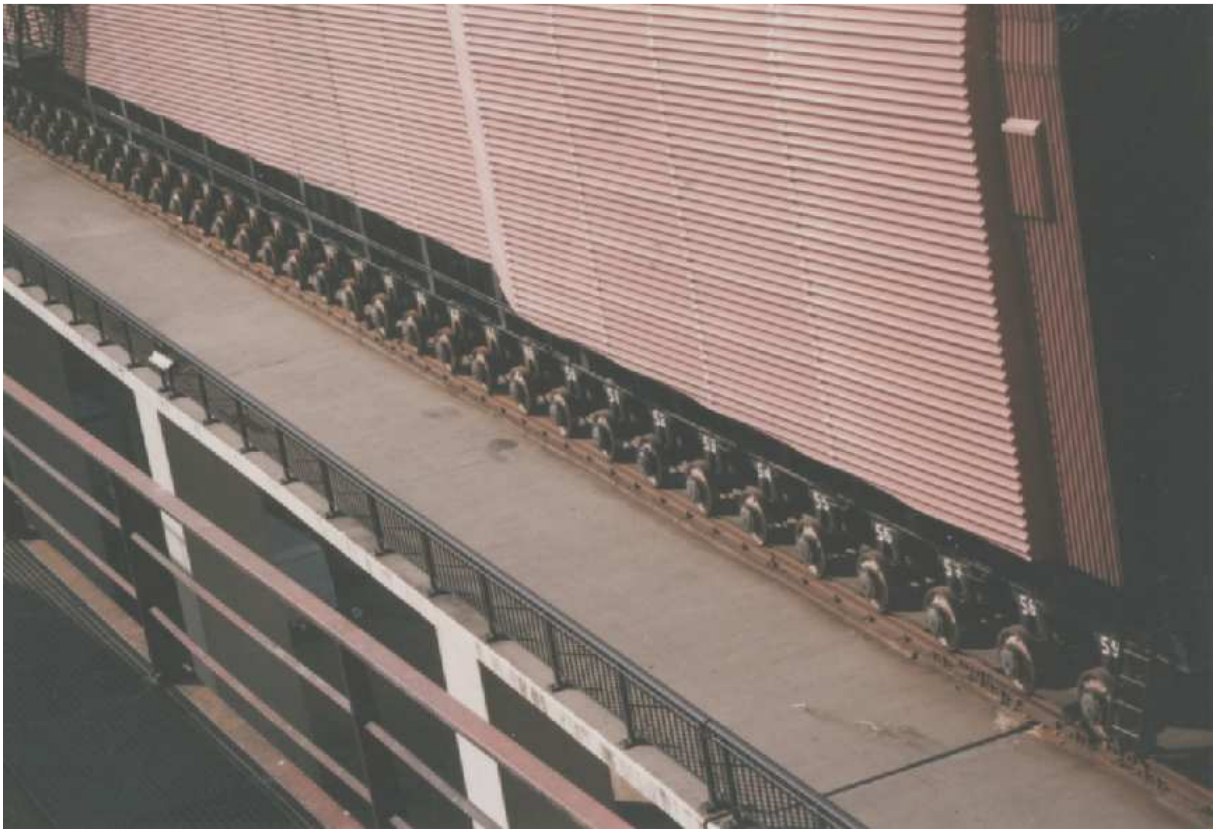
Sur le plan incline



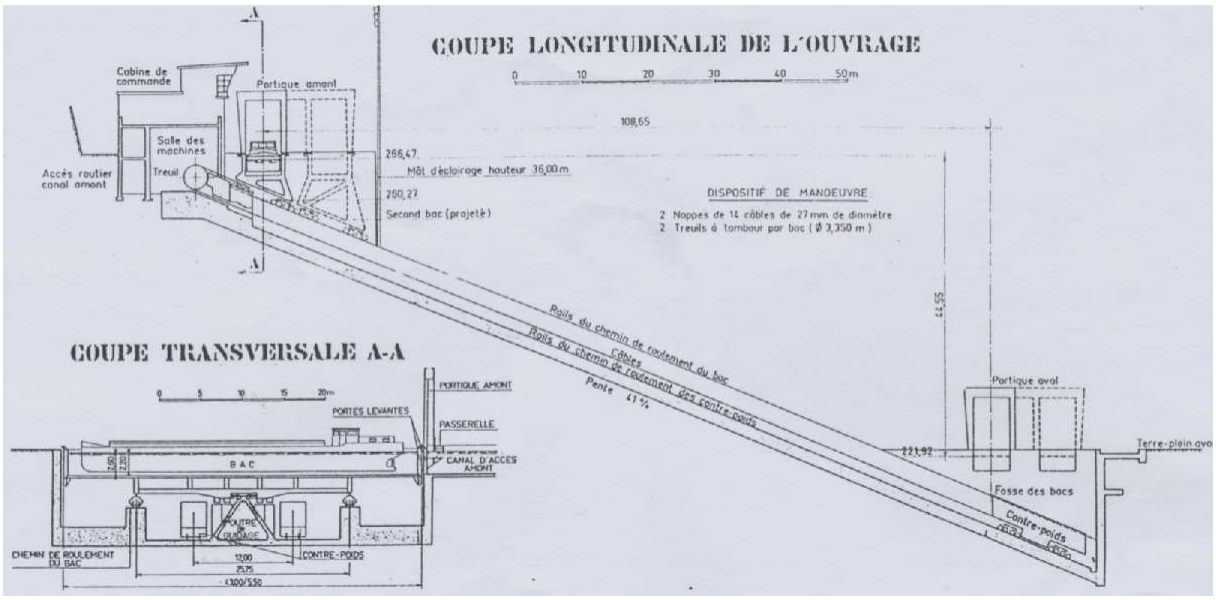




1968 Ronquières (B) Sous le pont-canal



Ronquières : 118 roues, de chaque côté



Arzviller (F-57) 1969 L'embarcadère du bas





Le bac d'Arzviller



Arzviller – Le plan incliné

Le plan incliné transversal d'Arzviller (département de la Moselle – F) est, à l'origine, présenté très discrètement par une réunion d'entreprises comme « expérimental » : il permet d'étudier les techniques dont on aura besoin, le jour où il faudra franchir de grandes dénivellations pour relier le réseau français à l'Europe.
Finalement, les grands canaux français restent des culs-de-sac à petit gabarit, mais le plan incliné d'Arzviller donne pleine satisfaction sur l'étroit canal de la Marne au Rhin. Et, succès inespéré, c'est un monument touristique visité et apprécié.

1969

L'histoire compte peu de plans inclinés transversaux : Foxton monte des bateaux de 24 m. pendant dix ans ; le projet français Hirsch prévoit 38 m. 50, en 1885 et le projet allemand du canal de la Werra – qui n'est pas réalisé – vise des bateaux de 80 m. en 1924.

Le déplacement transversal des bateaux ne se justifie pas quand on a le champ libre. Il s'impose sur les fortes pentes. C'est précisément le cas sur le canal de la Marne au Rhin. Il ne s'agit pas ici de franchir des collines mais des montagnes : le canal amont, sortant d'un souterrain, est accroché par des piliers ancrés dans la falaise pendant 3 km 8.

L'ascenseur remplace une échelle de 17 écluses, serrées sur 4 kilomètres. Il est haut de 44m. 50, long de 128 mètres. Il est prévu pour deux bacs recevant des bateaux de 41 m x 5,20, mais un seul est construit, suffisant pour le trafic du petit canal.

Le poids total du bac plein est : 900 tonnes, portant sur des bogies à quatre roues. Son trajet est guidé par une poutre en béton. Il est équilibré par deux contrepoids de 440 tonnes chacun. Deux longrines en béton portent leur chemin de roulement : les contrepoids sont en-dessous du bac.

A la descente, le bac reçoit 15 cm d'eau en plus. A la montée, 10 cm d'eau en moins. 14 câbles, entre le bac et ses contrepoids, portent sur les tambours de deux treuils.

L'étanchéité entre les portes levantes du bac et celles du bief est assurée par des boudins gonflables. La porte du canal accroche, en montant, la porte du bac. Les deux se soulèvent en même temps.