En canal, tout bouge, tourne, s'élève, s'abaisse, coulisse, roule, bascule, flotte…

Encyclopédie des voies d'eau d'Europe

Histoire – Techniques – Monuments des canaux et rivières

Tome 4
Paris - 2008

Jacques de La Garde et Marie Perrichon

Plantations 434
Canaux anciens 434
Pépinières 435
Interdit ! 440
Cyclistes 444
Ecologie
navigation libre 446
méandres 446
épis 446
digues 447
dragage, dérochement 447
Interventions de l'ingénieur :
Barrages éclusés, centrales hydroélectriques 459
leur histoire 460
anti-crues 473
remaniements hydrauliques 474
rivière canalisée, canaux latéraux, de jonction, de dérivation, les racles 474
passage à niveau: Briare, le Doubs, Sip, le Libron 482
lagunes et marais: Venise, Polésie, Solovki 492
Canaux maritimes , rivières côtières, des Pays bas au Portugal 501
Les souterrains perdus 518, souterrains au travail 515
Canaux souterrains des villes 534
Sous les ponts , romains 539, de bois 542, habités, couverts 549 ,
fortifiés 549, 553, régulateurs, médiévaux 556 , classiques 561
de pierre 563, en fonte 569, suspendus573, tubulaires 577
en fer 585 , en acier 587 , cantilever 588, arcs à triple articulation
589, à béquilles 594, en béton armé 596,en béton précontraint 599
à haubans 603, Comment tombent les ponts 562 Eaux potables,
égouts 572 , le rail 585 Les ponts canaux 620

TABLE des MATIERES - tome 4

Tome quatrième

PLANTATIONS

Non seulement les racines des arbres tiennent les berges, les feuillages font écran au soleil, diminuant l'évaporation ; un phénomène qui joue un rôle important sur les canaux méridionaux, mais...
Les écluses sont plantées d'arbres fruitiers à l'usage des éclusiers... les écuries sont abritées par des noyers (Ils ont la propriété de chasser les taons qui importunent les chevaux).
Il y avait aussi un langage des arbres : un long alignement de platanes ou de marronniers signifie : la voie est libre ; il n'y a pas d'obstacle. Une double allée de grands arbres : c'est l'entrée d'une ville. Une paire d'arbres : c'est un pont. Un bouquet d'arbres, c'est un observatoire, un point de vue où on se repère.

Un CANAL ANCIEN est un JARDIN

Les bâtisseurs de canaux accordaient autrefois la plus grande attention aux plantations. Il y a des exceptions: Napoléon disait : " Plantez ce qui est utile au canal: acacia, osier ". Vers 1820, le Directeur des canaux Becquey précisait : " Ni luxe ni magnificence" Hors le XIX° s. industrialisé, les canaux ont toujours reçu une parure végétale. La mode vient de loin. Autour de Milan comme en Vénétie, on ne peut dire si les canaux ont été faits pour le commerce des bateaux ou pour l'ornement des châteaux. Ils animent les jardins. Canal navigable ou canal d'agrément, c'est la même chose.
Le Président de Brosses, qui navigua sur les canaux de Vénétie en 1739 a écrit : Nous voulions d'abord descendre pour voir ces maisons. Le nombre nous en rebuta; ç'aurait été l'affaire de quelques années.
En France, Riquet a lancé sur le canal du Midi de grands jets d'eau décoratifs qui fonctionnent encore. Les russes ont fait la même chose à l'écluse de Zaporoje sur le Dniepr. Les Ducs d'Orléans ont

apporté un soin particulier aux canaux du Loing et d'Orléans dont les bâtiments administratifs ont des airs de châteaux, flanqués de parterres classiques, de pièces d'eau.
A Cepoy (F-45) pour la maison du Conservateur des canaux, on projette un petit jardin français à quatre carrés suivi d'allées sinueuses dont le dessin s'organise à travers les buissons autour des lettres O et R (Orléans). Le jardin, long de 85 m. large de 30 est semé de fabriques: banc rustique, salle de bal, piédestal, statue, pont chinois, labyrinthe... Au bout du jardin, le long du chemin de halage, une petite éminence devait porter un belvédère afin de prolonger la vue sur le canal et ses activités. Mais ce projet, conçu dans l'esprit du XVIII° s. n'a émergé qu'en 1812... l'administration impériale l'a supprimé par souci d'économie,
A l'étang du Bourdon, qui alimente le canal de Briare, depuis 1904, la mode des jardins est revenue avec de belles perspectives de buis et des escaliers d'eau.

PEPINIERES

Les "buissonniers" sont spécialement chargés des chemins de halage. Ils fauchent les herbes, élaguent les arbres. De nombreux jardiniers travaillent aux pépinières. Parmi celles-ci, la plus belle est probablement à l'écluse de Saint Mammès (F-77) créée en 1749, sur le canal du Loing, autour de l'hôtel du Contrôleur et du Receveur : Une belle grille donne accès à la Cour des Employés, flanquée des jardins du contrôleur et de ceux de l'éclusier. Neuf "carrés" représentent environ un hectare et demi de cultures. Ils sont accessibles en temps de crue par des chaussées surélevées plantées d'arbres pour protéger du vent et *servir dans les temps de crue d'entrée et de sortie.* On y descend par des plans inclinés où on tirait les fardiers pleins d'arbres à replanter.
Les papiers des jardiniers sont conservés, d'année en année, intitulés *Situations de la pépinière, Ouvrages faits pour les plantations, Etats et inventaires des arbres.* Les peupliers sont de Suisse, d'Italie, du Canada, de la Caroline ou d'Athènes. Les noyers sont romains ou de Saint Jean. Les platanes d'Occident ou d'Orient. Les érables planes sont du Canada on *sucrés* (Cette variété



Saint Mammès : grille d'entrée de la pépinière

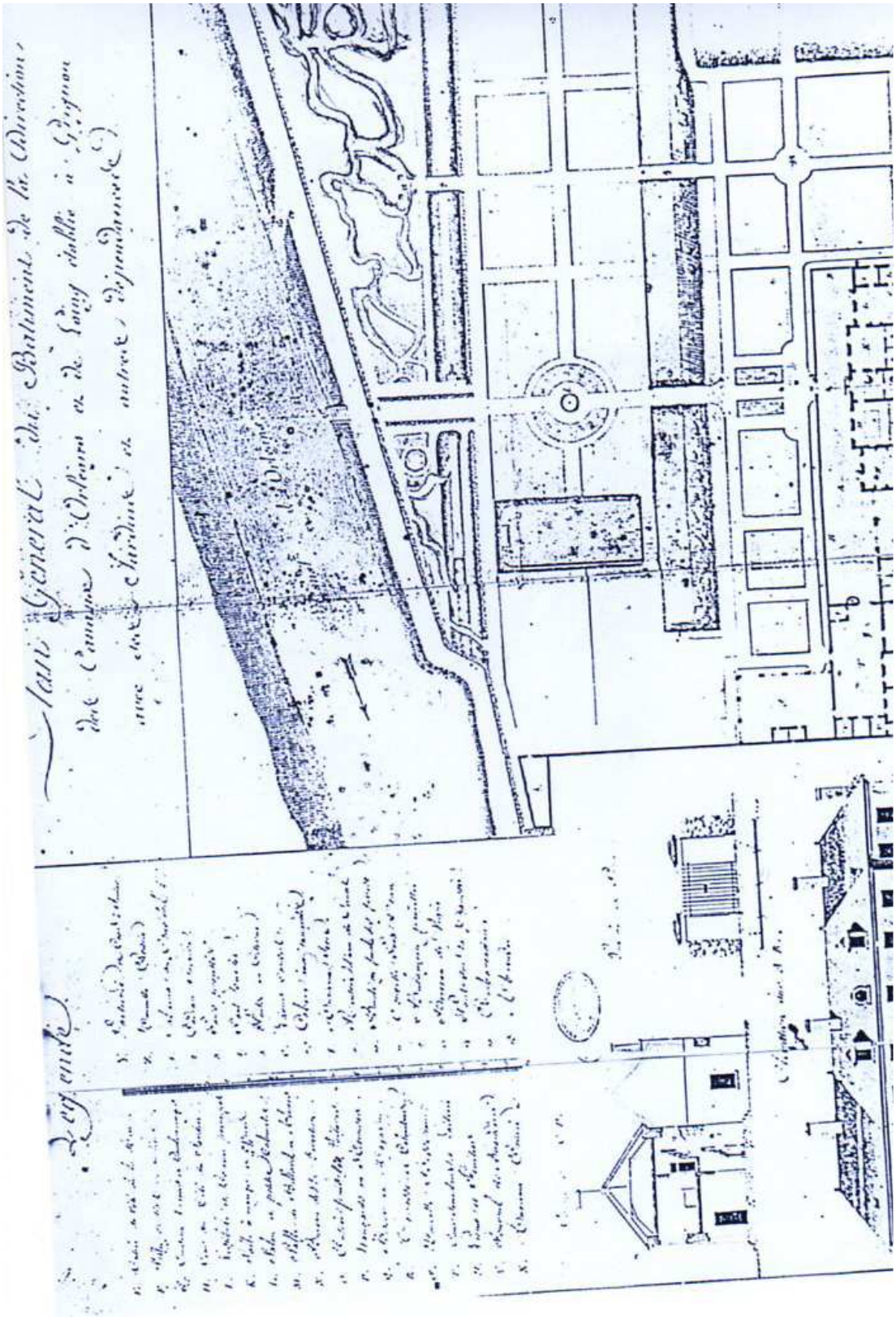
Maison de l'éclusier

Plan de la pépinière (F-77)

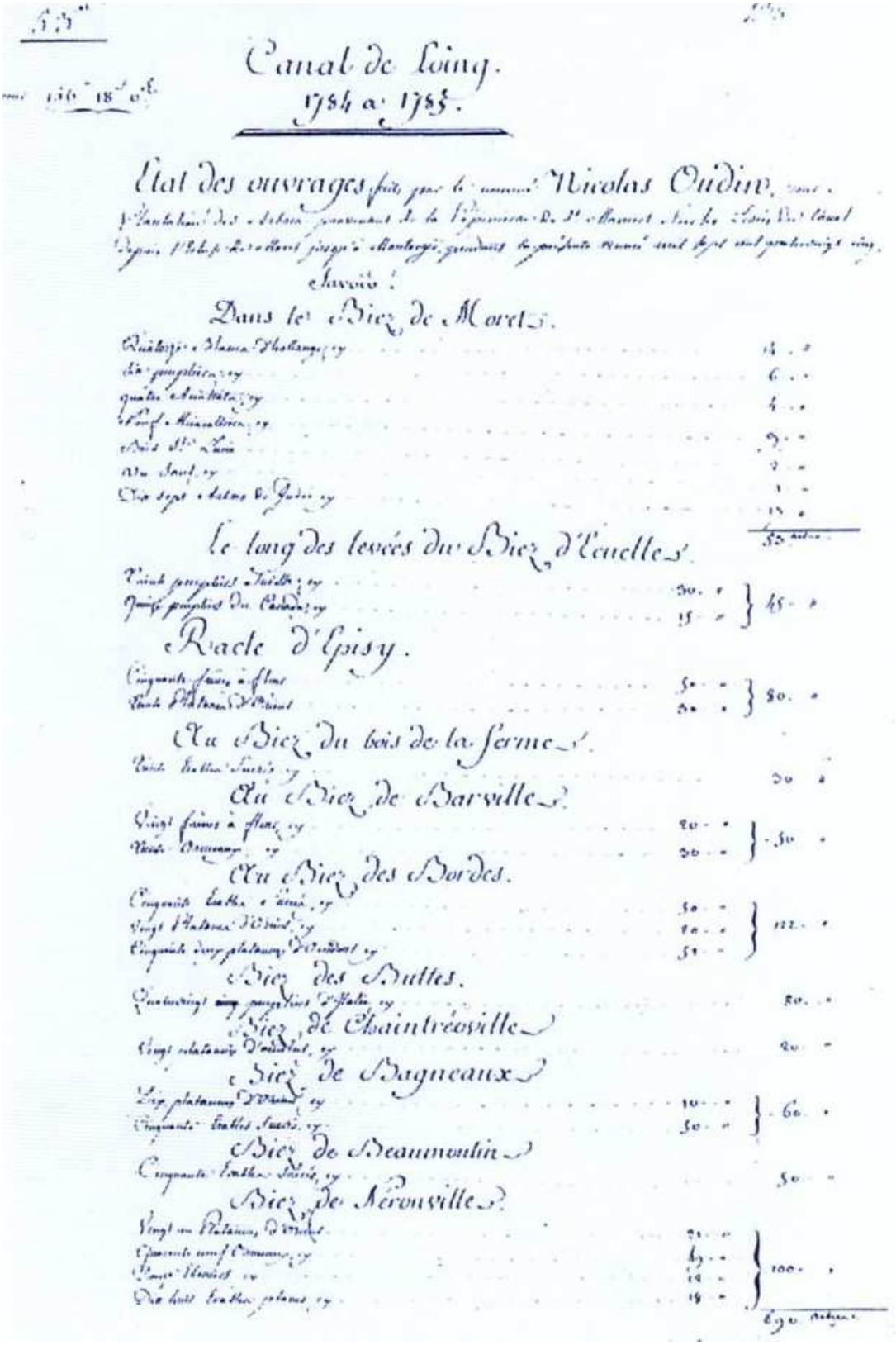




Projet de jardin sur le thème « O R » pour le Conservateur



Plan des jardins français et anglais pour la Direction des canaux



Canal de Loing.
1784 a 1785.

État des ouvrages fait par le nommé Nicolas Oudin, [illegible]

Dans le Biez de Moret.

Quatorze [illegible] 14 .
Dix [illegible] 6 .
Quatre [illegible] 4 .
Deux [illegible] 2 .
Trois [illegible] 3 .
Un [illegible] 1 .
Deux [illegible] 2 .
52 arbres.

Le long des levées du Biez d'Episy.

Vingt [illegible] 30 .
Quinze [illegible] 15 . } 45 .

Racle d'Episy.

Cinquante saules à [illegible] 50 .
Trente [illegible] 30 . } 80 .

Au Biez du bois de la ferme.

Vingt [illegible] 20 .

Au Biez de Barville.

Vingt saules à [illegible] 20 .
Trente [illegible] 30 . } 50 .

Au Biez des Bordes.

Cinquante [illegible] 50 .
Vingt [illegible] 20 .
Cinquante [illegible] 50 . } 122 .

Biez des Buttes.

Quatre-vingt [illegible] 80 .

Biez de Chaintréauville.

Vingt [illegible] 20 .

Biez de Bagneaux.

Dix [illegible] 10 .
Cinquante [illegible] 50 . } 60 .

Biez de Beaumoulin.

Cinquante [illegible] 50 .

Biez de Merouville.

Vingt-un [illegible] 21 .
Cinquante-un [illegible] 51 .
Douze [illegible] 12 .
Dix huit [illegible] 18 . } 100 .
690 arbres.

On a le détail, année par année, des plantations sur les canaux d'Orléans et du Loing

vient de chez Duhamel de Monceau).
Parmi les fruitiers : poiriers, pommiers, albergiers (ce sont des pêchers) pruniers bleus ou de Sainte Lucie. Les cerisiers du Canada sont nains. Passons sur les tilleuls, les ormes, les frênes (qui sont à fleurs ou du pays) les acacias et les cormiers. Les thuyas sont rares. On trouve couramment : micocouliers, oliviers de Bohème, mûriers blancs (que l'on doit au Chancelier de Blanc-Mesnil) lauriers francs, arbres de Judée et ébéniers.
Cette pépinière - un des monuments les plus importants dans l'histoire des jardins du XVIII° s.- est à peine reconnaissable aujourd'hui. Elle apporte aussi une riche documentation : Certaines années, on connaît les plantations, bief par bief : En 1774, aux écluses de Moret, les tilleuls sont remplacés par de grands arbres en ligne qui s'accordent avec les mûriers blancs entourés de haies vives. En 1784, cent arbres sont plantés sur le bief de Néronville: platanes d'Orient, ormeaux, ébéniers, érables planes. Il parait que les ébéniers se plaisent particulièrement sur le bief de Nargis. En 1781, au bief de Moret, une plantation d'érables est ponctuée par 9 micocouliers et 17 arbres de Judée.
La reconstitution ici ou là de quelques morceaux de ces jardins anciens n'a rien d'impossible. Déjà, en Allemagne, quelques beaux paysages ont été recréés sur les tronçons encore en eau du canal Louis II.

INTERDIT !

Mais y a-t-il des spectateurs pour ce genre de mise en scène ? Les canaux historiques ont été occultés dans la mémoire populaire parce qu'ils évoquaient - il y a peu de temps - le dur labeur industriel. Il faut expliquer qu'ils ont été reconquis par la Nature. Et d'abord ne pas repousser ceux qui viennent les voir spontanément. Ils se heurtent aux panneaux : « L'écluse n'est pas un lieu public ... sous peine de ... de ... et de ». Il y a peut-être là une notion juridique à revoir : Autrefois, on devait laisser tranquilles les gens qui travaillent sur l'eau. Aujourd'hui, on soutient que l'écluse est un monument, un spectacle. Il faut accueillir les gens qui viennent goûter cette civilisation de l'eau. Mais les éclusiers, les agents du canal ont autorité pour organiser ce spectacle et discipliner les visiteurs.


Circulation et stationnement
des piétons , cavaliers
et engins motorisés
INTERDITS sur les ÉCLUSES ,
BARRAGES et leurs dépendances
Décret du 6 Février 1932 - Article 59
L'ÉCLUSE N'EST PAS
UN LIEU PUBLIC
LE PASSAGE DES PIÉTONS SUR LE TERRE-PLEIN
EST SEUL TOLÉRÉ – IL EST INTERDIT D'Y
SÉJOURNER, DE S'APPROCHER DES VANTAUX ET
APPAREILS, DE GENER LES MANŒUVRES.
IL EST IMPÉRATIF DE SE CONFORMER AUX
ORDRES DE L'ÉCLUSIER
Il est interdit
de stationner et circuler sur
les ouvrages de navigation
Barrages, Écluses, etc.
art 59 - décret du 06 02 1932


RESERVE
Sauf Service
Propriété de l'Etat
CHEMIN DE HALAGE
CIRCULATION INTERDITE
CHEMIN PRIVE
ÈS FORMELLEMENT INTERDIT
SANS MOTIF
risé pour le Service de la Navigation


L'ECLUSE N'EST PAS
UN LIEU PUBLIC
LE PASSAGE DES PIÉTONS SUR LE TERRE-PLEIN EST
SEUL TOLÉRÉ-ON NE DOIT NI Y SÉJOURNER,
NI S'APPROCHER DES VANTAUX ET APPAREILS,
NI GÊNER LA TRACTION OU LES MANŒUVRES
ON DOIT SE CONFORMER AUX ORDRES DE L'ECLUSIER
CIRCULATION
INTERDITE
AUTREMENT
QU'À PIED
ZABRANJENO
FOTOGRAFISANJE
NEZAPOSLENIM
ZABRANJEN
PRISTUP U
REVIR OBJEKTA

CYCLISTES

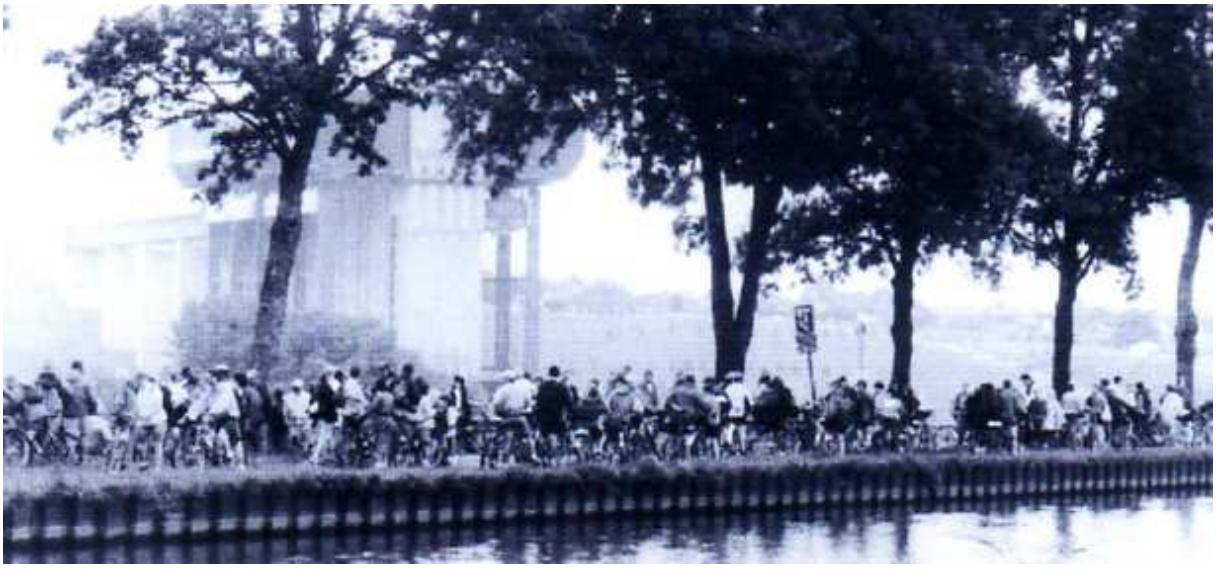
Dans toute l'Europe, des chemins de halage sont aménagés pour les cyclistes. « Pour éviter les côtes, prenez les canaux ! ». Cet excellent principe est maintenant débordé par les excès : Nous avons vu, en Allemagne, un embouteillage : Les cyclistes montant étaient obligés de mettre pied à terre devant le flot des cyclistes avalant. Ils n'ont réussi à se débrouiller qu'en tenant les vélos au-dessus des têtes. Un autre jour, près d'Hambourg, c'était pire: les cyclistes venaient pique-niquer au canal avec la remorque à bouteilles de bière. Imaginez le passage d'un pont étroit.... Vu sur l'Escaut, en Belgique, un peloton foncer dans un groupe débarquant d'un bateau. On a ramassé deux personnes.

La version française de ces incidents est plus grave : La piste longeant le canal de Bourgogne, est magnifique. Quelques groupes de cyclistes - peut-être une minorité -ont décidé que cette voie était leur domaine exclusif. Ils n'y tolèrent aucune voiture. Les coups de poing frappent les carrosseries. Le personnel d'entretien ne vient plus au canal que tôt le matin. Pas question, pour un plaisancier, de rejoindre son bateau par le chemin de halage.

Une dame habitant une ancienne maison éclusière nous a déclaré qu'on l'avait empêchée à plusieurs reprises d'entrer chez elle avec son bébé. L'administration l'a relogée en ville.
Le canal de Bourgogne a failli être détruit en 1966 à cause des voitures. Il devait être coupé par l'autoroute. Puis il a été rendu aux touristes. "25000 le parcourent chaque année" note Pinon. Il est maintenant victime des vélos, TOUS les LOUEURS de BATEAUX sont PARTIS Les éclusiers ne voient plus que quelques bateaux hôtels (On se défend mieux quand on est en groupe)

Il est indispensable de maintenir le halage libre pour les secours, la poste, le service du canal et des bateaux. Il y aura toujours des voitures travaillant sur le chemin. Quand les sportifs foncent tête baissée, le danger est permanent. Le canal se trouve maintenant réservé pour des gens que la navigation n'intéresse pas du tout.

Le passage des vélos par les canaux n'est possible que là où il y a une seconde voie longeant le chemin de halage.
Dans l'immédiat, la signalisation doit préciser que le halage est réservé aux véhicules autorisés. Vélos tolérés.



RIVIERES et CANAUX

Les canaux anciens sont complètement intégrés dans la nature qui s'est chargée de les habiller, de leur donner une Seconde Nature : les réservoirs sont boisés, les bras alimentaires abritent la faune, les déversoirs tranquilles fleurissent leurs rives.

ECOLOGIE

Dans les plans d'un canal moderne, les frayères sont prévues pour les poissons, les buissons pour les oiseaux et les promenades pour les amoureux. Il y a des abreuvoirs pour les biches. Tout est prêt pour les roseaux, les plantes ripicoles. II y a même des bacs flottants pour celles qui n'aiment pas trop se mouiller les feuilles quand il y a des vagues.

NAVIGATION LIBRE

Tout est différent sur une rivière ! Mais il n'y a pas moins d'interventions humaines. Rares sont les fleuves et rivières sans écluse. La Volga elle-même est canalisée Elle saute une trentaine d'écluses sur ses 3000 kms. Mais le Rhin allemand - passé l'écluse d'Iffezheim - est sans barrage sur 600 kms jusqu'à la mer. Le Danube descend 32 m. en passant Djerdap II et parcourt 860 kms sans écluse jusqu'à la mer. La Seine est sans barrage depuis Poses jusqu'à la Manche.
"Libre" ne veut pas dire "sauvage". Tous les cours d'eau sont aménagés. Il faut au moins creuser le lit pour garantir un mouillage suffisant et dresser les rives pour recevoir les bateaux. Beaucoup de rivières évoluent d'elles-mêmes au cours du temps. Notamment celles qui tracent des méandres dans le sable.

MEANDRES

"Méandre" est le nom d'une rivière très sinueuse d'Asie mineure qui se jette dans la mer Egée. On l'écrit aujourd'hui "Meandreh"
La formation géologique, l'évolution des méandres est chose curieuse : quand le flot est dévié, à la rencontre d'un obstacle, il part faire une grande courbe - dessinant un œuf ou un "oméga"- puis revient, en aval, vers son point de départ. Les matériaux arrachés par l'érosion à la rive concave sont déposés sur la rive convexe. Peu à peu un isthme se forme entre l'amont et l'aval. Il se rétrécit et finit par se rompre. Le cours d'eau s'écoule alors par la nouvelle issue. Le méandre devient une "fausse rivière", un bras d'eau calme. Les plus anciens travaux de canalisation consistaient à accélérer ce processus géologique en coupant les méandres. Ce qui raccourcit le trajet et accélère le courant.

Les EPIS

L'érosion naturelle est utilisée depuis des siècles pour obliger les rivières sablonneuses à creuser leur lit. Les épis sont des murets à fleur d'eau, bâtis en pierre sèche, ou en charpente garnie de clayes ou de fascines. Ils partent de la rive, dirigés plus ou moins obliquement vers le chenal. Le sable se dépose dans l'angle - amont et aval - formé par la rive et l'épi. Le volume d'eau qui ne peut s'étaler gagne en profondeur à la pointe de l'épi. La rivière peut ainsi s'autodraguer. Un alignement d'épis dessine une sorte de festons, une suite d'anses hémicirculaires. L'Oder, entièrement garni d'épis dans sa partie haute, en Pologne, est le meilleur exemple.

La difficulté, dans une rivière à fond mobile, est de diriger le chenal dans ses sinuosités avec des épis plus ou moins longs, des angles différents, en tenant compte des endroits profonds - les mouilles - et des seuils qui les précèdent. Il faut des épis et des digues transversales obliques côté convexe, des digues longitudinales... et des traverses...côté concave. De plus, le flot change de chenal à chaque crue, à chaque étiage. La courbe des rives se modifie...
On arrive à "calibrer" les grands fleuves, à force de retouches, à faire un lit unique, resserré, à éliminer les bras secondaires.

LES DIGUES

En France, on a été longtemps persuadé que la Loire était un fleuve exceptionnel, tout à fait particulier. Elle est comme les autres. Sous Louis XIV des hollandais ont proposé en vain d'y construire des digues. Les premiers travaux pour améliorer la navigation ont eu lieu au début du XX° s. et se sont enlisés dans les controverses. Par contre, d'immenses levées, digues et turcies ont été dressées sur les deux rives pour limiter les inondations, en ménageant des brèches et des déversoirs qui laissent les crues envahir certaines parties basses. En Italie, on préfère contenir le Pô entre de très hautes digues. Dans le delta, il est parfois surélevé de quelques mètres au-dessus de la campagne.

DRAGAGE

Dans tous les pays, les dragues sont à l'ouvrage aux endroits critiques. De puissantes suceuses rejettent la boue jusqu'à terre par un long tuyau flottant. Les dragues à godets sont les plus répandues: si elles ne grattaient pas en permanence le Danube hungaro-slovaque à Nagymaros, les gros bateaux ne passeraient pas.

DEROCHEMENT

Les fonds rocheux ont toujours causé mille difficultés aux ingénieurs. En 1791, l'abbé de Mandres a inventé un "cric elliptique" pour enlever les roches. Tentative sans lendemain. Le dérochement ne sera généralisé qu'avec la machine à vapeur. Il a fallu attendre les puissants moyens modernes de déroctage pour se débarrasser des rochers de Bingen sur le Rhin allemand, d'Istein sur le Rhin français, du seuil de Terrin sur le Rhône arlésien.

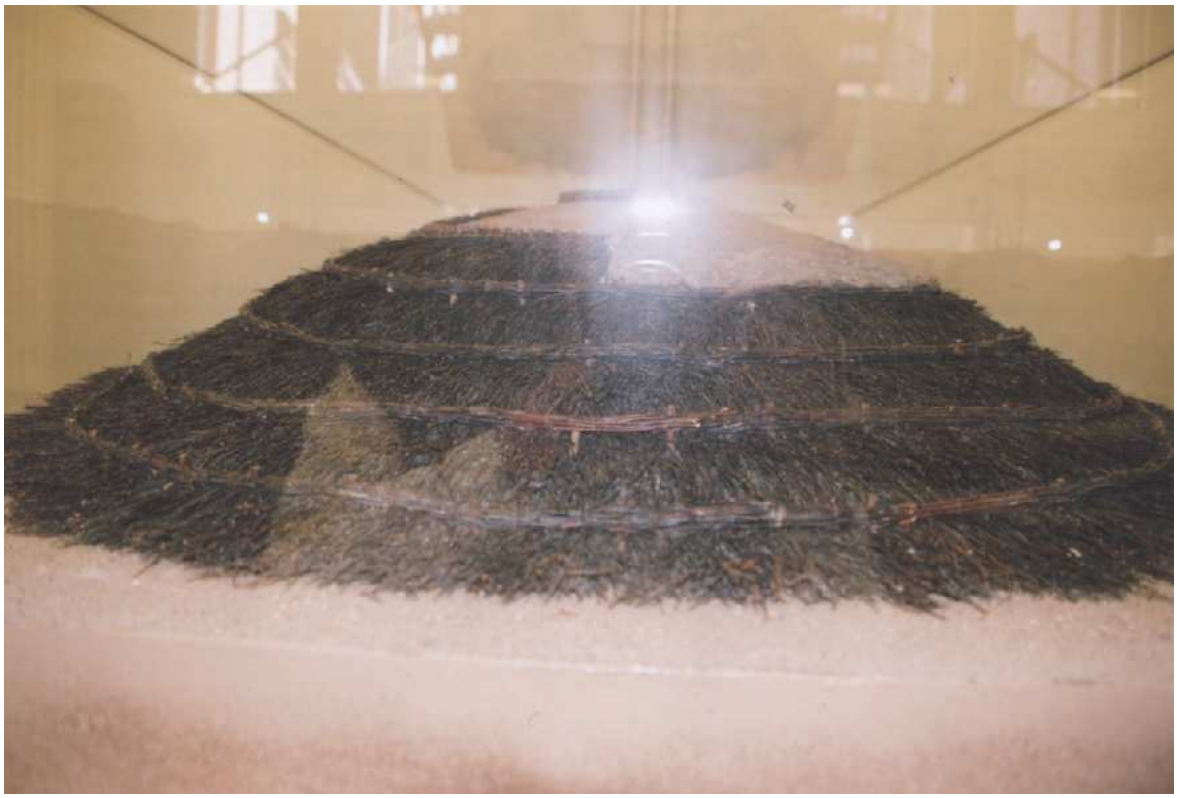


L’écroulement des rives – sur l’Oka (Rus) – se traduit par des bancs de sable





Bingen loch (D), canal construit sur le lit du Rhin au confluent de la Nahe



A l'origine, les épis sont constitués de charpentes, de clayes et de fascines



Epis longs sur le haut Oder (Pol)



On restaure un épi pour diriger le flot à l'entrée du port de Koojhaven, à Papendrecht (NL)



Epis courts sur le haut Oder (Pol)



Un épi ancien, de pierre et de bois, à Stralsund, sur le Strela Sund (D)



Ancien dragueur à vapeur, qui aspirait le sable du Pô. Futur musée de Boretto (I)



Sur la Charente, à l'écluse de Lamotte (F-16) un engin de la DDE aspire la boue par de longs tuyaux



Sur un épi de l'Elbe (D) on distingue l'amont, en eau, l'aval ensablé et la floraison violette des civettes ou ciboulettes.



Drague à godets sur le Danube, près des passages difficiles de Nagymaros au km 1700. (SL-H)



Sur le Pô, les digues sont si hautes qu'on aperçoit à peine les clochers des églises.



Ces maisonnettes flottantes se poseront sur la digue en cas de crue. Près de Figarolo (I)



Sur le Rhin, près de Mayence, à la pointe de chaque épi : un saule



Installation hydroélectrique à l'écluse de Maignannerie (F-53) sur la Mayenne



Ecluse de Méry sur Marne (F-77)



Barrage à godets de l'écluse Pianavska, sur le Notec canalisé (Pol)



Barrage majestueux, classique (1891) de Jonage (f-69) aux écluses de Cusset, sur le haut Rhône

Salle des turbines au barrage d'Eglisau (1920) sur le haut Rhin (CH)





Centrale électrique, au barrage de Long (1902). Canal de la Somme (F-80)



Paysage classique du canal empruntant le lit de l'Oust canalisé : un moulin, un barrage et l'écluse de Carmenai. Canal de Nantes à Brest (F-56)



Le moulin, l'écluse et le barrage, écluse du Roch (F-56) canal du Blavet

Les INTERVENTIONS de l ' INGENIEUR suite

Les BARRAGES-ECLUSéS

Pour transformer le cours d'une rivière - rapide ou lente - en un escalier de bassins calmes, il faut construire des barrages-éclusés qui permettent à la fois d'assurer un mouillage suffisant aux bateaux et de faire tourner les moulins qui chevauchent tous les cours d'eau, même les moindres.

L'écluse à sas adoucit la vie du marinier qui risquait sa vie au passage de chaque pertuis : La photo d'un des rares pertuis intacts (il ne manque que la porte) à Tours sur Marne (F-51) donne une idée de la violence du courant qu'il fallait affronter à chaque saut (page 34).

Ainsi s'est créé, peu à peu, un paysage maintes fois recomposé : le moulin, le barrage et l'écluse. On voit plus rarement l'écluse à côté du moulin : il était préférable de séparer meuniers et mariniers, toujours en rivalité.

Théoriquement, il n'y a pas de limite à la hauteur d'un barrage éclusé : Sur le haut Rhône, à Génissiat, ingénieurs et architectes qui ont dressé un barrage de 40 m. de hauteur en 1948 - ont prévu deux écluses... qui n'ont jamais été réalisées

Le record appartient à Zaporoje - 37 m - en Europe et à Oskemen - 42 m - en Sibérie.

CENTRALES HYDROELECTRIQUES ET MICRO CENTRALES

Certaines centrales hydroélectriques sont parfaitement adaptées au paysage fluvial : Vaux en Vélin (1891) sur le Rhône reprend le thème classique de la longue orangerie; Long (1902) sur la Somme, est sur le thème du petit château... un peu étriqué. Les grandes centrales des canaux modernes sont souvent

de majestueux monuments. Rappelons une anecdote : Les "Verts" avaient vivement protesté contre le projet d'une grande écluse du canal du Rhône au Rhin parce qu'elle était en vue directe d'une charmante église romane. Les responsables du projet se sont aussitôt inclinés : "On cachera l'écluse dans de grands arbres !". Nous sommes intervenus, disant : chaque époque a construit ses monuments à proximité de monuments plus anciens, sans avoir la sotte idée de cacher les précédents. L'important est de faire ici une belle écluse. Il n'y a pas d'incompatibilité entre un monument religieux et un monument de l'eau.
D'autre part, les anciennes chutes d'eau des moulins ou des écluses ont quelquefois été récupérées pour produire du courant électrique et sont devenues des "microcentrales". La transformation peut être bien faite, par exemple sur la Sarthe. Elle peut aussi interdire définitivement le retour des bateaux sur de petites rivières comme le Layon (F-49) ou sur l'Eure (F-27).

L'HISTOIRE des BARRAGES ECLUSéS

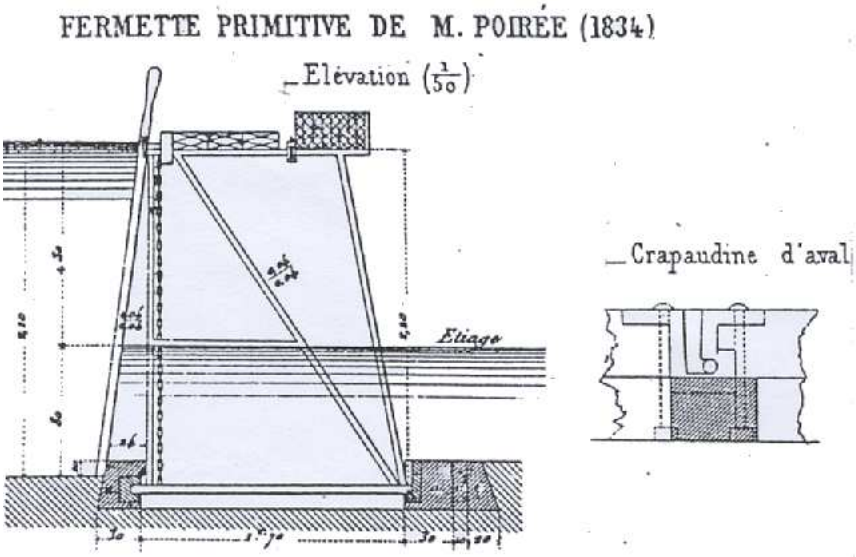
Le nombre et la hauteur des écluses sont déterminés par la géographie : A Paris, la Seine a trois mètre d'eau. Elle n'en aurait qu'un seul s'il n'y avait six écluses - totalisant 26 m - pour la soutenir entre Paris et Rouen. Elles sont bâties directement dans le fleuve parce que la forme de la vallée le permet. Les rives, les quais sont assez hauts pour la contenir.
Il est beaucoup plus difficile de barrer une rivière aux rives très évasées. Ou en plat pays. L'eau envahit toute la région à la moindre crue. C'est pourtant l'expérience, tentée par les ingénieurs soviétiques en 1934 sur l'immense Dniepr :
Derrière les kilomètres de barrage, le fleuve s'est répandu dans la vaste plaine. C'est devenu une mer intérieure dont on ne voit pas les rives. Et on ne voit pas non plus le fond: une épaisse végétation d'algues s'est développée dans cette lagune. Les gens disent : le Dniepr a disparu ! Les bateaux paraissent en pleine mer. On s'étonne de les voir zigzaguer : c'est parce qu'ils sont obligés de suivre

l'ancienne vallée du fleuve pour trouver un mouillage suffisant. Cette anomalie s'explique par les nécessités politiques et économiques de l'époque. C'était l'enthousiasme de la révolution... l'électricité allait enfin parvenir aux foyers et aux usines. On travaillait dans l'enthousiasme. Pas dans le concret.
Cette difficulté a été résolue, en Occident, par le « barrage escamotable » de l'ingénieur **Poirée** : On le dresse quand il faut retenir l'eau. On l'abaisse pour laisser passer la crue. Poirée a inventé, en 1834 « l'épi mobile » et

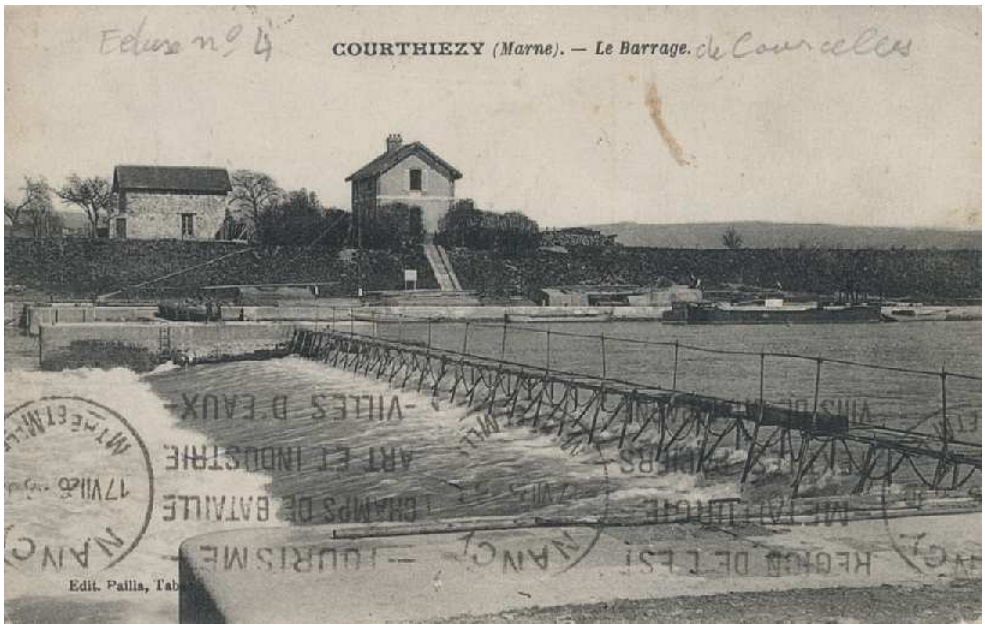


L'écluse de Courcelles, vue aérienne.

Ecluse 4 de Courcelles, sur la Marne



Le même, sans aiguilles laisse passer la crue





On distingue, de gauche à droite : le déversoir, le pertuis, l'écluse.



Barrage Poirée équipé, vu d'aval

De gauche à droite :
- aiguilles posées
- fermettes dressées
- fermettes se couchant





Stock d'aiguilles neuves, sur la Meuse

construit son " barrage mobile à fermettes" à Basseville (F-89) où le canal du Nivernais traverse l'Yonne (écluse 50). Au niveau de ce croisement, il faut maintenir la hauteur des eaux du canal tout en gardant la possibilité de rendre à la rivière sa section naturelle pour éviter les crues et pour permettre le passage des bois.
Les fermettes sont des sortes de cadres en fer, de forme trapézoïdale alignées sur un seuil maçonné. Elles ont une position verticale et sont parallèles au fil de l'eau. On appuie dessus des aiguilles en bois traditionnelles, verticales, jointives, formant un barrage à peu près étanche.
Si l'eau monte, on enlève des aiguilles pour la laisser passer. Si la crue est importante, on enlève toutes les aiguilles.
Restent les fermettes. Poirée les a montées sur charnières. Elles se couchent sur le seuil, libérant le passage pour la crue et pour les bateaux. Car les bateaux passent alors à côté de l'écluse :
Le barrage est, en effet, divisé en trois parties :
1 - l'écluse
2 - le pertuis de 10 à 13 m. de large (on a conservé le nom ancien pour une partie de l'ensemble moderne). C’est une passe étroite et profonde (le seuil est au-dessous de l'étiage) où les bateaux peuvent passer quand l'écluse est indisponible ou submergée par la crue. Les mariniers n'aiment pas beaucoup cela : L'eau accélère... Il faut éviter la pile... Il y a toujours une secousse quand on franchit le seuil.
3 - un déversoir, séparé du pertuis par une pile. Il mesure 35 à60 m. de large (le seuil est en-dessus de l'étiage). La hauteur de ce type de barrage est d'1 m 50, 1 m 60.
Des fermettes et des aiguilles de la Seine sont exposées à Jaulnes et à Vezoult (F-77) pour expliquer ce type de barrage. Poser une aiguille - 15 à 25 kg - et surtout l'enlever sont des opérations dangereuses. Les barragistes

interviennent en bateau ou sur une passerelle qui couronne l'alignement des fermettes. Les accidents sont nombreux. L'administration a donc décidé la suppression des barrages à aiguilles, sauf celui - ou ceux - que les archéologues des canaux désigneront comme monument historique à conserver.

Le premier barrage Poirée a été démoli mais il en reste beaucoup d'autres. A Beaulieu (F-77) sur la Marne, un barrage à aiguilles comparable - dû à **Chanoine** -peut donner une idée de la difficulté du métier de barragiste Un témoin a vu poser un barrage Chanoine :

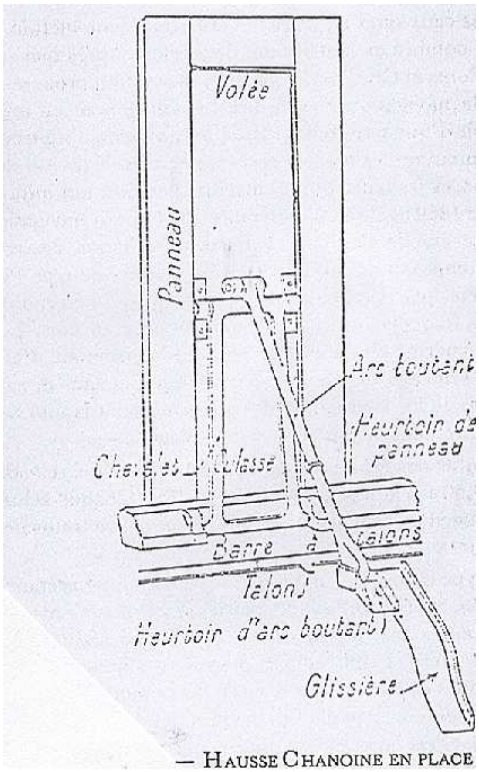
L'ingénieur des Ponts et Chaussées Chanoine avait mis au point en 1857 un nouveau type de retenue composé de panneaux de bois appelés hausses, ce qui lui donna le nom de barrage à hausses mobiles. Chaque panneau était doté
1 - d'un chevalet c'est à dire d'une pièce métallique qui, à sa partie inférieure était mobile autour d'un axe fixé au radier
2 - d'un arc boutant, lui aussi métallique et mobile : il s'appuyait à sa base contre un heurtoir de fonte.
Ces deux éléments apparaissaient comparables aux deux branches d'un compas : ils permettaient l'abattage et le relevage du barrage. Pour la première opération qui durait une trentaine de minutes, il fallait utiliser une longue tige afin de dégager de son heurtoir le pied de l'arc boutant qui, grâce à une glissière scellée dans le radier, pouvait glisser sur celle-ci en entraînant dans ce mouvement la hausse. La seconde opération s'avérait plus longue car plus délicate : avec une perche munie d'un croc le barragiste devait saisir la poignée placée sur la face amont de la hausse et au moyen d'un treuil placé sur une barque, il procédait au relevage de la hausse: la manœuvre était achevée lorsque l'arc boutant venait se bloquer sur son heurtoir.
Il faut ajouter que les panneaux pleins, basculants de M. Chanoine ont tendance à se mettre seuls en bascule, à osciller selon les variations du niveau. Il faut alors les enchaîner à la passerelle de manœuvre... qui a pour base les fermettes traditionnelles de Poirée.



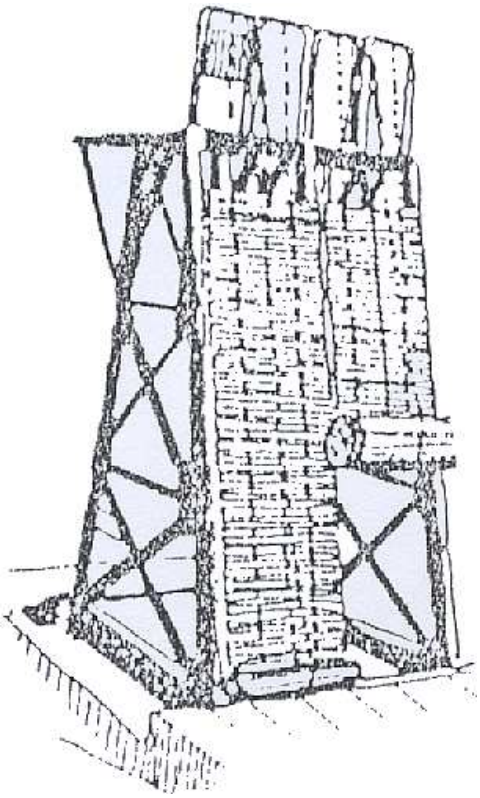
Maquette du barrage à hausses Chanoine

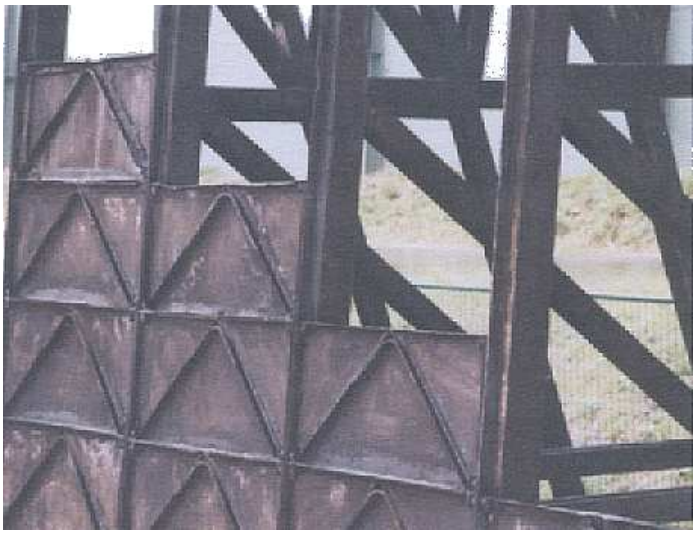


Barrage à hausses Chanoine de Beaulieu sur Seine



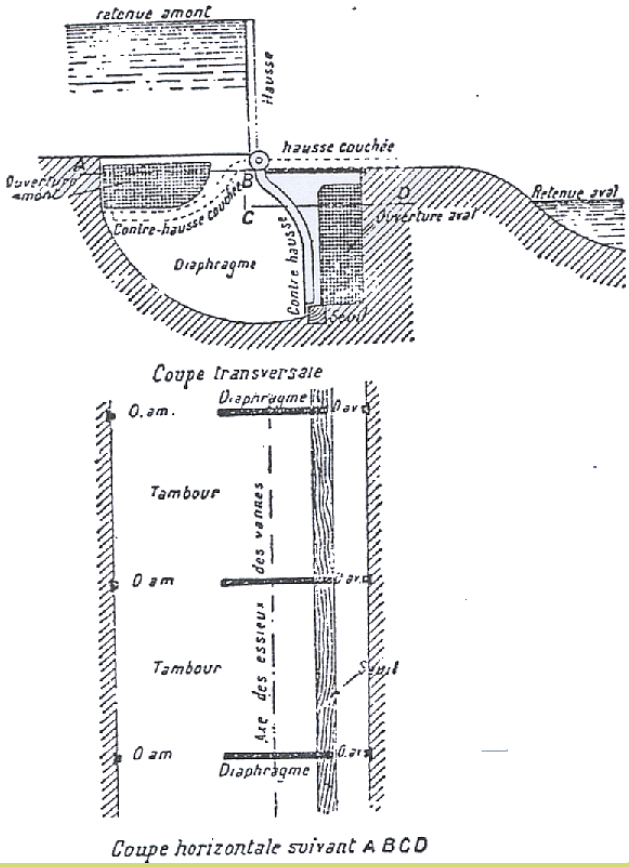
— HAUSSE CHANOINE EN PLACE





Vannettes métalliques de Boullé

Système Caméré, à rideaux

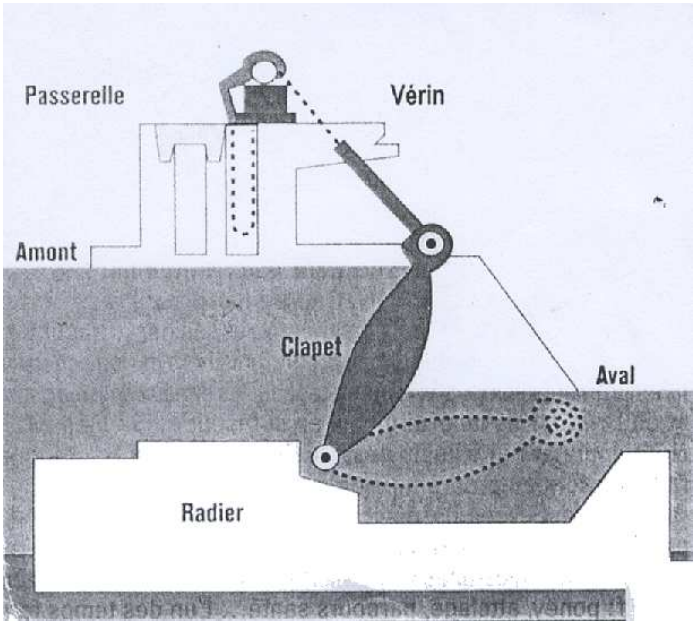


Hausses « automobiles » de Deffontaines

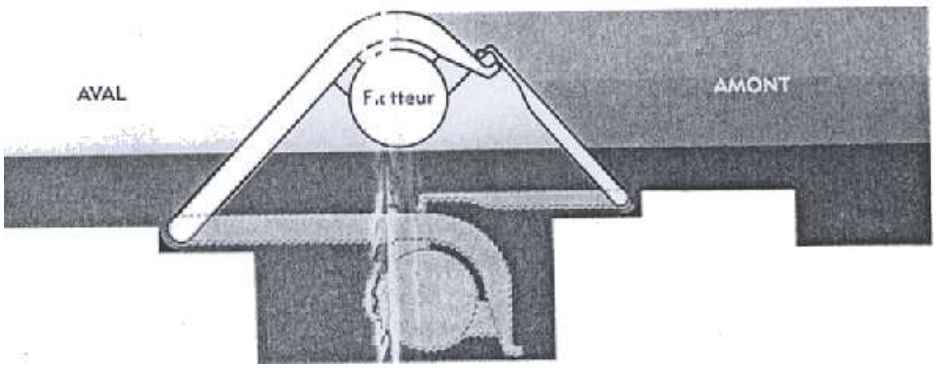
Le système **Caméré** a été essayé sur le pertuis du barrage de Joinville *(F-94) :* Des panneaux s'enroulent comme des stores articulés de lattes de bois et se plaquent entre les fermettes. Mais rien ne guide le mouvement des rideaux sous l'eau. Et, en période de gel...

Le système **Boullé** (1874) dont on voit un exemple sur la Marne, conservé sur la berge de l'écluse de Saint Maurice (F-94) reprend le principe d'une structure métallique barrant la rivière mais elle ne porte plus d'aiguilles: on glisse de petites vannes dans des rainures verticales. Ce sont des plaques rectangulaires disposées en rangées horizontales On ajoute une rangée chaque fois qu'il faut surélever le barrage.

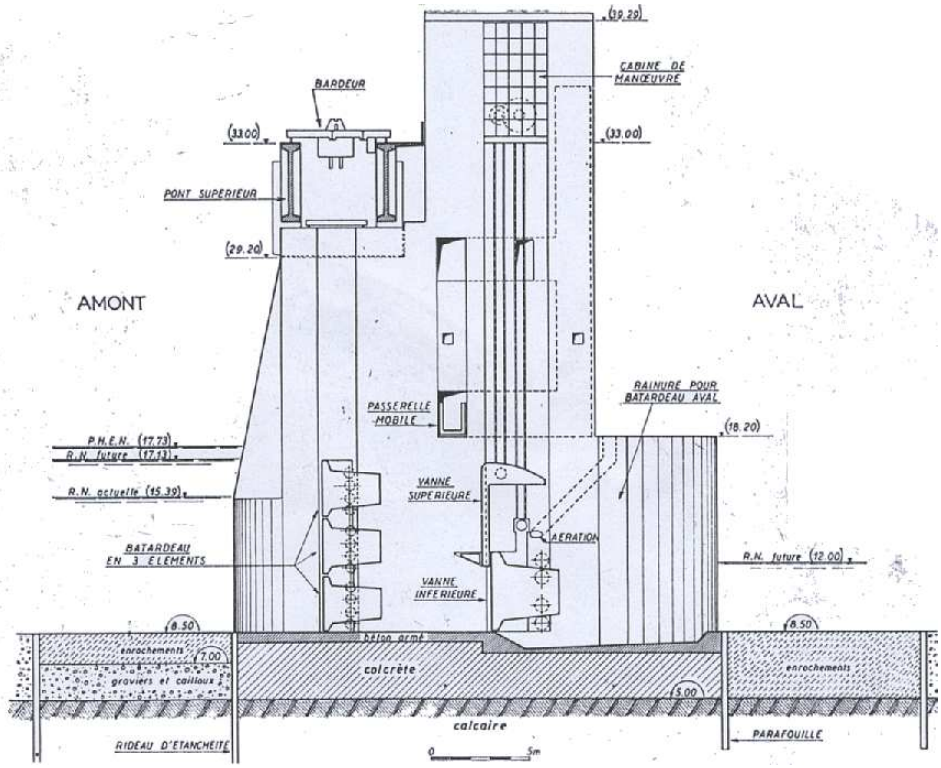
Un système très intéressant a été essayé sur la Marne à Damery (F-51) puis, en 1868, au barrage non éclusé de Joinville (F-94) sur la Marne : les hausses "automobiles" de Louiche **Deffontaines**. Il n'existe que six exemples de ce type en France. Ils fonctionnent encore:
C'est assez complexe mais efficace. L'eau est retenue par des panneaux rectangulaires, côte à côte, nommés "hausses" (largeur 1 m 50). Chaque hausse dressée vers la surface est prolongée par une "contre hausse", tout à fait semblable, dirigée vers le fond. Hausse et contre-hausse solidaires pivotent autour d'un même axe. Quand elles sont verticales, le barrage est fermé. Quand elles sont horizontales, il est ouvert. On peut les dresser toutes ensembles ou les coucher avec la seule force d'un courant d'eau dirigé sur les contre hausses qui agissent alors comme une pédale.
Car, dans le socle maçonné et creux du barrage chaque contre-hausse est isolée dans une sorte de chambre à peu près étanche (un tambour entre deux diaphragmes en fonte).
Pour la manœuvre, cet alignement souterrain de tambours est alimenté par deux tuyaux de fonte sur toute la longueur du barrage. L'un prend son eau dans le bief supérieur. L'autre dans le bief inférieur. Ils desservent chaque tambour.



Le principe du barrage à « clapet »…



…et de la « vanne-toit »



Coupe du barrage de Méricourt (1960) sur la Seine.

Si on ouvre la vanne remplissant le tuyau amont, l'eau envahit successivement chaque chambre. La pression de l'eau pousse la contre-hausse jusqu'à la position verticale et la hausse se relève en même temps. Si on ouvre le tuyau aval, la contre-hausse se couche. Et la hausse aussi.
Le sujet est varié à l'infini. Aucun des systèmes proposés n'est parfait. Les ingénieurs, les barragistes doivent sans cesse modifier, régler, bricoler. Les incidents, les accidents sont nombreux. Il arrive qu'en cas de crue subite on n'ait pas le temps de dégager un pertuis. A Joinville, en 1869, il faut organiser un service de nuit permanent pour le réglage des retenues et un service d'annonce des crues. On procède par tâtonnements. En 1883, le barrage de Joinville reçoit des "surhausses" Desfontaines...

En 1933, l'ingénieur anglais Stoney met au point, à Manchester, un type de vanne qui sera souvent adopté en Europe.
En 1939, Jean Aubert construit à Vives Eaux, sur la Haute Seine, un bras articulé permettant de manœuvrer les hausses à partir d'un chariot circulant sur une passerelle supérieure.
On retrouve cette idée dans le barrage à CLAPET, aujourd'hui généralisé, où un vérin baisse ou élève la lame à partir d'une passerelle.
Sur la Basse-Seine où on voulait approfondir le mouillage et ramener le nombre des biefs de 8 à 5, on a commencé par allonger les fermettes de 2 m 20 à 3 m 30...
Finalement, en 1960, le barrage de Méricourt qui avait encore des passes à rideau Caméré est aménagé avec des vannes levantes d'une portée de 30 m. Les piles et culées comportent des cabines de manœuvre contenant treuils et pupitres de commande.
Plus simple est le système de la VANNE-TOIT qui reprend l'idée de Deffontaines : pour hausser le barrage, on injecte de l'eau dans la chambre inférieure, agissant sur deux leviers qui soulèvent les deux pans du toit, maintenus par un flotteur.



Barrage d'Ulefoss (N)



Barrage de Jaulnes, sur la Seine, par Hervet.



Passerelle de Mimram au barrage d'Alfortville, sur la Marne (1998)



Barrage japonais « saucisse gonflable » de Lunde, canal du Telemark (N)

Les japonais ont construit en Norvège des barrages GONFLABLES. En France, près de l'écluse 35 de Mouzon, sur la Meuse, on a essayé, en 2005, un barrage gonflable à volets métalliques actionnés par des baudruches gonflées à l'air.

L'esthétique a gagné les barrages, soit en joignant une passerelle bien dessinée à l'ouvrage comme celle de Mimram à Alfortville-Saint Maurice (1998) (F-94) soit en traitant le barrage lui-même : A Jaulnes (F-77) en 2005, Hervet a inclus les mécanismes dans des cages de bois, reprenant une idée des norvégiens sur le Telemark.

TRAVAIL de l'INGENIEUR... (suite)

L'ingénieur devra encore prévoir sur la rivière :
- des bassins de retournement et donner aux courbes
- un rayon suffisant pour que les bateaux puissent virer sans se gêner
- des quais dans les villes et des ports accessibles aux autres moyens de transport
- des "gares" suffisamment larges où les bateaux peuvent se croiser, trémater ou stationner. Il y avait autrefois des mariniers "gareurs" proposant leurs services comme pilotes. En France, le terme "gare" ne concernait que la navigation quand, tout à fait par hasard, les chemins de fer l'ont emprunté. Dans les autres pays, on dit "station" ou "station terminale".
- le mot "darse", qui désigne les bassins des ports vient d'Italie ou d'Espagne mais on l'utilise aussi dans les pays de marée.

Une rivière qu'on canalise doit répondre, avant tout, à un double objectif : régulariser le tirant d'eau pour les bateaux et éviter les inondations pour les riverains.

ANTI-CRUES

Ceux-ci sont protégés des rivières par toutes sortes de murs et digues
- aux ponts de Cé (F-49) un gigantesque brise-lame médiéval, en pierre, dévie les crues torrentielles de la Loire.

- à Sedan (F-08) sur la Meuse, un long pont de crue permet aux habitants de traverser les prairies basses envahies par les eaux.

REMANIEMENTS HYDRAULIQUES

Les barrages et leurs vannes ne sont pas seulement utiles pour produire de l'électricité et alimenter les canaux, ils peuvent aussi modifier l'aspect d'un pays : La Suisse a appliqué un vaste programme de remaniements hydrauliques. Cette correction des eaux avait pour but d'éviter les inondations catastrophiques venues du Jura.
Elle a été appliquée avec une remarquable continuité de 1868 à 1891, de 1936 à 1940 et de 1962 à 1973 abaissant les lacs de Morat, de Neuchâtel et de Bienne d'environ 2 m 50, élargissant et approfondissant les canaux, élevant des barrages de régulation.
En Allemagne, dans le Mecklembourg, le bief de partage du lac Muritz a été abaissé de 2 m en 1920
Les ingénieurs ont cherché à faire une sorte de classement logique - presque administratif - par types de canaux :

RIVIERE CANALISÉE

L'ingénieur choisit entre plusieurs techniques : s'il suffit de creuser la rivière et d'aménager ses accès, de couper un méandre ou de contourner un obstacle, pour rejoindre le lit naturel un peu plus bas, c'est la canalisation la plus simple.
Un plan de la Marne, en 1727, donne une idée des travaux de surveillance et d'entretien auxquels il est obligé ; planter des pieux pour arrêter les irruptions de la rivière hors de son lit principal, faire des estacades, sonder le tirant d'eau, tracer la route de la navigation...

CANAUX LATERAUX

S'il craint les débordements de la rivière, ses obstacles naturels, il devra tracer, dans sa vallée même et en prenant son eau au départ pour la rendre à l'arrivée, un autre cours d'eau a un niveau un peu plus élevé que le cours naturel.
Le nouveau tracé est souvent compliqué, exigeant de nombreux ouvrages d'art au passage des affluents. L'exemple le plus remarquable est le canal latéral à la Loire qui passe deux fois le fleuve et une fois l'Allier.

CANAUX de JONCTION

Il s'agit de joindre une autre rivière. Solution généralisée dans les plats pays -Hollande ou Vénétie. Ces canaux n'ont qu'une seule pente. Toutes les écluses vont dans le même sens. Ils existent, pour la plupart depuis le moyen âge.
Exemple : la Deule (F-59) : en 1267, elle est canalisée de Lille à son confluent avec la Lys. En 1271, entre Haubourdin et La Bassée. En 1674, elle est réunie à la Souchez (Lens). Et en 1694, elle rejoint la Scarpe.

CANAUX de DERIVATION

Les canaux de dérivation peuvent alimenter une réserve d'eau potable, un moulin ou une irrigation quelconque. Mais l'administration utilise généralement le terme "dérivation" pour désigner les brefs canaux qui contournent un barrage et offrent un bras éclusé à la navigation avant de rejoindre le cours d'eau principal.
Le point de départ est quelquefois un élargissement grandiose de la rivière. Entre le bras barré et le bras éclusé, domine la maison du barragiste.

Les RACLES

C'est un système intermédiaire: des tronçons de canal sont installés dans le lit d'une rivière. Il faut les limiter par des portes, les protéger par des digues. Parfois, rivière et canal sont confondus, sans séparation.
Règemorte justifie ainsi cette semi-canalisation *: tant pour éviter de plus forts déblais que pour assurer un volume d'eau plus abondant.*
Du temps de Règemorte, il y avait sur le Loing: 20 dérivations, 8 racles régularisées par 6 portes de garde et 17 écluses grand gabarit.
Aujourd'hui, le canal du Nivernais utilise 3 racles sur l'Aron et 15 sur l'Yonne qui n'est canalisée et classée navigable que sur 108 kms, d'Auxerre à Montereau.
Le dernier bief du canal d'Orléans quai du Fort Alliaume, construit en 1920, comblé pour faire place à un Parking, restauré à partir de 2005, peut être considéré comme une râcle dans la Loire.



Brise-lame médiéval aux Ponts de Cé (F-49) contre les crues de la Loire



Pont de crue, passage piétons de Pavant à Charly sur Marne (F-02)



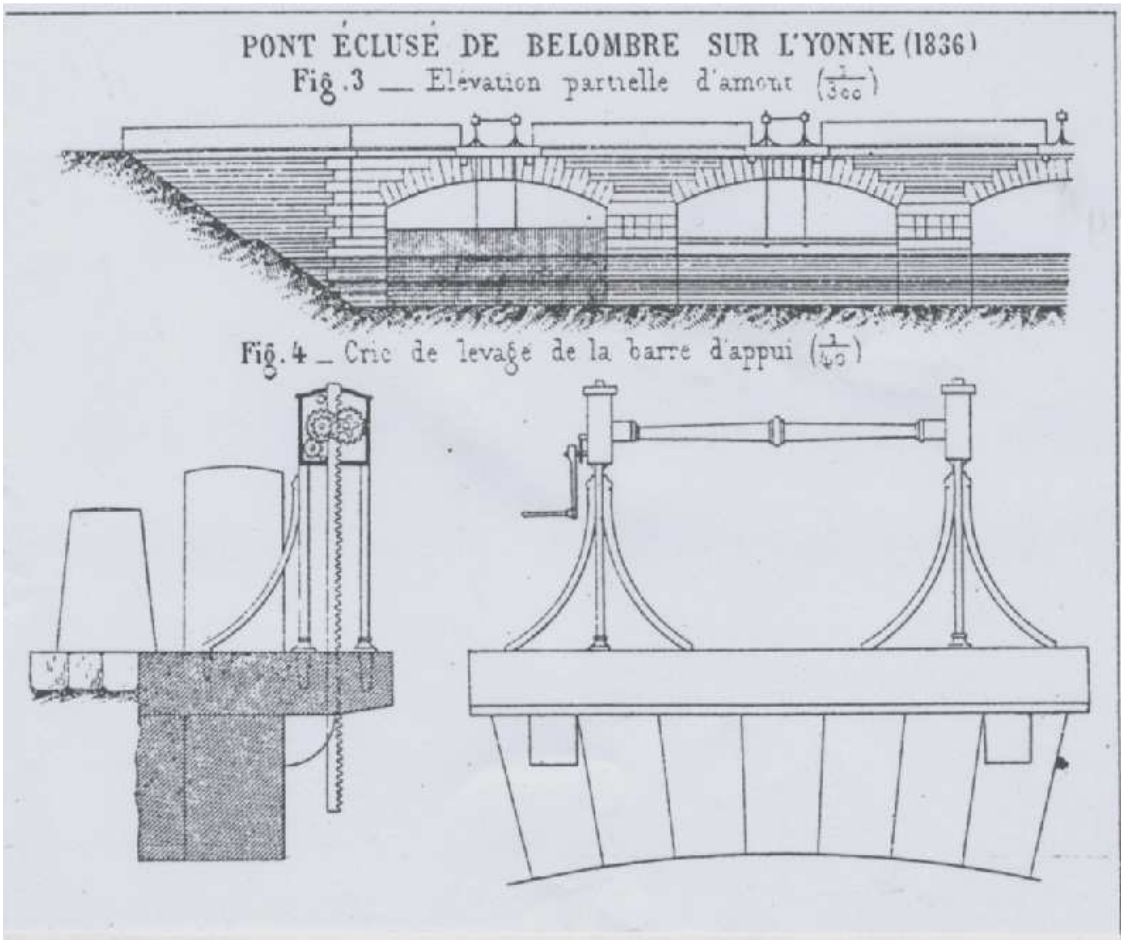
Mur anti-crue sur le Danube, à Mohacs (H)



Sur la Weser (D) il a fallu rehausser les digues protégeant Minden



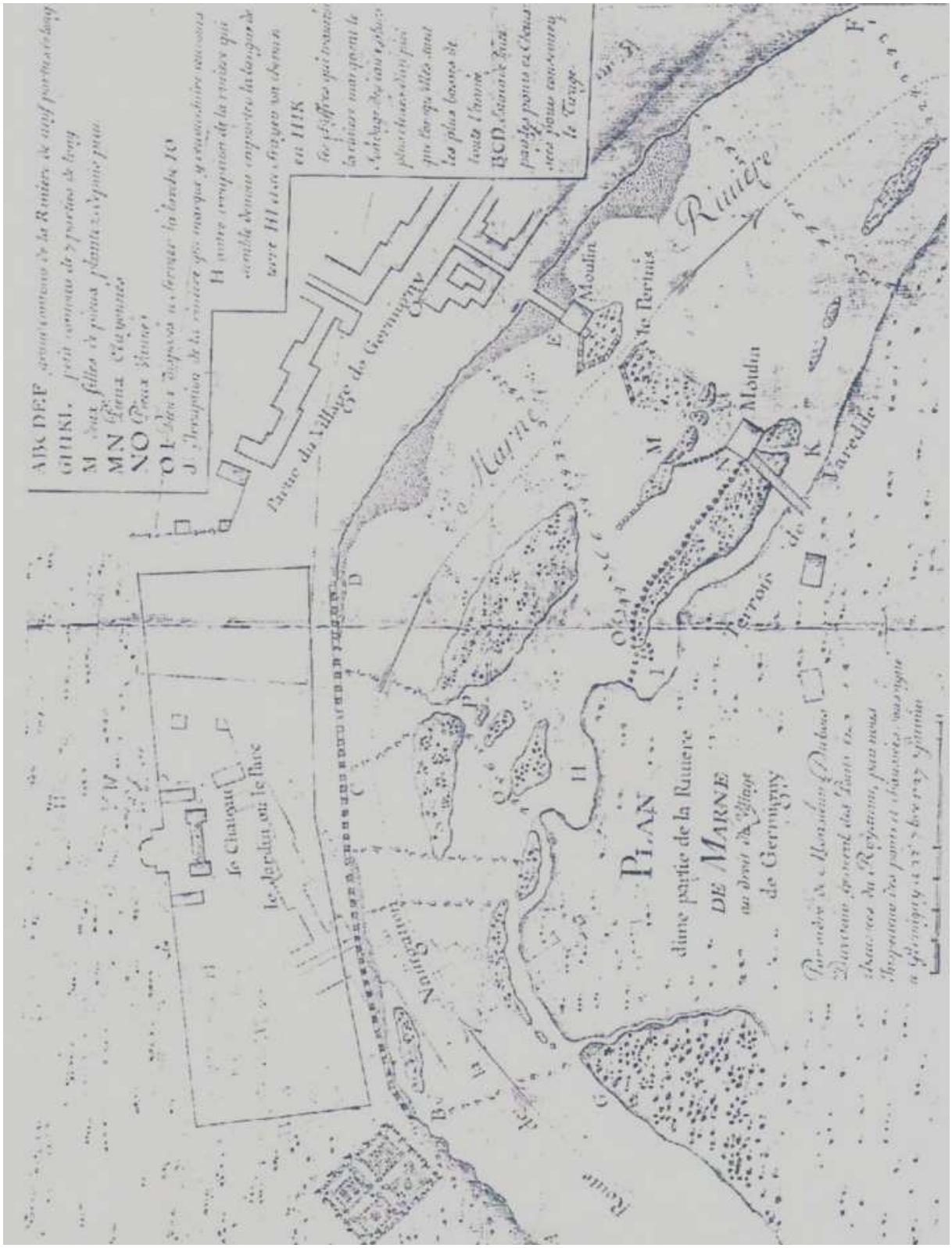
Le canal du Nivernais, en racle dans l'Yonne, à Bellombre (F-98)





Il faut sans cesse draguer, élargir les grands canaux, en prévision de l'augmentation du trafic. Margriet Kanal (NL)




Plan
de la Riviere
de Marne
au dessus du Village
de Germigny
Riviere
Marne
Moulin
Moulin
Le Chateau
Le Jardin en Le Parc
Route du Village de Germigny