

**TRANSPORT DE L'EAU
LES *BEALS* EN BOIS ET EN PIERRE DANS LES ANCIENS
ATELIERS**

Schrambach A.

25 05 2010

31 pages 30 figures

Sommaire

Rôle d'un *béal*.

Mode de construction : bois ou pierre ?

Les *béals* encastrés dans le sol

***Béals* posés sur le sol**

***Béals* accrochés contre une paroi verticale rocheuse.**

Caractéristiques techniques

Dimensions

Pente

Débits transportés

Le problème de l'étanchéité d'un *béal*.

Conception d'un *béal*.

Bibliographie

Rôle d'un béal.

Un *béal* (ou canal d'amenée ou de fuite) servait à dériver l'eau d'un ruisseau vers un atelier équipé d'un moteur hydraulique. Sa pente était plus faible que celle du ruisseau si bien qu'une chute d'eau située en amont ou dans l'atelier générait une énergie hydraulique transformée en énergie mécanique par le moteur (roue hydraulique ou turbine hydraulique) (figure 1).

Certains canaux étaient utilisés par l'agriculture pour arroser les prairies (irrigation d'appoint avec des rigoles de déversement).

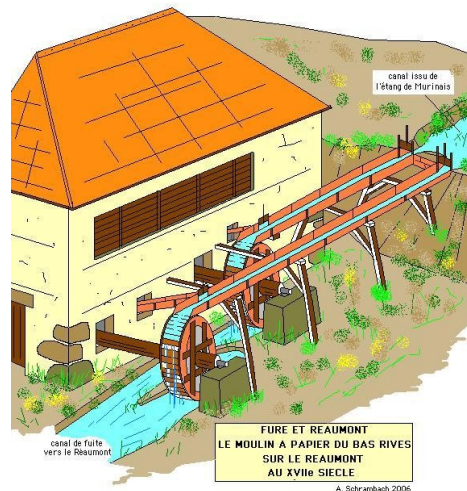


Fig 1 : atelier avec des roues hydrauliques à axe horizontal : les *béals* en bois arrivaient au dessus des roues hydrauliques du moulin à papier sur le Réaumont (bas Rives – vallée de la Fure – Voironnais, Isère). Ils alimentaient en eau également les *piles* où on écrasait les chiffons ou *pates*.

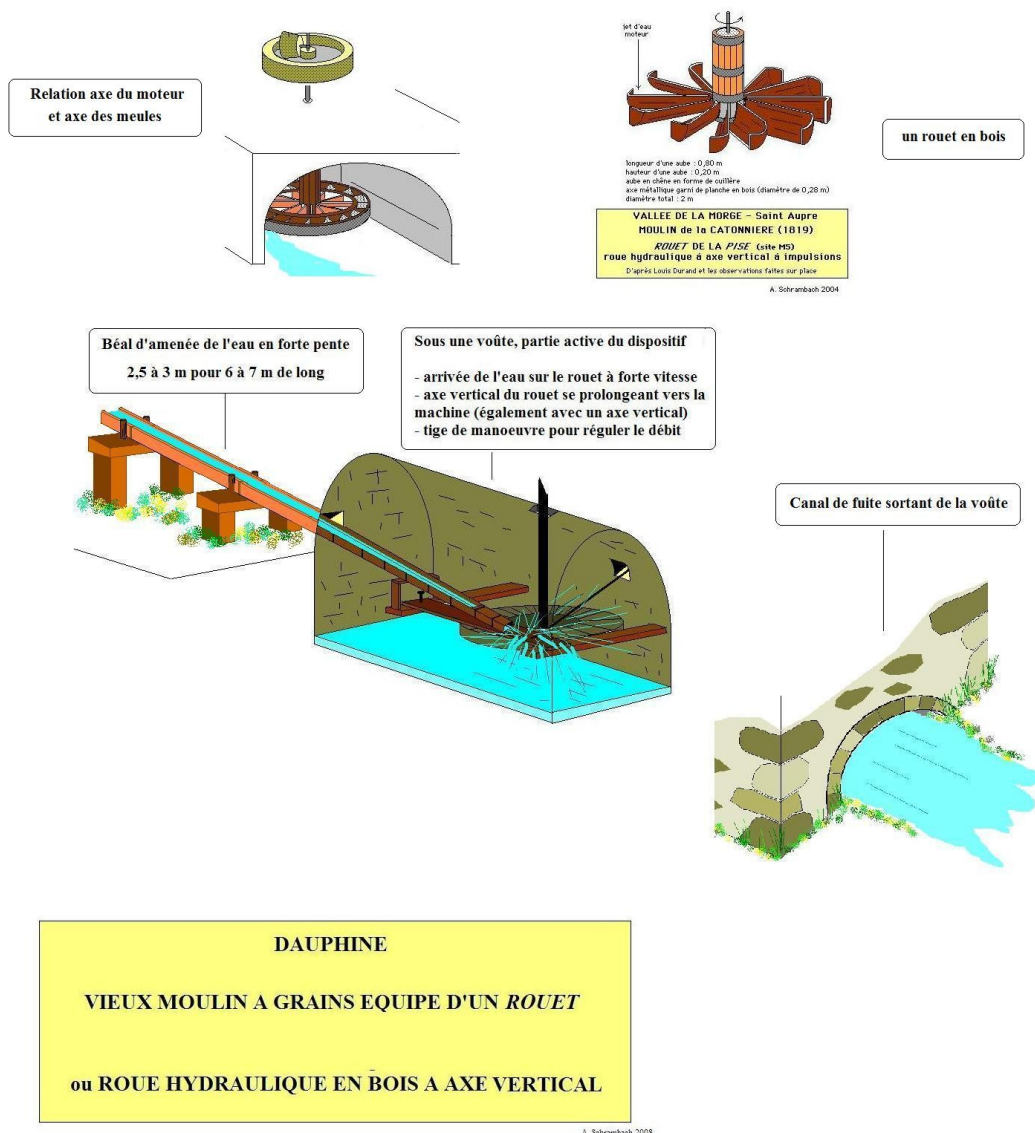


Fig 1 bis : atelier avec une roue hydraulique à axe vertical : arrivée du *béal* sur le *rouet*.
Descriptions des cheneaux qui alimentaient en eau les *rouets* des moulins de la vallée de l'Ainan
 Ils sont alimentés par 4 cheneaux pentus construits en planches issus des vannes placées en fin du canal d'amenée. Les deux plus longs ont des planches supportées par des chevalets. Les cheneaux ont une largeur de 70 centimètres à l'amont et de 20 centimètres à la roue. De ce fait la profondeur des goulottes augmentait de l'amont vers l'aval. Au niveau de la roue les cheneaux se comportaient comme des injecteurs d'eau ce qui explique leur rétrécissement (qui permet au contact de la roue de diminuer les pertes hors roue).

- longueurs des cheneaux : 7 mètres, 9 mètres cinquante, et deux de 16 mètres.
- disposition : en éventail, les roues étant réparties sur une largeur de 7 mètres alors que la largeur du canal n'est que de 3 mètres.
- le diamètre des *rouets* est de 1,75 m.
- les dénivellations sont les suivantes :
 - cheneaux courts : 3,6 pour le plus court et 3,8 m pour le plus long
 - cheneaux longs : 4,4 m.
- les pentes de ces cheneaux sont de :
 - celui de 7 m. : 0,5 m/m
 - celui de 9,5 m : 0,4 m/m

-les autres : 0,28 m/m

Mode de construction : terre, bois ou pierre ?

**** Le canal**

Les modes de construction et les matériaux utilisés étaient variés :

- creusés dans le sol ou légèrement au dessus du sol avec des berges (remblais) en terre argileuse ou *corroys* (exemple : les canaux le long de la Fure – Voironnais, Isère)
- creusés dans le sol avec des berges et le fond en pierres maçonnées ou non, plus ou moins grosses (exemple : le canal du site de la Tannerie le long du Guiers mort (massif de la Chartreuse, Isère). (figures 5, 6 et 6 bis). Dans les aqueducs, les canaux étaient en maçonneries de pierres (figure 2).
- construits en bois (planches et piliers ou *chevalets* en bois) (exemple : les *béals* à Fourvoirie (vallée du Guiers mort) et ceux dénommés *bisses* dans le Valais en Suisse. (figures 4 et 9).
- plus tard, au XIXe siècle, les canaux furent, partiellement, construits en tôles métalliques rivetées (exemple : quelques canaux usiniers dans la vallée de la Fure, Isère – figure 3).

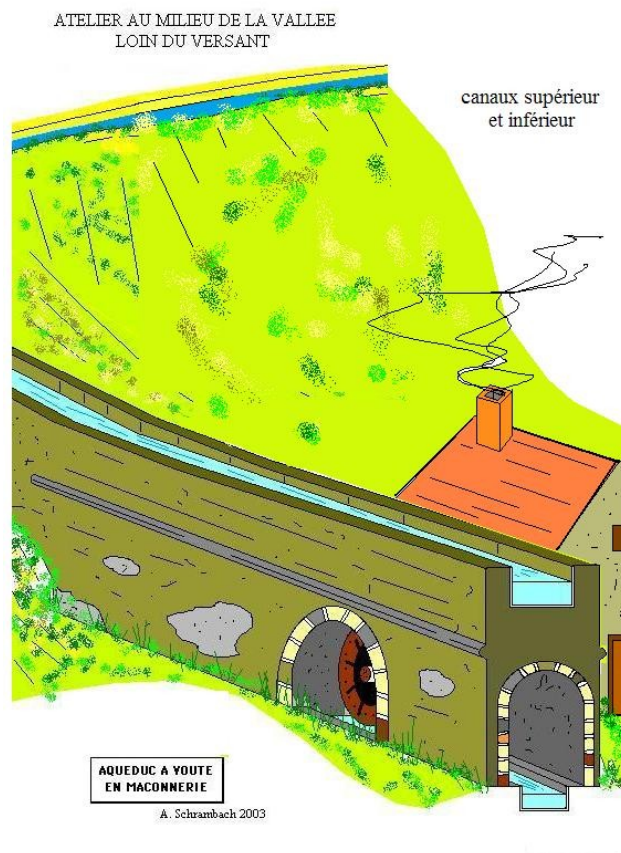


Fig 2 : aqueduc en maçonnerie

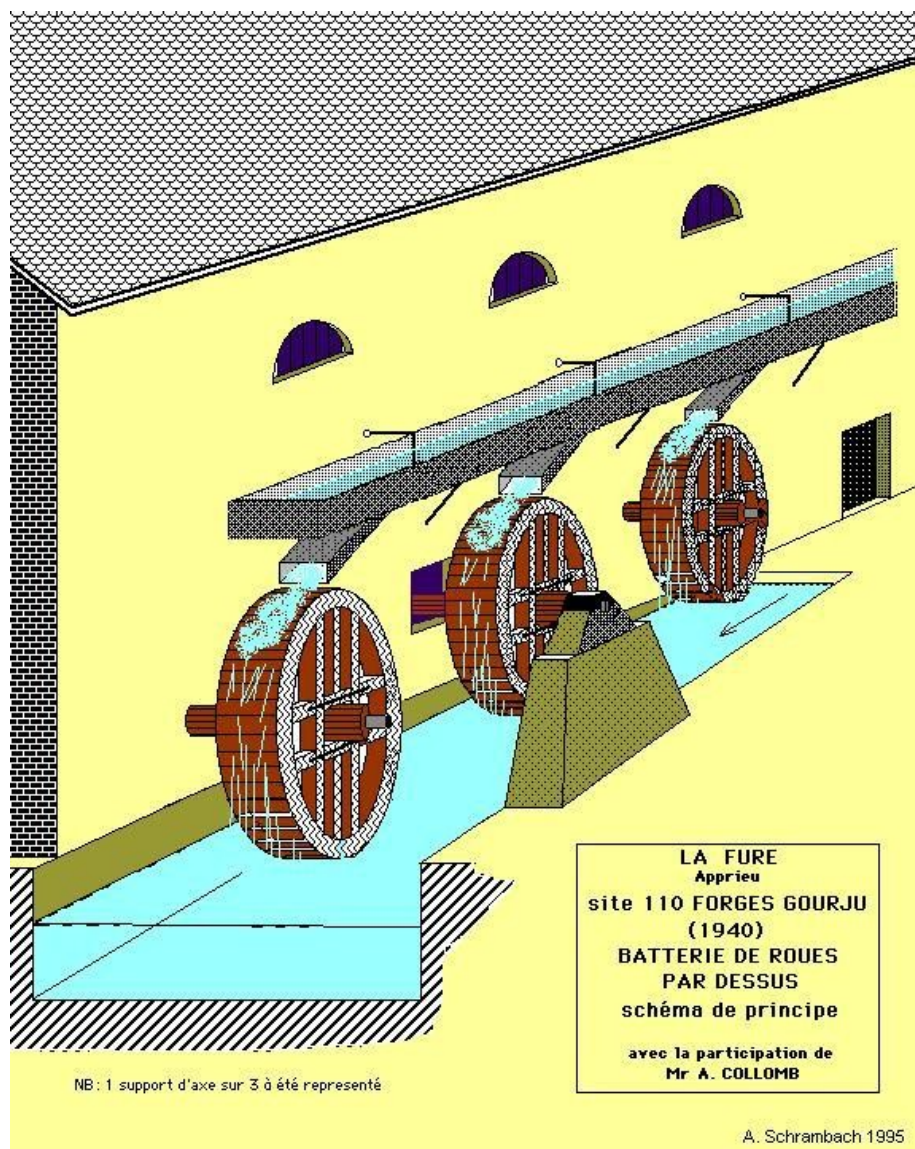


Fig 3 : roues en batterie -taillanderie- alimentées par un canal en tôles rivetées (Fure, Isère)

** Les piliers

Les piliers (ou *chevalets*) pouvaient être en bois (à Currière au XVIIe siècle – vallée du Guiers mort), à Sassenage le long du Furon (vallée de l'Isère) (figure 8 et 10) ou bien en pierres maçonnées (à Currière au XIXe siècle – vallée du Guiers mort) (figure 11).

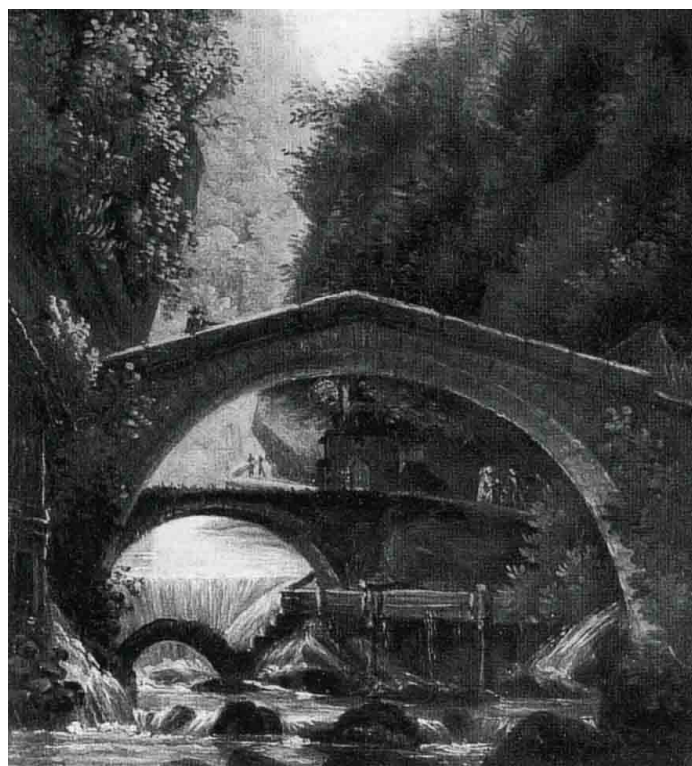


Fig 4 : béal et *chevalets* en bois, sous le pont sur le Guiers mort à Fourvoirie (début du XIXe siècle)

Les béals encastrés dans le sol

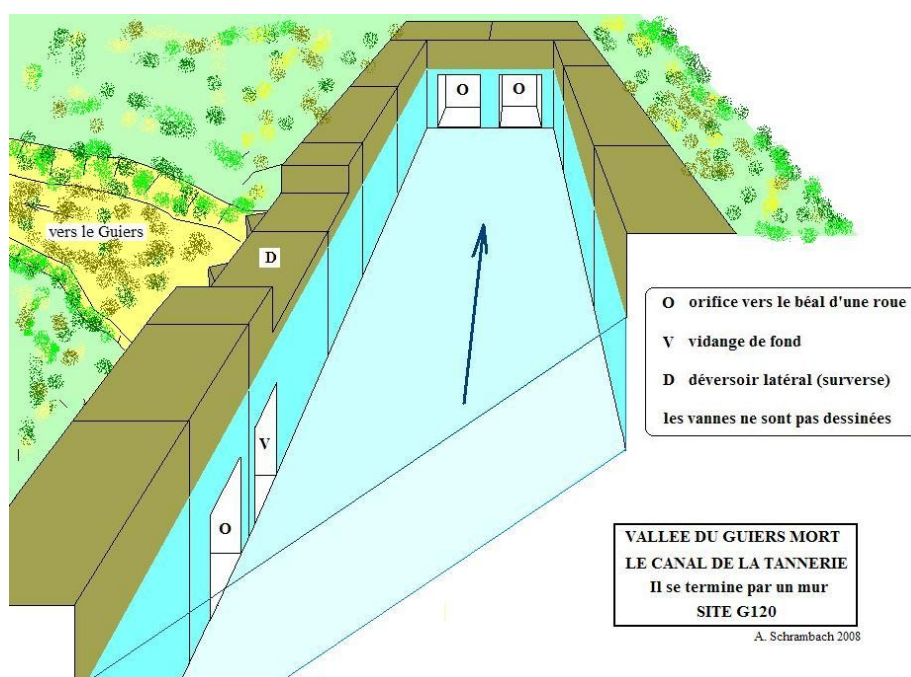


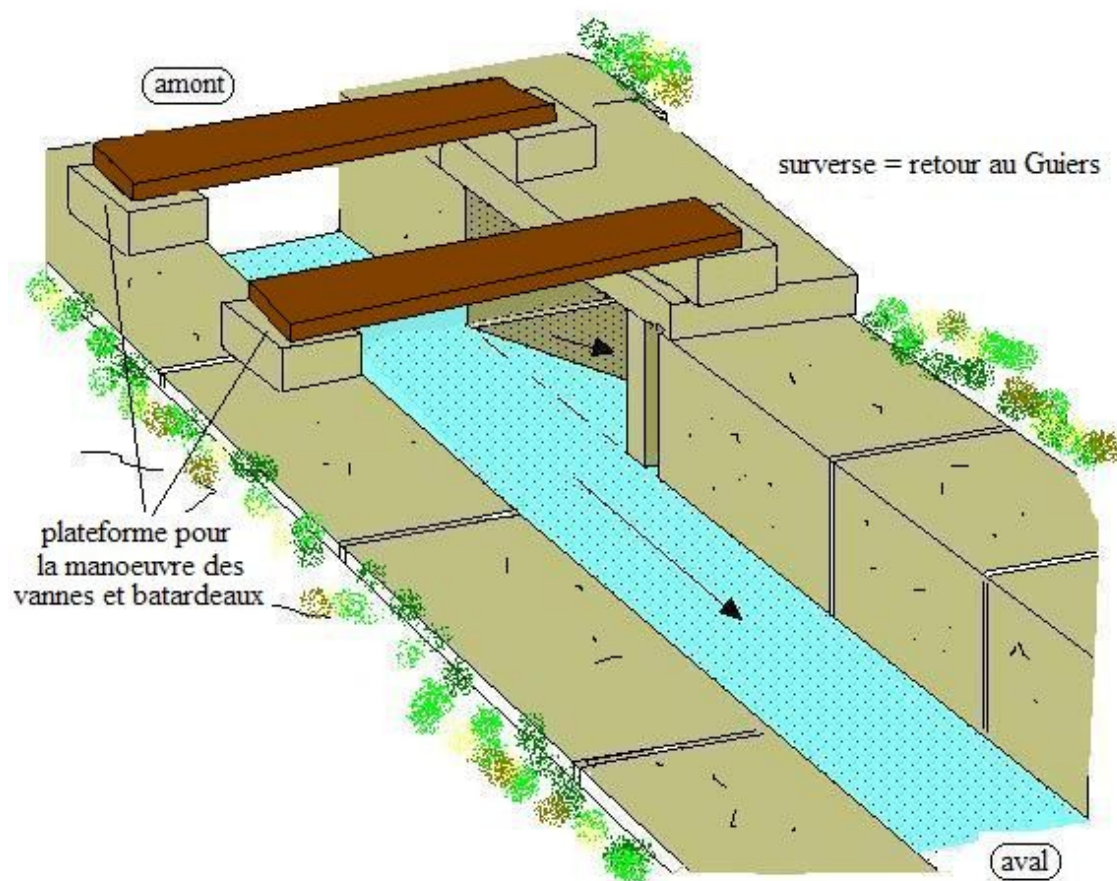
Fig 5 : au site de la Tannerie, terminaison aval du canal en pierres insérées dans le sol (vallée du Guiers mort).
Voir également les figures 6, 6 bis et 17.



Fig 6 : terminaison aval du canal construit en blocs de calcaire parallélépipédiques posés au ras du sol. Le déversoir latéral D (voir dessin précédent) est visible à gauche (rejet du canal au Guiers car le mur aval du canal servait à alimenter des scieries au XIXe siècle).

(Site de la Tannerie , vallée du Guiers mort, massif de la Chartreuse, Isère).

Voir également les figures 5, 6 bis et 17.



VALLEE DU GUIERS MORT
site G120 - la Tannerie
Le canal en gros moellons calcaires
parallélépipédiques et au ras du sol
XVIe - XIXe siècle

A. Schrambach 2007

Fig 6 bis : le canal en pierres du site de la Tannerie. La partie centrale avec la surverse. Les deux planches permettent la manœuvre de la vanne (orifice de la surverse) et du batardeau (sous la planche aval).
(vallée du Guiers mort, massif de la Chartreuse, Isère)



En Suisse, *bisse* à flanc de montagne, creusé dans le rocher

Fig 6 ter : les canaux pouvaient être creusés dans le rocher

Béals posés près du sol

Le canal pouvait être posé sur le sol mais pour le protéger de la pourriture, il était posé sur des pierres (figure 7) ou des piliers en bois de faible hauteur (images 8, 9 et 9 bis).

Dans d'autres circonstances, en particulier près de l'atelier, les piliers étaient plus hauts (figures 1 et 8).



Fig 7 : *béal* en bois réalisé avec des troncs d'arbres évidés posés sur le sol ou des pierres (à Pralognan - Alpes)
(photo Mestrallet D.)

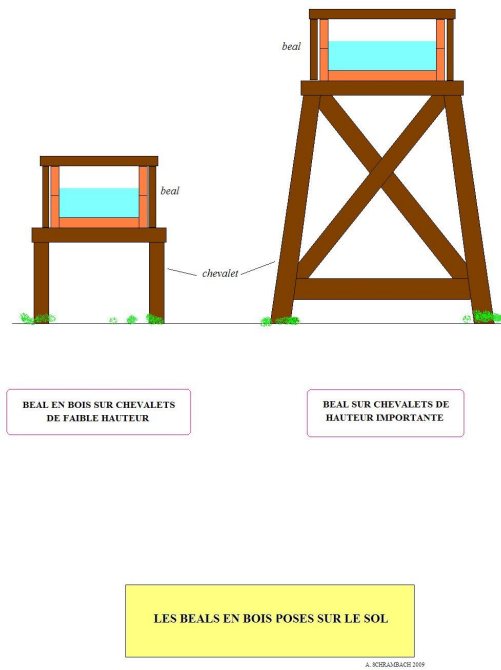
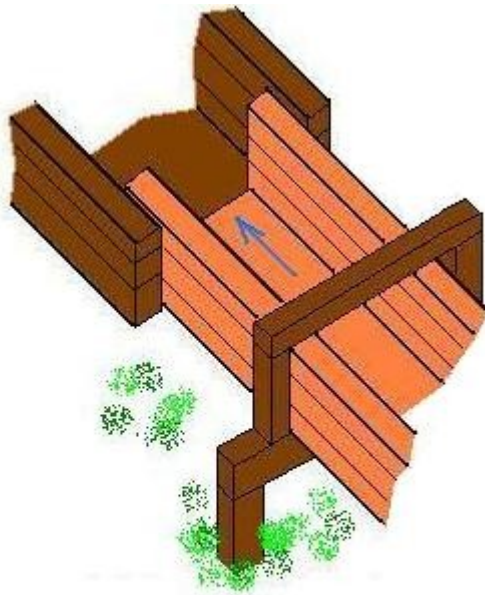


Fig 8 : *béal* posé sur le sol avec des chevalets plus ou moins hauts



Fig 9 : *bisse* posé sur le sol avec de petits chevalets (Valais, Suisse)



béal posé sur le sol

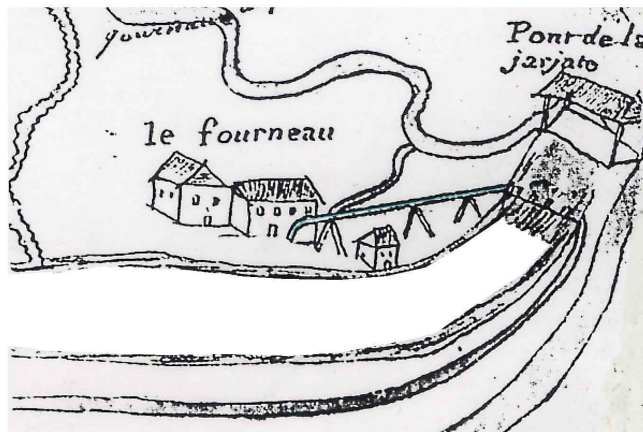
Du XIII^e siècle au XIX^e siècle



Buisse (béal en bois) dans le
Valais (Suisse)

A. Schrambach 2009

Fig 9 bis : *bisse* dans le Valais (Suisse) (Reconstitution récente).
Selon les photographies, les raccords entre éléments du *béal* se faisaient bord contre bord (figure 9) ou en sifflet (figure 9 bis).

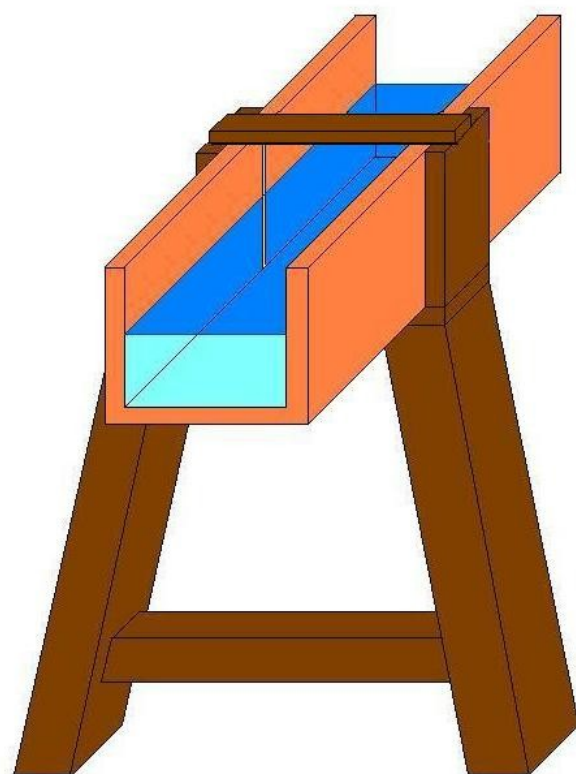


**Seuil et canal sur chevalets du fourneau de la
Fourvoirie (XVIIème siècle)
Guiers mort**



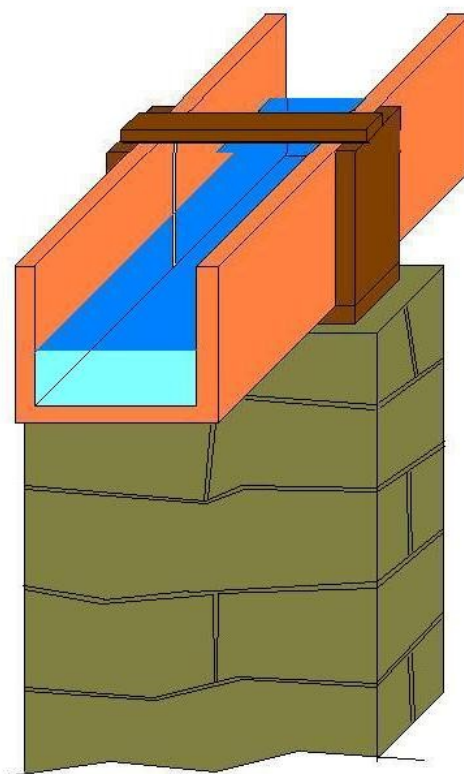
**Canal sur chevalets à Sassenage sur le Furon
(1770)**

Fig 10 : images anciennes de *bèals* posés sur de hauts *chevalets* en bois.
Ceux représentés sur le Furon à Sassenage, sont particulièrement frêles et ne comprennent pas de jambes de force. Par ailleurs la distance entre deux *chevalets* est de l'ordre du mètre ce qui est bien adapté à des planches du *béal* peu épaisses (voir le paragraphe conception d'un *béal*).



béal sur chevalets en bois
G90, G100, G130, G135, G150

GUIERS MORT



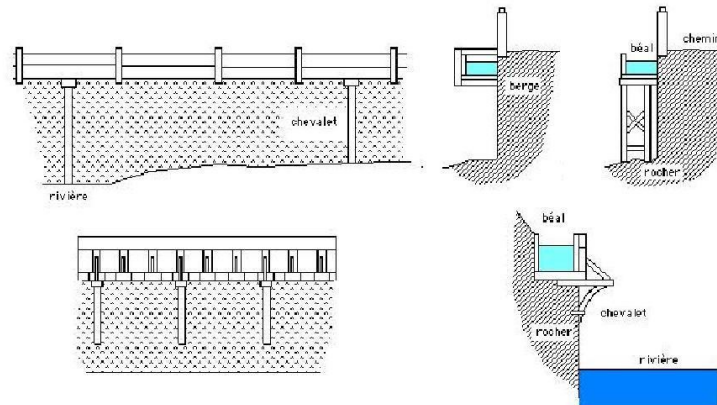
béal sur pilier en pierres maçonnées
G130

Fig 11 : A Currière -site G130- (vallée du Guiers mort, massif de la Chartreuse, Isère) les *chevalets* en bois du réseau du XVIIe siècle (forges) et les piliers maçonnés du réseau du XIXe siècle (scierie) encore visibles.

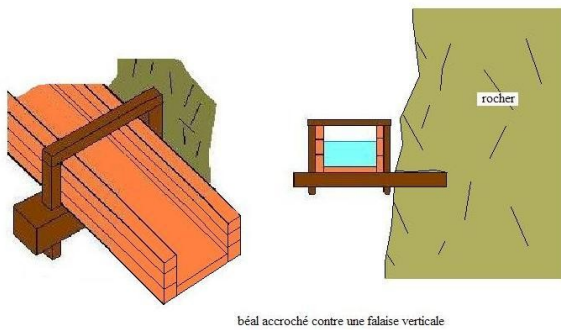
Béals accrochés contre une paroi verticale rocheuse.

Parfois, et sur de très longues distances comme dans le Valais en Suisse, les canaux en bois étaient accrochés contre des parois rocheuses verticales.

Si à Fourvoirie (vallée du Guiers mort, massif de la Chartreuse) la hauteur de la paroi était de l'ordre de 5 mètres (figure 13), dans le Valais il s'agissait de réseaux hydrauliques construits contre des falaises de plus de 100 mètres de haut (figure 14). Les difficultés de tels travaux sont illustrées sur l'image 15.



BEAL A FOURVOIRIE
Première moitié du XIXe siècle
d'après Debelle Alexandre



béal accroché contre une falaise verticale

BISSE EN BOIS (Valais, Suisse)
XIIIe - XIXe siècle

BEAL EN BOIS ACCROCHE CONTRE UNE PAROI VERTICALE ROCHEUSE

A. SCHRAMBACH 2009

Fig 12 : *béal* accroché contre une paroi rocheuse verticale. En haut à Fourvoirie (Guiers mort) et en bas *bisse* dans le Valais, Suisse (d'après les reconstitutions récentes). Les formes des *chevalets* en bois sont variées.



Fig 13 : les réseaux de *béals* en bois à Fourvoirie (vallée du Guiers mort) en 1830.
Voir également la figure 12.



Fig 14 : *bisse* à flanc de falaise dans le Valais (Suisse). Ces réseaux impressionnants sont très longs. Cités dès le XIII^e siècle, ils transportaient l'eau de fonte des glaciers.



Fig 15 : la construction et la pose d'un *béal (bisse)* en bois accroché sur le flanc vertical d'une falaise se faisait par une équipe dont les membres n'avaient ni le vertige, ni le sens de la sécurité du travail ! (Valais, Suisse).

Caractéristiques techniques

Les dimensions, les capacités de transport de ces ouvrages sont les suivantes.

**** Les canaux le long du Guiers mort (massif de la Chartreuse)**

Lors des enquêtes effectuées entre 2007 et 2009, les caractéristiques des réseaux hydrauliques ont été relevées. Des calculs hydrauliques ont donnés les débits transportés.

LES RESEAUX HYDRAULIQUES

Site	long.	larg.	prof.	pente	débit
		(m)		(m/m)	(l/s)
Scierie (pont du martinet) G90	200	(0,50)	(0,5)	/	200
Martinet/haut-fourneau G100	200	/	/	0,014 amont 0,070 éboulis 0,020 aval	200
Tannerie (pont de la tannerie) G120	180	1,09 1,30	1,1 1,0	0,0027 amont 0,019 aval	450/500
Scierie de Currière (XIXe) G130	110	1,06/0,9 0,80	/ 0,5	0,005 0,005	200

Fig 16 : les canaux le long du Guiers mort construits vers le XVIIe siècle (massif de la Chartreuse).

Ceux du site de Currière (G130) n'ont pas été conçus et construits par les moines du monastère de la Grande Chartreuse. En effet le réseau hydraulique de la scierie éponyme a été mis en place entre 1834 et 1842.

Ces canaux avaient les caractéristiques suivantes :

Béal en bois sur *chevalets* en bois : sites G90, partiellement G100, G130 au XVIIe siècle (et G150 - Fourvoirie - hors tableau).

Béal en bois sur *chevalets* maçonnés : site G130 au XIXe siècle.

Béal en pierres non maçonnées, insérées dans le sol : G120 et partiellement G100.

L'examen du tableau précédent montre que les canaux ont fréquemment une longueur totale de l'ordre de 200 m. Les pentes sont comprises entre 0,014 et 0,020 m/m (avec trois exceptions 0,0027 à la Tannerie (G120), 0,005 à la scierie de Currière et 0,069 en amont au passage des gros éboulis au site G100). Pour une longueur de dix mètres la dénivellation est donc en général comprise entre 14 et 20 centimètres.

La figure 17, montre le détail des relevés de la terminaison aval du canal du site de la Tannerie (G120)

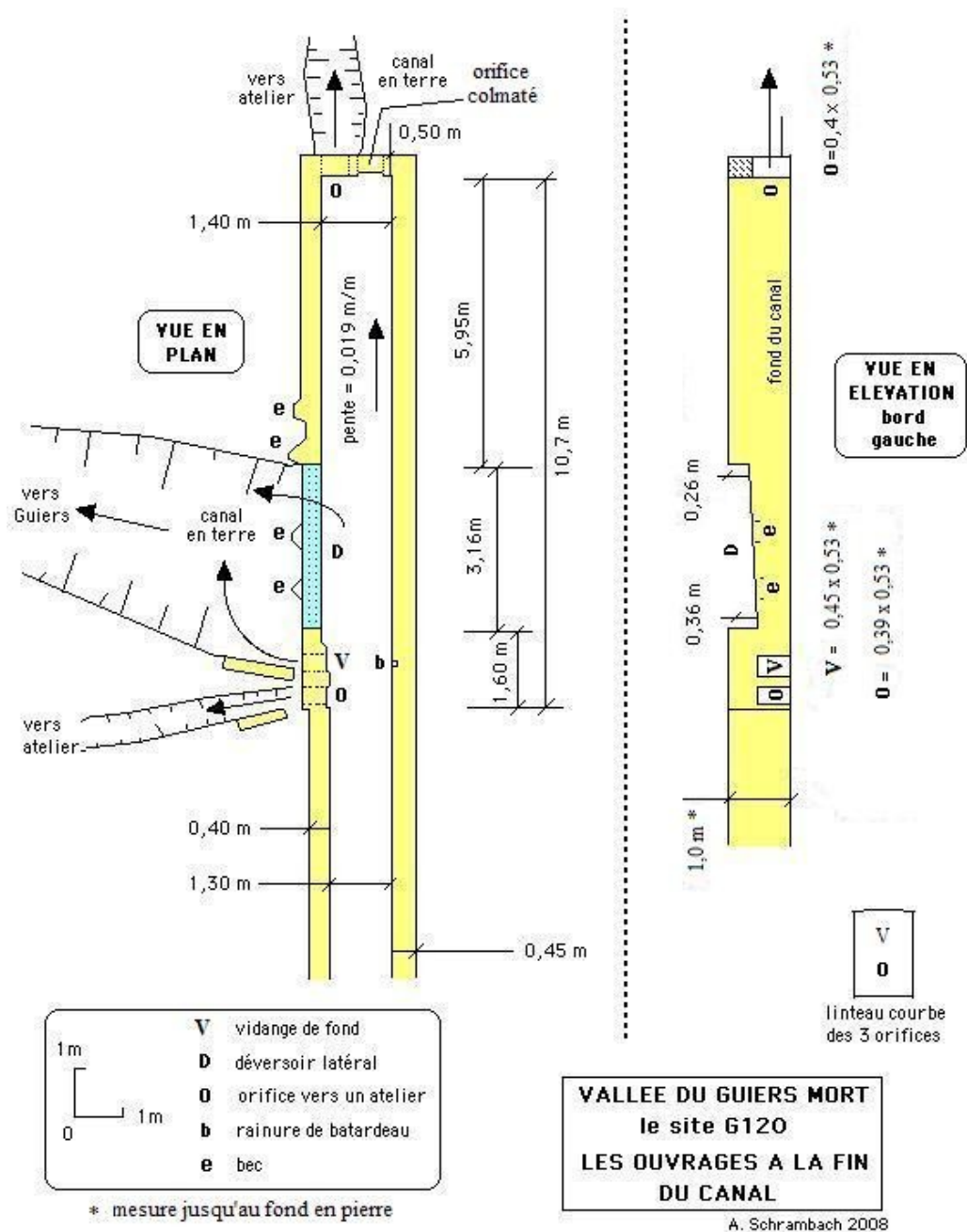


Fig 17 : données numériques sur le *béal* en pierres insérées dans le sol au site de la Tannerie (site G120, vallée du Guiers mort – Massif de la Chartreuse)

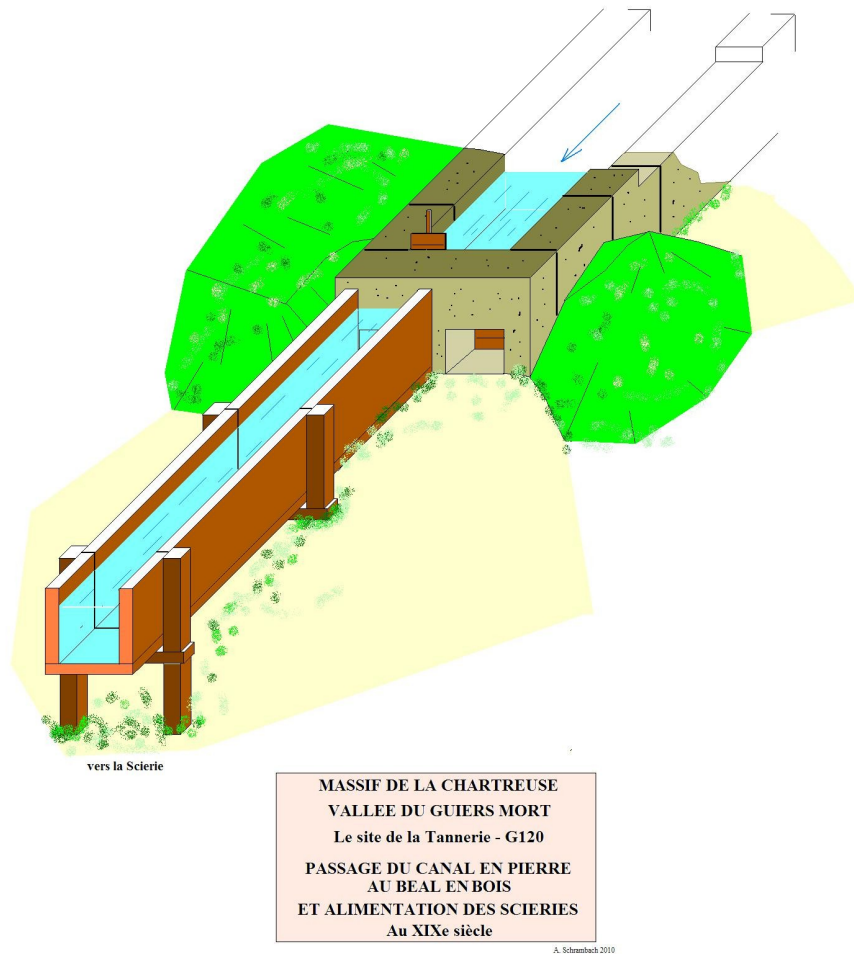


Fig 17 bis : dans la vallée du Guiers mort (Massif de la Chartreuse), au site de la tannerie (G120) passage du canal en pierre enterré au *béal* en bois aérien.

** Les réseaux hydrauliques de la vallée de la Fure (figure 18)

Ils sont donnés à titre de comparaison car il s'agit à 98% de canaux en terre plus importants que ceux du Guiers mort.

LES CANAUX USINIERS ET D'ARROSAGE

rigole d'arrosage en haut des versants - irrigation
d'appoint par déversement coté bas de pente

Longueur

de 100 à 3000 mètres (Hien)

Largeur

usnier : de 2 à 5 mètres (en terre, en maçonnerie,
arrosage : 1 mètre | aqueduc à voûtes)

Hauteur d'eau

de l'ordre de 50 cm
revanche de 30 cm

Pente longitudinale

de 1,5 cm à 13 cm pour 100 mètres
| on pouvait pour certains stocker l'eau dans le bief
mais les berges n'étaient jamais horizontales

Hauteur de chute

de 1,5 à 13 mètres (en moyenne 2 à 3 mètres)

Débits

canal : de 200 à 1200 l/s (à l'issue d'une crue)
d'après les archives : débit max sur une turbine (Kachlin), en 1865,
à la papeterie Montgolfier : 500 l/s

Les données numériques étant issues de plans suffisamment précis et détaillés
et donc récents, ces valeurs sont celles des canaux après 1870

VALLEE DE LA FURE

LES CANAUX USINIERS ET LES CANAUX D'ARROSAGE

A. Schrambach 2003

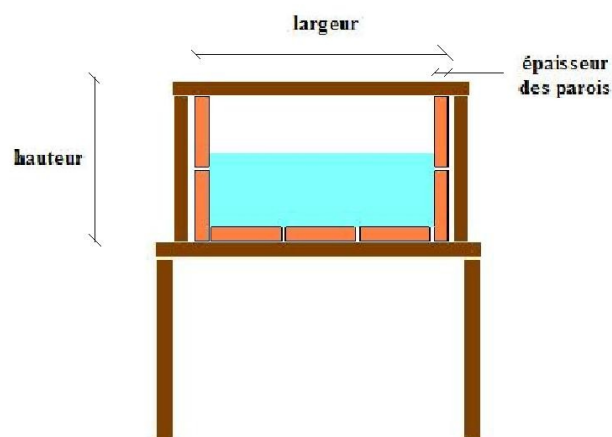
Fig 17 ter : à titre de comparaison, les canaux en terre dans la vallée de la Fure (Isère)

** Les bisses du Valais (Suisse)

Les valeurs suivantes sont données à titre indicatif car :

- elles sont déduites des photographies.
- ces constructions sont des reconstitutions et sont donc – peut être – plus ou moins fidèles.

	hauteur	largeur	longueur unitaire	
8 cm	35 cm	1	1	
5 cm	35 cm	70 cm	1	
5 cm	40 cm	40 cm	1	
8 cm	35 cm	40 cm	250 cm	



d'après les photographies

LE VALAIS - SUISSE

LES BISSES (canal) EN BOIS

Fig 18 : les *bisses* du Valais (Suisse). Ces reconstitutions montrent de nombreux joints entre les planches ce qui est générateur de fuites importantes (sur ces reconstitutions, l'étanchéité est assurée par une membrane plastique posée dans le canal).

Autrefois, on devait utiliser une planche monoxyle pour chaque bord et une autre pour le fond (voir le paragraphe conception).

Le problème de l'étanchéité d'un béal.

L'étanchéité est à relier à l'existence des raccords entre les planches. Ce paramètre est important car il conditionne l'obtention au point d'utilisation, donc à l'aval, d'un débit suffisant (arrosage ou usage industriel). En effet pour en tenir compte le débit en tête doit être accru par rapport aux besoins des moteurs hydrauliques. Par ailleurs la conception des canaux a du en tenir compte.

La phrase suivante est très explicite. En 1861, d'après le baron Achille Raverat, qui décrit le site de Fourvoirie (forges et scieries des sites G150, G160 et G165) (vallée du Guiers mort, massif de la Chartreuse, Isère) :

« *De chaque côté (du Guiers) des conduits en bois (ou béals) reçoivent les eaux (à partir de l'ouvrage de prise et du seuil en rivière) pour les porter aux diverses usines (moulin et scierie en rive gauche, gros atelier métallurgique en rive droite). Elles coulent avec vitesse dans les planches qui les resserrent, elles versent par-dessus les bords, elles s'échappent par toutes les fentes et vont enfin imprimer le mouvement aux vastes roues de forge.* ».

Il faut remarquer que si les fuites étaient acceptées c'est parce que les débits disponibles dans le ruisseau étaient supérieurs aux besoins.

Les photographies des *bisses* suisses montrent des canaux construits avec des madriers plus que des planches étroites. (par exemple, section d'un élément : 17 cm x 8 cm). Ceci conduit à des joints nombreux. Ceux des bords sont posés « *sur chant* » et ceux du fond « *sur plat* ».

Il est vraisemblable qu'autrefois on utilisait des planches peut être aussi épaisses mais plus larges de façon à ne présenter des raccords de planches qu'à la jonction à angle droit entre les bords et le fond ainsi qu'à la jonction entre deux éléments de *béal*.

Cette jonction entre deux éléments du *béal* se faisait selon deux méthodes :

-jonction bord contre bord : voir les figures 9 et 13.

-jonction en « *sifflet* » : comme le montre les figures 9 bis (dessin d'après une photographie d'un *buisse*) et 21. L'extrémité du *béal* amont était insérée dans celle du *béal* aval.



**FUITES LE LONG DU
BEAL EN BOIS AUX
RACCORDEMENTS
DES PLANCHES**

A. Schrambach 2008

Fig 19 : les fuites d'eau le long d'un béal en bois (vallée du Guiers mort).

La figure 19 montre les fuites limitées aux raccords verticaux entre les éléments de canaux. En effet on suppose qu'au fil des mois, les éléments fins ont colmaté les raccord de planches situés au fond du canal (où la vitesse est la plus faible).

Sur ces bases le calcul des fuites a été effectué. On a admis qu'au fur et à mesure que le débit transporté diminuait à cause des fuites, l'importance de celle-ci régressait (car la charge sur l'orifice et la longueur de celui ci diminuaient).

BEAL EN BOIS : CALCUL DES FUITES UNIQUEMENT SUR LES COTES (*)

BEAL NEUF

	largeur de la fente (m)		0,001	paramètre m		0,4		espacement des fentes (m)		5	nb fentes	débit (l/s)
	TROU		EAU	FUITE	FUITE	2 côtés		long béal				
	hauteur eau	surface	charge moyenne	(m3/s)	(l/s)	(l/s)	(m)					
Amont	0,5	0,0005	0,25	0,0004	0,4		0,9	100	20	17,7		
Centre	0,375	0,00038	0,1875	0,0003	0,3		0,6	60	12	6,9		
Aval	0,25	0,00025	0,125	0,0002	0,2		0,3	40	8	2,5		
TOT								200		27,1		

BEAL VIEUX

largeur de la fente (m)	0,003	paramètre m	0,4	espacement des fentes (m)		5			
TROU		EAU	FUITE	FUITE	2 côtés	long béal	nb fentes	débit	
hauteur eau	surface	charge moyenne	(m3/s)	(l/s)	(l/s)	(m)		(l/s)	
Amont	0.5	0.0015	0.25	0.0013	1.3	2.7	100	20	53.2

Centre	0,375	0,00113	0,1875	0,0009	0,9	1,7	60	12	20,7
Aval	0,25	0,00075	0,125	0,0005	0,5	0,9	40	8	7,5
TOT							200		81,4

Resultats : béal neuf, de 200 m, fente de 1 mm : 30 l/s
béal vieux, de 200 m, fente de 3 mm : 80 l/s

* On suppose que les raccords planche du fond – planches verticales sont colmatés par les dépôts argileux.

Fig 20 : fuites d'eau dans un vieux *béal* en bois de 200 mètres de long.

Avec un *béal* neuf (fentes étroites car le bois n'a pas encore joué) au bout de 200 mètres de long pour un débit en tête correspondant à une lame d'eau dans le canal épaisse de 50 cm, les fuites cumulées sont de 30 l/s. Avec un *béal* vieux, elles sont de 80 l/s.
 Soit au total une perte de 6 à 16% du débit dérivé.

Y a-t-il eu des actions pour réduire ces pertes ? Il s'agit d'un problème de gestion de l'eau et d'un autre purement technique.

Aspect gestion de l'eau.

La gestion de l'eau était simpliste : on entonnait le maximum d'eau (le surplus retournait tout de suite au ruisseau par débordement) et on dimensionnait la section (et donc le débit transporté) pour avoir à l'aval, à l'atelier le débit suffisant. Ce type d'action n'était valable que si les débits du ruisseau étaient supérieurs au débit exigé sur la roue hydraulique pour laquelle fonctionne correctement.

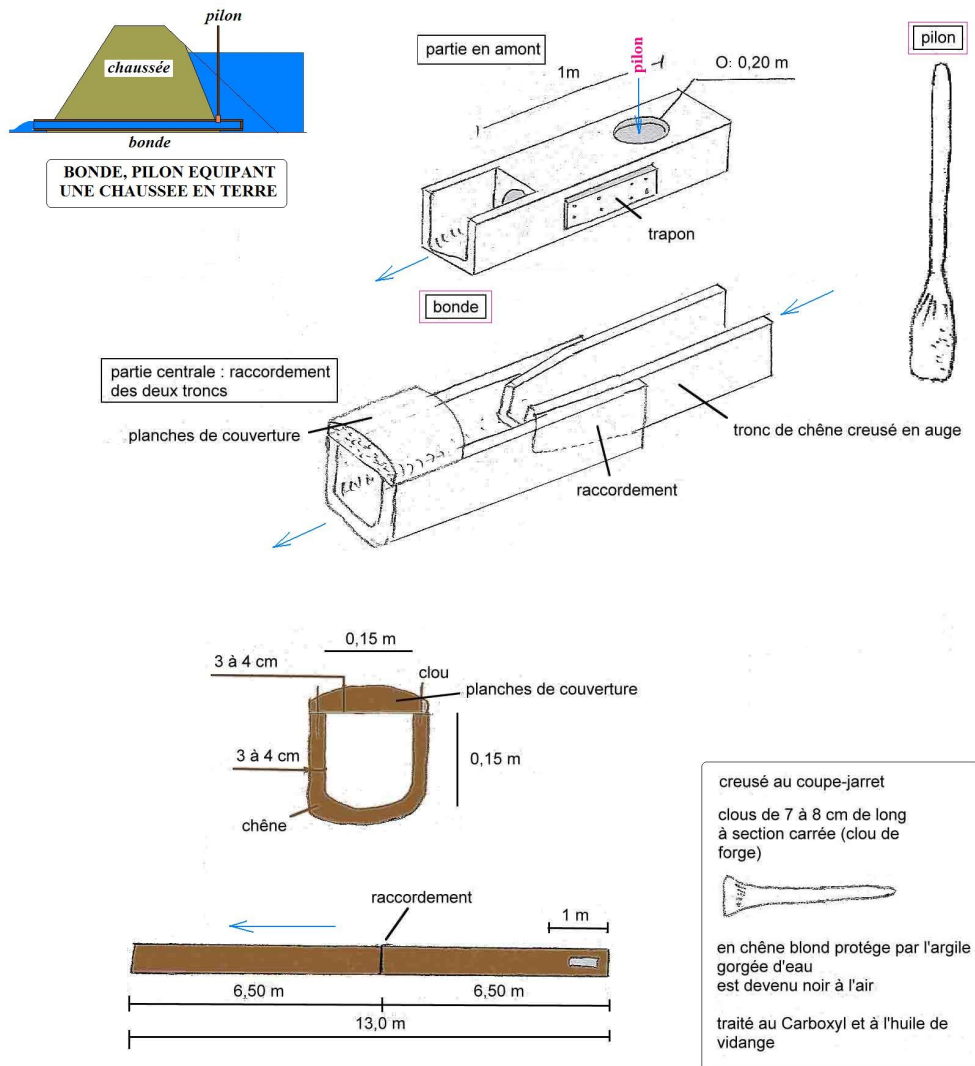
Aspect technique.

Dans le cas contraire, il fallait réduire les pertes. On devait, par analogie avec le travail sur les coques des bateaux, calfater les joints en insérant de la mousse à coup de maillet.
 Si le débit transporté était faible on pouvait utiliser des *béals* obtenus en creusant une auge dans un tronc d'arbre (figure 7).

A ce sujet il faut préciser que dans les campagnes reculées, on ne pouvait construire des conduites (plus ou moins) en charge qu'avec des troncs d'arbres évidés ou bien en poterie. Si l'étanchéité longitudinale était (en principe) assurée, les raccords entre éléments étaient le point faible. Avec la pression l'eau giclait par le moindre interstice !

Ce dispositif était utilisé dans les *bondes* en bois jouant le rôle de vidange de fond des barrages en terre : on les fabriquaient à partir d'un tronc d'arbre. Toutefois elles étaient très courtes et les pertes étaient limitées car le dispositif était colmaté par l'argile des *corroys* de la *chaussée* (par contre à la longue, des renardages s'y produisaient !) (figure 21).

Il faudra attendre l'usage de conduite basse pression en mortier de ciment et en tôles métalliques roulées et rivetées. La première citée (indirectement) le fut en 1848 pour l'installation d'une turbine alimentée par le canal supérieur et une chute d'eau de 13 mètres, au site métallurgique de Bonpertuis (vallée de la Fure, Isère).



d'après
Mr PERROT
0474 58 39 98
avril 2004

LES CHAUSSEES EN TERRES

La bonde et son pilon

Environ de la Côte-Saint-André

A. Schrambach 2004
Perrot

Fig 21 : courte conduite en bois insérée dans le corps d'une *chaussée* en terre (*bonde* constituée d'une conduite en bois et d'un bouchon ou *pilon*)

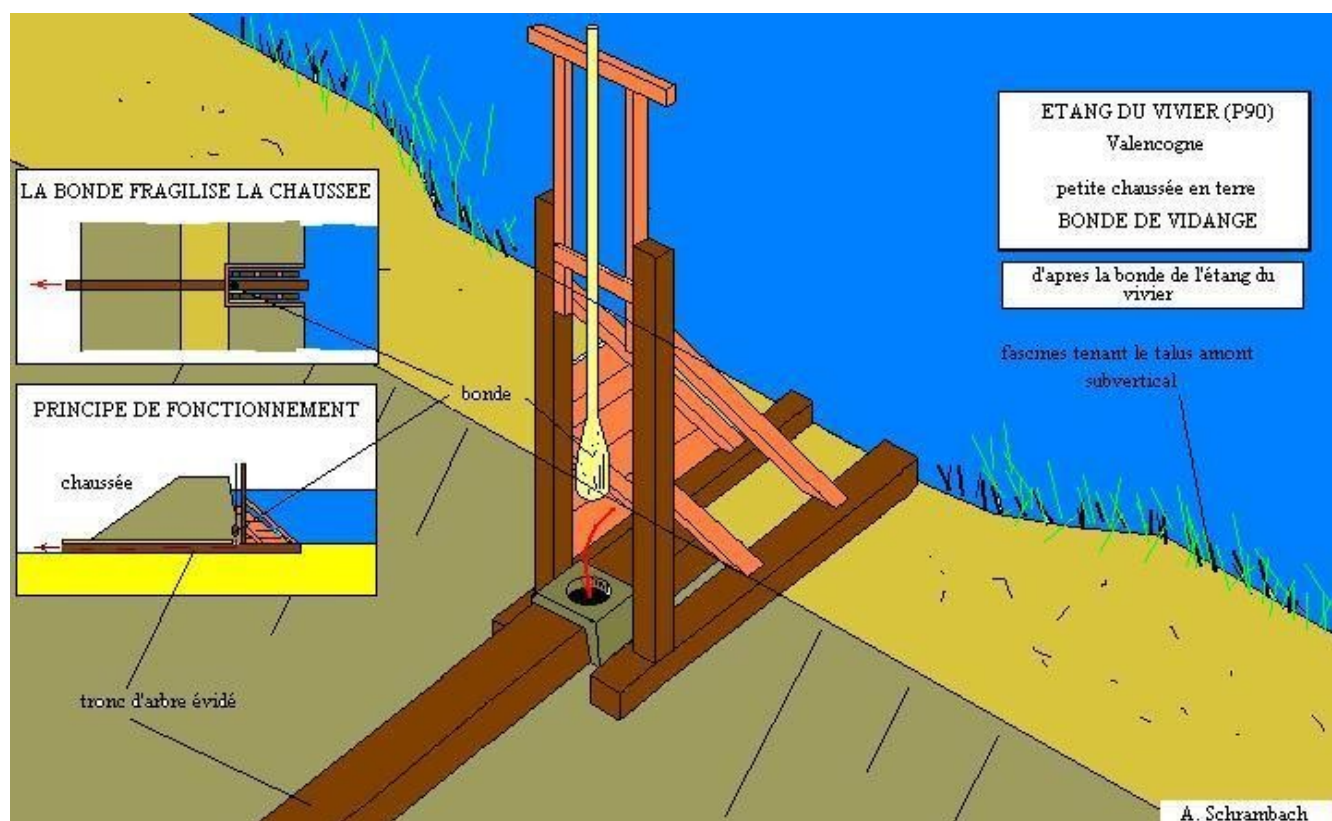


Fig 21 bis : bonde sur une chaussée en terre à Valencogne (dessin d'après une photographie de Verdel Eric)

A-t-on été jusqu'à calfater ces joints en cumulant « *raccord des planches en dièdre, pose d'un cordon de mousse maintenu par une languette en pin et elle-même éventuellement par des happes métalliques ou des baguettes de bois* » ?
 Cette hypothèse est présentée sur la figure 22.

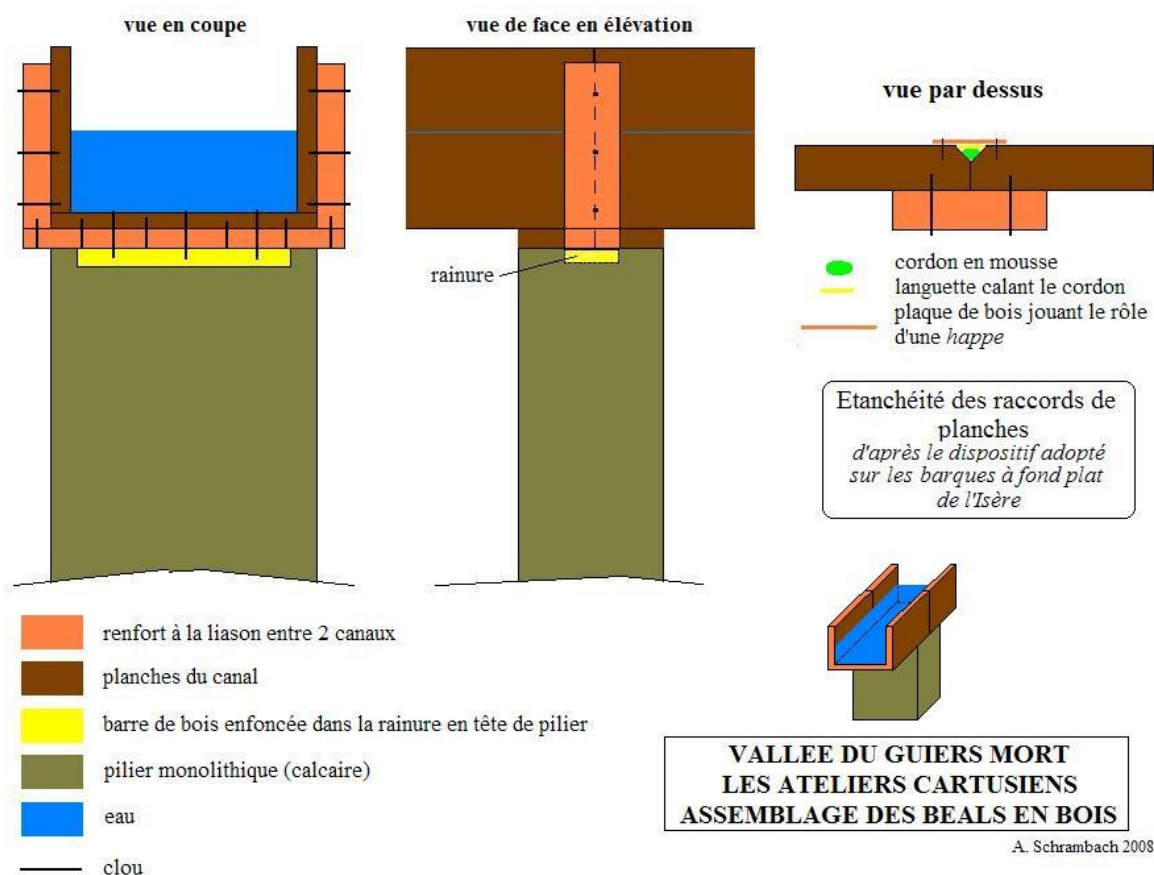


Fig 22 : solution hypothétique dérivée du calfatage des coques des bateaux de tradition celto-rhodanienne. Cette solution présente dans les coques des bateaux de l'Isère (et plus généralement du bassin amont du Rhône) fut-elle utilisée sur les *béals* en bois ?

Conception d'un béal

La nécessité de réduire les fuites a pu conduire les charpentiers à choisir un mode d'assemblage planches des côtés – planche du fond particulier.

En effet, la planche du fond n'est maintenue qu'à ses extrémités et elle supporte son poids et celui de l'eau. Ces masses pesantes sont régulièrement réparties sur toute la longueur et elles entraînent une flexion de la planche du fond (flèche).

Pour un fond de 2,50 m de long, une largeur de 0,40 m et une épaisseur de planche de 0,07 m, le poids de la planche (bois mouillé) est de 60 kilogrammes. Celui de l'eau est de 500 kilogrammes soit un poids total de 560 kg.

Le calcul de la flèche maximum (au centre entre les appuis) donne les résultats suivants pour diverses longueurs et diverses épaisseurs des planches :

Planche longue de 2,50 mètres (poids de l'ordre de 560 à 640 kg)

Epaisseur du fond (mm)	Flèche au centre (cm)
70	17
100	6
125	3
150	2
170	1,3

Planche longue de 2,00 mètres

Epaisseur du fond (mm)	Flèche au centre (cm)
70	14
100	5
125	3
150	1,5
170	1

Planche longue de 1,50 mètres (poids de l'ordre de 340 à 400 kg)

Epaisseur du fond (mm)	Flèche au centre (cm)
70	10
100	4
125	2
150	1
170	0,8

Tab : relation épaisseur de la planche du fond et flèche maximum (au centre entre les deux appuis) de la même planche.

Comme le poids supporté est élevé (de l'ordre de 340 à 640 kg selon la longueur de la planche du fond), la portée non négligeable (2500 mm pour la plus grande valeur), la poutre mise « *sur plat* » ce qui n'est pas mécaniquement la meilleure solution, pour avoir une flèche au centre (due à la flexion de la planche) pas trop élevée ... tout ceci entraîne que l'épaisseur de la planche du fond devait être de l'ordre de 100 à 150 mm.

Toutefois comme le montre la figure 24, les longueurs unitaires des *béals* étaient courtes.

Par ailleurs, comme le montre la figure 23, il était préférable que les planches des bords soient contre celle du fond et non posées dessus. En effet avec le fléchissement du fond (poids et fatigue du bois en vieillissant) la planche horizontale se déplacerait vers le bas entre celles du bord (qui elles travaillent mieux car elles sont « *sur chant* ») et l'étanchéité serait mieux assurée.

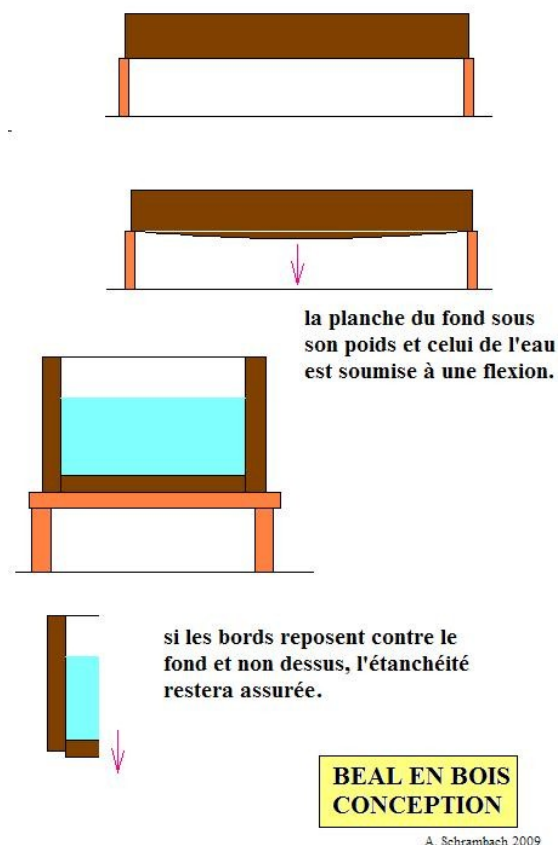
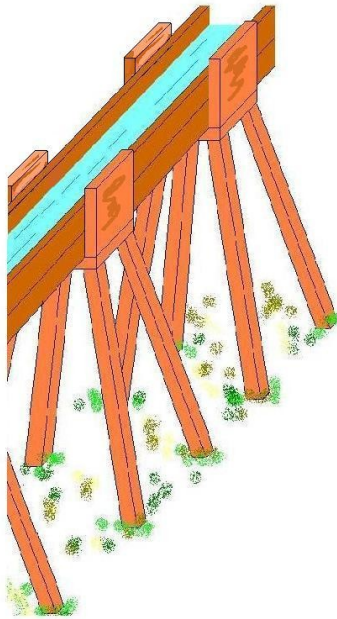


Fig 23 : conception du *béal* pour avoir des fuites réduites malgré le fléchissement de la planche du fond.

L'examen des vieilles images montrant des *béals* en bois montre que les formes et structures étaient diversifiées.

Outre la diversité des chevalets, en particulier les bords sont fréquemment constitués chacun de deux planches. Les scies battantes à eau de l'époque avaient elles la puissance suffisante pour produire de larges planches ?

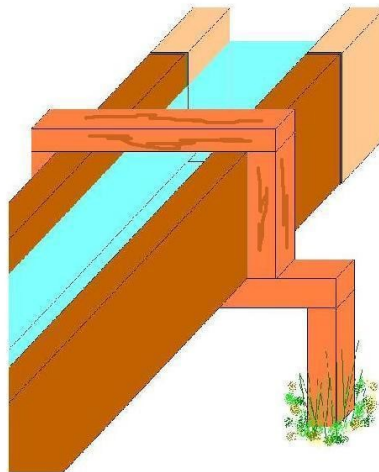
Il n'en subsiste pas moins que les fuites d'eau devaient être un réel problème.



**Béal sur le Furon à Sassenage
seconde moitié du XVIIIe siècle**

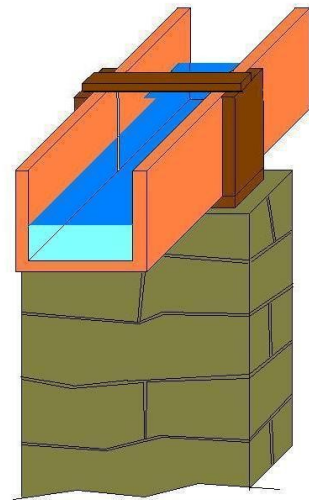
- chaque bord est constitué de 2 planches.
- les chevalets - sans jambe de force - sont distants de 1 mètre et la section hydraulique est faible : la planche du fond pouvait être de faible épaisseur.

Chevalets : distants de 1 mètre environ
hauteur : de l'ordre de 2 mètres



**Béal, ou bisse, dans le Valais suisse.
âge indéterminé (reconstitution)**

Chevalets distants de 2 à 2,5 mètres
hauteur : de l'ordre de 0,5 mètre



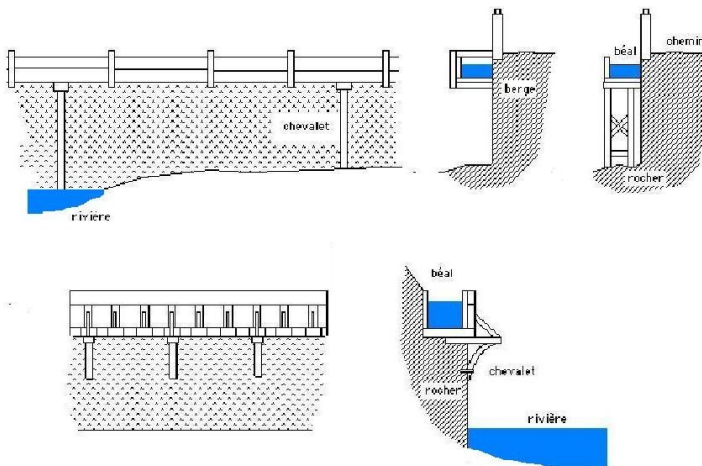
**Currière - Guiers mort
1er tiers du XIXe siècle**

Béal en bois posé sur des chevalets en pierres calcaires maçonnées

Chevalets distants de 2,2 à 3,1 mètres
hauteur de 0,5 à 2,5 mètres

**FORMES ET STRUCTURES DE
QUELQUES BEALS EN BOIS**

A. Schrambach 2009



**Fourvoirie
vallée du
Guiers mort**

- première moitié du XIXe siècle.
- les formes et structures sont variées.
- chaque bord est constitué de 2 planches

Chevalets distants de 1,5 à 2 mètres

Fig 24 : dessins réalisés d'après des images anciennes (Sassenage et Fourvoirie), des photographies de reconstitution (Valais) et des observations sur le terrain (Currière). Les *chevalets* (piliers) sont très rapprochés

BIBLIOGRAPHIE

Labarraque P. La charpente en bois traditionnelle et moderne Ed. JBB 1964

Schrambach A. Vallée du Guiers mort. Les réseaux et les ouvrages hydrauliques des vieux ateliers cartusiens 2009 56 pages, 48 images non édité.

Schrambach A. Massif de la Chartreuse – le *Guiers mort*. La gestion de l'eau au jour le jour dans les ateliers cartusiens échelonnés le long du Guiers mort. 7 pages 6 figures 2009 non édité.

Schrambach Alain Les canaux dans la Fure : un réseau essentiel pour la vie économique de la vallée Chroniques Rivoises n°24 11-1997

Schrambach Alain La gestion de l'eau par *éclusage*. Ses contraintes, ses possibilités 17 pages Non édité 2007. (Complément à l'étude : Schrambach A. Une situation conflictuelle : la gestion de l'eau dans la Fure du Moyen Age au XXe siècle. Chroniques Rivoises 1999).

Schrambach A. De vieux aménagements : les *chaussées* en terre, les *serve*s et les étangs dans les vallées autour du lac de Paladru (avant 1850). 46 pages 26 figures 2009 Non édité

Schrambach Alain Descriptions de quelques bateaux de l'Isère 46 pages 31 figures 2009 Non édité. (compléments à l'étude : Schrambach A. Couegnas P. Images de la batellerie de l'Isère 26 pages *Le Monde Alpin et Rhodanien* 1°-3° trimestre 1999).

Les photographies des *bisses* du Valais (Suisse) sont extraites d'une succession d'images présentées sur Power Pont (travail anonyme).