

CONSERVATION DU PATRIMOINE

FICHE DESCRIPTIVE

.*.

REPERAGE DU SITE G120

version du 11/12/2010

VALLEE DU GUIERS

Pont de la Tannerie (1652 et non 1662)

TANNERIE (*escoffiers, essagores, essagornis, essagotorii et essagonies, chauchières et cochières*) (XVIe – XVIIIe)

CORDONNIERS, BOURRELIERS (XVIIIe)

MOULIN A GRAINS (*molin*), **TISSAGES, MARECHAUX** (XVIIIe – XIXe ?),
SCIERIE (*settaz*) (XIXe)

Valombré

commune de Saint-Pierre-en-Chartreuse

A. SCHRAMBACH J. CAPOLINI G. REMILLIER

(62 pages et 44 images)

1-SITUATION, ENVIRONNEMENT

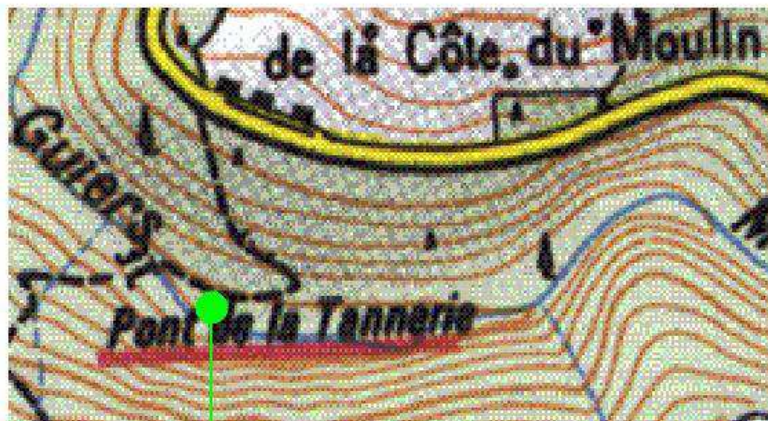
Position : 45° 20,810 N
5° 47,679 E

Atelier situé près, et en amont, du pont de la Tannerie, sur la rive droite du Guiers mort, en amont de la confluence (à 100 m du pont) avec le ruisseau saint Bruno (qui longe le monastère). Les 3 chalets de l'ONF, alignés le long de la route de St-Laurent, sont au dessus du site (en rive droite).

D'après la carte de Cassini et le cadastre napoléonien, il semblerait que le moulin du XVIIIe, la tannerie (XVI à XVIIIe) puis la scie (début du XIXe et années 1880) aient utilisé successivement le même réseau hydraulique alimenté par le Guiers.

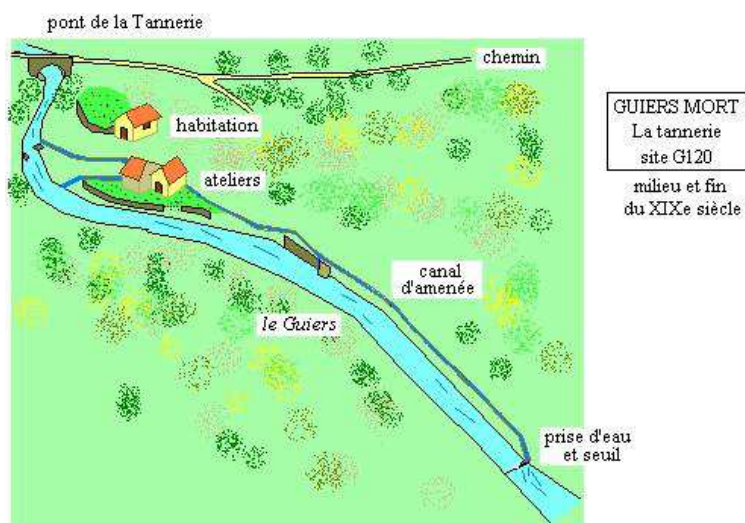
Le fait que le pont porte le nom de *pont de la tannerie* (daté de 1652), laisse supposer que cet atelier est ancien.

Le chemin passant par le pont devait aller aux prairies de Valombré (*habert de Valombré* grange et ruines d'après la carte IGN au 1/25000e et la carte d'état major de 1843), sinon même par la rive gauche à la Porte de l'Enclos.



G 120 tannerie, moulin, scierie

VALLEE DU GUIERS MORT - LE PONT DE LA TANNERIE ET LES ATELIERS



A. Schrambach 2008

2-DONNEES HISTORIQUES

Remarque préliminaire

Le moulin à grains du site G120, est situé à peu de distance du monastère de la Grande Chartreuse (2 kilomètres).

Les moines par ailleurs avaient, comme toutes les personnes jusqu'à la fin du XIXe siècle, une forte consommation en pain (de 300 à 250 kilogrammes par an et par adulte). Un moulin à grains était donc obligatoirement associé au monastère.

Au XVIIIe siècle, on cite le moulin à grains construit sur la berge du ruisseau de Saint Bruno en face du monastère (site G310). Bien qu'il n'y ait pas de citations antérieures, ce moulin avait nécessairement existé et fonctionné depuis plusieurs siècles.

Or il est alimenté en eau par ce petit affluent dont le bassin versant a une très petite superficie. De plus les basses eaux descendent à des débits insuffisants pour le fonctionnement des meules et ceci malgré un *éclusage* avéré par la présence de *serve*s. En 1880, au sujet des *moulins à planches* établis près de ce moulin on cite « *Une (scierie) au dessus du couvent (site G310) qui n'a de l'eau que pendant 1 ou 2 mois de l'année et qui serait sans valeur pour un étranger car un scieur ne pourrait pas y vivre* ».

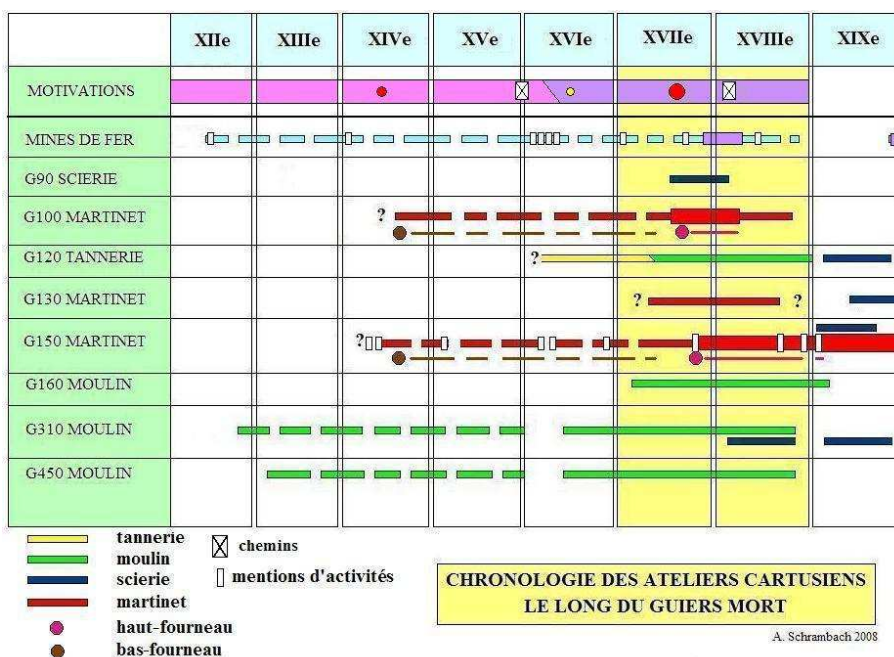
Donc, pour compenser cette faiblesse, les moines ont pu, dès le XVIIe siècle (et alors creuser et bâtir le canal tel qu'il est de nos jours), construire le moulin à grains du site G120. Etant alimenté par le Guiers mort, il avait un fonctionnement régulier contrairement à celui du G310.

Questions :

* Y-avait-il un moulin à tan ?

* En l'absence de moulin à tan, pas de tannerie mais une mégisserie ? (*blancherie*) (et un *parcheminier* pour les textes des moines ? En effet quoique les parchemins n'étaient plus utilisés au XVIe siècle, des images du XVIIe réalisées par les moines sur des parchemins existent)). Toutefois la présence de bourrelier et de cordonnier (au XVIIIe) conduit à l'usage de cuirs épais tannés.

Au XVIIe siècle, l'image de la scierie et du martinet - haut-fourneau (G90-100) près du pont du Martinet (ADI 2MI 1086), est dessinée sur un parchemin. Ce support pouvait avoir été fabriqué au site de la Tannerie où une activité de mégisserie aurait perduré.



dates :

XVIe siècle

Date de création : inconnue

1588 : incendie et destruction de la tannerie du site G120 appartenant au monastère (CPI, 2001)

Vers la fin de 1588 : «Vers la fin de 1588 la Corrierie fut réduite en cendres... La tannerie et la grange de Chartrousette furent aussi détruites par des incendies presque au même moment » (*La Grande Chartreuse par un Chartreux* 1881 édition de 2007, page 145)

XVIIe siècle

XVIIe : reconstruction de la tannerie accompagnée d'un moulin à grains (CPI, 2001)

1652 : date inscrite sur la clé de voûte amont du pont de la Tannerie (et non 1662)

1670 : la tannerie n'est pas citée sur l'image en relief du domaine de la Grande Chartreuse de 1670. Toutefois, le site n°9 « les molins » pourrait correspondre au site G120 (*Description de la Grande Chartreuse et les Montagnes et Bâtiments independans* 1670). A noter que ceux situés le long du monastère au XVIIIe (carte de Cassini) ne sont pas cités (site G310).

XVIIIe siècle

Avant 1744 : un moulin (à grains ?) est adjoint à la tannerie (d'après Dubois M. *Désert de la Grande Chartreuse, souvenirs archéologiques.* Les Echelles ed. Buscoz 1924)

1744 : un moulin est cité sur la carte de Cassini

1755 : « on voit (sur ce site) une multitude d'ouvriers de tout genre, meuniers, maréchaux, cordonniers, bourreliers et même de fabricants d'étoffes et de toiles à l'usage de la maison » (d'après le père Mandar cité dans Dubois M. *Massif de la Chartreuse, deux ruines inconnues Aix-en-Provence* 1922)

date non précisée (fin XVIIIe ou début XIXe ?) : abandon de la tannerie et probablement du moulin

XIXe siècle

1832 : les « scies de la tannerie » sur le cadastre napoléonien sont indiquées avec 2 bâtiments et le canal.

1843 : une scie est citée sur la carte d'état major ainsi que 3 bâtiments

1877 : scie sur la carte d'état major

1880 : un rapport établi à cette date, cite 4 scieries dans le domaine cartusien « *Une au dessus du couvent (site G310) qui n'a de l'eau que pendant 1 ou 2 mois de l'année et qui serait sans valeur pour un étranger car un scieur ne pourrait pas y vivre, deux scies à la tannerie, qui sont sans travail et dès lors sans valeur depuis que la route neuve (depuis le milieu des années 1850) de la Croix Verte les a reléguées au fond d'un ravin (site G120) ; et une quatrième à Fourvoirie, qui chôme presque toute l'année, faute de bois et que l'usine métallurgique a louée, non pour la faire valoir mais pour éloigner un concurrent ayant la primauté sur elle, pour les eaux du Guiers qui lui sont indispensables » (G165) » . (d'après Galiano Martine 2005). Toutefois la présence de 2 scies sur le site G120, ne signifie pas qu'elles pouvaient fonctionner ensemble (voir les calculs après). Les scies du site G120, ont dû fonctionner pratiquement jusqu'à la fin du XIXe siècle ce qui signifie que le canal coulait jusqu'à cette époque.*

XXe siècle

1949 : ?? sur la carte IGN au 1/20000e

1986 : ?? sur la carte IGN au 1/25000e

XXIe siècle

2007 : ??

plans :

1744 : carte de Cassini

1832 : cadastre napoléonien

1843 : carte d'état major de 1852 (levés de 1843)

1877 : carte d'état major de 1895 (levés de 1877)

1949 : carte IGN au 1/20000e

1986 : carte IGN au 1/25000e

cadastre actuel

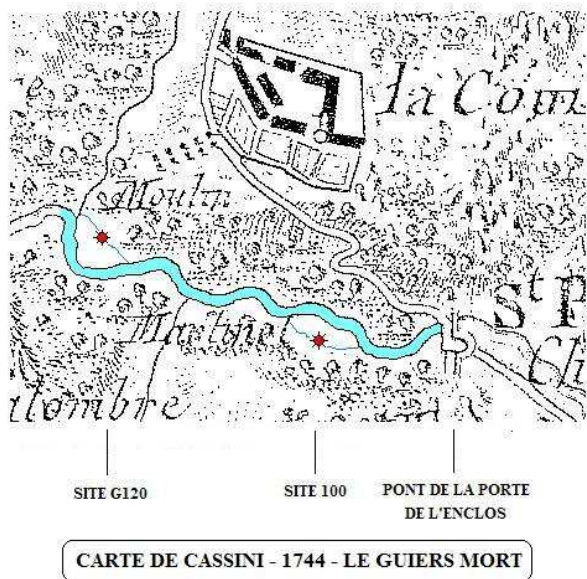


Fig : à noter que le pont de la tannerie (construit en 1652) et le chemin qui l'emprunte pour traverser le Guiers, ne sont pas indiqués.

Ne pas oublier que la carte de Cassini est purement indicative :

* Outre le fait que la planimétrie est aléatoire (angles et distances surtout dans un région montagneuse avec des vallons encaissés), l'altimétrie absente (simples figurés évoquant un relief), les lieux, chemins etc sont présentés d'une manière très incomplète et fréquemment erronée.

* Par exemple, l'examen sur le terrain montre que le canal de fuite ne pouvait rejoindre le ruisseau de St Bruno (la berge est en fait le versant très en pente de la colline).

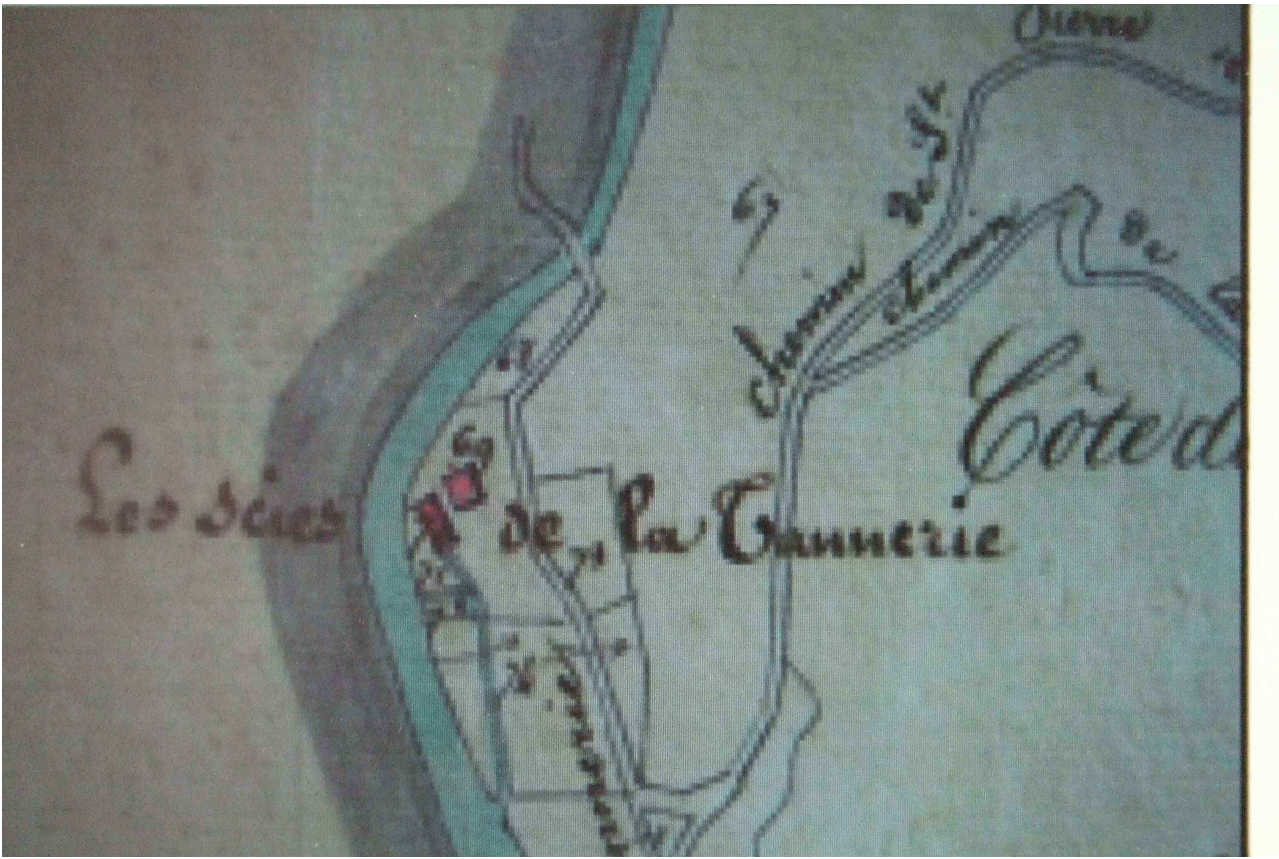


Fig : les scies de la tannerie en 1832 et le pont de la tannerie (cadastre napoléonien). Le pont de la tannerie (très en aval des ateliers) et le chemin qui l'emprunte sont indiqués. La route bitumée actuelle (qui doit dater quant à son tracé des années 1850 car elle n'existe pas sur la carte de 1843) n'existe pas.
Le nombre d'ateliers est beaucoup plus faible qu'aux XVIIe et XVIIIe siècles.

3-DONNEES TECHNIQUES

Nombre de fiches : 1

Images anciennes : 3

Les bâtiments et constructions (ateliers et pont)

XVIIe siècle

L'image en 3D (avec le pont du Martinet sous forme de passerelle en bois) montre trois corps de bâtiments accolés (cf dessin joint)

1744 :

Bâtiments non indiqués. L'atelier situé entre la fin du canal et le Guiers devait exister à cette époque (voir le plan relevé en 2008).

1832 :

Le cadastre montre deux bâtiments rectangulaires.

L'un, (sur la terrasse) en extrémité de canal (en se référant à ce qui existe en 2007) = l'atelier proprement dit,

et l'autre à l'aval au pied du versant. Les emplacements sont connus sur le terrain (voir le plan levé en 2008).

Bâtiment accolé au canal (atelier alimenté par un canal) : $17,5 \times 7 \text{ m} = 123 \text{ m}^2$

Bâtiment au pied du versant (habitation - ? - existant encore) : $11 \times 9 = 100 \text{ m}^2$

1843 (voir le plan en fin de fiche) :

Une scie est citée et 3 bâtiments sont représentés.

Un à l'aval (habitation (?) celui dont il subsiste deux murs formant un angle droit.

Deux entre la fin du canal et le lit du Guiers : ils correspondent aux murs étudiés en 2008.

* 1^{er} bâtiment, (le plus en aval et dans le prolongement du béal en bois) : la roue de l'atelier travaillait avec une dénivelée de l'ordre de 2,5 m entre le canal et le moteur (située en bordure du Guiers).

* L'autre bâtiment (en amont du précédent et accolé) devait servir d'habitation (il n'y a aucune possibilité d'y installer un béal).

D'après les relevés au sol : surface atelier avec roue : $4,6 \times 8,6 = 40 \text{ m}^2$

Et surface habitation accolée : $5,7 \times 5,7 = 32 \text{ m}^2$

1880 :

Les deux scies fonctionnaient encore.

Où étaient-elles ? Probablement en extrémité du canal (comme sur le cadastre de 1832) et par ailleurs entre le déversoir latéral et le Guiers (où des ruines d'atelier ont été retrouvées).

Les phénomènes érosifs en rive droite du Guiers et le long de la première moitié du canal

Les crues du torrent de fréquence rare sont fortement érosives (voir la fiche G130). Cette action est liée à l'épaisseur de l'eau et à la pente longitudinale du Guiers (force tractrice).

Or entre l'ouvrage de prise d'eau et l'aval immédiat de la surverse amont ces conditions érosives sont fortes particulièrement au niveau de cette surverse.

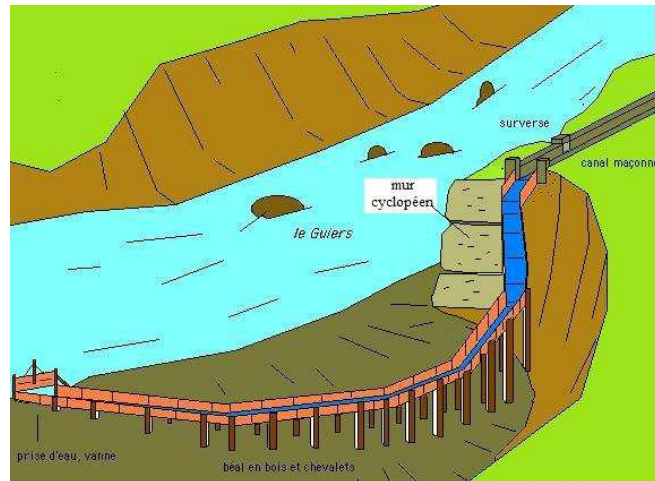
Des protections ont été construites :

- un bec monté en maçonnerie cyclopéenne (avec des blocs de plusieurs tonnes) : il a joué son rôle et est conservé (voir le dessin).

- un mur cartusien à l'aval de ce bec et de la surverse : il a résisté à l'érosion et il subsiste. De ce fait le canal existe encore (voir le dessin).

- en amont immédiat du bec (où l'érosion est maximum). Si des protections ont été réalisées , elles ont disparu et le canal aussi (voir le dessin).

- à l'extrême amont, aux environs de l'ouvrage de prise, tout a disparu. Toutefois il est fort probable que les moellons calcaires aient été prélevés par les riverains (de la fin du XIXe et au XXe, car en 1880 les deux scieries fonctionnaient encore).



Constat : le canal en pierres maçonnées est construit sur une terrasse sub horizontale. Par ailleurs, la surverse (actuelle) domine directement le lit du Guiers et est conservée intacte.

Hypothèse : la liaison haut de la terrasse - plage au bord du torrent devait se faire par un béal en bois. Etant fragile, de part son type de construction et son emplacement, cette partie du béal a disparu. Elle existait encore dans les années 1880.

Cette hypothèse n'est pas à retenir : le talus a été sapé à la base par le torrent et le canal construit en moellons calcaires s'est effondré (il subsiste partiellement à 20 mètres en amont)

VALLEE DU GUIERS
site G120
TANNERIE, MOULIN puis SCIES

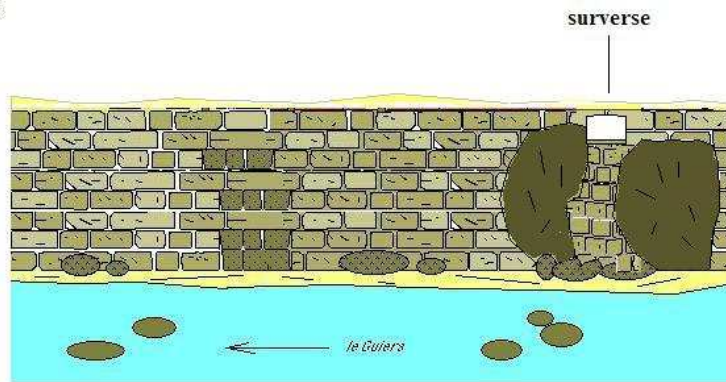
A. Schrambach 2007

Fig : Cette hypothèse relative à la partie amont du canal qui a disparu, n'est pas à retenir. En effet, en amont (à 20 m de la première surverse) on retrouve une petite partie du mur du canal, côté versant. Le canal était probablement en dalles de pierres calcaires jusqu'à la prise d'eau en rivière.

Les destructions sont dues au rétrécissement du lit du Guiers (de l'ordre de 10 m avec localement des berges sub verticales). Lors des très grosses crues la force tractrice, accrue du fait de la forte épaisseur de l'eau (courbe de remous), a contribué à éroder le pied du talus supportant le canal qui s'est effondré. Bien que l'atelier (scies) fonctionnait encore dans les années 1880, cette érosion a du commencer très tôt (il existe un mur de protection de berge typiquement d'architecture cartusienne au niveau de la première surverse).

Les protections contre l'érosion sont nombreuses mais insuffisantes car le canal a été construit trop près du Guiers dans sa moitié amont (dénommé « canal tête morte » car il ne sert qu'à faire transiter l'eau).

Ce dessin montre le « bec » qui a protégé de l'érosion, la partie centrale du canal et la 1^{ère} surverse. Ce bec est construit en blocs cyclopéens et il se prolonge vers l'aval, par un mur de 4,2 m de haut à architecture cartusienne (voir le dessin).



VALLEE DU GUIERS MORT
LE MUR CARTUSIEN PROTEGEANT LA BERGE
A L'AVAL IMMEDIAT DE LA SURVERSE
 haut de 4,20 m
 SITE G120

A. Schrambach 2007

Fig : Mur cartusien se prolongeant vers l'amont par le mur cyclopéen.

Pour construire ces murs spectaculaires plusieurs opérations étaient nécessaires. D'abord l'extraction à l'aide de coins en fer dans les strates calcaires homogènes (sans fissures) et les plus proches. Ensuite à l'issue de la taille (dressage des 6 faces fait sur place), transport, bloc par bloc, à l'aide de bœufs qui les traînaient sur le sol à l'aide de chaînes (comme on évacuait les troncs d'arbres).

Une fois sur le chantier du mur de soutènement, on choisissait les blocs d'après leur longueur et on les déplaçait sur des glissières inclinées en bois. On montait ainsi le mur moellon après moellon, en s'assurant de leur stabilité (le mur était monté à sec sans ciment ; en effet afin d'éviter le renversement du mur, il fallait que le mur soit perméable c'est-à-dire que l'eau de pluie infiltrée par le haut de la terrasse et l'eau des très hautes crues infiltrée puisse ressortir – sous pressions -).

Pour finir on déversait derrière de la terre que l'on tassait afin de construire la terrasse.

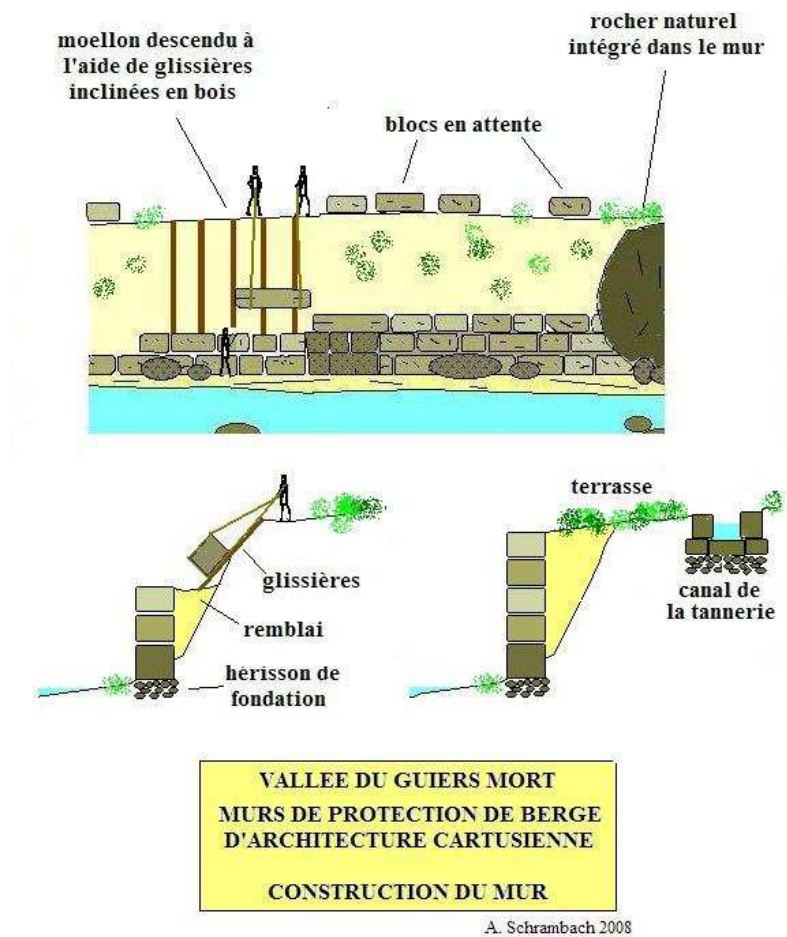


Fig : construction d'un mur cartusien

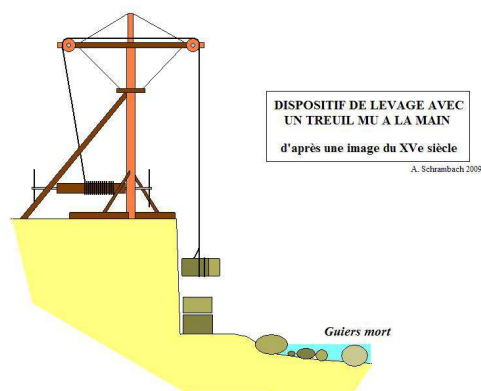


Fig : une grue mue à la main pouvait être également utilisée

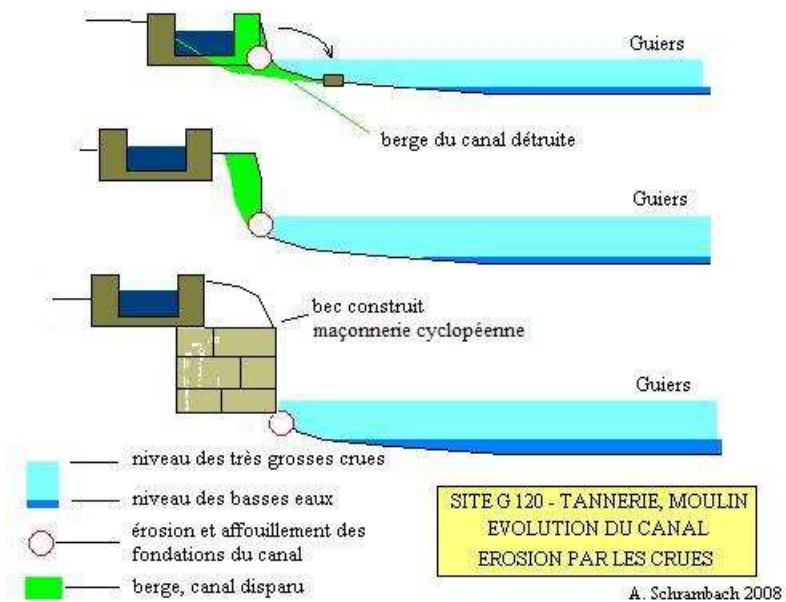
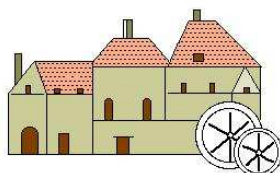


Fig : le canal implanté trop près du lit du Guiers, le long d'un tronçon où les érosions fluviales sont fortes, a été détruit par les crues.

Archéologie d'une scierie à scie battante mue par l'eau

Il faut préciser que le bâtiment d'une scierie comprenait essentiellement 4 à 6 piliers soutenant la toiture. De façon à permettre la circulation, la mise en place des troncs et l'évacuation des planches et madriers, il n'y avait pas de murs.

Après l'abandon de l'atelier, au bout de 1 à 2 siècles il ne subsiste pas grand-chose de ce type de construction.



Cette image (du milieu du XVIIIe) du site de la Tannerie, est dénommée "le moulin". Elle doit être complétée par le texte de 1755 "on voit une multitude d'ouvriers de tout genre, meuniers, maréchaux, cordonniers, boursiers et même de fabricants d'étoffes et de toile à l'usage de la maison". L'image comprend des imperfections. Par exemple les roues hydrauliques sont du type "par dessous". Or la vitesse de l'eau dans le béal ne permet pas d'avoir des puissances suffisantes. En fait les roues devaient utiliser la dénivellation entre le canal et le Guiers (roue "au dessous" ou de "poitrine").

VALLEE DU GUIERS MORT
 Le site G120 dénommé "le moulin"
 vers le milieu du XVIIIe siècle

A. Schrambach 2008

Fig : une image d'époque du site dit de la tannerie au XVIIIe siècle. Le pont de la Tannerie, construit en 1652, est représenté.

Cette image doit « embellir » la réalité (ADI 2 PH 16).

2007-2008 (voir à la fin de la fiche, les relevés détaillés exécutés en 2008) :

Le site est, en rive droite, sur une terrasse alluviale dominant le Guiers de 4 à 5 mètres.

Il subsiste plusieurs pans de murs :

- En aval du canal au pied du versant hors réseau hydraulique : 2 murs formant un angle droit = ancien bâtiment d'habitation (?). Le type de maçonnerie (non soignée, petit appareil) est identique à celles des murs de l'atelier métallurgique du site G100 situé en amont (1832 et 1843).
- Le petit chemin qui desservait le site (issu du chemin actuel) comporte un muret de soutènement.
- Entre le déversoir latéral et le Guiers, il existe des pans de murs correspondants à l'atelier avec une roue hydraulique alimentée en eau par un orifice situé en amont immédiat du déversoir. Un second bâtiment est accolé au précédent (voir le plan : ateliers en 1843).
- A l'extrême amont, entre l'ouvrage de prise (emplacement non retrouvé) et le début du canal (encore visible en 2008), il existe côté versant (et en haut du talus de la terrasse) un mur en gros appareil : il s'agit du reste du canal : berge côté versant, l'autre berge côté Guiers a disparue, ayant été sapée à la base par les grosses crues.

Destruction du canal et cause (voir les dessins)

Ces destructions du site sont liées au rétrécissement du lit du Guiers au droit du canal qui, encadré par des berges verticales, ne mesure plus qu'une dizaine de mètres de large. Lors des très grosses crues, l'épaisseur de l'eau s'accroît et la *force tractrice* (qui définit la capacité de sape des écoulements) augmente. Le pied du talus de la terrasse alluviale érodé tombe, entraînant le reste du talus qui recule.

Le début actuel (en fait il s'agit de la partie centrale) du canal maçonné correspond, côté Guiers (la différence d'altitude entre l'eau dans le canal et celle du Guiers est de 3,5 mètres), à un talus

partiellement construit en très gros blocs de calcaire (maçonnerie cyclopéenne avec des blocs de 1 m³ soit un poids de 2.5 tonnes !) : l'ensemble constitue un bec résistant. La 1^{ère} surverse (enserrée entre deux gros blocs éboulés et deux murs d'architecture cartusienne dont l'un très long) est construite à cet endroit et l'eau rejoignait immédiatement le Guiers : c'était donc un point sensible vis à vis de l'érosion.

Cette érosion est ancienne (la présence du bec le confirme) et dans la mesure où la carte de Cassini est fiable, le moulin en 1744 est plus loin du lit du Guiers qu'en 1832 et en 2007. Après chaque très grosse crue, le talus a reculé et régulièrement des confortements (disparus) ont dû être réalisés. Toutefois dans les années 1880, les scies fonctionnaient encore. L'érosion s'est donc poursuivie durant le XXe siècle.

Le pont de la Tannerie (voir le tableau)

Il est construit (arche unique, architecture) en style typiquement cartusien (énormes blocs parallélépipédiques de calcaire assemblés, semble-t-il, sans ciment).

La clé de voûte amont porte la date de 1652 (et non 1662 : date identifiée avec le zoom d'un appareil photo).

Ce pont était dédié à la circulation :

-il y a quatre bornes encadrant le tablier en culées rive gauche et droite.

-la voie de circulation est délimitée par deux parapets très bas (comme au pont Peirand).

-enfin le tablier est revêtu d'un assemblage maçonné de petites pierres et galets cassés (réalisé d'après la CPI 2001, au XXe siècle).

Il était desservi par deux chemins pentus, celui en rive gauche devant être relié aux pâturages de Valombré (*habert de Valombré*, grange, ruines d'après la carte IGN).

LES PONTS SUR LE GUIERS MORT

D'après "Ponts, artifices et chemins dans la vallée du Guiers Mort et du Guiers vif"
Feugier A. Remicourt M. CPI 2001 et compléments

PONT	architecture	nb arche	DIMENSIONS (m)			date	tablier
			long	larg	hauteur clé de voûte		
la Dame (la Diat)	plein cintre	1	13,5	3,5	4,70	XVle ?	parapets
Porte de l'Enclos	plein cintre	1	17	4,7	10	XVle	parapets
du martinet (O)	plein cintre	1	11	3,2	7,20	XVIIe	sans parapets
de la tannerie (*)	plein cintre	1	10,3	3,5	6,50	1652 *** début XVIIe	parapets très bas 4 bornes tablier pavé (**)
pont Pérant	plein cintre	1	15	2,9	14,00	XVIIe ?	parapets
de la Vache (O)	plein cintre	1	7	3,1	3,50	XVIIe ?	sans parapets (sur affluent)
Currière (O)	passerelle	/	/	/	/	XVIIe	en bois
Oursière (O)	passerelle	/	/	/	/	XVIIe	en bois
petit pont de Fourvoirie	plein cintre	2 ou 3 ?	-	-	(2,0)	?	sans parapets submergé par les crues
de Jarjette (O)	plein cintre	1	10,6	4,1	10,10	1703 *** **	parapets
la Forge	plein cintre (****)	1	24	4,1	16,6	1753	parapets, un cordon

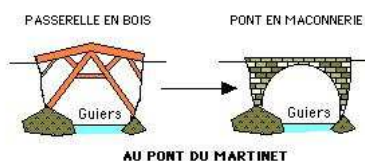
(O) passerelle en bois jusqu'au XVIIe siècle

(*) sur le trajet du chemin rive gauche venant du Grand Logis

(**) pavage réalisé au XIXe
(***) et non 1662

(****) avec un léger dos d'âne

** et non 1203 ou 1275



Pour mémoire, il faut citer au XVIIe à Currière, Oursière et Fourvoirie des ponts en bois à tablier horizontal et couvert d'une galerie en bois.

De même, il y avait au XVIIe une baccholle en bois qui reliait les deux rives en amont du pont du martinet. Elle assurait le passage du canal d'amenée de l'eau de la scierie (rive droite) vers l'atelier métallurgique (rive gauche). Une baccholle, pour le béal, existait à Currière - Oursière (XVIIe)

Enfin avant la fin du XVIe siècle, la traversée du Guiers se faisait à l'aval immédiat du pont Pérant par les gros éboulis qui barrent le lit. A la porte du Logis on devait traverser à gué.

A. Schrambach 2008

Chronologie raisonnée des ponts

La construction d'un pont – ouvrage coûteux – obéit à des décisions simples. On peut entreprendre ce travail pour plusieurs raisons :

- a) simple nécessité d'assurer un franchissement de rivière à la jonction d'un chemin d'importance reconnue.
- b) travail entrepris pour favoriser le développement économique d'une région (développement local d'activités nouvelles comme la métallurgie par exemple).
- c) construction de prestige pour la Maison de Savoie, le Dauphin ou le monastère de la Grande Chartreuse.

Avec le point a) on peut citer les ponts de l'Enclos, Peirant, de la Vache et de Fourvoirie.

Avec le point b), les ponts du Martinet, de la Tannerie, de Currière et d'Oursière.

Quand au point c), on peut y associer les ponts de l'Enclos (à l'entrée du Désert) et celui de Fourvoirie (le comte de Savoie était le maître d'œuvre au XIIIe siècle).

*

Le pont le plus ancien (car cité indirectement – mention d'un péage - dans les archives du XIIIe siècle) était à Fourvoirie donc à l'aval.

Les ponts établis à Saint-Laurent-du-Désert avaient une durée de vie courte. En effet construits très probablement en bois, le tablier était fragile vis-à-vis des crues surtout celles qui charriaient des arbres. Leur longueur, liée à la largeur du lit du Guiers, les fragilisait : il fallait probablement mettre une ou plusieurs piles également destructibles par les arbres dérivant à forte vitesse.

Les terrains de fondations très érodables (alluvions) entraînaient des destructions des culées rive droite et gauche et des pilées, d'autant plus qu'à cet endroit le lit était mobile et se déplaçait à chaque grosse crue.

Le comte de Savoie a donc décidé de déplacer ce pont à deux kilomètres vers l'amont à Fourvoirie (G150) où, juste à la sortie des gorges, le lit est étroit (les piles ne sont pas nécessaires) et les berges constituées de roches à bonnes caractéristiques mécaniques assurent un bon appui.

* Le premier pont (pont « A » ? sur notre plan mais il peut être plus tardif), de courte longueur et monté en maçonnerie de pierres, fut établi, peut être, au XIII^e siècle. Ce pont participait au commerce savoyard important transitant entre Chambéry et Voiron.

* Ensuite, les autres ponts en maçonnerie cartusienne furent construits à l'intérieur du massif. Toutefois cette chronologie doit tenir compte des ponts et passerelles en bois plus aisés à construire mais plus fragiles (tablier trop bas, piles dans le lit et charpentes devant être refaite tous le 8 à 10 ans).

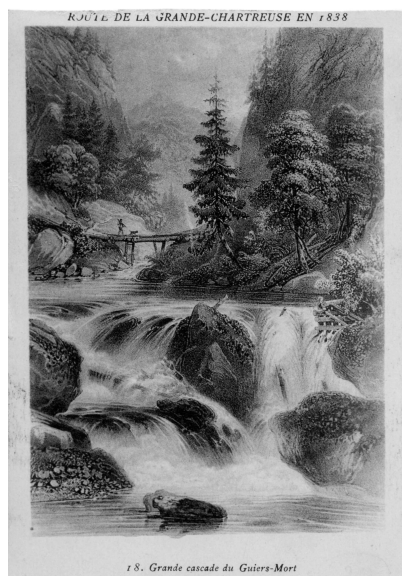


Fig : à toutes les époques des passerelles légères en bois étaient construites au dessus du lit du Guiers mort particulièrement aux resserrements (Champin, 1838)

* Les premiers ponts, ou passerelles, en bois connus étaient aux sites G100, G130, G135 et G150. Au XVII^e siècle finissant ils étaient à Currière, à Oursière et au site métallurgique dit du martinet = G100. Celui de Fourvoirie est de la même époque et il fut construit à l'occasion de l'établissement sur ce site d'un haut-fourneau (il remplaçait un vieux pont en maçonnerie (?) devenu impraticable par faute d'entretien). Excepté celui du G100, ce furent des ponts à galerie (afin de protéger le bois des charpentes de la pluie et du soleil).

Toutefois « ... quelques années après l'arrivée de Bruno et de ses compagnons, saint Hugues, évêque de Grenoble, ordonna de bâtir sur le pont, qui faisait alors la limite des propriétés des Chartreux, une maison pour un gardien ». (*La Grande Chartreuse par un Chartreux* 1881 édition de 2007, page 248). Il s'agit du pont de l'Enclos (G80) mais il n'est pas précisé qu'il était monté en maçonnerie. Les constructions des moines étaient essentiellement en bois à cette époque. La même source, page 128, précise « C'est alors pour la première fois, dit un manuscrit de l'époque (fin du XIV^e siècle), que l'on construisit des voûtes en pierre ».

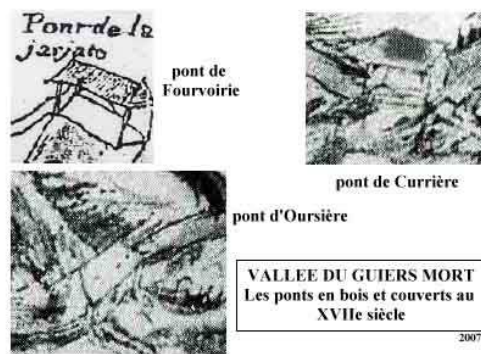


Fig : les ponts en bois couverts d'une galerie d'après les images du XVIIe siècle (G130, G135 et G150)

Au site G100, le pont ayant précédé le pont en maçonnerie dit du Martinet, fut en bois sans galerie (d'après l'image du XVIIe siècle). Sa date de construction n'est pas connue mais elle pourrait être ancienne (avant au moins 1652, pour lui ou un autre antérieur) car les activités métallurgiques y sont aussi anciennes que celles à Fourvoirie (dès le XIVe siècle).

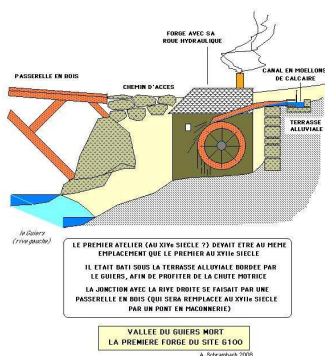


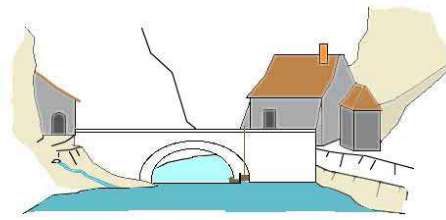
Fig : au XIVe siècle (sinon à la fin du XVIe et au début du XVIIe siècle), si un site métallurgique existait en rive gauche en face du futur pont du Martinet, il fallait transporter d'une rive à l'autre, le minerai pour le bas-fourneau, le fer produit, les pièces métalliques mises en forme.

Pour franchir le Guiers une simple passerelle en bois était nécessaire comme le montre cette image.

Au XVIe siècle

Un cas particulier est celui du pont de la Porte de l'Enclos qui fut construit probablement vers le milieu du XVIe siècle. Cette porte était à l'aboutissement du seul chemin reliant le monastère et la région de la Diat, aux agglomérations hors du massif de la Chartreuse, Grenoble en particulier.

Un moyen de franchissement du lit du Guiers était nécessaire pour les piétons, les mulets et si possible les charrettes. Si lors de l'arrivée au XIe siècle, de l'évêque de Grenoble, de Bruno et de ses compagnons, il n'y avait que le passage à gué en basses eaux (pratiqué durant l'hiver 2007-2008 par l'auteur entre les deux ponts de l'Enclos, l'ancien et le moderne), plus tard il fallut aménager au moins une passerelle même provisoire. Tout du moins, elle n'était pas nécessairement à l'emplacement du futur pont de l'Enclos et même il y avait peut être plusieurs passages distincts aménagés ou non (les montagnards habitants de ces lieux avaient plusieurs passages disponibles).



PORTE DE L'ENCLOS VUE VERS L'AVAL DU GUIERS

Au XVII^e siècle, sous l'arche du pont, se trouvait un seuil qui remontait le niveau du torrent. L'ouvrage de prise de la scierie (site G90) était placé à cet endroit en rive droite.

VALLEE DU GUIERS MORT

A. Schrambach 2007

Fig : les constructions de la porte de l'Enclos (en rives droite et gauche) et le pont éponyme obligatoirement associé à ces constructions.

La résurgence du karst est visible en rive gauche.

Le texte suivant pourrait être le texte fondateur du pont en maçonnerie du Logis : « *En 1534, Guillaume Biebucky, professeur de théologie, qui prit l'habit de saint Bruno, suite à un vœu, obtint de François, duc de Touthève, comte de Saint Pol, gouverneur et lieutenant général pour Monseigneur le Roy Dauphin en ses pays du Dauphiné, l'autorisation de fermer le territoire du Désert, appartenant aux Chartreux. Deux portes furent construites : l'une 'du costé de Grenoble et paroisse de Chartrousse' porte dite du Sappey, du Grand Logis ou de l'Enclos. L'autre 'du dict costé de St-Laurent sur le chemin par eulx construit', dite porte de l'Hulet ou de l'Oeillette, 'l'entrée du costé du lion' ».*

Etant donné que le rôle de ces portes étaient de filtrer les voyageurs et de contrôler les passages, le chemin ne pouvait en aucun cas les contourner. C'est probablement la raison pour laquelle, à la porte de l'Enclos, il y avait des bâtiments tant en rive droite qu'en rive gauche et même un mur transversal accolé à la falaise rocheuse en rive droite : le chemin empruntait les deux rives (sinon on aurait pu passer outre sur chaque rive). Il fallait un pont entre ces deux points de contrôle donc le pont en maçonnerie a dû être construit à la même époque.

Au XVII^e siècle

Outre le pont de la Tannerie construit en 1652 (et non 1662), à la même époque les moines développèrent les activités métallurgiques ce qui entraîna des transports de matières pondéreuses importants. Il fallut construire des ponts pour franchir le Guiers près des martinets (le pont du Martinet à l'aval de la porte de l'Enclos (G100), à Currière et à Oursière (G130 et G135) et à Fourvoirie (G150)).

La relation entre les chemins et donc les ponts (même en bois) et l'économie monastique est faite d'après le texte suivant « *Les Annales de l'Ordre précisent que pour écouler les bois inutilisés du massif, les Pères décidèrent d'établir « de nouvelles usines » une fois que la liaison avec la grande route de St-Laurent-du-Pont fut faite* (travaux de la fin des années 1400).

Ainsi à la fin du XVII^e (années 1660), la construction d'un haut-fourneau (G100) se traduisit par le remplacement du pont en bois par le *pont du Martinet* en maçonnerie datable d'entre 1653 et 1659 (d'après les images de l'époque).

Au XVIII^e

A Fourvoirie devenu un hameau dauphinois (et non plus savoyard), au début du XVIII^e siècle les moines entreprirent des travaux importants pour créer le *chemin des voûtes* et le bâtiment de la *porte de Jarjatte*. Ce travail fut précédé en 1703 par l'édification (ou la réfection) du pont en maçonnerie (peut être médiéval) « B », avec une seule voûte. La cote de calage du tablier et sa largeur importante assuraient un accès aisé aux deux rives.

L'ambiguïté de la chronologie du pont « B » vient des inscriptions sur les clés de voûtes. Il est marqué 1703 et 1203 (en chiffres arabes).

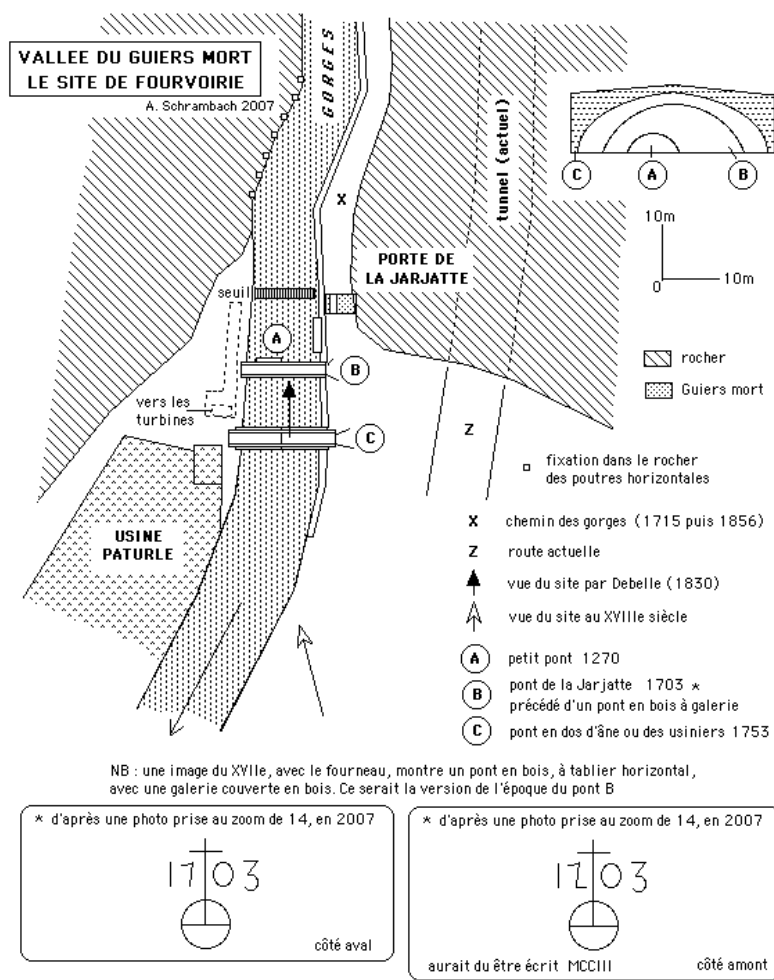


Fig : les emplacements relatifs des ponts A, B et C

L'examen détaillé montre :

- que ces deux dates ont été taillées dans la roche par la même main : elles sont donc contemporaines et nécessairement du XVIIIe puisqu'au XIIIe siècle on écrivait les chiffres 1203 en caractères romains soit CMMIII.
- par ailleurs il est troublant que les chiffres des dizaines « 0 » et des unités « 3 » soient les mêmes.
- les deux chiffres 7 et 2 sont quasiment identiques : il s'agit probablement pour 1703 de la date de remise en état du vieux pont (médiéval ?) et la date de 1203 pourrait être un rappel de l'ancienneté de l'ouvrage (d'après un document connu à l'époque et disparu depuis).
- ou bien comme la barre horizontale du 2 est irrégulière, elle aurait pu être ajoutée suite à une erreur de taille (*)

(*) : une explication voisine est avancée par Marc Dubois (1924, page 46) au sujet d'une inscription au monastère de Currière. La date de 1298 doit être lue 1297 soit MCXXXCVII puisqu'elle est écrite en chiffres romains (ajout d'une barre verticale).

Donc en conclusion, on ne peut affirmer que ce pont, dans l'état actuel, soit médiéval.

Ensuite en 1753, le monastère fit construire un second pont (pont « C ») à l'aval immédiat du précédent. Son tablier présente un dos d'âne peu marqué (caractère archaïque déformé sur les images du XVIIIe et du XIXe exceptées certaines très rares). Il débouche en rive droite directement dans l'usine métallurgique avec son haut-fourneau. Le site métallurgique avait pris de l'ampleur et ce haut-fourneau était le seul qui subsistait le long du Guiers mort, dépendant du monastère. Il fut dénommé plus tard *pont des usines*.

Voir à ce sujet « *Voies de communication dans le bassin versant du Guiers mort* » A. Schrambach 07 2008 24 pages non édité.



Les ouvrages hydrauliques

1744 :

*L'ouvrage de prise

Il est sur le Guiers en rive droite

*Le canal d'amenée

Il est représenté avec le moulin à mi parcours.

*La *serve*

Néant

*Le canal de fuite

Ce devait être un simple canal en terre. Il est dans le prolongement du canal d'amenée et rejoint le Guiers loin à l'aval (en fait il semble se jeter dans le ruisseau Saint Bruno ce qui est impossible. En effet après le pont de la Tannerie, le versant en rive droite a une très forte pente). Ce tracé n'existe plus en 1832 et 2007-08.

1832 :

*L'ouvrage de prise

Probablement, dans la même situation qu'en 1744.

*Le canal d'amenée

Seul le canal d'amenée est dessiné. Par rapport au plan du XVIIIe, le Guiers a dû commencer à éroder la berge rive droite entre la prise d'eau et le « bec » du canal.

*La *serve*

Néant

*Le canal de fuite

Non représenté : en relation avec ce qui a été vu en 2007, il pourrait être à angle droit avec le tracé du canal d'amenée et être très court (voir le dessin avec le schéma du réseau hydraulique). Un petit trait reliant l'atelier au Guiers pourrait être ce canal (15 mètres de long). Ce devait être un simple canal en terre (il y en avait peut être deux correspondants à deux roues hydrauliques situées dans le même atelier : celui construit dans le prolongement du canal où se trouve deux orifices au pied du mur terminal.

1880 :

Deux scieries fonctionnaient, donc le réseau hydraulique était encore utilisable.

2007 :

Le canal ne subsiste que dans sa partie aval. Seul un canal de fuite est encore visible (celui de l'atelier de 1843). Toutefois, un très petit sillon est visible sur 2 mètres à l'aval du mur terminal.

Creusé dans le sol, il est à section rectangulaire et est construit en blocs parallélépipédiques calcaires maçonnés (bords et fond). Les bords en gros blocs calcaires sont au niveau du sol et suivent la pente du terrain.

En amont une grande longueur (celle issue de l'ouvrage de prise) a disparu. Le canal commence suspendu à 4/5 m au dessus du lit (à l'emplacement du bec construit).

Juste après (à 4 m du début du canal restant) se trouve la surverse n° 1.

Dimensions du canal

Les caractéristiques des canaux, des ateliers cartusiens le long du Guiers mort, sont les suivantes :

Longueur (m)	largeur (m)	profondeur (m)	pente (m/m)	construction
G90 (scierie en rive droite au pont du Martinet)				
190/200	?	?	?	probablement bois sur chevalets
G100 (forges en rive gauche au pont du Martinet)				
200	?	?	0,014 0,069 0,02	amont : bois sur chevalets idem (passage dans éboulis) moellons de calcaire assemblés
G120 (tannerie, moulin, scierie au pont de la Tannerie)				
180	1,09	1,1	0,0027(*)	moellons non maçonnés (?) enfonceés dans le sol
	1,30	1,0	0,019 (**)	aval : idem
G130 (martinet de Currière en rive gauche)				
Pour les premiers 20 mètres de canal (+)				
20	1,06 à 0,90	variable	0,005	début en maçonnerie puis béal en bois sur piliers monolithiques
G150 (forges, scierie etc)				
?	?	?	?	béal en bois accroché à la falaise rocheuse

(*) pente longitudinale du Guiers : de l'ordre de 0,05 à 0,03 m/m. La valeur de la pente du canal du site G120 plus faible en amont qu'en aval, laisse supposer que sa pente depuis l'ouvrage de prise est faible. A l'aval, comme le canal reste toujours au niveau du sol, la pente de ce dernier doit s'accroître obligeant le canal à faire de même (et la largeur du canal s'accroît).

(**) : à l'aval, au niveau des ateliers, la différence d'altitude entre le canal et le Guiers est de l'ordre de 4 m.

(+) longueur totale pour G30 et G135 : de l'ordre de 250 m.

Fig : les canaux des sites le long du Guiers mort

La longueur totale du canal d'amenée

D'après l'étude sommaire de CPI, 2001 : le canal fait 80 m de long. Sur 15 m (à l'amont), un passage recouvert de dalles existe.

S'il s'agit d'une structure proche de la prise d'eau rivière, elle n'a pas été vue en 2007-08 : cette solution paraît douteuse car ce canal aurait été colmaté après chaque grosse et moyenne crue. En fait le canal devait être dès le départ surélevé comme le montre le dessin (d'où la présence d'un seuil en rivière comme au site G130).

Il s'agit plus probablement des moellons calcaires parallélépipédiques formant un alignement en bordure de berge. Construit sur la même terrasse alluviale que celle de la surverse n°1, et donc à une altitude très proche, il domine le plan d'eau moyen du Guiers de plus de 3,5 m. Cet alignement long de 10 m est à 20 m du « début » du canal encore visible (surverse n°1) et doit être une portion à moitié démolie du canal.

Le canal d'amenée complet, ne faisait pas 80 m de long puisqu'à son « début » actuel il domine le Guiers de 4 mètres. D'après les relevés de 2008 (avec un topofil) la longueur totale pourrait être de 180 m.

En 2007-08, les trois dessins suivants résument les observations.

- schéma hydraulique du canal d'amenée et de ses ouvrages : Si l'ouvrage de prise et le début du canal d'amenée ont disparu (il subsiste un tronçon érodé et très court de canal à l'amont, objet du texte précédent), le reste est visible et bien conservé. Les dimensions du profil en travers, des trois petits orifices de sortie vers les ateliers, de la vidange de fond et du déversoir latéral aval (surverse n°2) sont données dans le troisième dessin. Le premier dessin montre la position de l'atelier placé entre le canal et le Guiers, proches l'un de l'autre.

- dessin schématique du canal et de la surverse amont (n°1)

- dessin précis de la fin du système hydraulique. Ce dessin montre :

A l'extrême aval :

sécurité : outre la surverse n°1, il existe le déversoir latéral (surverse n°2), qui protège le canal contre les débordements (puisque ce dernier est fermé à l'aval). Il se prolonge, hors canal par un chenal en terre bordé au début par deux pierres calcaires taillées en parallélépipède rectangle. Il se débouche dans le Guiers. Il est suivi, dans le canal principal, par des rainures à batardeau permettant d'isoler le canal aval (tout l'eau rejoignait alors le Guiers).

eau des béals des ateliers : le premier orifice se déverse vers un petit chenal en terre délimité par des pierres calcaires (à côté de celles du déversoir latéral). Il déversait l'eau vers le béal en bois qui dominait la roue hydraulique de l'atelier construit entre le canal et le Guiers (cf le dessin).

Dans le petit mur terminal et frontal, un second orifice existe : il alimentait l'atelier construit dans le prolongement du canal. A côté un troisième orifice existe mais il est fermé par un bouchon en pierre.

sécurité : un autre orifice est situé sous la surverse n°2 et il débouche dans le chenal de cette surverse. Il s'agit d'une vidange de fond : lorsque le batardeau (à l'aval immédiat de la 1^{ère} surverse) était fermé le canal se vidait. Toutefois étant fermé par un mur et de pouvant se vider totalement par le déversoir latéral, cet orifice permettait l'évacuation de l'eau qui, à cause de la pente du canal se concentrait à l'aval (eau morte située sous le seuil du déversoir latéral ou surverse n°2).

L'ouvrage de prise d'eau en rivière avec un seuil et les premiers mètres du canal

L'exemple de l'ouvrage de prise accompagné de son seuil du site G130 (martinet de Currière) permet de mieux comprendre ce que pouvait être la partie amont qui manque du canal de la Tannerie.

Détermination de la longueur amont du canal et emplacement de la prise d'eau

* Description de la berge rive droite en amont de la surverse n°1.

En prenant pour 0 la distance comptée à partir de cette surverse et en remontant le Guiers :

A 20 – 30 m : on trouve le mur de berge du canal, à moitié érodé et isolé en haut du bord escarpé de la terrasse (voir le texte avant).

A 60 – 65 m, il y a un ensemble de rochers qui rétrécissent la largeur du lit. En très grosses crues, le Guiers peut les contourner par la rive droite (ce qui doit expliquer ce talus très raide et visiblement érodé).

A 120 m, un chemin venant du haut du versant débouche sur la berge.

A 165 m, la berge plate n'existe plus : un haut relief la barre totalement.

Donc la prise était au plus loin, à 165 m en amont de la surverse. Tout le long du trajet qui vient d'être décrit, la largeur du lit du Guiers est particulièrement faible : les crues débordaient et érodaient plus fréquemment les rives.

* Détermination des côtes et altitudes nécessaires au calcul du canal

La pente longitudinale du Guiers est de 5 m pour 100 m soit 0,05 m/m.

La pente du canal au niveau de la surverse est de 0,0027 m/m.

La différence d'altitude à cet endroit, entre l'eau du Guiers (en moyennes eaux) et l'eau du canal est de l'ordre de 4 mètres. On suppose qu'au même endroit, l'eau du Guiers est à la côte 10 (valeur arbitraire), celle du canal est donc à 14 mètres.

* Calcul de la longueur du canal

Il faut trouver la longueur où les altitudes des 2 plans d'eau sont les mêmes en remontant vers l'amont.

Avec 80 m, l'altitude du Guiers est de $10 \text{ m} + (80 \times 0,05) = 14,0 \text{ m}$

Et l'altitude du canal est : $14 \text{ m} + (80 \times 0,0027) = 14,2 \text{ m}$

Les deux valeurs sont quasiment identiques.

L'exemple du martinet de Currière

Toutefois, la prise d'eau devait être un peu plus en amont. En effet, l'étude de l'ouvrage de prise en rivière au martinet de Currière (G130) montre que l'orifice de la prise est calé très haut par rapport au plan d'eau fréquent (et actuel) du Guiers. Il s'ensuit que pour entonner l'eau vers le canal, un seuil artificiel devait obligatoirement remonter le niveau du torrent (il subsiste la culée rive gauche de ce seuil et quelques enrochements en rive droite). Ceci permet au canal d'être à l'aval du seuil, immédiatement au dessus des crues et d'être protégé contre les dépôts de sédiments.

Cette hypothèse est obligatoire, car de nos jours et autrefois (sans seuil) les plans d'eau du Guiers sont trop bas. A Currière, le 4 juin 2002, il y avait une grosse crue et le plan d'eau était à 2 mètres sous le seuil de l'orifice de la prise.

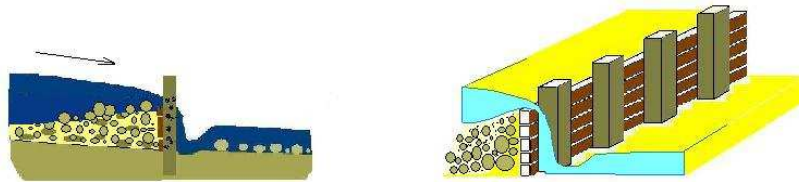
Et pour la Tannerie ...

Sur les mêmes bases, le dessin suivant montre un ouvrage identique pour le site de la Tannerie. Toutefois contrairement au site G130, tout a disparu : il s'agit donc d'une hypothèse. Néanmoins un chemin à forte pente relie le chemin qui vient du haut du versant à l'emplacement supposé du seuil et de la prise d'eau en rivière. Comme toutes les pierres de construction ont disparu ce chemin était bien pratique pour les enlever ! (et même, lors des travaux de construction, pour amener les enrochements du seuil et les moellons à faces dressées du canal).

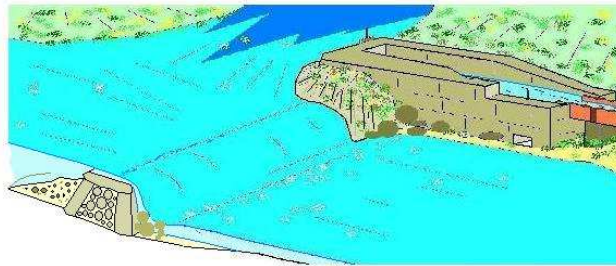
Il faut remonter le niveau d'eau du canal d'au moins 1,5 mètre, ce qui revient à chercher la jonction eau du canal – eau du Guiers plus loin en amont avec comme limite 165 mètres.

Après calcul, la longueur du canal doit être approximativement de 100 mètres soit au total avec la branche aval de 80 mètres, 180 mètres (non compris le canal de fuite). Le seuil/prise aurait été à 20 mètres du chemin descendant du versant.

Toutefois un tel mur barrant le lit du Guiers est perméable : on admet qu'au moins 10% du débit passe au travers des blocs. Il échappe à l'entonnement vers le canal et cela peut être un inconvénient durant les très basses eaux (pertes d'eau).



**SEUIL DU XVII^e SIECLE CONSTRUIT PROBABLEMENT EN BOIS
(site G150 à Fourvoirie - Guiers mort)**



**SEUIL CONSTRUIT EN DALLES DE PIERRES ET PETITS BLOCS
DANS LES ANNEES 1830 A CURRIERE (site G130 - Guiers mort)**

A. Schrambach 20

Fig : un seuil en rivière fut absolument nécessaire. Le long du Guiers mort on en connaît deux. Celui représenté sur une image des années 1680 à Fourvoirie (en bois – site G150) et celui associé au martinet de Currière (G130) construit entre 1834 et 1842 (en pierres). On ignore le principe de construction de celui du site de la Tannerie (G120).

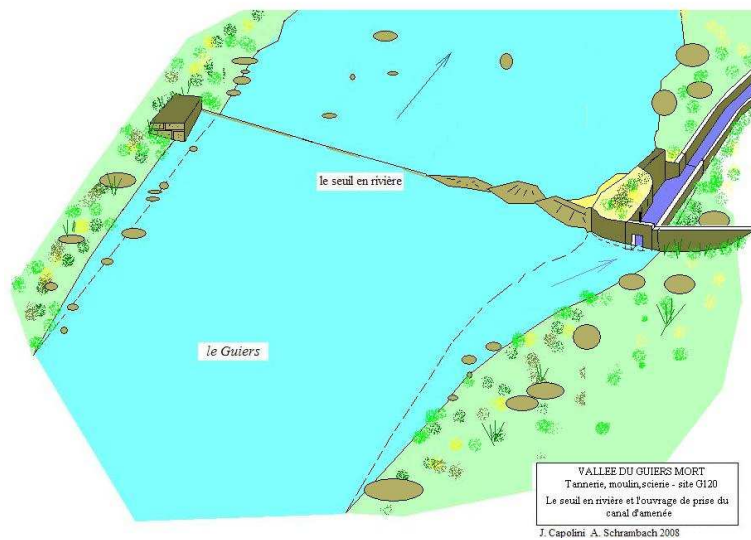


Fig : L'ouvrage de prise aurait été appuyé sur un éperon (rocheux (encore visible) placé en rive droite. Comme à Currière le seuil aurait été construit en enrochements. Un chemin reliant cet emplacement au haut du versant existe à droite du dessin.

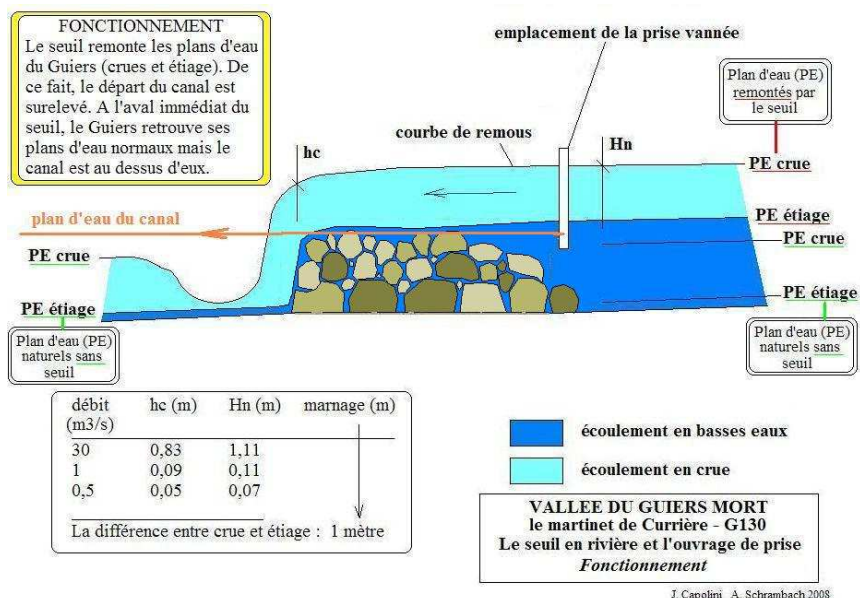


Fig : Le principe du seuil en rivière est simple : il remonte les plans d'eau du Guiers de façon à mettre le canal hors crue dès les premiers mètres (à l'aval du seuil où les niveaux d'eau retrouvent leurs valeurs sans seuil). Comme vu au site du martinet de Currière, le seuil était en enrochements.

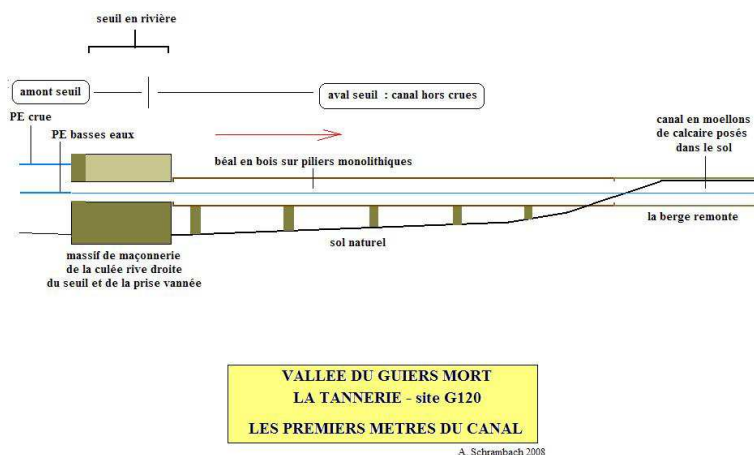


Fig : comme au site de Currière (G130), le canal dans les premiers mètres était au dessus du sol (et des crues). Il était peut être constitué d'un béal en bois posé sur des piliers monolithiques. Ensuite il était, comme visible en 2008, en moellons de calcaire posés sous le niveau du sol.

UN RESEAU HYDRAULIQUE ATYPIQUE

Le canal de la tannerie se termine par un mur formant un cul de sac (l'orifice, non bouché, au pied du mur frontal final correspond à l'atelier de 1832. Existait-il avant ? – il faut remarquer que les « linteaux » des 4 orifices sont identiques. Ils ne sont pas rectilignes mais avec une très légère courbe formant voûte) (voir le dessin en fin de fiche).

Ce canal est atypique. Après 16 années d'archéologie industrielle dans le pays Voironnais, l'Hien et maintenant le Guiers mort plus d'autres études ponctuelles (Isère, Drôme, Corse, Bretagne, Provence), il s'agit de l'unique canal conçu de cette manière.

La présence de ce mur frontal qui crée une discontinuité hydraulique avec une protection, le déversoir latéral qui fonctionne automatiquement dès que le niveau d'eau est trop haut, n'a pas d'équivalent. Les autres réseaux ont un canal qui débouche directement, sans discontinuité sur le moteur hydraulique. La vanne de sécurité (ou vanne usinière) à commande manuelle, règle le débit sur le moteur et celui rejeté vers le ruisseau.

Pourquoi cette disposition a-t-elle été retenue ? Il est vraisemblable que la présence (dès l'origine) d'une tannerie a conduit à ce choix. L'ensemble forme un bassin toujours rempli d'eau et ceci facilite le remplissage des seaux destinés aux cuves avec les peaux (voir dessin). Par ailleurs la largeur du canal est de 1.40 m à cet endroit et de 1.09 m à l'extrême amont ce qui augmente le volume stocké.

De façon à vider totalement ce bassin, un orifice servait de vidange de fond (il communique avec le canal de fuite du déversoir latéral ou surverse n°2).

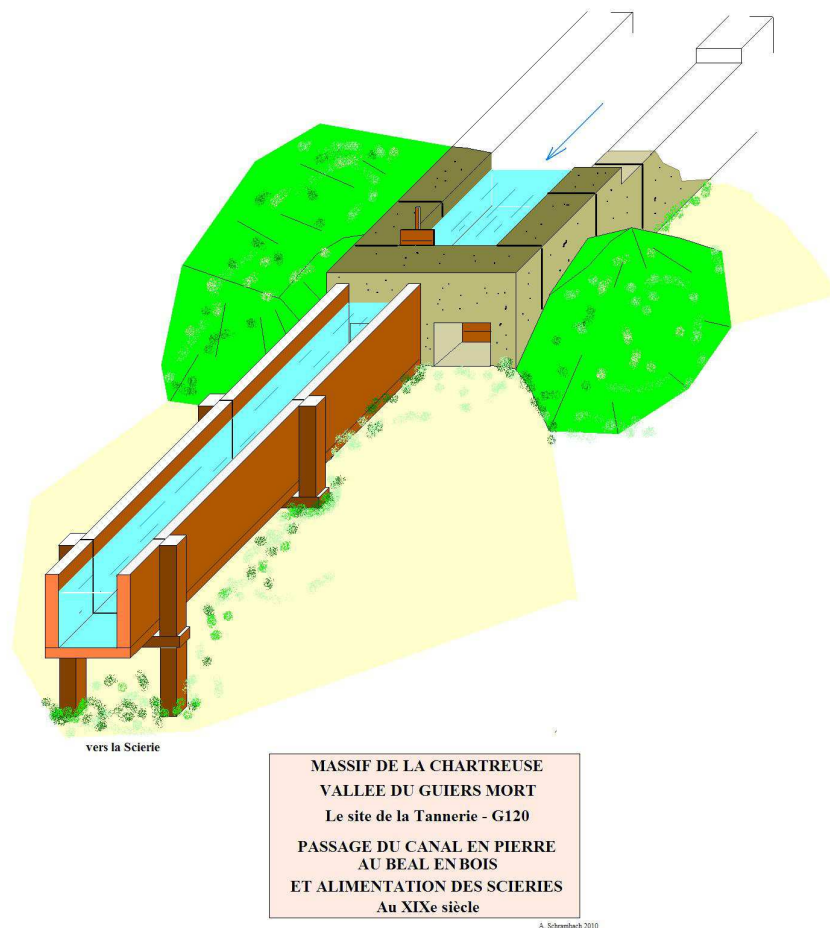
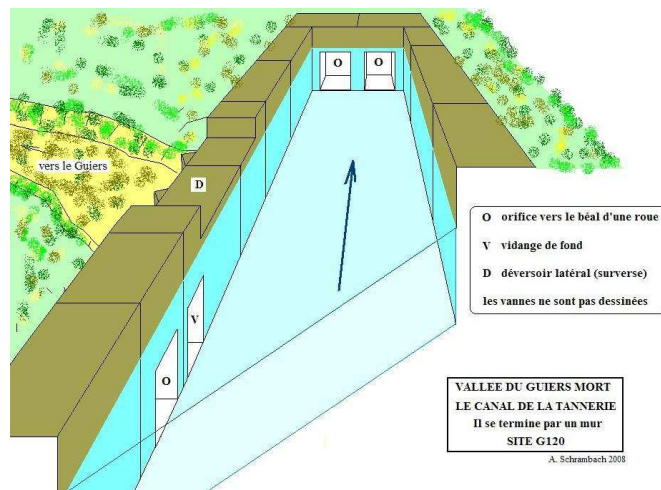
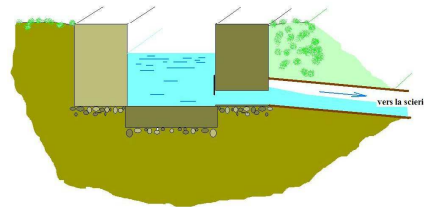


Fig : sortie frontale alimentant un béal en bois vers une scierie



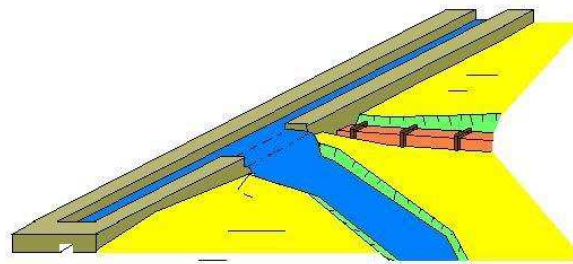
Mocs de calcaire taillés et posés sur un hérisson de pierres



VALLEE DU GUIERS MORT - MASSIF DE LA CHARTREUSE
SITES DU MARTINET ET DE LA TANNERIE
BEAL EN MOELLONS PARALLELEPIPEDIQUES EN CALCAIRE
XVIIe siècle
A. Schrambach 2008

Fig : le canal se termine d'une manière inhabituelle par un petit mur frontal avec deux sorties dont une colmatée par un bouchon en pierre (voir l'image précédente)).

De plus à côté du déversoir latéral (comme montré sur cette image et la suivante) il existait une sortie en position latérale vers une scierie qui dominait une terrasse en bordure du Guiers.



SITE G120
LA SURVERSE n°2, LE DEVERSOIR LATERAL FONCTIONNE
A. Schrambach 2008

Fig : le déversoir latéral et la sortie latérale vers le béal d'une scierie située au dessus du Guiers.

Fonctionnement hydraulique – gestion de l'eau

L'ensemble de ces informations permet de comprendre le fonctionnement hydraulique. Auparavant, les débits nécessaires à chaque type d'atelier ont été calculés.

* Débits nécessaires aux divers ateliers ayant existés le long du Guiers Mort.

Voir : Schrambach A. Remillier G. Capolini J. Vallée du Guiers mort. *Débits de basses eaux du Guiers et conséquences pour l'alimentation en eau des vieux ateliers mus à l'eau*. Non édité 19 pages 2008

Les calculs sont fait en tenant compte d'équipements moteurs tels que le *rouet* de faible rendement (moulin à grain, gruoir), les roues à axe horizontal « *de poitrine* » de faible rendement (moulin à grain, scierie, forge à acier, taillanderie, haut-fourneau), roues a axe horizontal « *au dessus* » de rendement plus élevé (les mêmes ateliers que pour une roue « *de poitrine* »).

Le diamètre retenu des roues à axe horizontal est de 3 mètres (si bien que les roues « *au dessus* » sont des roues rapides ce qui diminue leur rendement).
Les rendements sont de 0,20 pour les rouets, de 0,4 pour les roues « *de poitrine* » et de 0,5 pour les roues rapides « *au dessus* » (au lieu de 0,7 pour les roues lentes de diamètre supérieur à 3 m).

(voir Schrambach Alain *Les roues, les turbines hydrauliques et autres moteurs (moteurs anciens). Les machines qu'ils entraînent. Les exemples des vallées autour du lac de Paladru relevés entre 1993 et 2006* non édité 430 pages 2007).

Les débits minimum retenus sont les suivants pour obtenir la puissance nécessaire au fonctionnement des machines (on a tenu compte de la perte dans les engrenages s'il y en a, ce qui n'est pas le cas des *rouets* à entraînement direct).

Atelier	Variante	Puissance (CV) à la machine	Débit (l/s)
moulin à grains	mouture à la grosse <i>rouet</i>	1	100
moulin à grains	mouture à l'anglaise	3	
	roue « <i>au dessus</i> »		150
gruoir	roue « <i>de poitrine</i> »	3	190
	<i>rouet</i>	1	100
vieille scierie	roue « <i>au dessus</i> »	3	175
	avec pertes roue « <i>de poitrine</i> »	3	220
forge à acier	avec pertes martinet lourd	2,5	
	roue « <i>au dessus</i> »		125
	roue « <i>de poitrine</i> »	2,5	160
	soufflets	1,5	
taillanderie	roue « <i>de poitrine</i> »		100
	martinet léger		
	roue « <i>au dessus</i> »	1,5	100
	roue « <i>au dessus</i> »	1,5	80
	soufflets		
haut-fourneau	roue « <i>de poitrine</i> »	1,5	100
	meule		
	roue « <i>de poitrine</i> »	0,8	50
	soufflets	1,5	100

Débits nécessaires pour faire marcher un vieil atelier

Les valeurs des débits oscillent entre 50 et 220 l/s selon la machine et le moteur. Pour certains ateliers équipés de plusieurs machines il faut cumuler les puissances.

* Sur ces bases on peut calculer les écoulements du canal

La **tannerie** (à moins qu'un *moulin à tan* ne soit présent) n'a pas besoin d'énergie, outre celle d'origine humaine, pour fonctionner. L'eau est utilisée pour remplir les cuves (*chauchières* ou *cochières*) soit à l'aide d'un petit canal spécifique soit par transport manuel de l'eau (issue du canal ou ... du Guiers tout proche).

(voir Schrambach Alain *Les vieilles tanneries dans le Voironnais du Moyen Age au XIXe siècle* non édité 48 pages et 27 figures 2008).

Jusqu'à 1800 (et au-delà parfois vers 1860), il s'agit de **moulins à grains** avec la *mouture à la grosse*) : débit de l'ordre de 100 l/s

(voir Schrambach Alain *Les moulins à production alimentaire. Evolution des moutures. Les exemples des vallées autour du lac de Paladru relevés entre 1993 et 2004.* non édité 26 pages 2004).

Pour la **scierie** du XIXe siècle (scie battante à eau), un débit de 175 l/s (roue « *par-dessus* ») à 220 l/s (roue « *de poitrine* ») est nécessaire (selon le type de roue hydraulique : la vitesse de l'eau dans la goulotte alimentant la roue est de 2,50 m/s – voir le tableau Excel après – Cette vitesse élevée implique une roue à impulsions – et dans ce cas « *de poitrine* » donc avec un faible rendement) (voir Schrambach Alain *Les vallées dans le Voironnais et le massif de la Chartreuse. Le bois, les bucherons, les moulins à planches, les scieries* non édité 27 pages 2008).

Or en 1880, il y avait deux scieries : ceci représente un débit total de 350 à 440 l/s (ordre de grandeur). Toutefois le profil en long des *béals* en bois suggère que la valeur de 440 l/s doit être retenu (roue à impulsions).

On constate donc que le canal dans son état actuel est bien dimensionné pour deux scieries (450 à 500 l/s) .

Par contre pour un moulin à grains (100 à 150 l/s) il est largement surdimensionné mais il n'est pas exclu que ce surdimensionnement soit voulu. De toutes façons on pouvait réduire le débit du canal en vannant à l'ouvrage de prise.

Par contre pour la tannerie un tel canal n'a pas de sens ! Le débit nécessaire se chiffre en seaux par heure (et non en litres par seconde).

Il est probable que le site, lorsqu'il n'y avait que la tannerie, ne comprenait pas de canal (ou tout du moins celui d'aujourd'hui).

Sur ces bases on peut émettre une hypothèse au sujet de l'emplacement des cuves de la tannerie. Une fois acquis le fait que la tannerie (mégisserie ?) n'a pas besoin d'un canal (surtout sur dimensionné) pour permettre le travail des tanneurs (mégissiers) et qu'il existe un pont dénommé « de la Tannerie » deux sites sont proposés.

Le site Ta le plus à l'aval, le plus proche du pont :

Le site avec les cuves pourrait être hors canal vers l'aval (entre les scieries et le pont). Hormis la terrasse en pente créée pour le chemin, il existe une terrasse artificielle (un mur de soutènement existe) accolée au bâtiment à l'aval, hors canal et qui présente encore 2 murs en élévation. Pourquoi avoir créé cette terrasse hors canal (le canal de fuite était sous le mur de soutènement) si ce n'est pour recevoir les cuves . Le bâtiment serait alors l'un des plus anciens et l'atelier aurait donné son nom au pont construit en 1652.

Le site Tb le long du canal :

La tannerie aurait pu être placée sur la terrasse soutenant le canal.

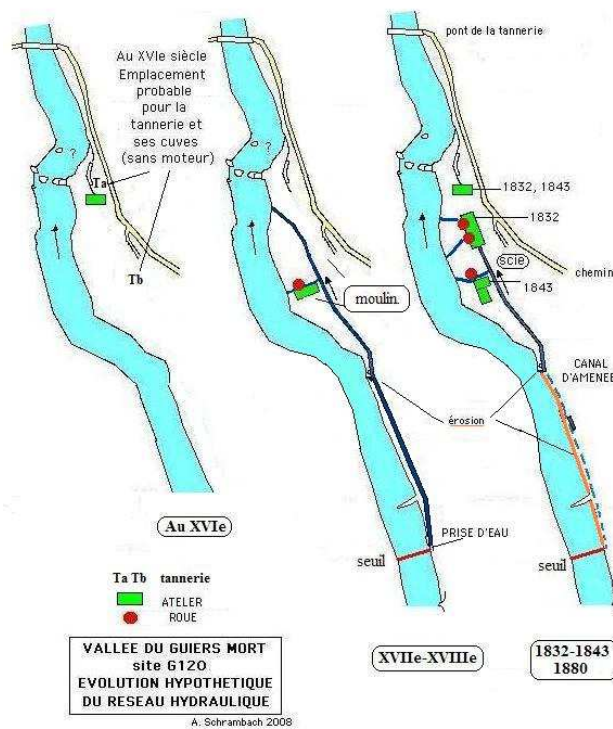


Fig : évolution (hypothétique) du canal.

Comme expliqué après, le canal ne devait pas exister à l'époque où seule la tannerie fonctionnait (XVIe siècle). Ou bien il s'agissait d'un autre type de canal avec une section plus petite. De ce fait (image de gauche) la tannerie pouvait être sur la terrasse occupée par le canal (Tb) ou bien plus près du pont en Ta (ce qui pourrait expliquer son nom ainsi que la raison d'être de cette terrasse à l'écart du reste du site). Le lit du Guiers, et particulièrement la rive droite en amont, se déplace et érode la berge : des protections, insuffisantes, ont été mises en place très tôt.

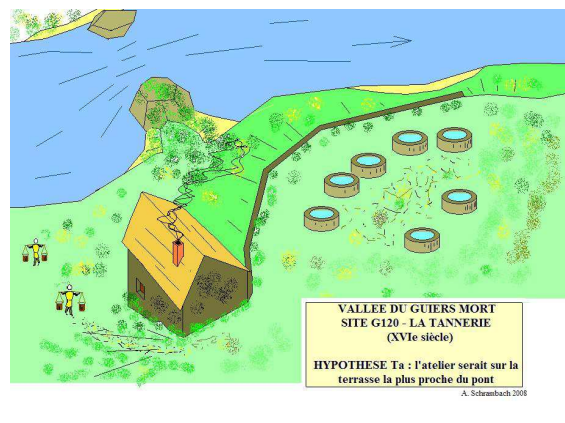


Fig : dans le cas de l'hypothèse Ta, les cuves de la tannerie sont sur la terrasse artificielle entre le bâtiment aval et le pont éponyme.

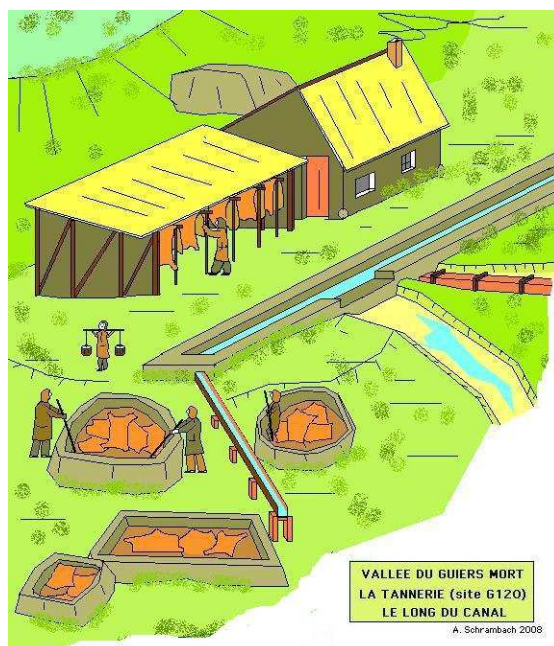


Fig : la tannerie dans le cas de l'hypothèse Tb, avec (ou sans ?) canal d'amenée des eaux.

LA MODELISATION HYDRAULIQUE

Le dispositif hydraulique du canal étant complexe, pour mieux comprendre le fonctionnement, il faut intégrer toutes les structures hydrauliques, ensembles.

A ce titre un modèle hydraulique mathématique, calculant les écoulements en régime graduellement varié (courbe de remous) a été utilisé. Les résultats sont les suivants :

RESULTATS DU CALCUL HYDRAULIQUE CANAL DE LA TANNERIE (site G120)

a) Hypothèses de base

Pente du canal : 0.019 m/m soit 1,9 %

Orifice O1 = vers atelier de 1843, $l = 0.39$ m, h moyen = 0.505 m

Orifice VF = vidange de fond, $l = 0.45$ m, h moyen = 0.505 m

Orifice O2 = vers atelier de 1832, $l = 0.42$ m, h moyen = 0.445 m

Orifice O3, bouché, $l = 0.42$ m, h moyen = 0.445 m

Radier canal, cote 0

Déversoir de 3,16 m, coef mu = 0.35.

Début de surverse, cote 0.64

Surverse complète, cote 0.74

Débordement sur berge du canal, cote 1.

b) Résultats des calculs

CALCUL 1

(les orifices ont leurs vannes complètement ouvertes)

Débit dans les orifices en l/s	O1	O2	(O2+O3)	VF
A la cote 0.64	250	260	520	285
A la cote 0.74	300	335	570	360

01 : orifice près de la surverse
 02 et 03 : orifices dans le mur frontal (fin du canal) dont un de bouché
 VF : vidange de fond qui complète l'action du déversoir

Donc le canal pouvait transiter de l'ordre de 500 l/s. Si l'on voulait ouvrir les 3 orifices ensemble O1, O2 et O3 (la vidange de fond n'intervient pas car elle est destinée à compléter l'effet du déversoir latéral et à finir la vidange totale du canal en cas de mise à sec)

Vannes grandes ouvertes, les 2 roues hydrauliques des scieries (en 1880 et probablement 1843) pouvaient fonctionner aisément. Pour d'autres ateliers ou bien un mélange d'activités diverses, on devait moduler l'ouverture des vannes et donc le débit (voir le troisième calcul après).

CALCUL 2

En fait, on pouvait moduler le débit total en faisant varier le niveau de l'eau dans le canal (dans ce cas il fallait soit ouvrir plus ou moins la vanne de l'ouvrage de prise ou bien ouvrir plus ou moins la vanne de la surverse amont - surverse n°1 sur le dessin suivant -). Comme les orifices moteurs ont tous les mêmes dimensions, les calculs suivants sont valables pour tous.

Charge sur l'orifice (cm)	débit (litres par seconde)
35	100
46	150
53	190
55	200
63	250
74	320

Donc suivant (au cours des siècles) le type et le nombre d'ateliers, les débits pouvaient être modulés selon les besoins spécifiques en faisant varier le débit du canal. Le calcul 3 montre une autre manière de faire.

CALCUL 3

DEBIT AU TRAVERS DE L'ORIFICE DU CANAL VERS LA GOULOTTE

G120

canal	A plan d'eau canal variable			A débit vers la roue variable		
	0,7	0,65	0,6	0,7	0,7	0,7
épaisseur d'eau sous le déversoir (m)	0,7	0,65	0,6	0,7	0,7	0,7
orifice						
hauteur (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
largeur (m)	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
ouverture vanne (m)	0,3	0,32	0,35	0,2	0,3	0,4
ouverture vanne (cm)	30	32	35	20	30	40
DEBIT DE LA GOULOTTE VERS LA ROUE						
largeur radier (m)	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
fruit talus	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06	1E-06
épaisseur eau (m)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19	0,19
rugosité hydraulique	50	50	50	50	50	50
pente longit (m/m)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
*largeur en tête (m)	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50	0,50
*b' =	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
*périmètre mouillé (m)	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88	0,88
*section mouillée (m2)	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10	0,10

*rayon hydraulique (m)	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11
*vitesse (m/s)	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53	2,53
*débit (m ³ /s)	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24	0,24
débit (l/s)	240,8	240,8	240,8	240,8	240,8	240,8

CALCUL DU DEBIT DANS L'ORIFICE

hauteur de chute (m)	0,55	0,49	0,425	0,6	0,55	0,5
ouverture vanne (cm)	30	32	35	20	30	40
paramètre m	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61	0,61
débit vers la goulotte (m ³ /s)	0,24	0,24	0,25	0,17	0,24	0,31
débit vers la goulotte (l/s)	240,5	242,1	246,6	167,4	240,5	305,7

Fig : débit passant par un orifice (pour 1 roue hydraulique à impulsion), vanne plus ou moins ouverte

Le premier calcul intègre toutes les données dans le cadre d'une modélisation hydraulique sur ordinateur du canal. Il permet de définir le débit maximum admis dans ce canal, soit de l'ordre de 450 / 500 l/s. Au-delà, le déversoir fonctionne et l'eau excédentaire est rejetée au Guiers.

Le second calcul, montre les variations des débits au travers d'un orifice (vanne ouverte) avec un niveau dans le canal variable.

Le troisième calcul (tableau Excel) est plus restrictif. Il accorde (résultats des 3 premières colonnes de résultats – au centre du tableau) l'ouverture de la vanne d'un orifice, le niveau de l'eau dans le canal principal, pour que le débit dans l'orifice soit identique à celui dans le *béal* alimentant la roue hydraulique soit de l'ordre de 240 l/s (ordre de grandeur du débit pour une scierie avec une roue à impulsion).

Les 3 colonnes de résultats à droite montrent pour un niveau d'eau maximum dans le canal, le débit de l'orifice vers la goulotte en fonction de l'ouverture de la vanne : les débits sont alors modulables et adaptables à un autre usage (moulin à grains).

Moulin à grains

Donc en se référant aux débits demandés pour le bon fonctionnement des meules, le canal avait des possibilités nettement supérieures aux besoins d'un moulin à grains.

Scieries

Pour un usage avec deux scies en fonctionnements simultanés, les débits de deux orifices étaient suffisants. Comme chacun d'entre eux ont des dimensions identiques, leur débit est le même.

Faire fonctionner les 3 orifices ensemble (tout du moins à plein débit) était problématique. Mais on pouvait les vanner et ajuster le débit strictement nécessaire à chacun.

Tannerie

Par exemple le 3^{ème} orifice, bouché de nos jours, aurait pu alimenter les cuves de la tannerie à un débit faible. Dans ce cas de façon à avoir une alimentation gravitaire des cuves il aurait fallu qu'elles soient en contre bas, la hauteur d'une cuve posée sur le sol étant de 1,2 à 1,1 mètre).

La zone plate mais en pente légère située juste après la fin du canal pourrait être un emplacement judicieux pour cette activité.

De plus, la partie terminale du canal servait probablement de bassin pour puiser, à la main, de l'eau pour les cuves des tanneurs (voir le dessin de la tannerie).

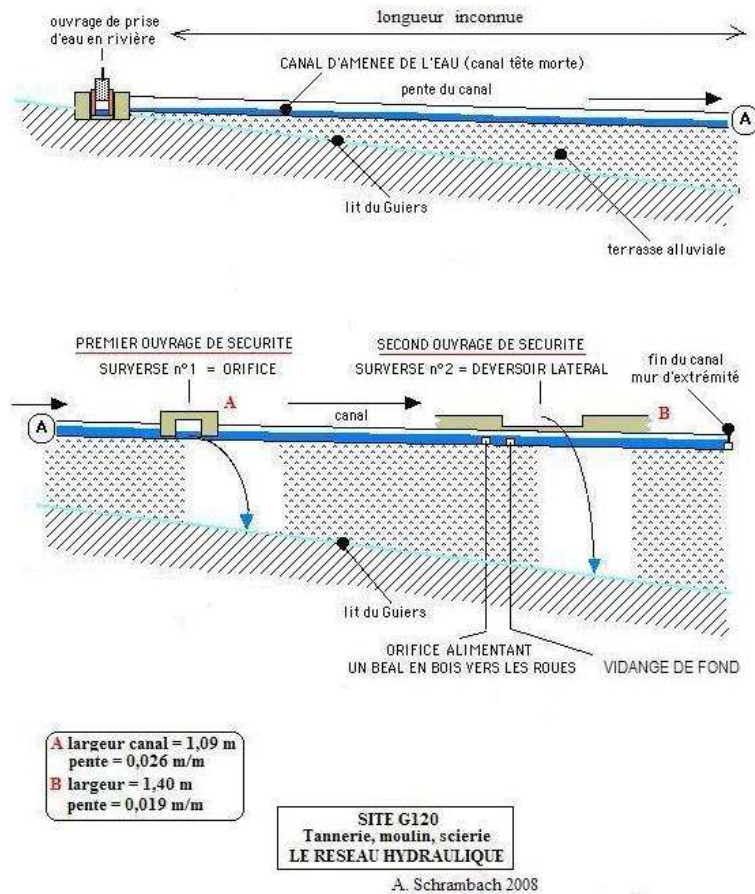


Fig : Vue schématique du profil en long du réseau hydraulique et de ses ouvrages.
En extrémité aval, il y avait 2 orifices mais l'un est fermé par un bouchon en pierre bien ajusté.

GESTION DE L'EAU (site G120)

En matière de gestion de l'eau dans le canal de la tannerie, on pouvait systématiquement ouvrir la vanne de l'ouvrage de prise de façon à entonner le débit maximum (selon le niveau de l'eau dans le Guiers – crue plus ou moins forte, étiage – il fallait néanmoins ouvrir la vanne en conséquence pour contrôler ce débit : c'était la seule action de réglage à faire manuellement et d'une manière réfléchie journalièrement dans le système hydraulique de la Tannerie). L'un des ouvriers travaillant sur le site avait le rôle d'un aiguadier.

Ensuite, à l'aval selon le type d'atelier existant (tannerie, moulin à farine, scie battante) on ouvrait la (ou les) vanne usinière commandant le débit envoyé sur la roue hydraulique. Le débit excédentaire, inutile, était renvoyé automatiquement (sans aucune action d'un aiguadier) via le déversoir latéral (déchargeoir), au Guiers sans entraîner de débordement par les berges du canal principal. Il en était de même lorsqu'on fermait une vanne usinière de manière à arrêter le moteur hydraulique. Cet ouvrage simplifiait le travail de l'aiguadier.

Donc on pouvait, à la demande (une tannerie nécessite un débit plus faible qu'un moulin et à plus forte raison qu'une scie), en ouvrant plus ou moins les vannes des 3 orifices, faire varier le débit utile entonné hors du canal principal.

Si on désirait réparer le canal, le curer, on fermait le batardeau placé juste après la surverse n°1 et on ouvrait la vanne de la surverse. L'eau du canal amont retournait au Guiers et le canal aval se vidait lentement d'abord par le déversoir latéral puis pour finir par la vidange de fond.

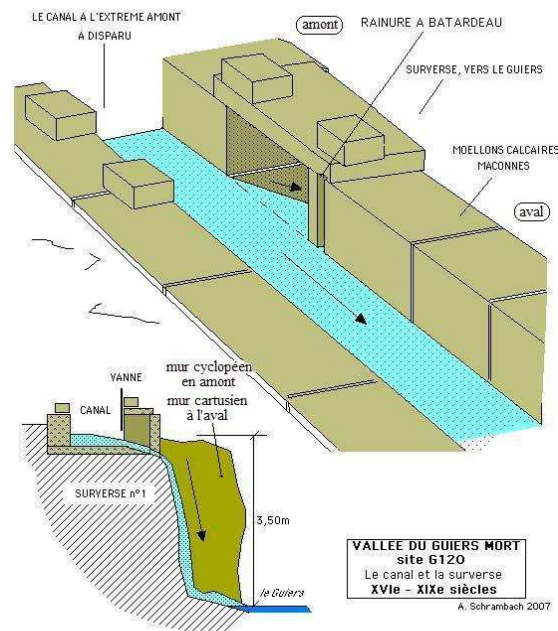


Fig : Il s'agit de l'orifice de surverse (ouvrage de sécurité n°1) qui assurait, si nécessaire, un retour des eaux au Guiers (actuellement le canal commence à cet endroit et domine le Guiers de 3,5 mètres environ). Le dessin (voir en début de la fiche) montrant le mur cartusien de protection de la berge, encadre ce dispositif de rejet au Guiers de l'eau.

Il y avait un batardeau sur le canal juste après cette surverse. Il y en avait un autre dispositif de vannage sur la surverse (simple plaque). Pour supprimer l'écoulement vers l'aval du canal on fermait le batardeau (il n'est pas représenté, mis en place et fermé sur le dessin) et on enlevait la plaque (jouant le rôle de vanne).

Le dessin suivant montre en 3D les structures hydrauliques de la fin du canal.

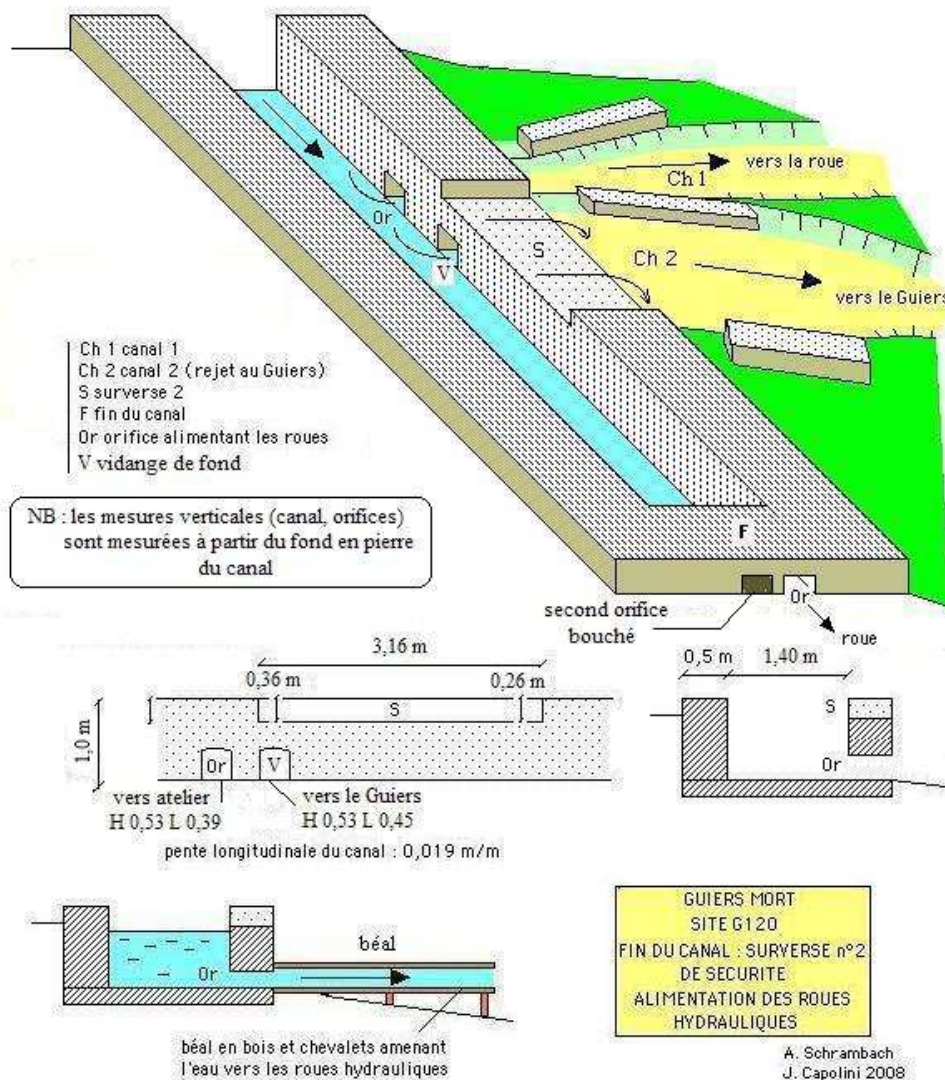


Fig : Il s'agit de la fin du canal avec la surverse-déversoir latéral (ouvrage de sécurité n°2) et de deux départs vers les roues hydrauliques (orifices). Le canal pouvait assurer le passage d'un débit nettement supérieur à celui nécessaire aux activités pratiquées. Toutefois comme le canal était fermé à l'extrême aval (mur final), il fonctionnait comme un bassin ce qui explique la présence du déversoir latéral afin d'éviter les débordements.

Pour vider le canal (réparation, entretien etc) on fermait le batardeau en amont (surverse n°1) et on ouvrait la vidange de fond V (située sous le déversoir) qui rejetait l'eau dans le canal du déversoir qui rejoignait le Guiers.

Les équipements énergétiques

Image en 3D du XVIIe siècle

Cette image avec les 3 corps de bâtiments accolés montre deux roues hydrauliques de grand diamètre (voir dessin). Comme explicité après il ne pouvait s'agir de roue du type « en dessous ». Outre les bâtiments (leur importance – voir le dessin en début de la fiche - n'est-elle pas exagérée ?) et les 2 roues, cette image très peu fidèle n'apporte pas d'autres informations.

1744 :

L'étude CPI de 2001 fait part d'un emplacement pouvant avoir reçu une roue hydraulique. Il est à l'amont immédiat de la surverse n°1 et son axe aurait été installé sur les plots en saillie à l'amont immédiat de la surverse. Dans ces conditions ; ce moteur aurait été une roue hydraulique à axe horizontal, du type « *en dessous* » et de faible diamètre.

Deux hypothèses sont envisageables :

- * La roue est entraînée directement par le courant d'eau dans le canal
- * La roue est placée à l'aval immédiat d'une vanne placée dans le canal (il s'agit de la solution la meilleure)

Premier calcul ou première variante : La roue est entraînée directement par le courant d'eau dans le canal

Elle aurait été entraînée directement par le courant d'eau. Quelle pouvait être sa puissance ?
L'encart suivant, extrait de l'étude générale sur les anciens moteurs (A. Schrambach, 2008) explique comment calculer cette puissance.

Les paramètres sont les suivants :

Diamètre : de l'ordre de 1,50 m maximum (la roue appuyée sur le sommet des plots en relief est supposée travailler avec un canal plein d'eau, ce qui n'est pas le cas de la seconde solution)

Débit (cf les calculs sur ordinateur) : 0,500 m³/s

Vitesse de l'eau : 1 m/s

Rendement : 0,30

* Calcul de la puissance de la roue avec la vitesse de l'eau au point de contact avec les palettes (aubes) de la roue :

$$P = Q \cdot V/2 \cdot r / (4 \cdot g \cdot c)$$

Dans ce cas il faut donc connaître le débit et la vitesse de l'eau

P puissance

c = 75 pour P en CV ou c = 102 pour P en kW

r coefficient : 0,30 à 0,20 (rendement)

V vitesse de l'eau dans le canal au point de contact avec la roue(m/s) d'où

v vitesse de la roue choisie égale à V/2 (m/s)

Q débit (l/s ou kg/s)

g accélération de la pesanteur (9,81 m/s par s)

Outre ce résultat il est utile de calculer la vitesse de rotation de la roue (en tours par minute) et le couple du moteur.

Avec les données précédentes soit la vitesse circonférentielle de la roue (v en m/s), la puissance (P en CV) et le diamètre D (en mètres) de la roue :

$$\text{Vitesse en tours par minute ou } VT = 60 / (D / v) \text{ avec } v = V / 2$$

$$\text{Couple} = (716 \times P) / VT$$

$$\text{Soit } P \text{ (CV)} = (500 \times 1 \times 0,3) / (4 \times 9,81 \times 75) = 0,06 \text{ CV.}$$

Il s'agit donc d'une puissance très faible, inutilisable. Ce résultat est classique pour une roue de type « *en dessous* » non précédée d'une vanne, fréquemment inclinée sinon courbe, qui crée une chute d'eau.

2^{ème} calcul ou deuxième variante : La roue est placée à l'aval immédiat d'une vanne placée dans le canal.

Le dessin suivant présente cette solution qui est complexe car il faut accorder les divers paramètres hydrauliques en jeu.

Le principe est, grâce à la vanne, de créer une chute d'eau qui se traduit par une vitesse de l'eau accrue. Or c'est elle qui agit sur ce type de moteur. Mais de ce fait le canal à l'aval a une très faible épaisseur d'eau ce qui ne favorise pas le travail des roues hydrauliques placées à la fin du canal.

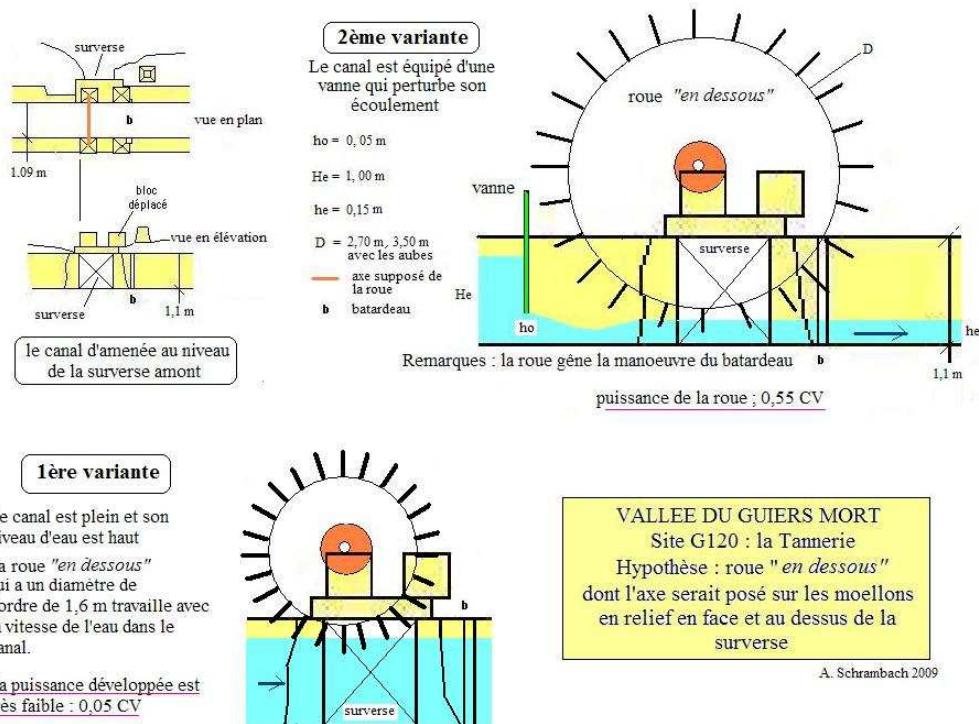


Fig : les dispositifs retenus pour les calculs

La puissance serait de 0,5 CV. Soit dix fois la puissance de la première solution. Toutefois elle reste très faible.

Mis à part que cette roue empêche la manoeuvre des batardeaux (batardeaux dont le rôle est important pour la gestion du canal) et celle de la vanne de la surverse (voir le dessin suivant) ...

- une roue de plus petit diamètre (donc avec une moindre gêne pour les manoeuvres précédentes) avec son axe sur les plots (c'est le cas de la variante 1) serait d'un diamètre trop petit pour que les aubes planes soient dans l'eau à l'aval de la vanne (voir le dessin).
- il ne subsiste aucune trace d'un tel dispositif (coussinets de l'axe, rainures pour la vanne).

Enfin ceci suppose qu'à l'aval le canal puisse se vider avec la vidange de fond. En effet si ce n'est pas le cas, le canal va se remplir et le niveau de plus en plus haut va diminuer d'autant la vitesse à la sortie de la vanne, paramètre lié directement à la puissance de la roue. Enfin la puissance générée est très faible.

On ne peut conclure, quand à l'existence d'une telle roue à cet emplacement mais elle paraît douteuse.

Mais à quoi servaient les 4 plots en relief ? Voir le dessin suivant présentant une hypothèse appuyée sur la coïncidence plots – surverse – batardeaux :

Une passerelle permettant de manoeuvrer aisément la vanne de la surverse amont et la mise en place des batardeaux ?

En effet la surélévation des plots par rapport à la berge du canal est de 65 centimètres. Comme les madriers du ponceau limiteraient vers le haut la remontée de la vanne de la surverse elle pourrait néanmoins remonter de cette valeur. Or le calcul montre qu'avec un canal plein d'eau, une remontée de 20 centimètres est suffisante pour dériver 500 l/s. Donc cette manoeuvre de vanne est possible.

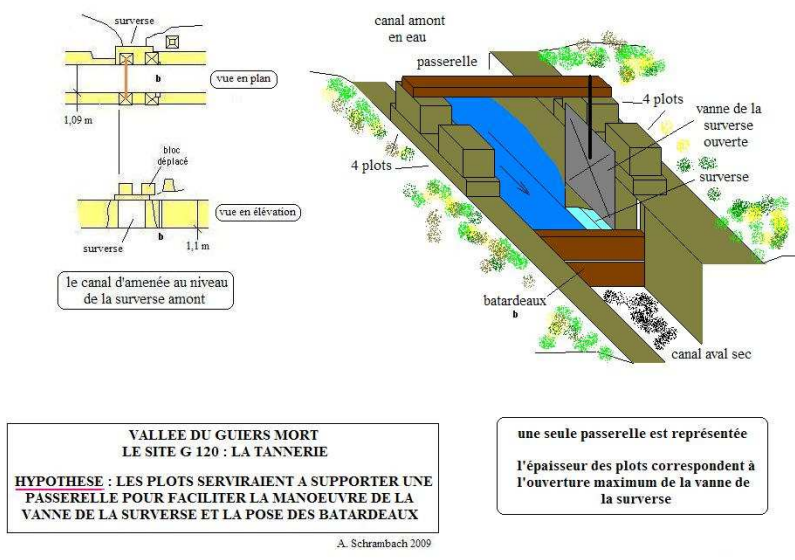


Fig : hypothèse pour expliquer la coïncidence entre les 4 plots en relief, la surverse et sa vanne et les batardeaux

En fait les roues hydrauliques (d'un autre type (*par-dessus* ou *de poitrine*, avec un meilleur rendement et une chute d'eau non négligeable) alimentées par les orifices du canal, étaient à l'aval.

1832 :

Il devait y avoir 1 (ou 2 car le cadastre montre deux canaux de fuite) roues hydrauliques dans (ou le long) de l'atelier situé dans le prolongement du canal aval.

1843 :

Il devait y avoir (au moins) 1 atelier avec une roue à axe horizontal, de type « *par-dessus* » ou de « *poitrine* ». Son diamètre devait être de 2,50 m (roue lente).

1880 :

Comme en 1843 (?) mais il est cité 2 scieries donc 2 roues hydrauliques.

2007 :

Aucun vieux moteur n'est visible (même pas, comme au site G100) les supports en pierre des coussinets et turillons. Toutefois l'emplacement de la roue de 1843 a été déterminé à 1 ou 2 mètres près.

Equipements industriels

XVIe siècle

tannerie (et/ou mégisserie ?, moulin à tan ?) (voir dessin qui montre des cuves en plein air. Toutefois à la fin du XVIIIe siècle à Voiron et au XIXe siècle à Moirans, les cuves étaient en rez-de-chaussée des bâtiments.)

1744 :

tannerie (et/ou mégisserie ?, moulin à tan ?) : essentiellement des cuves et des séchoirs

boutique avec un métier à tisser manuel (chanvre et laine)

échope de bourrelier et cordonnier

moulin à grains (paire de meule pour la mouture à la grosse, bluteau, stockage des matières),

petite forge manuelle et maréchal ferrant (le petit morceau de brique trouvé en 2008 pourrait venir du foyer de cette forge) (foyer, enclume, meule)

1832 :

scie battante mue par l'eau (voir dessin)

1843 :

scie battante mue par l'eau

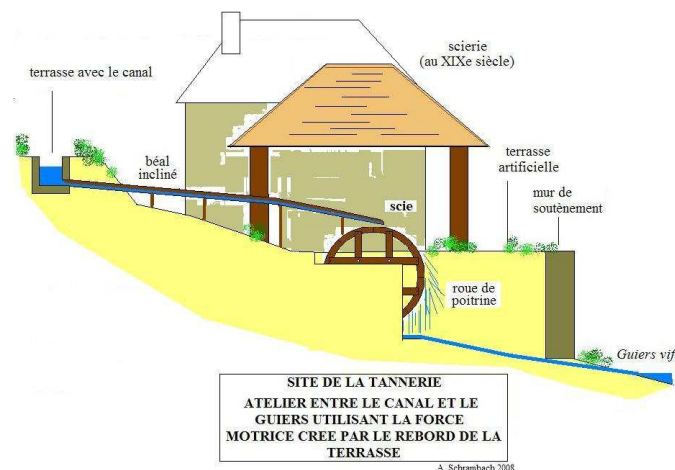


Fig : la scie battante en 1843 entre le canal et le Guiers mort.
Elle était alimentée en eau par la sortie latérale du canal en pierre

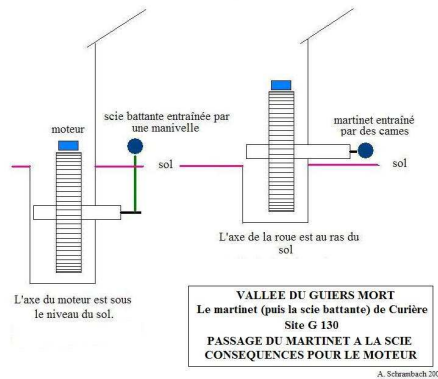


Fig : le dessin précédent est conforme à ce schéma (établi pour le site G130). L'axe de la roue hydraulique de la scie battante était calé SOUS le plancher de l'atelier (à cause de la manivelle qui transformait le mouvement rotatif en mouvement linéaire alternatif)

1880 :

2 scies battantes mues par l'eau

2007 :

Néant : aucune trace d'activités

Production

XVIIe et XVIIIe siècle

Le moulin à grains : au XVIIe siècle (et au XVIIIe siècle), le nouveau moulin près du pont de la Tannerie pouvait produire « *un moulin assumait la consommation annuelle de 22 à 24 familles* », soit de l'ordre de 110 à 120 personnes. La carte de Cassini (milieu XVIIIe siècle) montre au sud de la Diat, treize hameaux. Ces chiffres issus de deux approches différentes ne sont pas très différents (de l'ordre de 2 familles par hameaux).

Toutefois il faut moduler la production de ce moulin. Il y avait les clients réguliers, les moines et les montagnards, et les clients occasionnels, les pèlerins. Lorsque ces derniers étaient trop nombreux, la production du moulin devait s'accroître. Ceci était possible puisque le canal du site de la Tannerie pouvait transiter un débit de 450 l/s. Les équipements du moulin sont inconnus mais à cette époque, dans le Voironnais, certains moulins étaient équipés de 3 paires de meules (alors qu'en général il n'y en avait que deux). Il pouvait en être de même ici et elles pouvaient tourner toutes les 3 ensembles mues chacune par leur roue hydraulique.

Extrait de l'étude : Schrambach A. « *Vallée du Guiers mort, Monastères, moulins à grains et population entre le XIVe siècle et le XIXe siècle* ». 2008 (15 pages 16 figures)

1744 :

Cuir épais et tannés (si mégisserie : cuirs fins et souples ; si moulin à tan : écorces broyées de chêne ou de châtaignier)

Farines et gruau

Toiles de chanvre et draps de laine

Produits finis en cuir (chaussures, tablier etc)

Produits métalliques de forges.

1832 :

Planches, madriers

1843 :

Comme en 1832

1880 :

Comme en 1832

4-LE MILIEU HUMAIN

Les propriétaires, les locataires

Des origines à 1880 :

Aucune information au sujet des propriétaires et des locataires.

Toutefois jusqu'à la Révolution, le site devait dépendre du monastère de la Grande Chartreuse. L'exploitation n'est pas confiée aux frères convers (qui résidaient dans la Courrierie) mais à des frères spécialisés les « *donnés* ou *rendus* ». Rapidement l'albergement (location à long terme) devint la règle.

Le personnel

Des origines à 1880 :

Tanneurs, (mégissiers ?), meunier, tisserand, forgeron, bourrelier, cordonnier puis scieurs. un *aiguadier* pour gérer les vannes du canal.

Du temps des Chartreux, un religieux, sous le titre de *Procureur des fabriques*, dirigeait toutes les petites usines établies sur le cours du Guiers (Dubois Marc, 1924).

Gestion de l'eau

En 1861, d'après le baron Achille Raverat qui décrit le site de Fourvoirie (G150) : « *De chaque côté (du Guiers) des conduits en bois reçoivent les eaux pour les porter aux diverses usines. 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.*».

Ce texte décrit les écoulements dans un béal en bois : outre les fuites par les fentes entre les planches, l'eau déverse hors du canal et rejoint le torrent.

Le travail de l'aiguadier était, entre autres, de régler la vanne à la prise d'eau afin de moduler le débit entonné. Toutefois à cette époque on ne savait pas mesurer un débit : on l'exprimait en hauteur d'eau. Le réglage en fait devait être sommaire et l'eau débordait du canal au moins dans les premiers mètres ce qui correspond à l'effet d'un « déversoir latéral ou *déchargeoir* ». Il y avait donc, indirectement, un limiteur de débit !

Dans le cas du canal de la tannerie, un second et véritable déversoir latéral existait à l'aval. On devait en amont entonner l'eau pour la marche de 2 ateliers et à l'extrême aval si l'un d'eux s'arrêtait le surplus d'eau inutilisé retournait à cet endroit au Guiers.

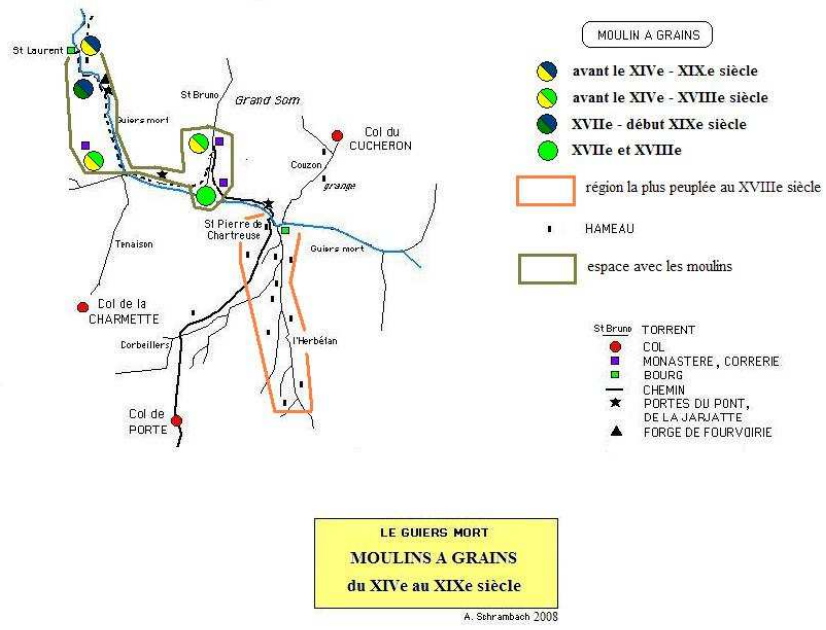


Fig : les moulins à grains le long du Guiers mort

Les deux dessins suivants montrent une scierie (ou *moulin à planches*). La tannerie (ou une mégisserie) a été montrée avant.

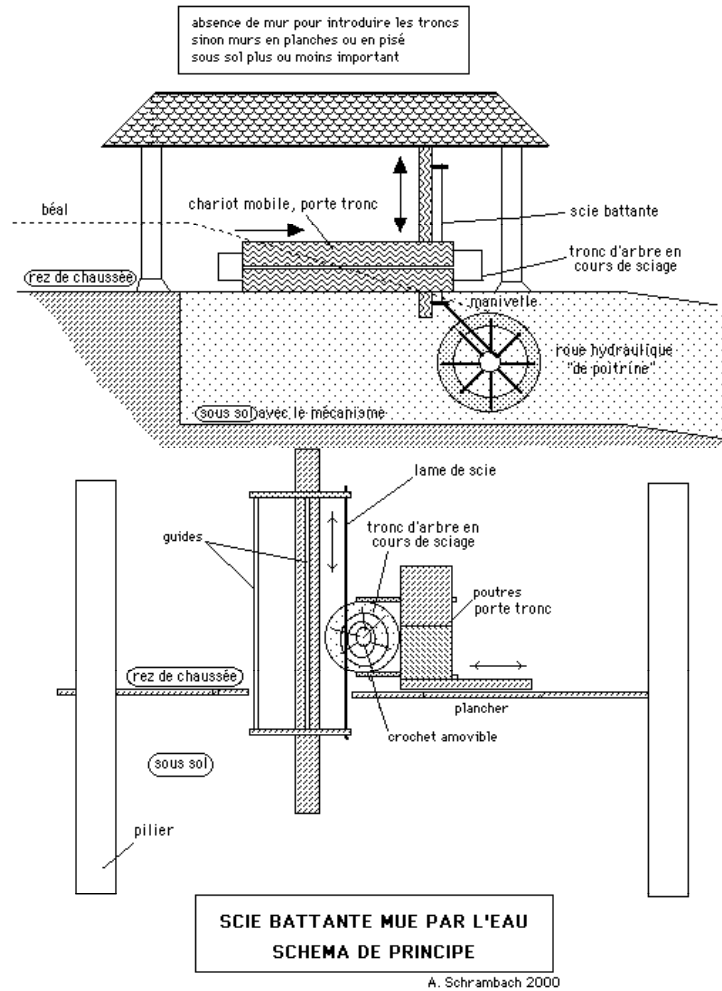


Fig : une scierie à scie battante mue à l'eau par une roue hydraulique

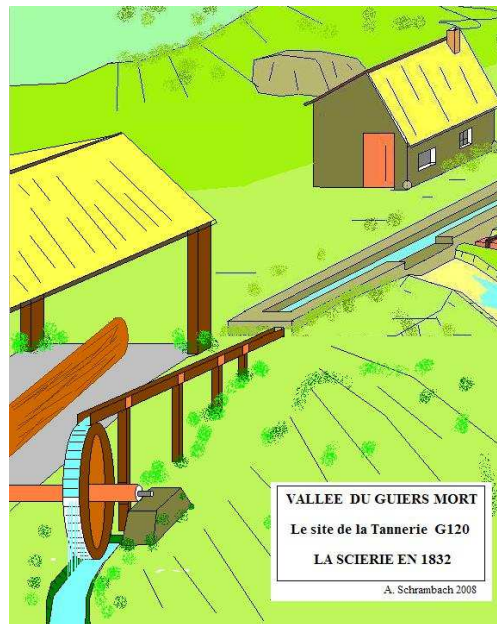
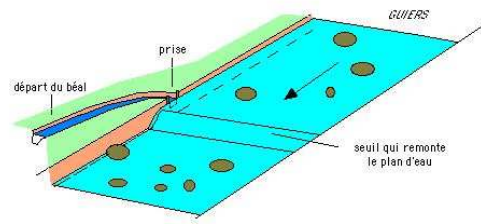
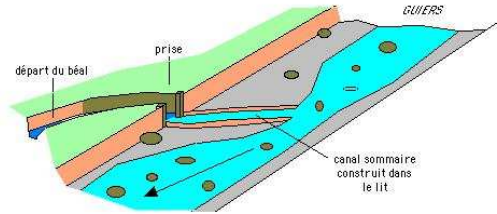


Fig : la scierie en 1832 dans le prolongement du canal.
Elle était alimentée en eau par les sorties frontales du canal en pierre.

Les trois dessins suivants montrent les diverses structures hydrauliques identifiées le long du Guiers mort.



SEUIL EN RIVIERE : sites G90 et G100 au XVIIe (images 2 et 3)
sites G150, G160 et G165 à Fourvoirie



PRISE SANS SEUIL : sites G100 (XIVe, XVIIIe et 1832)
sites G120 et G130

**VALLÉE DU GUIERS MORT
LES OUVRAGES DE PRISE
D'EAU EN RIVIERE**

A. Sohrmbach 2008

Fig : 1er dessin : les seuils en rivière

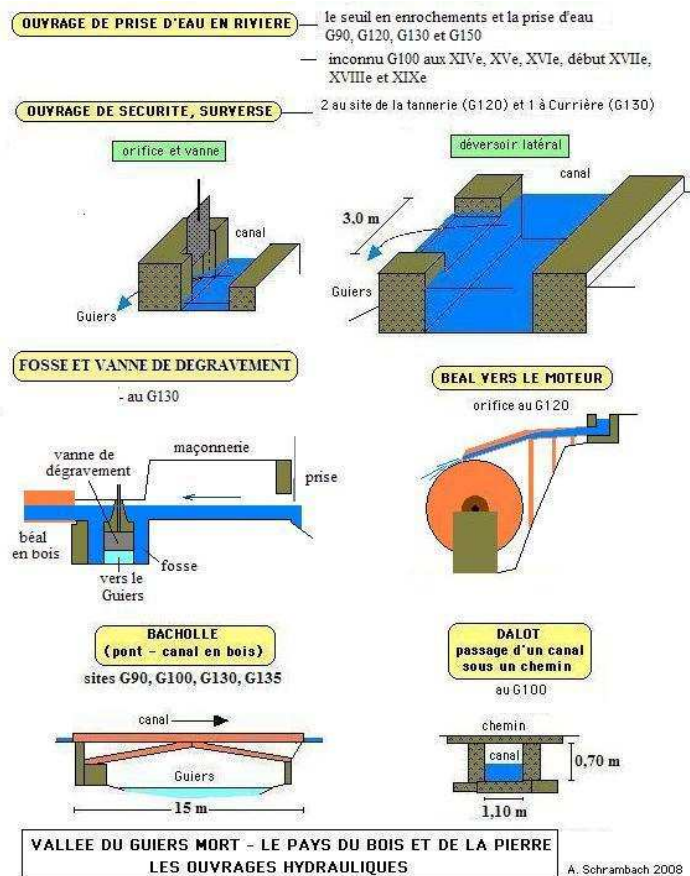


Fig : second dessin : diverses structures hydrauliques

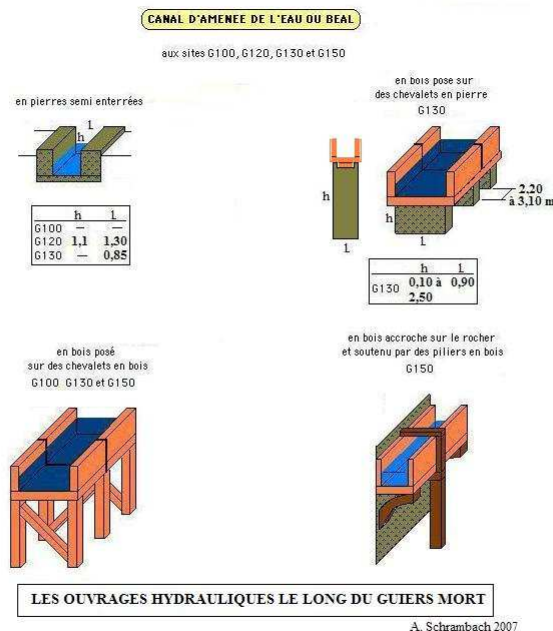


Fig : troisième dessin : les canaux (béal)

LES RELEVÉS EFFECTUÉS SUR LE TERRAIN EN avril 2008

(distances mesurées au topofil et orientation des murs avec une boussole de précision)

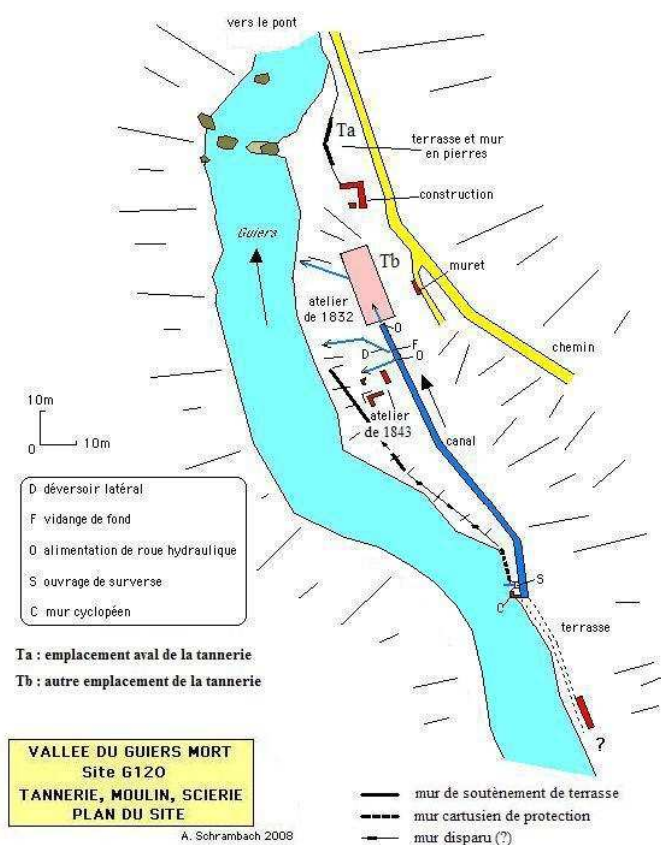


Fig : Le plan général du site. La partie amont du canal a disparu et ne peut être reconstituée.

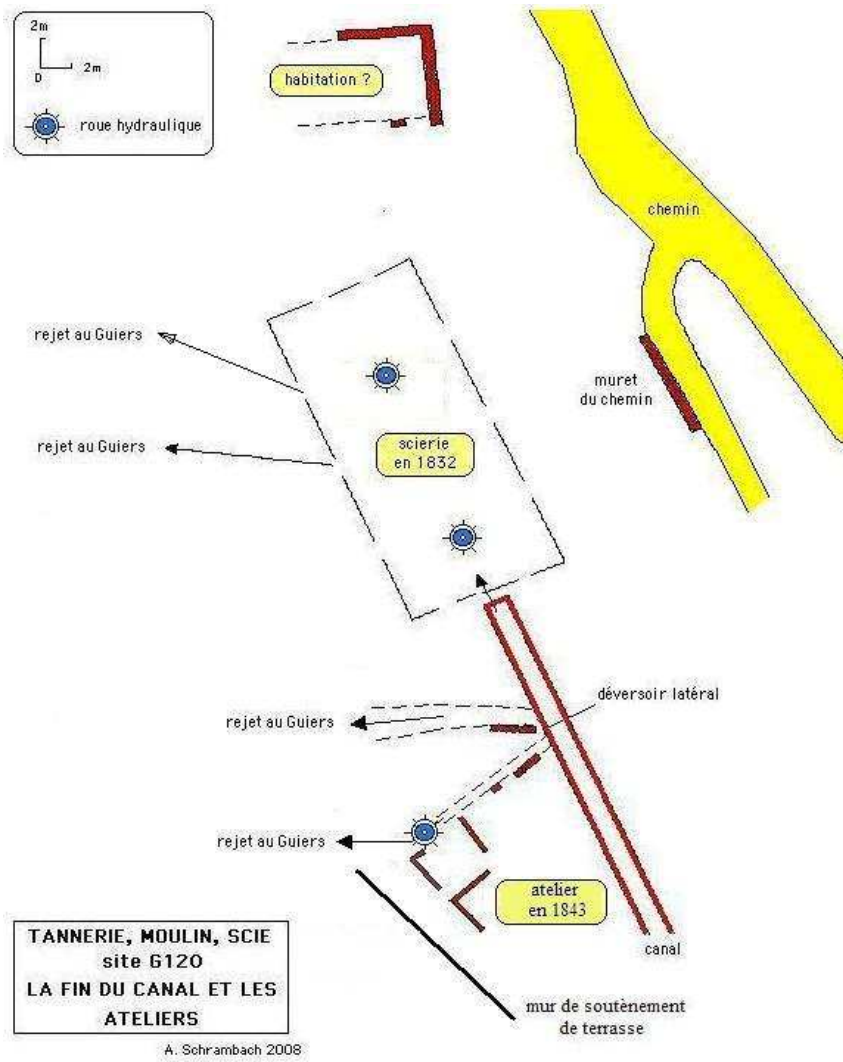


Fig : Plan détaillé de la partie aval du site avec les deux ateliers (avec chacun une roue hydraulique) et l'habitation (?) qui ont été identifiés sur le terrain.

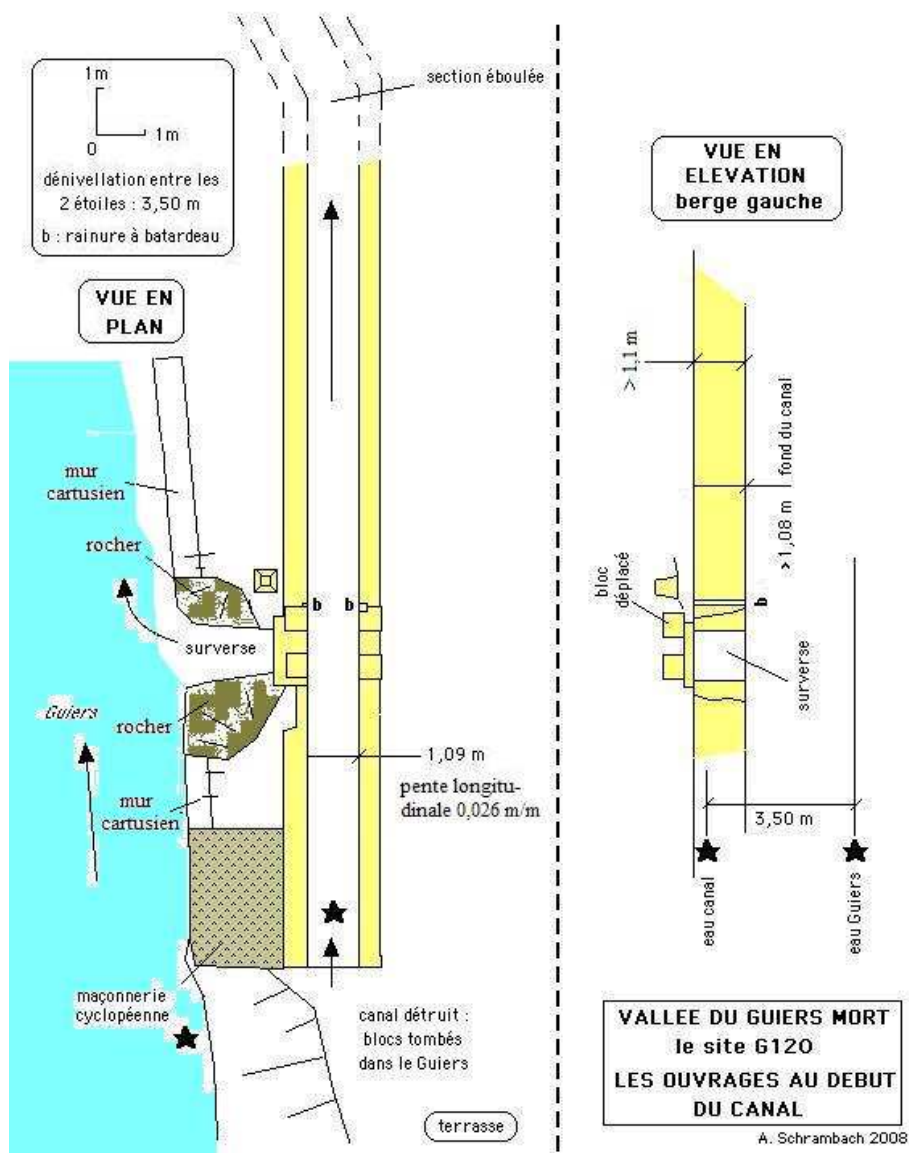
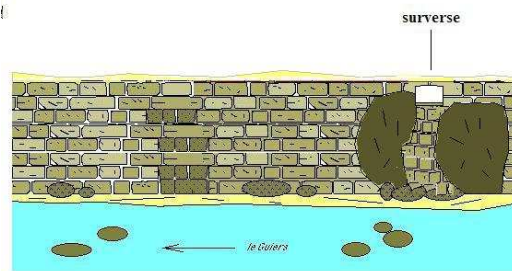
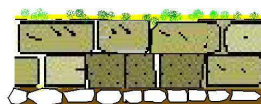


Fig : Plan de l'ouvrage amont : une *surverse* et ses rainures à batardeaux. La berge du Guiers a été confortée (à une époque indéterminée) par un mur cyclopéen, de façon à supprimer les érosions. Un autre dessin en couleurs montre le principe de fonctionnement de la surverse.

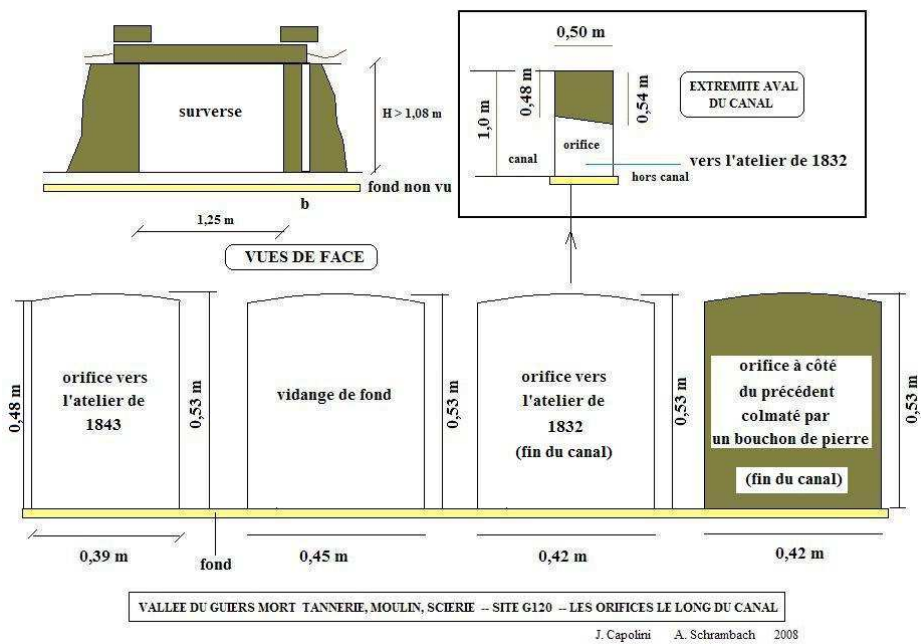


VALLEE DU GUIERS MORT
 LE MUR CARTUSIEN PROTEGEANT LA BERGE
 A L'AVANT IMMEDIATE DE LA SURVERSE
 haut de 4,20 m
 SITE G120
A. Schrambach 2007



VALLEE DU GUIERS MORT
 ARCHITECTURE CARTUSIENNE
 Fondation des murs des berges du canal
 (hérisson de grosses pierres brutes)
 site G120 - la TANNERIE
A. Schrambach 2008

Fig : les deux images montrent des murs avec une architecture cartusienne visibles sur le site. Le second, relatif à la fondation de ce type de construction quand elle n'est pas montée sur le rocher, est le petit tronçon (une dizaine de mètres) du canal à l'amont et à moitié détruit.



J. Capolini A. Schrambach 2008

Fig : La hauteur des 4 orifices à l'aval, est mesurée par rapport au fond en pierre du canal. Pour la surverse située plus en amont, ce n'est pas le cas. Il manque – probablement – 10 cm.

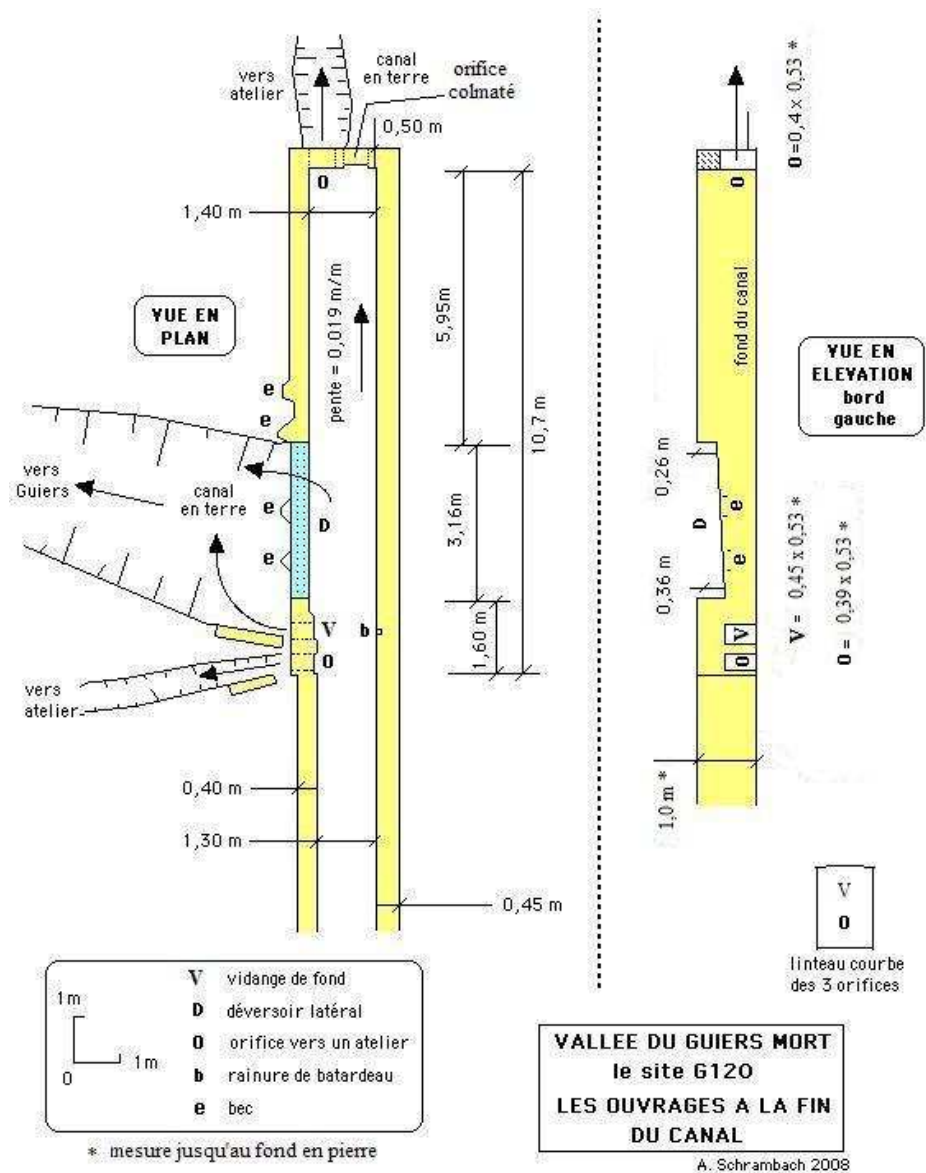


Fig : Le plan montre les ouvrages situés en fin de canal : un déversoir latéral D et une vidange de fond F. Il y a également deux orifices O, chacun alimentant en eau la roue hydraulique de l'atelier concerné.

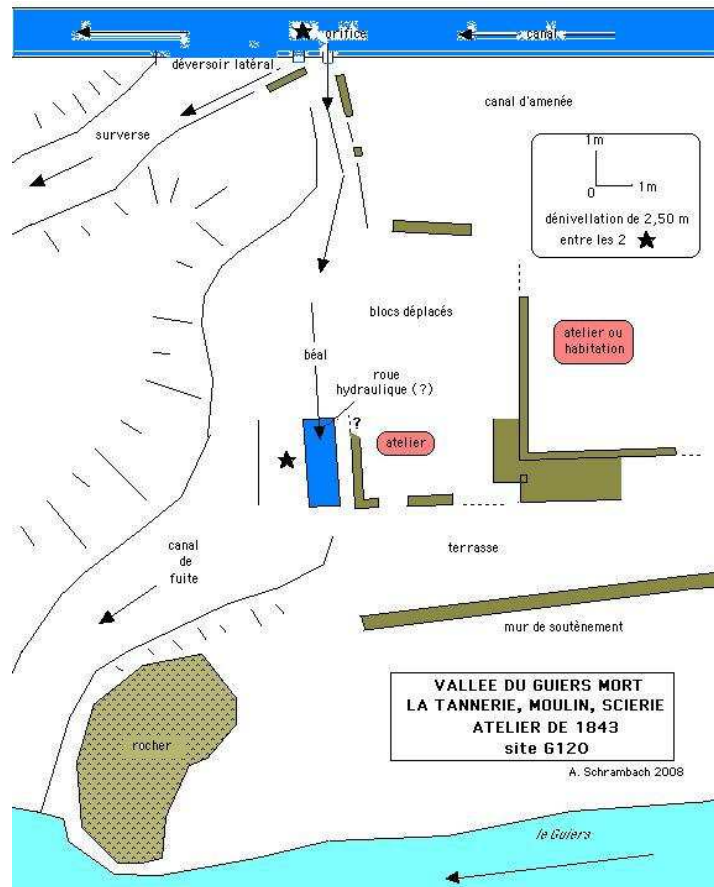


Fig : en relation avec l’orifice situé juste avant le déversoir latéral, des bas de murs ont été identifiés ainsi que le trajet du béal, l’emplacement probable de la roue hydrauliques et le canal de fuite.
 A cet endroit, la carte d’état major de 1843 montre deux petits bâtiments dont l’un est l’atelier avec sa roue.



EXTRAITS DE : Schrambach A. Vin E. Le massif de la Chartreuse – Dauphiné. Le monastère de la Grande Chartreuse. *Les ateliers cartusiens du Guiers mort entre le XIV^e et le XVIII^e siècle. Evolution, histoire et technique. 2008 non édité*

B) Le site pré industriel en amont du pont de la Tannerie (G120)

Environnement géographique

Site implanté près du monastère (sous la Corrière) et sur la même rive donc avec un accès rapide au chemin situé à mi versant.

Les divers ateliers (tannerie, moulin à grain puis scieries) étaient en rive droite si bien que la construction du pont pourrait être étrangère à l’atelier. Une petite terrasse alluviale existe : elle se termine en pente douce à l’aval pour rejoindre le Guiers. Certains ateliers étaient sur cette pente douce. Par contre perpendiculairement au torrent, entre le canal et le Guiers, il existe une pente marquée : un mur de protection de berge a été construit de façon à créer une petite terrasse intermédiaire : d’autres ateliers étaient construits à cet emplacement.

Le lit du Guiers se rétrécit le long des ateliers si bien que la force érosive du torrent étant accrue le mur de protection a du être conçu en conséquence (blocs de plus d’une tonne à la section du lit la plus faible près de la *surverse*).

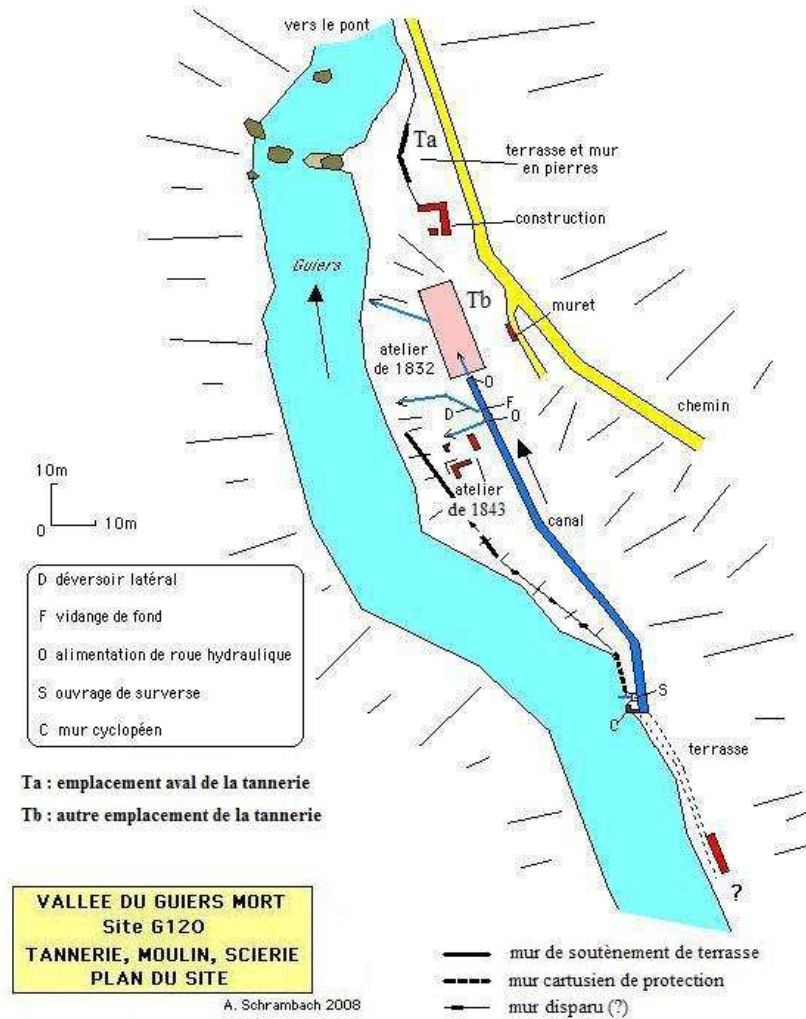
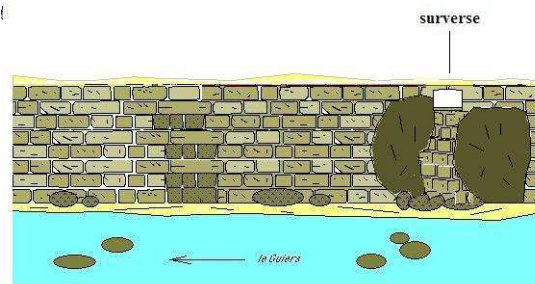


Fig : plan général de la tannerie. Cette activité (la première pratiquée) aurait pu être soit en Ta soit en Tb.

Histoire du site

La date de création du site G120 est inconnue. On ne cite la tannerie que lors d'un incendie en 1588.

Au XVII^e siècle le site reconstruit comprend de plus un moulin à grains. Comme cela est expliqué après, il est probable que le canal tel qu'il est vu de nos jours fut construit à cette époque ainsi que les murs de soutènement de berges associés (architecture cartusienne telle qu'elle était pratiquée dans la région – Guiers mort et vif - aux XVI^e et XVII^e siècles).



VALLEE DU GUIERS MORT
 LE MUR CARTUSIEN PROTEGEANT LA BERGE
 A L'AVANT IMMEDIATE DE LA SURVERSE
 haut de 4,20 m
 SITE G120

A. Schrambach 2007

Fig : le mur de protection de berge d'architecture cartusienne. Le canal est situé en haut du mur et lui est parallèle.

En 1652 (date inscrite sur la clé de voûte – et non 1662) le pont de la Tannerie fut construit. Il permettait d'accéder au *habert* de Valombré avec sa grange.

En 1670, la tannerie n'est pas citée sur l'image en relief du domaine de la Grande Chartreuse. Toutefois, le site n°9 « *les molins* » pourrait correspondre au site G120 (*Description de la Grande Chartreuse et les Montagnes et Bâtiments endependans* 1670).

Ensuite au XVIII^e siècle, avant 1744, un moulin (à grains ?) est adjoint à la tannerie (d'après Dubois M. *Désert de la Grande Chartreuse, souvenirs archéologiques*. Les Echelles ed. Buscoz 1924). S'agit-il du moulin précédent reconstruit ? Toutefois en 1744, un moulin est cité sur la carte de Cassini.

En 1755 : « *on voit (sur ce site) une multitude d'ouvriers de tout genre, meuniers, maréchaux, cordonniers, bourreliers et même de fabricants d'étoffes et de toiles à l'usage de la maison* » (d'après le père Mandar cité dans Dubois M. *Massif de la Chartreuse, deux ruines inconnues Aix-en-Provence* 1922). La liste des métiers conduit à un lieu particulièrement productif.

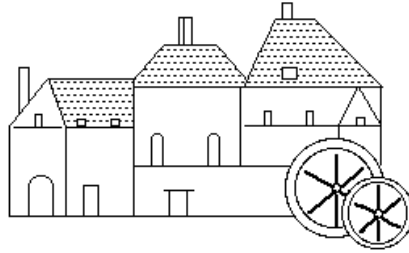
A une date non précisée (fin XVIII^e ou début XIX^e ?) : abandon de la tannerie (à moins qu'elle n'ait disparu plus tôt) et probablement du moulin.

Au XIX^e siècle, et c'est un des rares exemples de reprise d'un site cartusien, des scieries fonctionnaient le long du canal (ce sont les murs encore visibles).

Les bâtiments et le réseau hydraulique

Alors que le site métallurgique en face du pont du Martinet ne montre que les ruines des bâtiments et peu de choses quand aux *béals*, le présent site a encore un canal très bien conservé et peu de traces des bâtiments.

Pour comprendre ce site, outre les rares données historiques, on ne dispose que de l'image suivante d'après 1652 (mais l'ampleur des bâtiments – nombre et hauteur -, les roues dont l'image est douteuse, diminuent l'intérêt de cet élément iconographique) et de l'analyse des ruines réalisée en 2008 (plans en annexe).



Cette image (du milieu du XVIIe) du site de la Tannerie, est dénommée "le moulin". Elle doit être complétée par le texte de 1755 " *on voit une multitude d'ouvriers de tout genre, meuniers, maréchaux, cordonnier, bourreliers et même de fabricants d'étoffes et de toile à l'usage de la maison*"

L'image comprend des imperfections. Par exemple les roues hydrauliques sont du type "par dessous". Or la vitesse de l'eau dans le béal ne permet pas d'avoir des puissances suffisantes. En fait les roues devaient utiliser la dénivellation entre le canal et le Guiers (roue "au dessous" ou de "poitrine").

VALLEE DU GUIERS MORT
Le site G120 dénommé "le moulin"
vers le milieu du XVIIe siècle

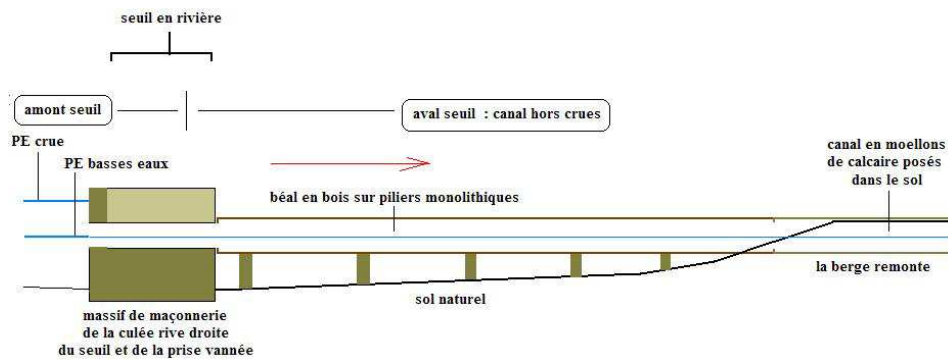
A. Schrambach 2008

Fig : bien qu'il ne s'agisse que de la seule image du site (après 1652), son intérêt est très faible car les bâtiments (nombre et hauteur) et le type de roues hydrauliques, sont fortement discutables. Cette image doit « embellir » la réalité

Le canal subsiste en très bon état sur le tiers ou le quart de sa longueur : la longueur totale est inconnue car l'ouvrage de prise a disparu. Il s'agit d'un fossé avec les berges au ras du sol. Il est construit avec des moellons de calcaire parallélépipédiques de 125 à 250 kilogrammes (berges et fond).

Une inconnue subsiste : l'ouvrage de prise. Il devait avoir les mêmes caractéristiques que celui du martinet de Currière (voir après le site G130) dont il subsiste des traces importantes. Au site G120, sa position précise n'a pas été déterminée car il n'en subsiste rien.

Toutefois les premiers mètres du canal étaient obligatoirement hors crue ce qui impose un béal surélevé sur des chevalets (comme au site G130).



**VALLEE DU GUIERS MORT
LA TANNERIE - site G120
LES PREMIERS METRES DU CANAL**

A. Schrambach 2008

Fig : comme au site de Currière (G130), le canal dans les premiers mètres était obligatoirement au dessus du sol (et des crues). Il était peut être constitué d'un béal en bois posé sur des piliers monolithiques. Ensuite il était, comme visible en 2008, en moellons de calcaire posés sous le niveau du sol.

Le long du canal de l'amont vers l'aval, on voit un ouvrage de *surverse* avec des rainures à batardeaux. C'est un ouvrage classique pour mettre hors d'eau la partie aval afin d'y effectuer des travaux. Les ouvrages de distribution de l'eau sont à l'extrême aval où le *béal* se termine par un mur (voir les plans en annexe).

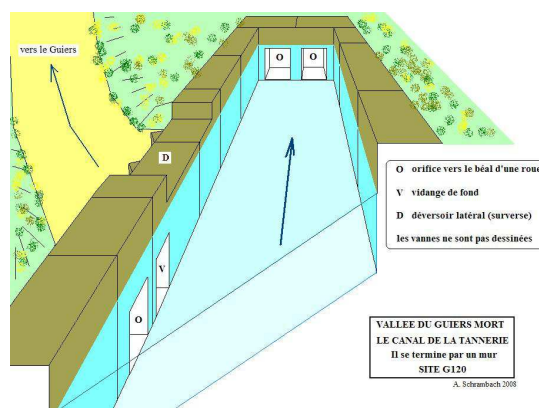
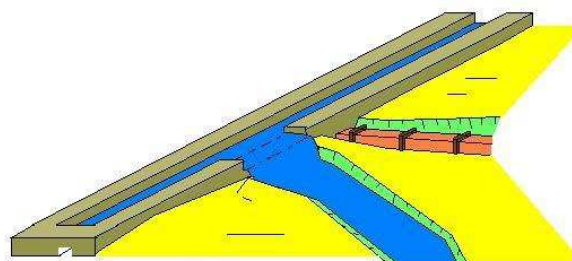


Fig : le canal se termine d'une manière inhabituelle par un mur frontal.

Outre les 3 orifices (O) destinés à envoyer de l'eau vers les ateliers, on observe un trou qui sert de vidange (V) pour évacuer toute l'eau vers le Guiers lorsque les batardeaux de la *surverse* obstruent le canal.

Quand le canal fonctionne, tout débit excessif, qui pourrait entraîner un débordement, est évacué vers le Guiers par un déversoir latéral (D) qui fonctionne automatiquement.



SITE G120
LA SURVERSE n°2, LE DEVERSOIR LATERAL FONCTIONNE
A. Schrambach 2008

Fig : le canal en bois dérive l'eau vers le moteur de l'atelier situé à côté du Guiers. Le débit entonné en tête de canal étant excessif, l'eau est rejetée au torrent par le déversoir latéral.

Les 3 orifices sont donc les éléments actifs. En effet entre celui en amont du déversoir et le Guiers, des ruines d'ateliers ont été trouvées en 2008 : elles correspondent à des ateliers marqués sur la carte d'état major de 1843 (voir le dessin suivant). Le cadastre de 1832 montre des ateliers en prolongement du canal et donc alimentés par les 2 orifices du mur frontal.

Ayant relevés les dimensions et la pente du canal, une modélisation hydraulique sur ordinateur a permis de connaître les débits circulant dans l'ouvrage. Au-delà d'un débit de l'ordre de 450 à 500 l/s, le canal déverse par le déversoir aval.

De ce fait on peut émettre une hypothèse au sujet de l'évolution de ce réseau. Le débit précédent est bien adapté à des scieries mais il est excessif pour un moulin ; toutefois un débit plus faible pouvait évidemment y circuler.

Par contre pour une tannerie, où l'eau ne sert qu'à remplir les cuves, un canal n'est pas nécessaire : on peut prendre l'eau directement dans le Guiers. C'est ce que résume le plan suivant.

Sur ces bases on peut émettre une hypothèse au sujet de l'emplacement des cuves de la tannerie. Une fois acquis le fait que la tannerie (mégisserie ?) n'a pas besoin d'un canal (surtout sur dimensionné) pour permettre le travail des tanneurs (mégissiers) et qu'il existe un pont dénommé « de la Tannerie » deux sites sont proposés.

Le site Ta le plus à l'aval, le plus proche du pont :

Le site avec les cuves pourrait être hors canal vers l'aval (entre les scieries et le pont). Hormis la terrasse en pente créée pour le chemin, il existe une terrasse artificielle (un mur de soutènement existe) accolée au bâtiment à l'aval, hors canal et qui présente encore 2 murs en élévation. Pourquoi avoir créé cette terrasse hors canal (le canal de fuite était sous le mur de soutènement) si ce n'est pour recevoir les cuves . Le bâtiment serait alors l'un des plus anciens et l'atelier aurait donné son nom au pont construit en 1652.

Le site Tb le long du canal :

La tannerie aurait pu être placée sur la terrasse soutenant le canal.

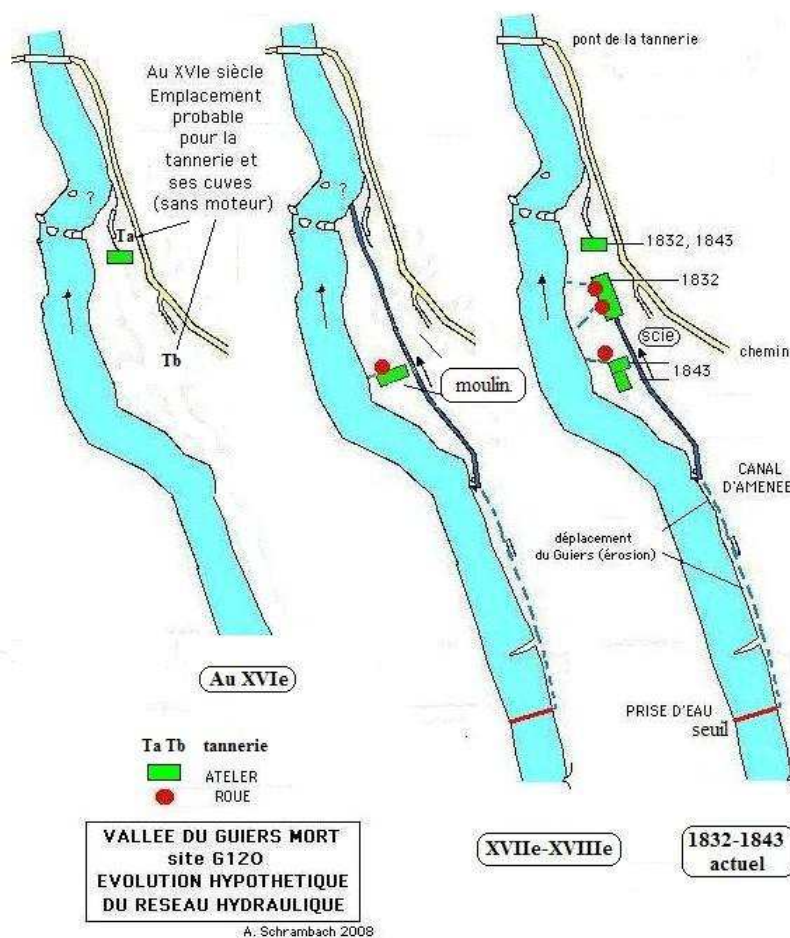


Fig : en se basant sur les calculs des débits circulant dans le canal et ceux exigés par les ateliers afin d'entraîner les machines, et aussi sur les rares plans (celui de la carte de Cassini est faux dans la partie aval), le réseau a pu évoluer comme le montre le dessin.

Du temps de la tannerie (sites Ta ou Tb), un canal n'était pas nécessaire. Son architecture conforme à ce qui se pratiquait au XVIe et au XVIIe siècle et son identité avec la partie aval du *béal* de la métallurgie du pont du Martinet, laissent à penser qu'il fut construit au moment où un moulin à grains fut installé.

Les bâtiments sont connus d'après les cartes (1832, 1843) et les relevés de terrain (les plans relevés en 2008 sont présentés en annexe).

En concordance avec les orifices il y a des ateliers le long du Guiers (encore visibles) et d'autres dans le prolongement du canal (disparus).

Un atelier, à l'aval hors réseau hydraulique, pourrait être un logement ou bien un bâtiment lié à l'activité tannerie (si le site Ta est retenu).

Il faut remarquer que les bâtiments montrés sur l'image du milieu du XVIIe siècle n'ont laissés aucunes traces : ont-ils existé ?

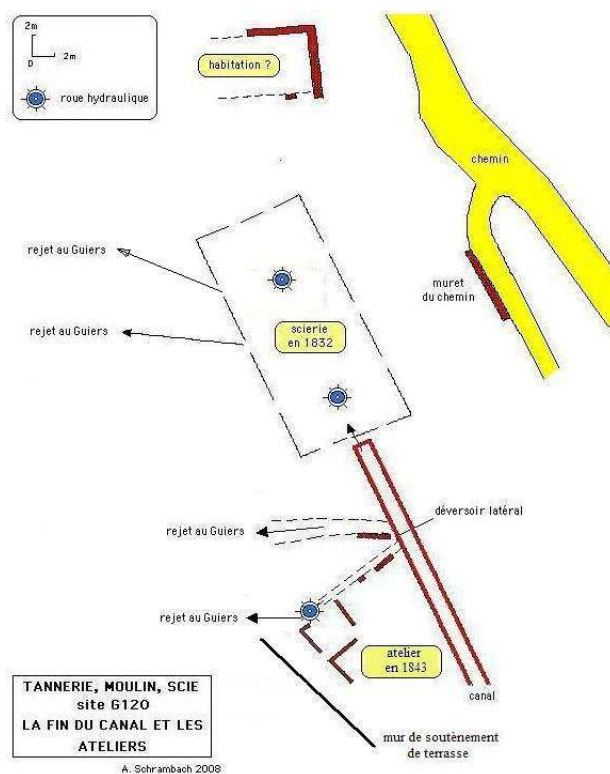


Fig : Plan de la partie aval du site avec le canal et les ateliers identifiés d'après le cadastre de 1832 et les recherches sur le site réalisées en 2008.

Le bâtiment dénommé « habitation », existe encore mais si le site Ta est retenu pour la tannerie il aurait pu être construit pour cette activité.

Ceux dans le prolongement du canal ont disparu : ils sont connus d'après le cadastre napoléonien de 1832.

Les plans de ceux situés entre le canal et le Guiers ont été levés par l'auteur et J. Capolini.

Les données numériques du réseau hydraulique sont les suivantes :

Longueur (m)	largeur (m)	profondeur (m)	pente (m/m)	construction
G120 (tannerie, moulin, scierie au pont de la Tannerie)				
180 (*)	1,09	1,1	0,0027(**)	moellons non maçonnés (?) enfoncés dans le sol
	1,30	1,0	0,019 (***)	aval : idem

* : longueur totale déterminée en cherchant sur le terrain l'intersection du Guiers (compte tenu de sa pente) avec le canal (près de cet endroit un petit chemin venant du versant recoupe la berge du Guiers).

** à l'aval immédiat de la surverse

*** partie terminale du canal

Fig : le réseau hydraulique du site G120

Les moteurs hydrauliques devaient être suffisamment puissants pour entraîner les paires de meules et éventuellement le *bluteau* et plus tard les scies battantes. De ce fait il s'agissait de roues « *de poitrine* » pour les scieries et éventuellement « *en dessous* » pour le moulin. Mais alors travaillant sur un canal pentu de façon à avoir la vitesse nécessaire de l'eau (ce qui n'est pas le cas dans le canal principal). Donc dans tous les cas, les ateliers étaient implantés sur ou sous des terrains en pente.

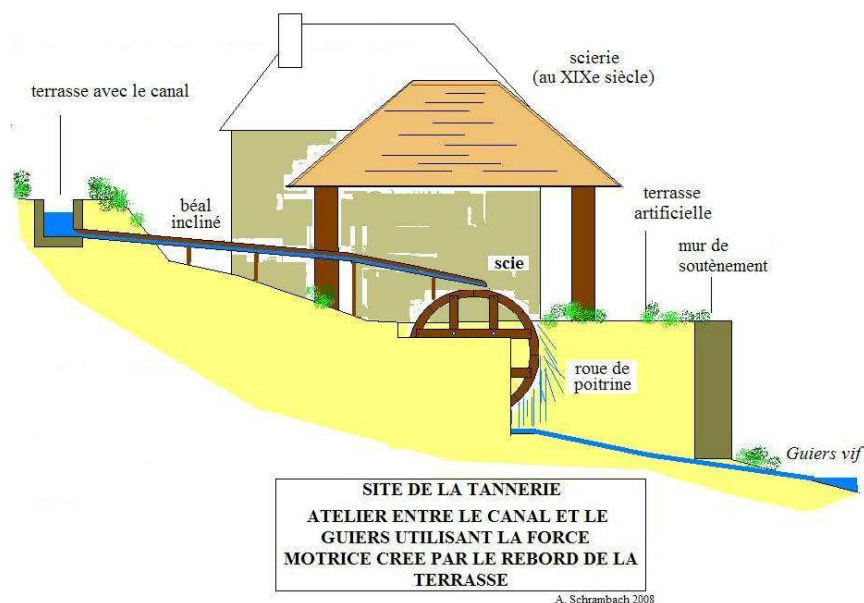


Fig : les ateliers étaient soit en extrémité du canal le long de la terrasse en pente douce, soit entre le canal et le Guiers où une forte dénivellation existe (roue « *de poitrine* »). La vitesse de l'eau dans le canal principal, très faible, ne permettait pas un roue du type « *en dessous* » de délivrer une puissance suffisamment élevée.

Les machines

Si la tannerie ne nécessite que des appareillages statiques (racloirs mus à la main, cuve et seaux pour les remplir, supports de séchage des cuirs) le moulin avait une ou deux paires de meules horizontales et les *moulins à planches* ou scierie avaient des scies battantes.

La production, les ouvriers, les chemins

Le texte de 1755 cite « *meuniers, maréchaux, cordonniers, bourreliers et même de fabricants d'étoffes et de toiles à l'usage de la maison* ». Ceci correspond à des métiers essentiellement manuels. Seul le maréchal aurait pu utiliser un martinet mais on n'en cite pas.

La tannerie ... mais s'agit-il de tannerie ? Ce type d'atelier travaillait les cuirs épais (chaussures, tabliers, baudriers etc) et le tannage se faisait avec du tan produit dans un *moulin à tan*. Or il n'y a pas de citation de cette machine.

Il aurait pu s'agir d'une mégisserie (ou *blancherie*) qui travaillait les cuirs fins avec de l'alun, des cendres. Un moine *parcheminier* au monastère aurait pu finir ces cuirs. Toutefois aussi bien pour la tannerie que pour une mégisserie, il fallait à proximité des bouchers qui abattaient les bêtes.

Il faut noter qu'à Saint-Laurent-du-Pont il y avait de nombreux ateliers de tanneurs (ou *escoffiers*) qui travaillaient les cuirs des nombreux bœufs et vaches.

Le meunier, avec la mouture à *la grosse*, faisait des farines (blanches ou colorées), des gruaux. Enfin, au XIXe siècles les scieries vendaient des planches, des madriers etc.

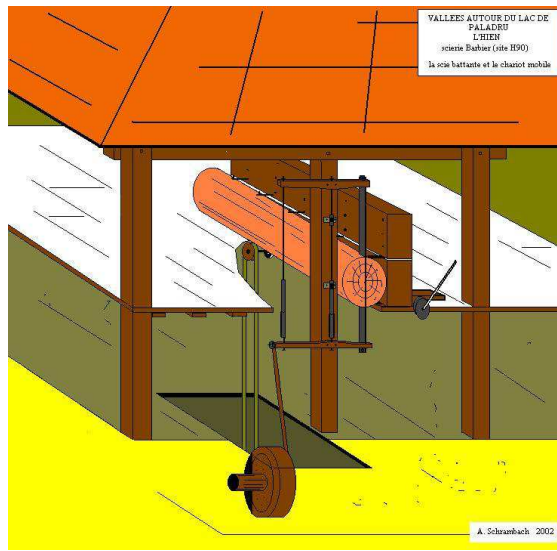


Fig : bâtiment abritant une scie battante mue à l'eau