

CONSERVATION DU PATRIMOINE

FICHE DESCRIPTIVE

-*-

COMMUNE DE CROLLES

SITE : moulin des Ayes (124 pages)

08/2005
version du 10/06/2006

VALLEE DE L'ISERE

ABBAYE DES AYES

moulins *vieux et neuf* des Ayes

ruisseau de Craponoz (Craponod, Craponos)

Crolles

A. SCHRAMBACH V. VALENZA

Avec la collaboration de R. CHAGNY et de P. SINFISO

AG : informations transmises par madame Gabert André, soeur du dernier meunier ainsi que par Patrick Gabert fils du meunier (PG).

RESUME

Le moulin des Ayes et l'abbaye éponyme, sont indissociables. Cette dernière fondée dans les années 1140 fut nécessairement accompagnée dès le début par un moulin. Toutefois celui-ci n'est connu que par un plan du XVIII^e siècle. Un moulin et sa *serve* (bassin) situés à 20 mètres de celui objet de l'étude, existait (la forme de la *serve* est différente de l'actuelle et le bâtiment du moulin était orienté NW-SE alors que le moulin existant en 2005 et sur le cadastre de 1817 est orienté W-E). L'étude sur le terrain du site a été effectuée de mars à août 2005. Une étude architecturale détaillée croisée avec celle des archives permettent de proposer une histoire et une évolution de l'atelier.

Dans les années 1760, il est question d'un *moulin neuf* et du comblement d'une *serve*. Cela pourrait correspondre à l'abandon du moulin existant sur le plan (pour une cause inconnue) et à son remplacement par l'actuel (la vieille *serve* étant partiellement réutilisée).

Autour d'un noyau construit au milieu du XVIII^e (moulin archaïque pratiquant la *mouture à la grosse*) et appartenant à l'abbaye jusqu'aux années 1790, le moulin devenu privé s'étoffait lentement.

Au milieu du XIX^e siècle, suite à une demande d'agrandissement pour installer une batteuse à blé, une petite annexe fut construite à l'emplacement de l'huilerie actuelle.

Dans les années 1880, on modifia le moulin en construisant un étage pour passer à la *mouture à l'anglaise*. On modifia les machines mais aussi le moteur en installant la roue hydraulique métallique actuelle. Une petite machine à vapeur fut acquise afin de compenser les faiblesses du moteur principal.

Au changement de siècles XIX^e-XX^e siècles, on construisit un lanterneau et un hangar.

Enfin, tardivement, dans les années 1930 on passa à la *mouture aux cylindres*. La toiture fut exhaussée, la vieille roue hydraulique fut accompagnée de moteurs électriques et les machines furent changées une fois de plus. Les vieilles meules des années 1880 furent remplacées par deux broyeurs.

Le point faible de ce moulin était la faiblesse des apports du ruisseau et des sources qui entraînaient le moteur hydraulique, ce qui explique la présence de moteurs d'appoint (à vapeur puis à l'électricité).

Au XX^e siècle la production consistait en farines, en blé grué, en grains broyés pour le bétail, en battage de gerbes de blé et en huile de noix. La famille Gabert était propriétaire de l'atelier depuis la fin du XIX^e siècle.

Le moulin s'arrêta définitivement dans les années 1980. Pratiquement toutes les machines sont conservées ce qui n'est pas fréquent et le bâtiment est en assez bon état (certains planchers mis à part).

Le sommaire donne la nature des diverses analyses et études entreprises.

Les moulins des Ayes faisaient partie de l'abbaye cistercienne des Ayes ou de Notre Dame des Ayes (à Crolles, au nord de Grenoble dans le Grésivaudan)

Les Ayes, les Hayes = haies, broussailles, expression que l'on trouve au château des Ayes à Belmont.

"... La Règle de saint-Benoît édictée à la fin du Ve siècle, prévoit que chaque monastère doit comporter un moulin "infra monastérium" pour satisfaire à ses propres besoins ... Les moulins monastiques de haut Moyen Age devaient être, dans l'ensemble, de petite dimension et installés sur des rivières au débit modeste dont la maîtrise était aisée ... enfin si le nombre d'appareils cités est sans doute plus un effet du renouveau de l'écrit à l'époque carolingienne que d'une révolution hydraulique" (Les racines du monde. Xe-XIIe siècle : la révolution des monastères. Les Cisterciens changent la France. Les Cahiers de Sciences et Vie N°78 Décembre 2003)

SOMMAIRE DE L'ETUDE

1 Emplacement du moulin

2 Les données historiques

3 Les bâtiments

Analyse architecturale des murs

Histoire des bâtiments d'après les maçonneries et les archives

4 Les réseaux hydrauliques

5 Les moteurs, les engrenages, les courroies

6 La production et les machines

7 Le personnel

8 Gestion de l'eau, fonctionnement du moulin

Conclusion

Bibliographie

1-EMPLACEMENT DU MOULIN

Le moulin est situé à 5 mètres de l'ancien mur d'enceinte (dont il subsiste une petite partie le long d'une rue) de l'abbaye des Ayes à Crolles (vallée de l'Isère). Le site est immédiatement au sud de l'avenue joignant la route nationale de Grenoble à l'autoroute de Chambéry.

2-LES DONNEES HISTORIQUES

Les recherches en archives ont été réalisées par Valérie Valenza de la Mairie de Crolles. Les documents communaux (textes, plans et cartes) et ceux des Archives Départementales de l'Isère (ADI) ont été utilisés.

-*-

D'après les textes :

XIIe siècle

1142 : Année de fondation de l'abbaye par Marguerite de Bourgogne, la première à porter le titre de Dauphine. Cette année fut celle du début des travaux de débroussaillage et de construction des bâtiments. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnecombe, les Ayes. Opus 1988*)

1143 : Dès l'année suivante, en 1143, une colonie de religieuses issue de Betton s'installa dans l'abbaye de Notre-Dame des Ayes (12 moniales et une abbesse comme le voulaient les Constitutions de l'Ordre de Cîteaux). (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnecombe, les Ayes. Opus 1988*). Une liste plus complète est présentée après.

XIVe siècle

1315 : De fondation delphinale, les Ayes eurent, dès les premières années, un vaste domaine réparti dans la province de Dauphiné. En 1315, "il fut convenu que des pierres, surmontées de croix, seraient placées le long de la propriété commune pour en marquer la possession" (cf la croix des Ayes actuelle (?)) (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnecombe, les Ayes. Opus 1988*)

1319 : "En 1319, le Dauphin défendit qu'aucuns bestiaux approchassent de la clôture de l'abbaye, d'un trait d'abaleste, et enjoignit au châtelain de Lontfort de faire annoncer ce privilège à son de trompe". (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnecombe, les Ayes. Opus 1988*)

1399 : une liste des moniales ne comprend que dix noms et celui de l'abbesse auxquels s'ajoutaient les novices, les converses et les convertes assez nombreux en raison de l'importance des domaines agricoles. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnecombe, les Ayes. Opus 1988*). Une liste plus complète est présentée après.

XVIe siècle

1518 : Procès devant le parlement de Grenoble entre l'Abbesse des Ayes, le Procureur fiscal général et Laurent de Beaumont Seigneur de Monfort pour des moulins sur le ruisseau de Craponod (1518-1520). (ADI 12 H 70)

1560 : lors des guerres de religion en Dauphiné, pillage et destruction partielle de l'abbaye. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnacombe, les Ayes.* Opus 1988)

XVIIe siècle

1648 : incendie partiel des bâtiments (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnacombe, les Ayes.* Opus 1988)

1662 : "*demain les maçons commencerons à faire la muraille pour fermer la cour des religieuses auxquelles je laisse ces allées de tilleuls*". Trois ans seulement plus tard, en 1676, fut achevé le relèvement du mur de clôture du monastère.(D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnacombe, les Ayes.* Opus 1988)

XVIIIe siècle

1735 : pas de mention de moulin près du lieu dit *les Ayes*, sur la carte de Cassini. Par contre un émissaire du ruisseau de *Craponoz* rejoint, en rive droite de ce ruisseau, le hameau du *Raffour* (four à chaux) puis se jette dans un des bras de l'Isère en aval de la tuilerie de *Landor*. Il doit s'agir du béal du moulin. (carte de Cassini de 1735 - date des levés ou date d'édition ?)

1747 : diversité des productions vivrières du monastère : en 1747, l'abbesse passa un accord avec Nicolas de Vachon, seigneur de Belmont, Bernin, Clesmes et Craponos "... *pour reconnaissance à Nicolas de Vachon .. à savoir : un fromage, de ceux qui se font des bêtes du monastère, pour raison de pâturage ... plus pour droit de vingtain, 12 deniers bonne monnaie ...*".(D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnacombe, les Ayes.* Opus 1988)

1750 : "*État de la mansuration des prés du royal monastère des Ayes en existence en l'année 1750. Le pré du moulin contient 19 200 toises ce qui fait de 21 sestérées 21 30 ocf(?)*". (ADI 12 H 14) milieu du XVIIIe siècle (?) : le plan en couleurs de l'abbaye des Ayes montre la *serve* et le *moulin vieux* situés à l'est des bâtiments. Cet ensemble est au sud d'un chemin. En face de l'autre coté du chemin (donc au nord) une seconde *serve* existait alimentée par le canal de fuite du moulin. Ces deux *serve*s servaient pour *l'éclusage* des eaux et également de *vivier* (pisciculture) pour l'abbaye. Un des bâtiments annexes (situé près de la porte d'entrée de l'abbaye) existe encore et est dénommé de nos jours "*l'écurie*". Cette construction comporte une porte cochère avec un arc en anse de panier et en briques, comme on les réalisait pour les communs au XVIIIe siècle. Les textes de la mairie de Crolles citent cette construction avec le même type de porte et donnent une date : 1750. Le moulin n'est pas à l'emplacement du moulin actuel, son orientation est différente, la partie aval de la *serve* a une forme en virgule mais sa partie amont pourrait être en coïncidence avec la *serve* actuelle. (d'après De l'eau, des hommes. Connaissances de Crolles Deux siècles de Patrimoine à Crolles 2004).

L'étude de Michel Marie-Renée montre un plan de l'abbaye qui pourrait être le même. On y cite "*un moulin à huile et un moulin à grains avec sa propre cour et le logis des convertis qui en étaient chargés*". On peut noter à cette occasion que la fonction de meunier, tout du moins à cette époque, était exercée par un ou des frères convertis.

Dans ces conditions, il est inutile de chercher un nom de meunier avant les années 1790. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnacombe, les Ayes.* Opus 1988) (page 213).

1768 : "*Le 31 octobre donné cens soixante dix sept livres douze sols pour 296 journées de manoeuvres employée a faire deux grands fossés au dessus de la Contamine et au dessous du pré du puÿ arracher les arbres et buissons faire deux aqueducs et combler la vieille serve du moulin*" (ADI 12 H 65 - despence générale de l'abbaye Royale des Aÿes de l'année 1764 et 1765)

1769 : “ *Le 8 Janvier j'ai donne vingt deux livres dix sols pour les journées de ceux qui ont purgé le fossé le long du chemin fait une aqueduc le long de l'enclos et combler la vieille serve* ” (ADI 12 H 65 - espèce générale de l'abbaye Royale des Ayes de l'année 1764 et 1765)

1773 : lors de la visite de septembre de cette année, on fait mention (pour la 1ère fois) d'une magnanerie établie dans le monastère : "*les salles à faire des vers à soie*". Cet élevage supposait, dans l'enclos, l'existence d'une allée de mûriers. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes. Opus 1988*)

1780 : "*en juin 1780, Payé à veiller charpentier pour le prix fait du couvert du moulin neuf 55 livres*". (ADI 12 H 67)

1781 : l'insalubrité notoire du site de l'abbaye retient "*les pères et mères*" d'y envoyer leurs enfants. Les causes sont là : la communauté des Ayes est en voie d'extinction. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes. Opus 1988*)

1782 : "*en Mars 1782 : Pour avoir fait faire un rotoir (routoir pour le chanvre ou bassin) et des fossés 60*" (ADI 12 H 67)

1783 : "*Février 1783 : Payé pour avoir fait faire de l'huile de noix 4*" (ADI 12 H 67)

1784 : "*Décembre 1784 : Réparation au moulin 6 Pour faire raccommoder les marteaux (marteaux pour rhabiller les meules) du moulin 3*" (ADI 12 H 67)

1784 : L' "*Etat de bâtiments*" donne des résultats mitigés : l'église est belle mais les autres bâtisses "*menacent ruine pour la plus grande partie*" (et le moulin ?). (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes. Opus 1988*)

1791 : "*compte de l'administration des revenus de l'Abbaye en 1790. Décembre : le chanvre provenant de la dîme a rendu la quantité de 6 quintaux et 45 livres, et comme il existe en nature, sa valeur n'étant pas connue, cet objet n'est porté que pour mémoire*". (ADI 12 H 19)

1791 : Le 21 janvier 1791, les émissaires de la Révolution se présentèrent à l'abbaye et établir un procès verbal. Le 18 avril 1791, l'abbaye fut vendue comme bien national. Les bâtiments furent acquis par M. de Chaléon. "*... on laissa aux religieuses leurs appartement, le chœur et les chapelles latérales de l'église. On donna à Mme de Chaléon la nef de l'église et le cloître fut commun aux anciennes et à la nouvelle propriétaire ...*". (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes. Opus 1988*). M. César de Chaléon était conseiller de l'ex Parlement de Grenoble et député de la noblesse aux Etats Généraux.

1792 : Le 7 août 1792, l'Assemblée Législative vota une loi qui prescrivait l'évacuation des monastères. Dès le 22 septembre 1792, les officiers municipaux se présentèrent aux Ayes. Ils n'y trouvèrent qu'une moniale, une converse et l'aumônier. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes. Opus 1988*)

1793 : En février 1793, cinq moniales issues du monastère de Tullins s'y réfugièrent. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes. Opus 1988*)

1795 : suite à l'obligation du serment de Liberté-Egalité, la communauté disparut définitivement et certaines religieuses se réfugièrent à Grenoble. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes. Opus 1988*)

1795 : jusqu'à la fermeture définitive de l'abbaye, le meunier et ses aides étaient des frères convertis.

1797 : "*Depuis quelques temps, 5 à 6 prêtres réfractaires insermentés exercent publiquement le culte au lieu de Crolles dans la ci-devant abbaye des Ayes, appartenant à M. de Chaléon. Ils y rassemblent, les jours de fêtes et les dimanches, de 5 à 600 personnes, auxquelles ils inculquent les idées liberticides qui pourraient tendre à anéantir ou à détruire l'esprit républicain*". (D'après,

Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes.* Opus 1988)

1799 : "un bataillon de 100 hommes, accompagnés de trois agents municipaux se rendent à Crolles pour fouiller le château. En même temps un autre bataillon visite l'abbaye des Ayes. ... Nous n'y avons trouvé personne". (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes.* Opus 1988).

Recherches de Robert Chagny sur les moulins de l'abbaye des Ayes à Crolles.

a)-Peu de chose dans la série H. Noter cependant sous la cote 12 H 70 : procès devant le parlement pour les moulins de Craponod (**1518-1520**), 1 registre de 269 f°.

b)-1 Q 138, dossier 100, **9 mars 1791** : adjudication des bâtiments claustraux, église, maison fermière, bâtiments d'exploitation et magnanerie compris dans un enclos de 9 sétérées 572 toises . Deux moulins situés en dehors de l'enclos du monastère sont considérés comme faisant partie de l'ensemble et vendus avec.

Le rapport des experts consacre quelques lignes à ces moulins dans la description de l'article 1 (f° 139-141) : « *Au levant et en dehors de l'enclos, sont deux petits moulins qui ont été construits à neuf depuis peu de temps ainsi qu'un petit bâtiment qui les renferme, couvert de tuiles creuses . Mais les eaux destinées à donner de l'activité à cet artifice sont en petit volume et ont peu de pente et l'on nous a assuré que ces moulins peuvent à peine moudre le grain nécessaire pour l'usage du monastère* »

Pas d'autres informations ; les experts ne donnent pas d'estimation spécifique pour les moulins.

L'enclos, les moulins ainsi qu'une vingtaine de terres, prés et vignes sont adjugés en bloc, à la suite d'une enchère disputée, au notaire Trouilloud pour 255000L. Trouilloud agit en fait pour Madame de Chaléon, épouse et sœur de magistrats au Parlement

XIXe siècle

1801 : État des moulins à farine, en 1801, actuellement en activité (arrondissement de Grenoble) (ADI 7 S 1/1) . A Crolles (rive gauche du ruisseau de Craponoz) :

- 1) Nature des moutures et nombre de tournants à eau
 - Roues perpendiculaires (roues à axe horizontal) : 2
 - Roues horizontales (*rouets*) : 6
- 2) Qualité des moutures
 - À la Grosse ou à la Lyonnaise : 8
 - Economique ou à la parisienne : 0
- 3) Poids des farines qu'ils peuvent faire par jour
 - Quintaux métriques : 8.40
- 4) Noms des lieux d'où l'on tire les meules
 - De la Bourgogne et autres lieux

1809 : " *M. (?) a observé que tous ces moulins sont loin d'être continuellement en activité, d'un côté les moutures sont insuffisantes et d'autres les eaux manquent la majeure partie de l'été et souvent en d'autres saisons : comme aussi, il est très rare qu'ils puissent mouvoir tous ensemble*". (ADI 7 S 1/1, 15 février 1809 signé par Le Maire).

1812 : pièce du 5 juillet 1812, mention du débordement du ruisseau de Bernin (ou Craponoz) (Registre des délibérations 24/12/1809 – 27/7/1812)

1817 : les bâtiments de l'abbaye sont représentés sur le cadastre napoléonien de 1817 mais il y a déjà 25% de bâtiments détruits. L'église est conservée partiellement dont le clocher (cadastre de 1817)

1817 : le cadastre montre de l'amont vers l'aval, en rive gauche du ruisseau de Craponoz, entre le hameau de Craponoz et le site de l'abbaye : un premier canal avec 2 ateliers, un second canal avec 3

ateliers. Ces deux canaux sont à l'ouest de la *grande route de Grenoble*. A 10 mètres avant cette route, il y a l'ouvrage de prise du 3ème canal. Il s'étend donc essentiellement à l'est de la *grande route* et dessert 3 ateliers dont celui de l'abbaye (cadastre de 1817)

années 1820 : les bâtiments, difficilement utilisables, furent plusieurs fois vendus. Aux alentours de 1820, un des propriétaires installa dans l'église une magnanerie et les mûriers de l'enclos retrouvèrent leur destination première. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes*. Opus 1988)

1822 : Moulin, section D du cadastre, : Caillat Antoine moulin et 1 *grouard (gruoir)* (matrice de rôle pour la contribution foncière 1822)

1858 : En plus du moulin et d'un battoir à chanvre, autorisation pour installer une batteuse au moulin des Ayes (ADI, série S).

1865 : d'après le cadastre de 1865, 36% des bâtiments d'origine ont été détruits. Seul le clocher subsiste de l'église. (cadastre de 1865)

1867 : un plan montre que le moulin était alimenté par le *béal* (issu du ruisseau) et des sources (document ADI)

1877 : un moulin Clément existe sur la carte mais il est situé plus à l'est en bordure des marais de l'Isère (carte d'état major au 1/80000e levée en 1877)

1881 : naissance de Gabert Just, père d'Andrée et Georges Gabert (AG)

1883 : date de construction de la presse du pressoir à huile. Passage probable de la mouture à la grosse à la mouture à l'anglaise

1893 : Gabert Joseph, grand père d'Andrée et Georges Gabert, loue le moulin et embauche des meuniers de métier (AG)

1895 : Gabert Joseph achète le moulin qui comprenait déjà une petite machine à vapeur (moteur d'appoint) (AG)

Fin XIXe-début XXe siècle : les locaux (de l'abbaye) furent acquis par des entrepreneurs qui s'en servirent comme carrière. (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes*. Opus 1988)

XXe siècle

années 1900 et 1910 (?) : destruction de l'abbaye par des entrepreneurs (D'après, Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes*. Opus 1988)

1918 : décès de Gabert Joseph. Gabert Just, son fils, devient le meunier aux Ayes (AG)

1911-1936 : Gabert Just, fils de Joseph, meunier aux Ayes. *Moulin et battoir* Revenu imposable 600 fr. section D (matrice cadastrale de 1911 à 1936)

1937 : d'après le cadastre il ne reste que 25% des bâtiments d'origine (cadastre de 1937)

1938 : passage à la mouture aux cylindres

de 1937 à 1958 : madame Gabert Andrée a travaillé dans le moulin (AG)

1943 : une inscription portant la mention de cette année, existe gravée dans du ciment frais à la jonction ancien mur ouest de la galerie de fuite - nouveau mur.

1948 : mention des problèmes du meunier Gabert, dus au manque d'eau à cause de prélèvements de la commune (Registre des délibérations 21/6/1936 – 12/12/1953)

milieu du XXe siècle : le moulin était alimenté par le *béal* et des sources (AG)

1957 : Gabert Georges devient le meunier aux Ayes (AG)

1961 : à Crolles : "*meunier Gabert, tel 9. Contingent de 2013 quintaux. Force motrice : hydraulique et électrique*". (annuaire de la meunerie Française)

fin XXe siècle : le cadastre récent montre des bâtiments dans l'état de ceux de 1937 (cadastre)

années 1980 : arrêt du moulin Gabert dit *des Ayes* (AG)

1999 : achat du moulin par la Mairie de Crolles. Destruction du hangar (ce dernier est visible sur une photographie aérienne en couleurs de la région).

2000 : décès du dernier meunier Gabert Georges (AG)

XXIe siècle

2005 : Le logis abbatial existe encore et est habité.

2005 : destruction de l'ancien bâtiment (annexe) de l'abbaye situé à 10 mètres du moulin (ancien logement du dernier meunier Mr. Gabert)

plans :

milieu du XVIIIe siècle (date inconnue) : plan en couleurs au 1/3333e de l'abbaye et des dépendances (échelle approximative de la reproduction donnée dans "De l'eau et des hommes Connaissances de Crolles Deux siècles de Patrimoine à Crolles" 2004)

1735 : carte de Cassini (date des levés ou date d'édition ? - échelle approximative : 1/88888e d'après IGN Paris)

1817 : cadastre napoléonien (plan d'assemblage au 1/10000e et sections au 1/2500e)

1865 : cadastre de Crolles au 1/2500°

1867 : plan géométrique de l'abbaye des Hayes et des fonds lui appartenant. Procès Rouillon contre Moyet. Echelle 1/1000° 01/05/1867 ADI 6 V 3053

1877 : carte d'état major de 1895 (levés de 1877) au 1/80000e

1937 : cadastre de Crolles

1949 : carte IGN au 1/20000e

non datée : carte Didier Richard, échelle 1/50000e, Chartreuse, Belledonne, Maurienne, fonds IGN.

1995 : plan du moulin Gabert dit moulin des Ayes : document pour estimation en vue d'acquisition (Document établis par les Services Techniques : relevés en plan et en élévation, photographies et descriptif) (octobre 1995)

1997 : carte IGN au 1/25000e du massif de la Chartreuse sud
cadastre actuel

-*-

Evolution des bâtiments de l'abbaye au cours des siècles et tout particulièrement après 1800

Avec le plan du XVIIIe siècle, celui de 1817, le cadastre de 1865, celui de 1937 et l'actuel, le calcul du pourcentage de bâtiments disparus donne les résultats suivants :

dates	superficie (m2) de l'abbaye *	% non détruit	remarques
1142			premières constructions
1560			destruction partielle
1648			incendie
milieu XVIIIe années 1770-80	1840	100 %	<i>moulin vieux</i> le <i>moulin neuf</i> existe
1791		100%**	l'abbaye est vendue comme bien national
1795			départ définitif des moniales

1799			l'abbaye est inhabitée
années 1800-1810			destruction de 25% des bâtiments
1817	1410	76%	l'église, sauf le clocher, a été détruite
			le <i>moulin neuf</i> existe
années 1820			magnanerie installée dans l'église
entre 1820 et 1870 (?)			agrandissement du moulin
1865	1190	64%	le clocher existe encore
fin du XIXe siècle			agrandissement du moulin
vers 1900-1910			site utilisé comme carrière de pierres
			destruction de 20% des bâtiments
1ère moitié du XXe			agrandissement du moulin
1937	450	24%	il ne subsiste qu'un seul bâtiment
fin XXe	450	24%	le bâtiment restant de l'abbaye est habité

* : non compris les bâtiments d'exploitation

** : bâtiments mal entretenus

Les démolitions les plus importantes ont été réalisées durant les années 1800-1810 puis 1890-1900. Certaines pierres du moulin des *Ayes* (en particulier les chaînages d'angle) ont pu être récupérées dans l'abbaye.

-*_

3-BATIMENTS :

L'histoire d'un édifice est écrite dans ses murs. En identifiant, du bas (à priori les parties les plus anciennes) vers le haut, les maçonneries (éléments et joints, nature des roches, disposition mutuelle, usages etc), leur stratigraphie, les traces de toitures, d'ouvertures on peut reconstituer l'histoire de la construction. Les recherches en archives et des indices matériels permettent ensuite de proposer des datations.

31-ANALYSE DES MURS

Méthodologie

La première approche a été une vision globale et rapide : elle a permis de mettre en évidence divers types de maçonneries.

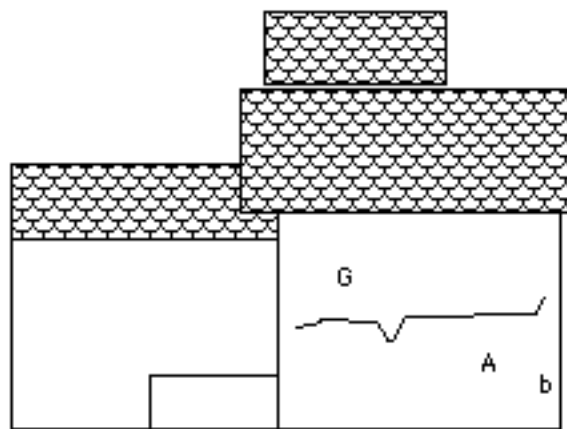
Ensuite, à partir d'un choix raisonné, une description fine a été faite tant des murs que des divers chaînages et des ouvertures (voir après les emplacements de ces études détaillées). Pour cela un modèle de fiche a été rédigé permettant de définir, pour des surfaces de l'ordre du mètre carré (dénommées après "*mètre carré*"), la nature pétrographique des roches, leurs formes, leurs dimensions, le traitement de surface des moellons, la nature des joints etc. Cette manière de faire, impose un examen à courte distance ce qui permet de voir les détails qui échappent à une vision globale. Pour faciliter les comparaisons ces observations ont été transcrites sous forme d'histogrammes (voir après).

Sur ces bases, des images des façades ont été relevées et les diverses parties identifiées ont été mises en évidence avec des figurés ou des couleurs différents. A ce stade, des dessins en perspectives ont pu être réalisés de façon à montrer clairement l'évolution du site.

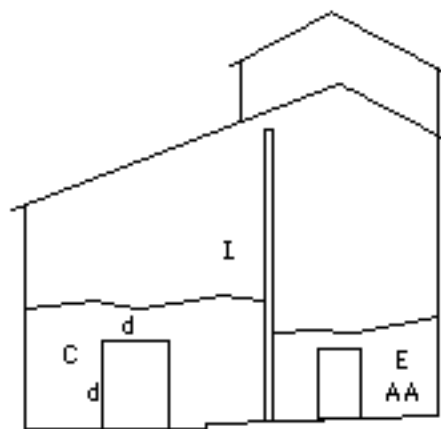
Les résultats

Façades par façades, les conclusions sont les suivantes. L'examen global a permis de mettre en évidence, sur les façades nord et ouest, des bas de murs différents du reste ce qui fut confirmé lors des études détaillées. Il s'agissait vraisemblablement des parties les plus anciennes qui existent aussi dans la chambre de la roue hydraulique. Les différences sont particulièrement visibles quand à la nature des roches utilisées (donc de l'emplacement de la carrière).

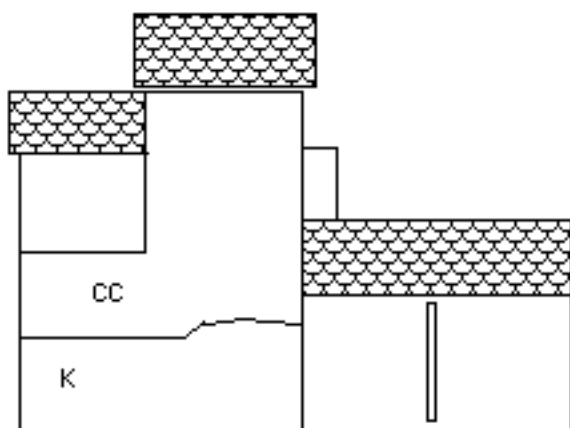
La figure suivante montre les emplacements des zones d'étude détaillée des façades. Les façades ouest et est sont les plus complexes.



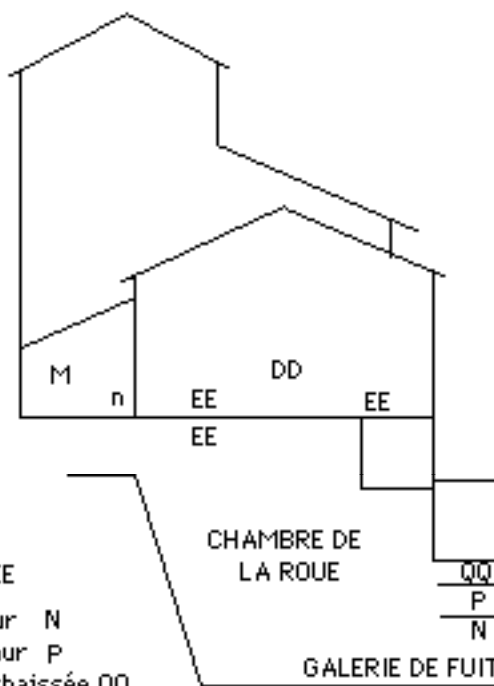
FACADE NORD



FACADE OUEST



FACADE SUD



FACADE EST

CHAMBRE DE LA ROUE : simple analyse EE

GALERIE DE FUITE : mur ouest : bas du mur N
(partie amont)

haut du mur P
voûte surbaissée QQ

Légende

- A : étude d'une maçonnerie
- b : étude d'un chaînage d'angle, de porte
- AA : étude complémentaire succincte

MOULIN DE CROLLES
LOCALISATION DES ETUDES DETAILLEES
DES MURS

A. Schrambach 2005

Positions des études détaillées des maçonneries (**carrés**)

Façades	maçonneries	références	chaînages
Nord	m A	A	b
	m C	G	/
Ouest	m A	C	d
	m B	E, AA	/
	m C	I	/
Sud	m B	K	/
	m C	CC	/
Est	m A	EE	/
	m B	M	n
	m C	DD	/
chambre de la roue	m A	EE	/
galerie de fuite	m A	N	/
	m C	P	/
	voûte surbaissée	QQ	/

Liste résumant les maçonneries étudiées (**carrés**)
(une double lettre signifie une étude succincte)

Façade nord

Caractéristiques des maçonneries

Il convient de distinguer la partie ouest de celle à l'est, moins haute.

Partie ouest de la façade

-La maçonnerie du bas (carré A) (du sous sol du bâtiment, plancher à - 2,2 m par rapport au seuil de la porte de la façade ouest, à environ 3 mètres au dessus du sol actuel) est composée de moellons calcaires blanchâtres dont la longueur moyenne est d'une quinzaine de centimètres et la hauteur d'une dizaine. Ils ont en général une forme arrondie (usure naturelle, mise en forme artificielle). Quelques très rares éléments sont en roches métamorphiques.

Les joints avec un mortier de ciment de chaux, très friable, blanchâtre (avec de minuscules éléments noirs qui sont des reliquats des cendres de bois du foyer) comprennent des éclats de calcaires noirâtres. Quelques tuiles cassées apparaissent dans les joints : elles sont probablement d'un apport récent.

La superficie de ce type de maçonnerie (y compris le sous sol) est de l'ordre de 47 m² soit 63% de la façade nord dont plus de la moitié (58%) est hors sol. Nous lui donnons la **référence "m A"**.

La limite haute est quasi horizontale.

Moulin de Crolles - Mur de la fin du XVIII^e siècle

Maçonneries

Façade nord, carré A

FORMES

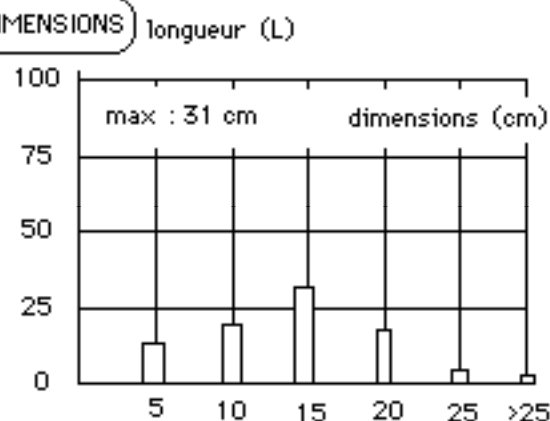


NATURE



→ absence de tuf et tuiles cassées

DIMENSIONS




Remplissage des joints, clés
éclats de calcaires noirâtres
épaisseur moyenne des joints : 1,5 à 2 cm

Disposition en lits assez réguliers

Chaînage d'angle

Façade nord, angle b

arête lissée : présence ou non (largeur 2,5 cm)
surfacage double : cavités larges assez marquée:
(profondeur : 3 mm, espacement : 3 cm)
petits points denses et peu marqués (absence de
bouchar dage) (profondeur : 1 mm, espacement
1 cm)

Forme : 

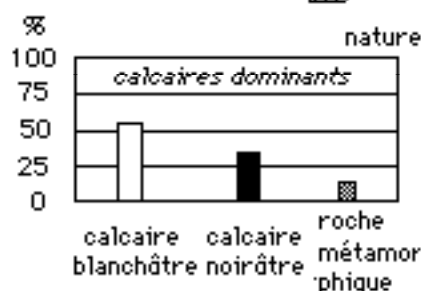
Nature : calcaire blanchâtre

Dimensions de : 105 cm x 48 à 36 cm x 37.

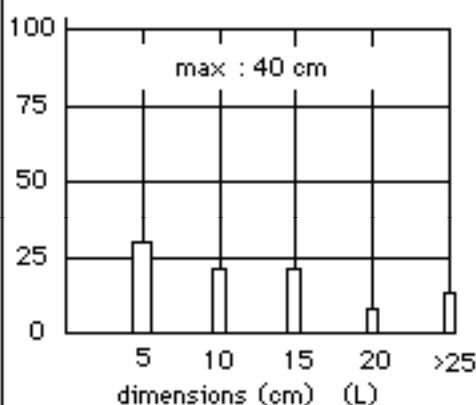
Ciment

ciment de chaux, très friable, très chargé en
sable. Blanc piqueté de petits grains noirs

Façade ouest, carré C



→ absence de tuf et tuiles cassées




Nombreuses petites pierres noirâtres,
cassées, pour remplir les interstices
1,5 à 2 cm

Disposition en désordre (espace réduit)

Façade ouest, angle d

arête lissée uniquement sur l'arc de la
porte (largeur 2,0 cm). surfacage double
comme en B mais la surface
est plus lisse.

 et 

calcaire blanchâtre

de 77 cm x 100 à 50 cm x 75

15 ciment de chaux, très friable, très chargé en
sable. Blanc piqueté de petits grains noirs

Fiche présentant les analyses de la maçonnerie **m A** (façades nord et ouest)

Les maçonneries supérieures : elles sont très différentes de la précédente.

*Maçonnerie principale et ancienne (**carré G**) de hauteur 2,50 m : constituée de moellons de diverses natures : calcaires blanchâtres, calcaires jaunâtres, calcaires noirâtres, calcaires grisâtres, tuf, roches métamorphiques et enfin des tuiles cassées. Les tufs sont fréquemment en moellons plus ou moins grossièrement parallélépipédiques. La longueur et la hauteur sont du même ordre de grandeur que pour la maçonnerie **mA**.

Les joints sont en mortier de chaux très friable, blanchâtre, avec de minuscules éléments noirs et parfois de tout petits graviers. Dans les joints il y a de nombreux éléments de tuiles cassées et de pierres.

La superficie de cette maçonnerie est de l'ordre de 23 m² soit 31% de la façade nord.

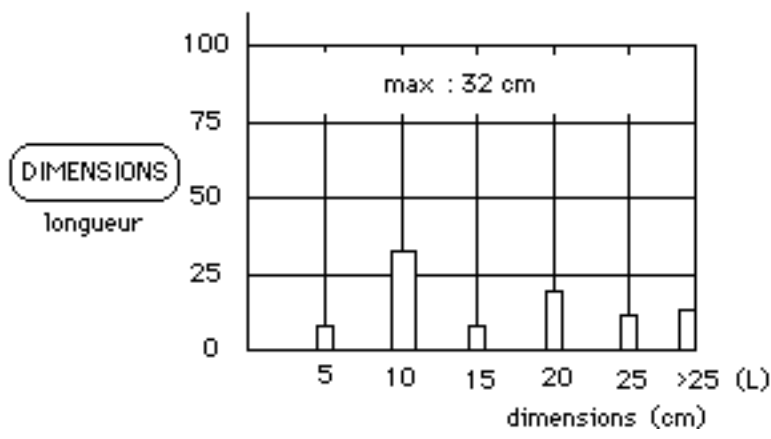
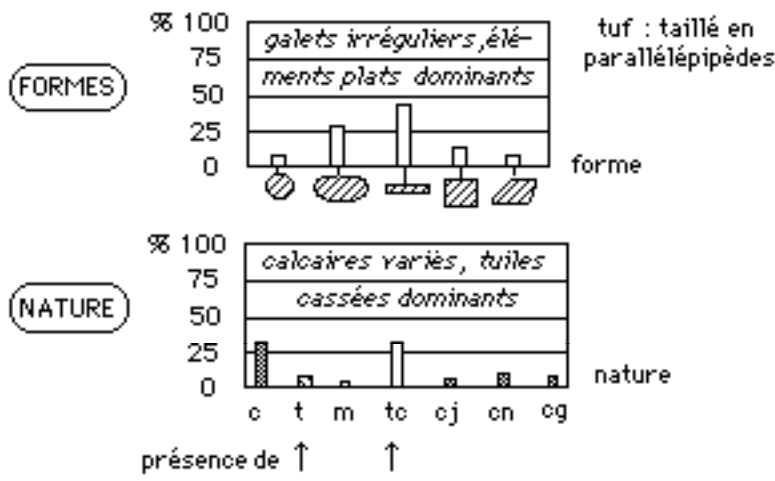
Nous lui donnons la **référence "m C"**.

*Couronnement du mur : il s'agit d'une reprise de maçonnerie réalisée en 2004-2005, en agglomérés modernes et creux. La superficie est de l'ordre de 4,5 m² (6% de la façade).

Moulin de Crolles - Mur de la fin du XIXe siècle

Maçonneries

Façade nord, carré G



Remplissage des joints, clés

description Eclats de calcaires, tuiles cassées

largeur moyenne des joints 1 à 1,5 cm

Disposition en lits assez réguliers

Chaînage d'angle

néant

Forme :

Nature :

Dimensions de : à

Ciment

ciment de chaux, très friable, très chargé en sable. Blanc piqueté de petits grains noirs

Fiche présentant l'analyse détaillée de la maçonnerie **m C** (façade nord)

Caractéristiques des chaînages d'angle

La façade nord est encadrée par deux séries de chaînages d'angle.

Les parties basses correspondent à la maçonnerie **m A** mais semblent être plus hautes. Ce sont des moellons parallélépipédiques en calcaires de grandes dimensions (105 cm x 48 à 36 cm x 37). Le traitement des surfaces présente deux techniques. Un traitement global (taille dans la carrière) avec des coups de marteau taillant, larges, bien marqués et espacés. Le second traitement (parfois absent) évoque un bouchardage mais les cavités ne sont pas régulièrement distribuées. Les arêtes ne sont pas lissées.

Dans les parties hautes liées à la maçonnerie **m C**, les moellons sont identiques mais il peut y avoir des arêtes lissées.

Caractéristiques des ouvertures

Dans la maçonnerie **m A**, il y a 3 ouvertures. Coté ouest, formant un (faux) soupirail, une ouverture au ras du sol comprend un arc surbaissé en briques formant arc de décharge au dessus d'un linteau en calcaire. Coté sous sol, cette ouverture se prolonge vers le bas sur 1 mètre et forme une fenêtre (ce qui suppose que le sol actuel est très exhaussé). Les pieds droits sont des moellons de calcaire avec les mêmes caractéristiques que les chaînages d'angle.

Une fenêtre, en relation avec le plancher actuel, existe au milieu de la façade. Les pieds droits et le seuil sont des moellons de calcaires.

Coté est, une ouverture au ras du sol correspond au passage de l'arbre énergétique alimentant la batteuse à blé (elle se prolonge vers le bas coté sous sol). Le linteau et les pieds droits sont en calcaire.

Dans la maçonnerie **m C**, on distingue quatre ouvertures. Coté ouest une ouverture récente (fermée par des planches), au centre proches du toit, deux petites fenêtres bouchées. A l'est, une petite ouverture avec un petit axe métallique.

Partie est de la façade

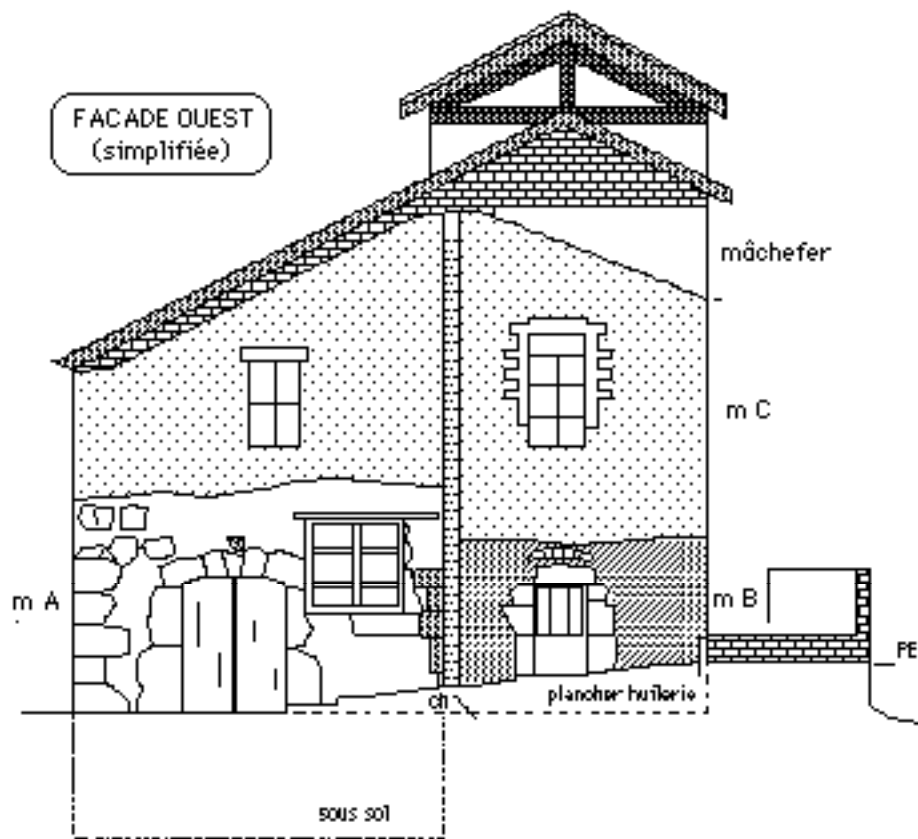
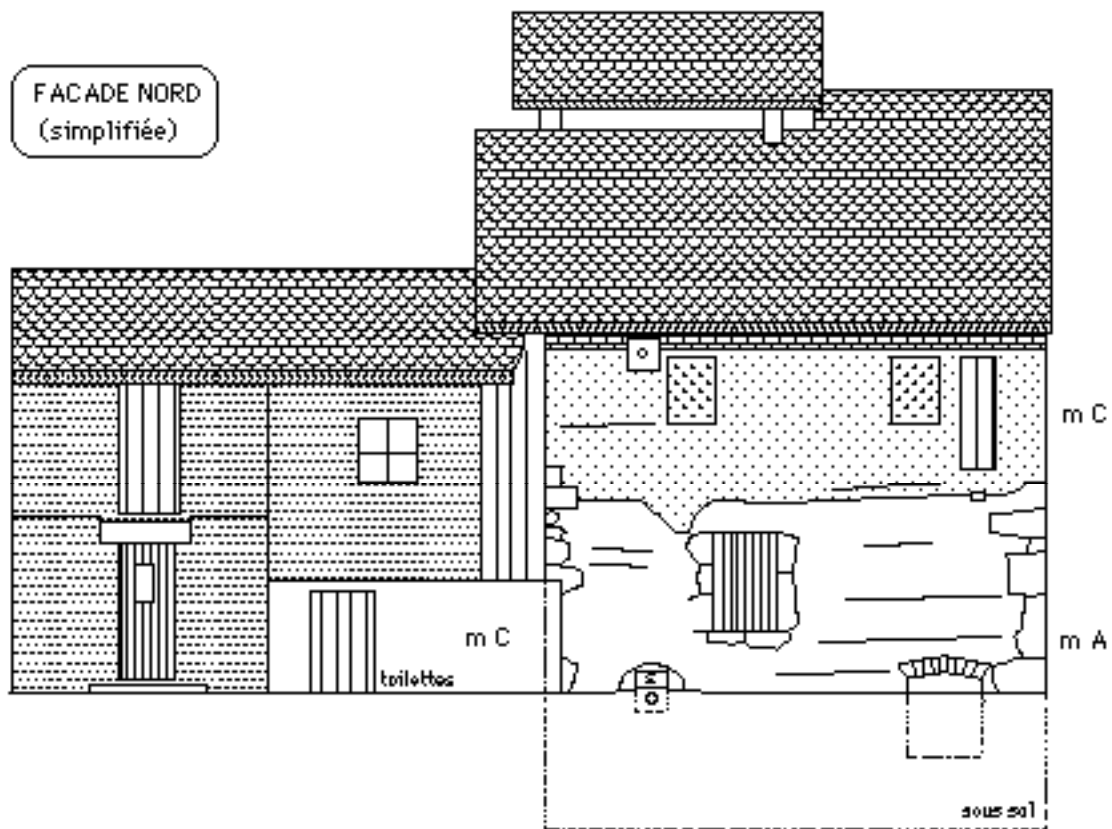
Cette partie est récente. On distingue de l'ouest vers l'est :

-un mur bas dont la facture rappelle celle de la maçonnerie **m C**. Elle est en relation avec les toilettes (porte).

-le même mur en haut : en briques (mur de la salle avec le gruoir - fenêtre)

-le mur à l'est avec deux portes : en briques (autrefois un escalier en bois permettait d'accéder à l'étage avec la cuisine anciennement logement du domestique - en rez-de-chaussée : l'atelier et accès à la chambre de la roue).

Toutes les ouvertures (1 fenêtre, 1 ouverture et 3 portes dont une à l'étage) sont récentes.



MOULIN DES AYES
LES MACONNERIES DES
FACADES NORD ET OUEST

Façade ouest

Cette façade comprend 5 types différents de maçonneries et la façade présente deux parties distinctes, le nord et le sud..

Façades	maçonneries	références	chaînages
Ouest	m A	C	d
	m B	E, AA	/
	m C	I	/

Partie inférieure nord de la façade

Caractéristiques des maçonneries

La maçonnerie de type **m A (carré C)**, est délimitée de la partie sud, par un chaînage d'angle (à moitié recouvert) et par un conduit de cheminée plus récent.

-Haute de 3,5 m au dessus du sol, la maçonnerie du bas est peu développée car le chaînage d'angle, la porte principale du moulin et la fenêtre occupent 50% de sa surface. Elle présente les caractéristiques de la maçonnerie m A.

Pour une superficie de 32 m² elle occupe 33% du mur (hors sol et sous sol). La partie hors sol n'est que de 23 m² soit 24%. Sa limite supérieure est quasi horizontale.

Caractéristiques des chaînages d'angle

Outre le chaînage d'angle commun avec celui de la façade nord (et déjà décrit), il y a celui contigu à la cheminée (cette dernière est en relation avec le fourneau de l'huilerie où on chauffait le pâté de cerneaux écrasés). Difficile à décrire (il est plus ou moins recouvert d'enduits divers) il correspond à la terminaison sud de la maçonnerie m A et un mur porteur très épais dans le bâtiment.

Caractéristiques des ouvertures

Deux ouvertures sont encastrées dans cette maçonnerie : la porte principale du moulin et une fenêtre.

La porte principale présente un arc surbaissé et des pieds droits en moellons de calcaire. Seuls ceux de l'arc ont des arêtes lissées. Le traitement des surfaces est identique à celui du chaînage du mur déjà étudié. Les dimensions oscillent entre 77 x 100 cm et 50 x 75 cm.

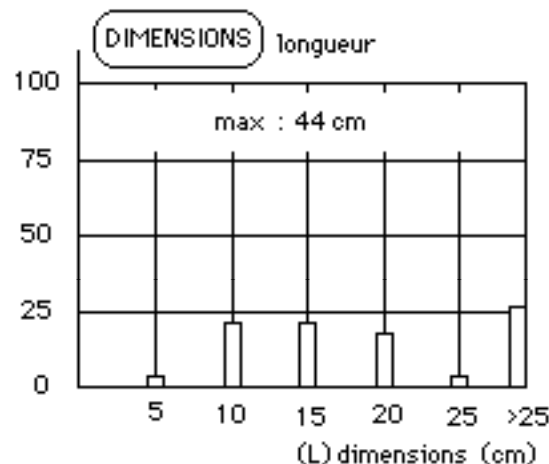
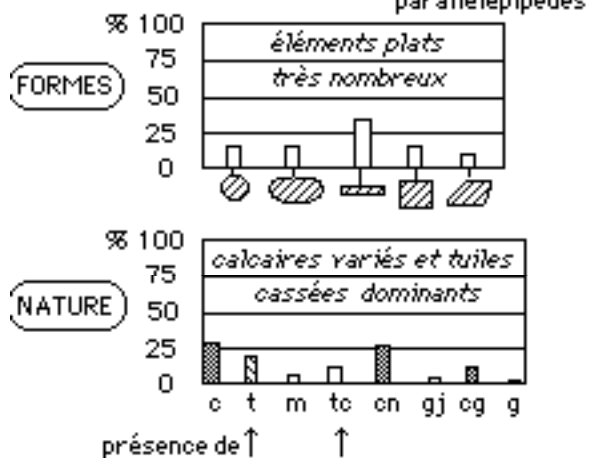
La fenêtre comporte un linteau en IPN (la partie supérieure est recouverte d'un enduit moderne). On distingue du côté du pied droit sud des moellons de calcaire ainsi que pour le seuil.

Moulin de Crolles - Mur de la fin du XIXe siècle

Maçonneries

Façade ouest, carré I

tuf : taillé en parallélépipèdes



Remplissage des joints, clés
description tuiles cassées et calcaires noirâtres à cassure conchoïdale
largeur moyenne des joints 1 à 1,5 cm
Joints ouverts
Disposition en lits assez réguliers

Chaînage d'angle

Façade néant

Forme :

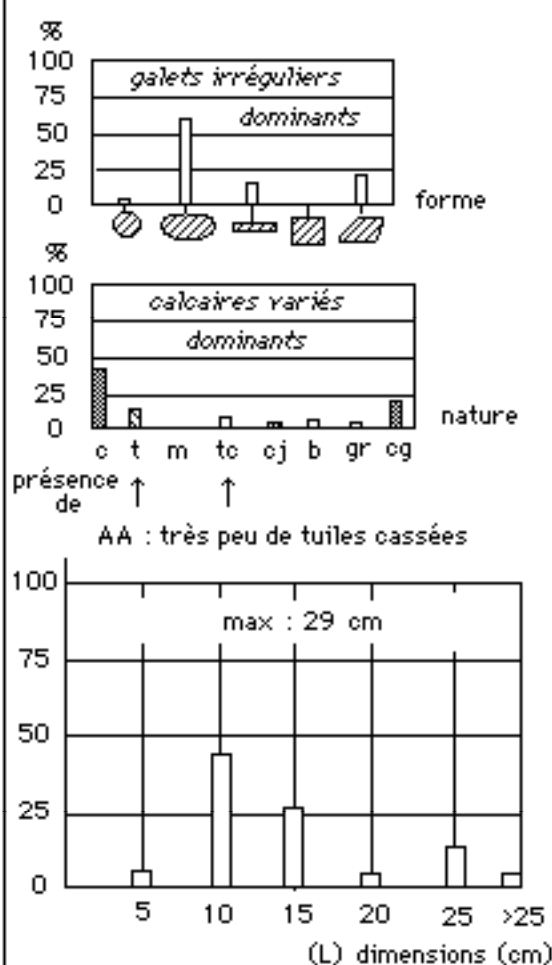
Nature :

Dimensions de : à

Ciment

ciment parfois plus chargé en chaux, petits galets, blanc et piqueté de points noirs

Façade ouest, carré E



calcaires grisâtres, tuiles cassées, briques plates
..... 1 à 1,5 cm
Joints fermés
en lits assez réguliers

Façade angle

comme en b (fiche A)

et

calcaire blanchâtre

de 70 x 42 cm à 35 x 39 cm

ciment de chaux, très friable, très chargé en sable. Blanc piqueté de petits grains noirs

Fiche présentant les résultats de l'analyse des maçonneries **m B** et **m C** (façade ouest)

Partie inférieure sud de la façade ouest

Façades	maçonneries	références	chaînages
Ouest	m A	C	d
	m B	E, AA	/
	m C	I	/

Haute (**carré E**), en moyenne, de 2,2 m (au dessus du sol) cette maçonnerie n'a été identifiée qu'à la fin des études. Nous lui donnons le dénominateur, maçonnerie de type **m B**. Ses caractéristiques sont voisines de celle de la maçonnerie m C située au dessus d'elle, mais les joints soient fermés. Elle sera explicitée plus loin lors de la description de la façade est, car l'interprétation s'appuie sur la découverte d'une structure en sous sol.

Sa superficie est de 14 m² (soit 14,5%), partie hors sol et sous sol et 10 m² (10%) en ne retenant que la façade hors sol.

Caractéristiques des ouvertures

Une ancienne porte transformée en fenêtre existe dans cette maçonnerie. La totalité de l'entourage de cette ouverture (premier accès à l'huilerie) est en moellons de calcaire. Le linteau est double : linteau massif en calcaire surmonté d'un arc de décharge en maçonnerie de pierres.

La façade ouest supérieure

Maçonnerie de type m C (carré I) : elle occupe toute la largeur de la façade et repose sur les deux précédentes **m A** et **m B**. Comparée à cette dernière, les joints sont ouverts.

Sa superficie est de 42 m² soit 44% de la façade (hors sol et sous sol). Sa partie supérieure dessine la forme d'un toit à deux pans.

Un conduit de cheminée en briques coupe cette maçonnerie en deux parties (fourneau de l'huilerie).

Caractéristiques des ouvertures

Il y a deux fenêtres. Celle du côté nord est récente et comporte un linteau en bois. Celle coté sud, présente des motifs harpés en briques (datables de la seconde moitié du XIXe siècle).

Autres maçonneries

En haut de la façade ouest, sous la toiture refaite récemment, il y a deux types de maçonneries :

-reposant sur la maçonnerie de type **m C**, une portion de mur en agglomérés pleins avec des débris de mâchefer (2,5 m², 2%).

-au dessus une maçonnerie récente (2004-2005) en agglomérés modernes creux (5,5 m², 5,7%).

Façades	maçonneries	références	chaînages
Sud	m B m C	K CC	/ /

Cette façade comprend un grand nombre de types de maçonneries et il convient de distinguer la partie ouest et la partie est.

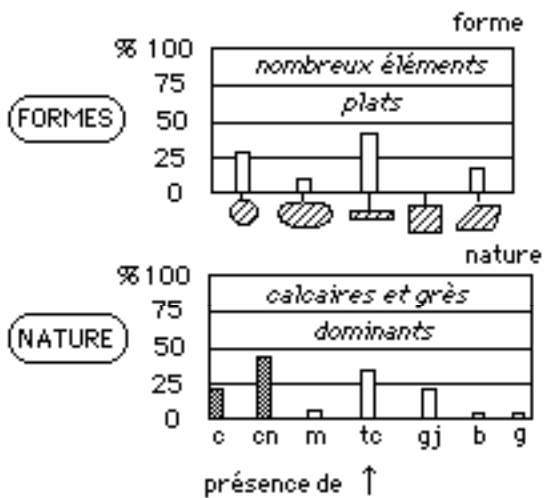
Partie ouest de la façade sud

Moulin de Crolles - Mur du XIXe siècle

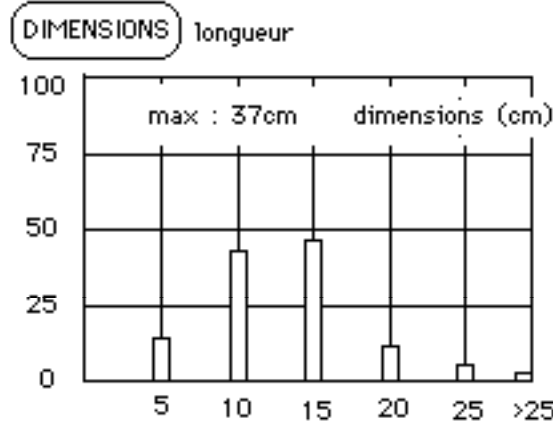
Maçonneries

Façade sud, carré K

Façade sud, CC



Très nombreuses tuiles cassées
Joints ouverts, lits de tuiles cassées



Remplissage des joints, clés

description ... calcaires noirâtres à cassure
conchoïdale
tuiles cassées

largeur moyenne des joints 1 à 1,5 cm...

Disposition en lits assez réguliers

Joints fermés

Chaînage d'angle

néant

Forme :

Nature :

Dimensions de : à

Ciment

Fiche présentant les résultats de l'analyse des maçonneries **m B** et **m C** (façade sud)

Caractéristiques des maçonneries

-La maçonnerie située en bas du mur et bien visible coté ouest (**carré K**) et coté est, fait partie de la maçonnerie **m B**. Elle est explicitée dans le paragraphe décrivant la façade est. Elle se distingue de celle placée au dessus coté ouest, par un nombre de tuiles cassées faible et par des joints fermés. Superficie de 27 m² soit 24 % (dont 16 m² enterrés et en contact direct avec la *chaussée* en terre - barrage- de la *serve*) de la totalité de la façade est.

-La maçonnerie (**carré CC**) bien visible dans la partie immédiatement supérieure, avec des joints ouverts très chargés en tuiles cassées (disposées en lits parallèles) fait partie du type **m C**. Son équivalent vers l'est est recouverte d'un enduit de ciment. Superficie de 29 m² soit 26%.

-La maçonnerie du haut (coté ouest) est en agglomérés de mâchefer (identiques à ceux du haut de la façade ouest). Superficie de 8,5 m² (7 %). La vieille toiture du moulin (déjà vue sur le haut de la façade ouest) apparaît sous forme d'un alignement de trous pour des chevrons.

-A coté, en haut, la maçonnerie est en agglomérés modernes. Superficie de 16,5 m² soit 15 %.

-L'angle est du lanterneau, est en vieux béton.

Caractéristiques des ouvertures

Il y a deux ouvertures :

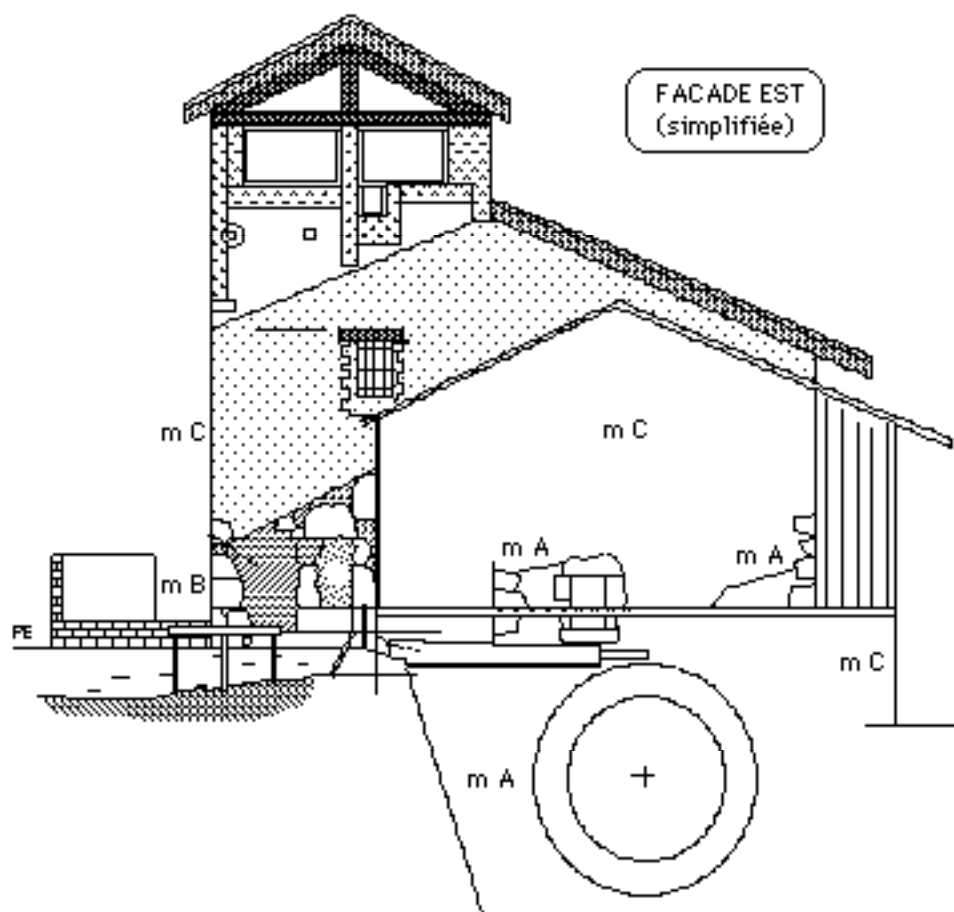
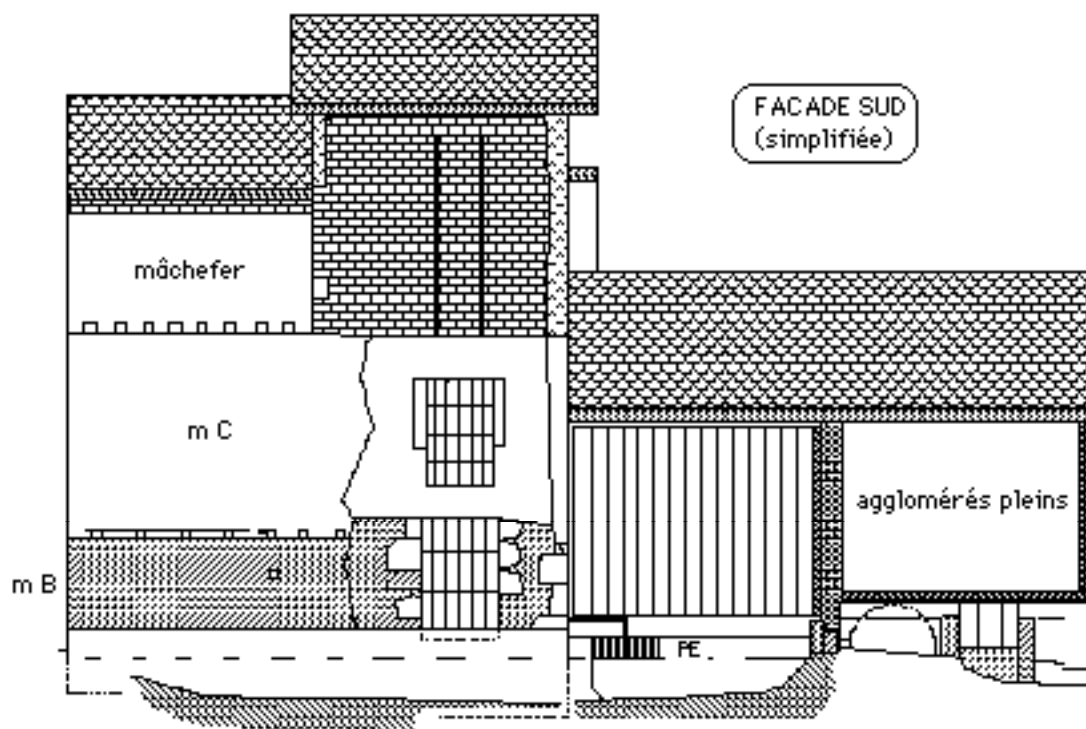
-Une fenêtre encastrée dans la maçonnerie **m C** recouverte d'un enduit de ciment. Elle comporte des pieds droits en briques.

-Celle située sous la précédente, est partiellement recouverte par la terrasse montée en agglomérés modernes. Elle est encastrée dans la maçonnerie **m B**. Donnant sur la salle de l'huilerie, elle comprend des pieds droits en moellons de calcaire.

Partie est de la façade sud

La partie est de la façade sud, ne comporte que des murs légers construits en briques, en agglomérés ou en bois.

La superficie est de 29 m² soit 26 % de la totalité de la façade est.



MOULIN DE CROLLES
LES MACONNERIES DES FACADES
SUD ET EST

Façade est

Façades	maçonneries	références	chaînages
Est	m A	EE	/
	m B	M	n
	m C	DD	/

Les maçonneries de la façade est sont complexes. Il faut distinguer celles vues hors du bâtiment et celles vues dans la salle du gruoir avec son prolongement dans la chambre d'eau.

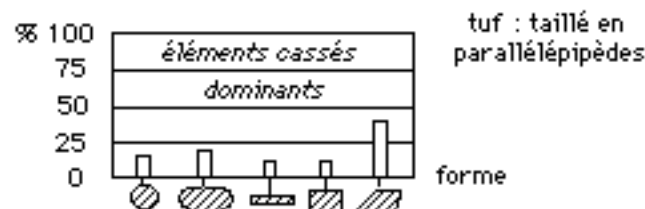
Les maçonneries vues hors du bâtiment

Moulin de Crolles - Mur du XIXe siècle

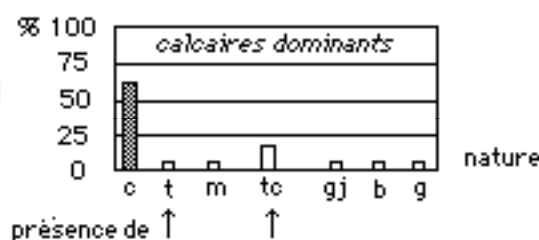
Façade est, carré M

Maçonneries

FORMES

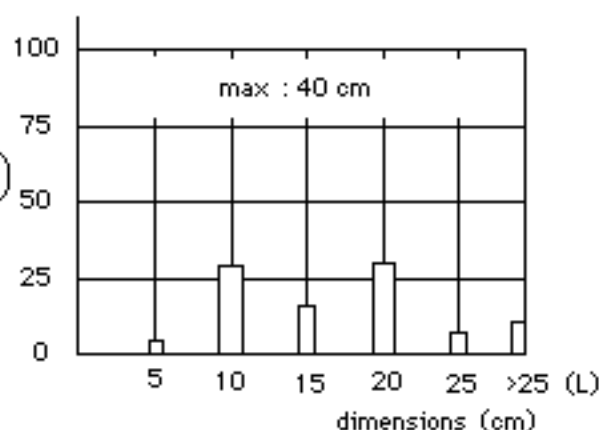


NATURE



DIMENSIONS

longueur



Remplissage des joints, clés

description petites pierres et tuiles cassées

largeur moyenne des joints 1 à 1,5 cm

Disposition en lits assez réguliers

Chaînage d'angle

Façade est, angle n

arête lissée : présence ou non (largeur 2,5 cm)

surfacage simple (pas de petits points) ou double

: cavités larges assez marquée:

(profondeur : 3 mm, espacement : 3 cm)

petits points denses et peu marqués (absence de

bouchardage) (profondeur : 1 mm, espacement

1 cm)

Forme :  et 

Nature : calcaire blanchâtre

Dimensions de : 104 x 57 cm à 30 x 22 cm

Ciment

ciment de chaux, peu chargé en sable, blanc,

présence de petits galets et de points noirs

Fiche descriptive de la maçonnerie **m B** de la façade est

Caractéristiques des maçonneries

La maçonnerie du bas du mur, surplombant la *serve* (où se trouvait encore récemment une passerelle en bois reliant la terrasse en agglomérés et le seuil avec la vanne et la grille inclinée) a fait l'objet de réflexions particulières. On doit tenir compte des données suivantes :

-la maçonnerie proprement dite (**carré M**).

La forme et la nature des pierres sont variées (comme dans la maçonnerie **m C**) : calcaire blanchâtre (c), tuf (t), roche métamorphique (m), tuiles cassées (tc), grès jaune (gj), briques (b) et grès (g). Le ciment est identique aux précédents (mortier de chaux blanchâtre, parfois avec quelques graviers, avec ou sans petites particules noirâtres, friable). Les joints sont fermés et comprennent, mais en quantité réduite, des petites pierres et des tuiles cassées. Cette maçonnerie est celle dénommée **m B** (voir les façades ouest et sud). Elle comprend une partie enterrée non visible. Superficie de 11,5 m² (soit 14 % de la façade est, non compris la partie située dans la chambre de la roue comptée à part).

-entourage des 3 fenêtres et de la porte

Pour les ouvertures il faut se référer à la porte (transformée en fenêtre) et encastrée dans la maçonnerie **m B** de la façade ouest et aux fenêtres des façades sud et est liées à la maçonnerie **mB**. Pour cette dernière (ancienne fenêtre murée donnant sur l'huilerie) le linteau, les deux pieds droits et le seuil sont en moellons de calcaire. Les dimensions oscillent entre 104 x 57 cm et 30 x 22 cm. Le traitement des surfaces est identique à ceux déjà vus. Il faut noter que la fenêtre du bas de la façade sud et la porte transformée en fenêtre) de la façade ouest ont les mêmes caractéristiques (contrairement aux fenêtres supérieures).

-présence d'une trace de toiture

Le mur présente une trace de toiture basse qui se prolonge sur une distance courte dans la salle du gruoir. La maçonnerie **m B** vient butter contre cette trace.

-existence du conduit en briques

Enfin, et c'est un élément important, dans la chambre des engrenages, il existe encastré dans le mur commun avec l'huilerie une structure en briques. elle était destinée à établir un petit passage entre les deux salles. D'un côté (et ce n'est pas en relation avec le dispositif énergétique actuel) un axe de transmission issu de la roue hydraulique de l'époque devait traverser ce mur et entraîner par en dessous une machine (un pierre à dite à gruer (*pise*) utilisée pour écraser les noix). Cette structure, dénommée SB, est positionnée sur le plan présenté à la fin du paragraphe suivant "Enchaînement chronologique probable des moulins".

Caractéristiques des chaînages d'angle

Le chaînage commun aux façades est et sud est limité vers le haut par une petite pierre rapportée située au dessus de la trace de la toiture basse.

Si on considère que sur les façades ouest, sud et est, les maçonneries **m B** sont continues, il est vraisemblable qu'il s'agit d'une ancienne chambre basse (cf la trace de toiture et la porte transformée en fenêtre) construite entre le moulin primitif et la *chaussée* en terre de la *serve* (et ceci fut réalisé vraisemblablement avant l'extension du moulin).

Les maçonneries en haut de la façade est

La partie intermédiaire de la façade est une maçonnerie de type m C. Il y a une fenêtre avec des briques harpées et un linteau en bois. La superficie est cumulée avec celle du mur visible dans la salle du gruoir).

Le lanterneau proprement dit, est constitué d'une structure de moellons pleins et anciens et d'un mur de remplissage en maçonnerie de pierres de natures variées (placées trop haut pour être examinées en détail). Superficie de 12,5 m² soit 15 %.

Les maçonneries vues dans le bâtiment du gruoir

Le mur ouest de cette salle correspond au prolongement de la façade précédente (façade est).

Maçonnerie de type **m A** : Elle a été vue (sur de très petites surfaces) contre et entre les chaînages correspondants. Une fenêtre murée (construite avec des moellons de calcaire) existe et se retrouve en haut de la chambre de la roue. Liée très probablement au premier stade du moulin, elle permettait d'avoir une vue sur la roue hydraulique (en bois). L'altitude de son seuil est pratiquement celle de la partie haute de la goulotte moderne mais plus basse que celui de la fenêtre du bas de la façade est donnant sur l'huilerie et murée). Superficie de 3 m² (soit 3,6 %).

Maçonneries **m B** et **m C** : dans l'ensemble ce mur est très difficile à examiner. D'une part, à l'abri des intempéries il n'a pas été décapé. Ensuite il comprend de nombreux placages de mortier de ciment modernes. Les joints ont été plus ou moins refaits (mortier récent, mortier de chaux en boudins etc). Si la maçonnerie **m B** n'a pas été identifiée (mais la trace de la toiture basse existe et forme un seul pan) celle qui subsiste semble être la **m C** (avec parfois des moellons en tuf.). Une exception, coté nord en haut, il y a un panneau avec des joints chargés de tuiles cassées formant des lits (comme sur la façade sud). Superficie (y compris la partie hors salle du gruoir) de 56 m² soit 67%.

Chambre de la roue hydraulique			
--------------------------------	--	--	--

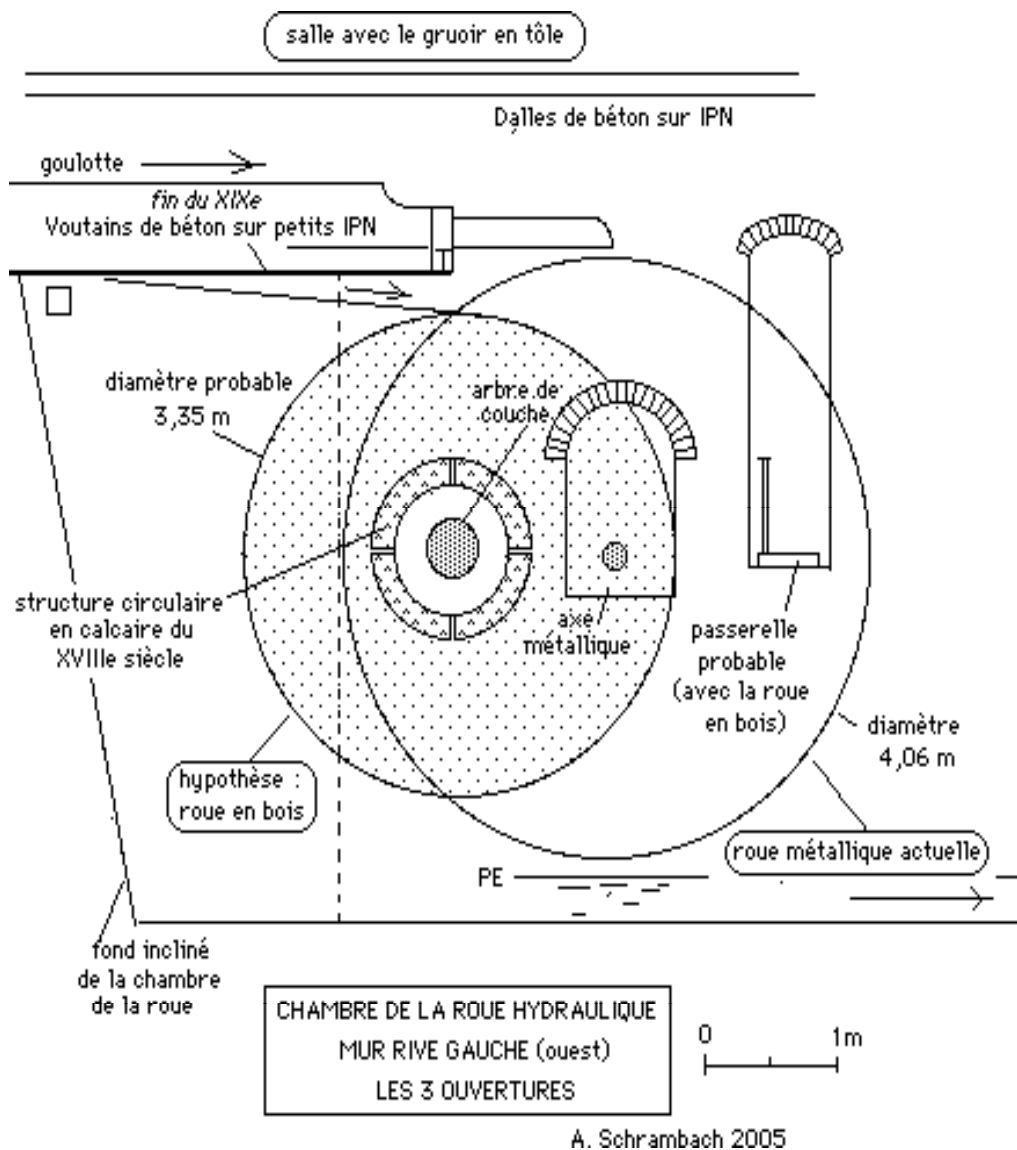
Façades	maçonneries	références	chaînages
chambre de la roue	m A	EE	/

Les maçonneries de la chambre de la roue sont pratiquement impossibles à étudier car toutes les surfaces sont couvertes d'éclaboussures de tuf.

Toutefois dans le mur coté salle des engrenages (mur rive gauche ou ouest), au dessus de la goulotte de la roue, on distingue le prolongement vers le bas des chaînages d'angle et de la fenêtre (**m A**) vus dans la chambre du gruoir.

Autres ouvertures :

Dans le même mur, on voit un assemblage de moellons de forme circulaire en calcaire, qui correspond à la structure annulaire (colmatée) assurant le passage de l'arbre de couche en bois de la première roue hydraulique en bois (au moment de sa mise en place et ceci pour encore un siècle, les roues métalliques n'existaient pas en Dauphiné). L'orifice central a un diamètre de 0,80 m (ce qui peut correspondre à un arbre de couche de 0,50 à 0,60 mètre de diamètre) et le diamètre extérieur est de 1,36 m (épaisseur de 0,55 m). Outre cette structure il y a une ouverture murée, haute de 4,5 , large de 1,25 m (avec un arc surbaissé en briques) et une autre assurant le passage de l'axe de la roue hydraulique métallique (ouverture large de 1,60 m, haute de 2,6 également avec un arc en briques mais en plein cintre).



Dans le mur coté atelier, un chaînage d'angle est constitué de moellons parallélépipédiques bien réguliers. Ce mur s'arrête au niveau du sol de l'atelier alors que le précédent est plus haut. Le coussinet de la roue en métal repose sur un massif parfaitement parallélépipédique en calcaire (1,0 m de large, 0,70 de haut et 3 m de long). Le coussinet qui recevait le *turillon* de la roue en bois reposait sur le support du massif précédent.

Le mur de la chambre de la roue, coté sud (donc coté *serve*) est fortement incliné et est totalement couvert de tuf.

Tous ces murs ont été construits dès la fondation du moulin et doivent être rapportés au type de maçonnerie **m A**.

Les plafonds et planchers

Outre les planchers en bois, dans la chambre de la roue on distingue :

- Voûtains de béton sur petits IPN : support de la goulotte et plancher des toilettes.
- Dalles de béton sur IPN : support du plancher de la salle du gruoir

Galerie de fuite

Façades	maçonneries	références	chaînages
galerie de fuite	m A m C voûte surbaissée	N P QQ	/ / /

On doit distinguer la partie amont (longue de 8 m) se raccordant à la chambre de la roue et la partie aval, la plus longue (21,5 mètres).

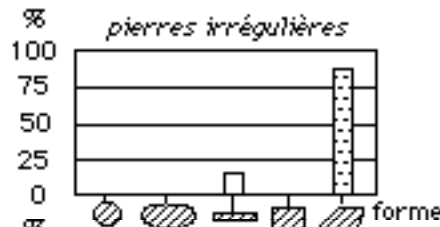
Moulin de Crolles Mur ouest de la galerie en amont

Maçonneries

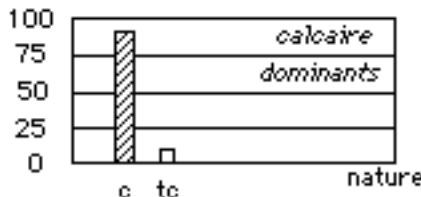
Les murs de la galerie amont sont sales et parfois couverts de mouchetures de tuf projetées par la roue hydraulique

P : Galerie haut du mur

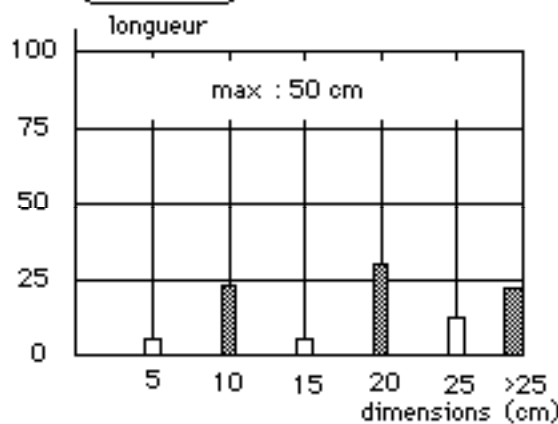
FORMES



NATURE



DIMENSIONS



Remplissage des joints, clés

description : mortier et quelques petites pierres et tuiles
largeur moyenne des joints 2 à 3 cm

Disposition en lits assez réguliers

Chaînage d'angle



Ciment

ciment de chaux,

VOUTE

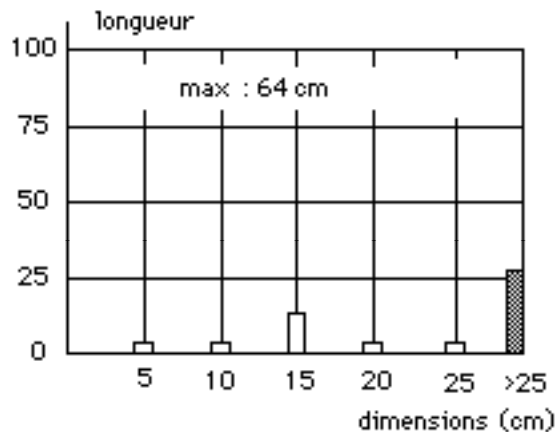
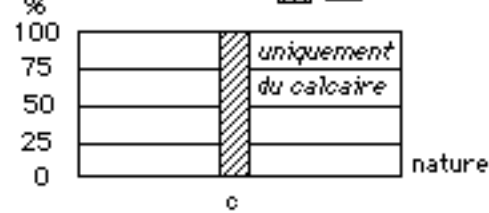
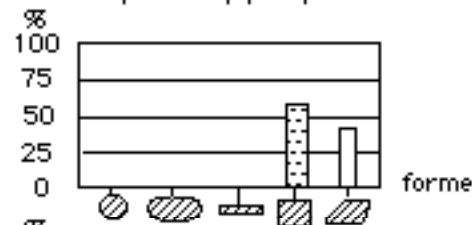
QQ

voûte surbaissée
pierres calcaires brutes sans faces planes
longueur de 30 à 25 cm

joints avec des tuiles cassées et des briques

N : Galerie bas de mur

empilement régulier de gros moellons calcaires parallélépipédiques



-joints fermés (sauf exceptions rares)
mortier et petites pierres calcaires
1 à 3 cm.....
en lits assez réguliers

galerie, mur ouest

moellons calcaires parallélépipédiques
surfacage simple au marteau taillant :
cavités de 5 à 10 mm de profondeur
distantes de 2 à 5 cm. Diamètre
des cavités : 1 à 3 cm
pas d'arête lissée ni de bouchardage

Forme :

Nature : calcaire

ciment de chaux, dur

Fiche présentant les carrés **P** et **N** étudiés dans la galerie

Dessin montrant le raccordement chambre de la roue hydraulique
et début de la galerie de fuite

Maçonnerie de la galerie amont et du raccord fin de la chambre de la roue-début de la galerie.

Au niveau des plafonds (montés sur des IPN) le passage de la chambre de la roue à la galerie se fait par l'intermédiaire du petit local des toilettes (monté comme déjà indiqué en maçonnerie de type **m C**).

La galerie amont, dont le radier est calé à 3,75 mètres sous le niveau de la cour (coté nord) a une voûte surbaissée et des murs verticaux. La clé de voûte est à 2,27 m au dessus du radier). La largeur passe de 2 mètres à 1,20 m juste avant le changement de direction de la galerie

Milieu et bas du mur (coté ouest) : il s'agit d'un mur essentiellement construit en moellons calcaires en général parallélépipédiques (**carré N**). Bien que difficilement lisibles (à cause du tuf projeté sur les pierres) le traitement des surfaces ne comprend que les traces de marteau taillant. Il n'y a ni "bouchardage", ni arêtes lissées. Les dimensions oscillent entre 64 cm x 52 à 6 x 12 cm. Les joints larges de 1 à 3 cm comportent des petites pierres calcaires.

Quoique atypique cette maçonnerie (à cause de sa position) doit être rapportée à la maçonnerie de type **m A**.

Au dessus du mur précédent haut de 1,70 m, la maçonnerie (**carré P**) qui supporte la voûte surbaissée est bâtie avec des pierres calcaires et des tuiles cassées. Elle doit être rapportée au type **m C**.

En haut du mur est (coté atelier, sous les toilettes) la surverse rejette de l'eau dans la galerie (chute).

La voûte est construite avec des moellons de calcaire, bruts, sans dressage des surfaces. L'ensemble forme un hérisson avec de nombreux angles saillants. Il y a également des briques et des tuiles cassées.

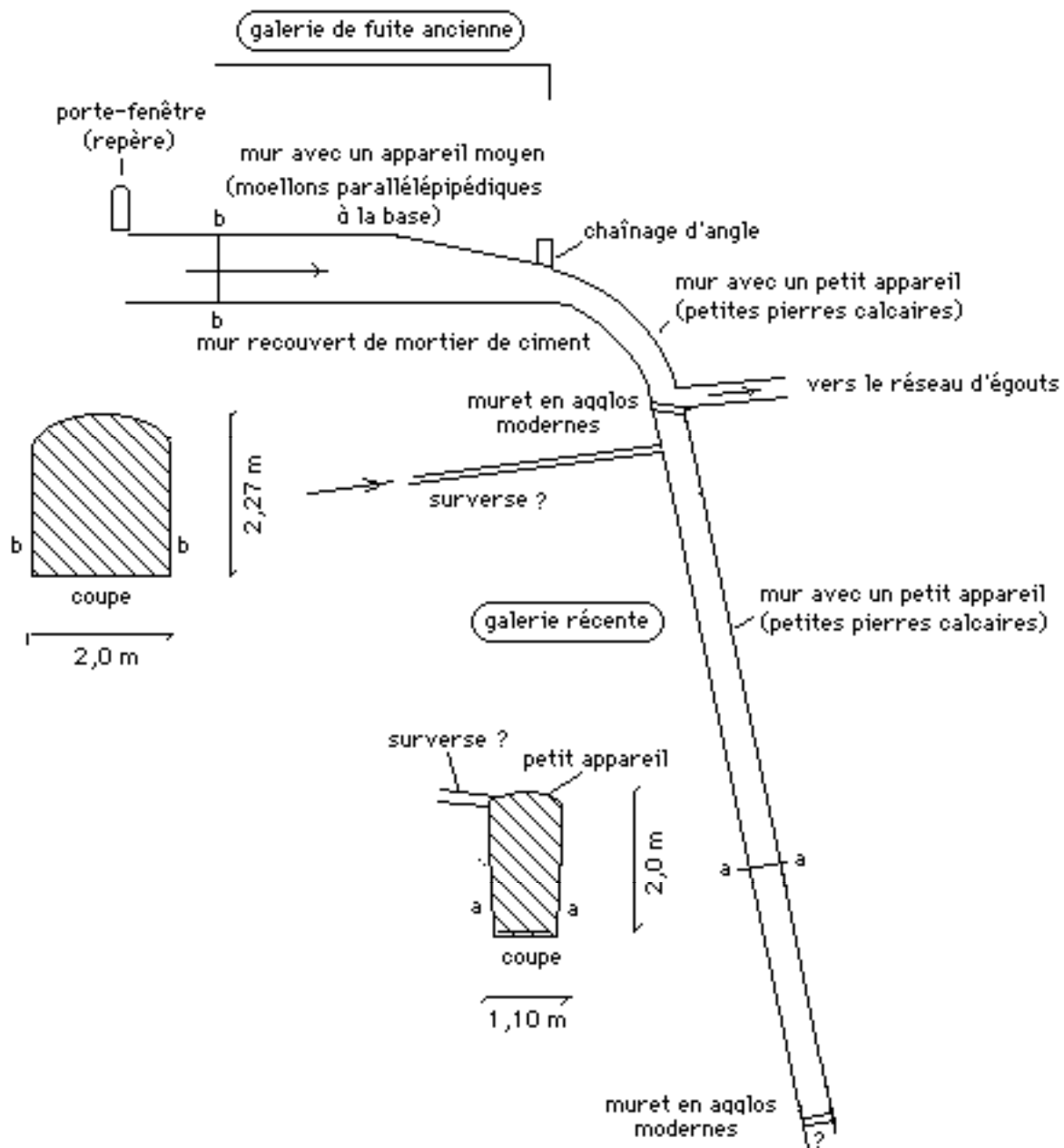
Le mur de cette galerie se termine par un chaînage d'angle (visible uniquement sur le mur ouest). Un placage de ciment moderne comporte l'inscription "1943". Est ce en relation avec les évènements de la guerre ?

Maçonnerie de la galerie aval

Elle comprend une partie amont formant un virage vers l'est de 85 grades (soit un peu moins qu'un angle droit). A la fin du virage une galerie basse a été aménagée récemment de façon à rejoindre le réseau d'assainissement urbain de Crolles. Ensuite la partie rectiligne, encadrée, en amont et en aval, par deux murets d'agglomérés modernes, correspond au tracé de l'ancien canal de fuite. La section

pour une hauteur de 2 mètres a une largeur au radier de 1,10 mètre. Elle est donc plus petite que la précédente.

La voûte en plein cintre, est construite, comme les murs, en maçonnerie de pierres. A 1,50 m après le départ vers les égouts, en haut du mur coté sud, une galerie à section rectangulaire (de l'ordre de 0,50 m de large pour 0,30 m de haut) doit correspondre à une ancienne surverse issue de la *serve* actuelle. On peut la relier avec la présence d'une vanne (disparue) situé en bordure de la *serve* à quelques mètres de la bonde (AG).



0 5 m

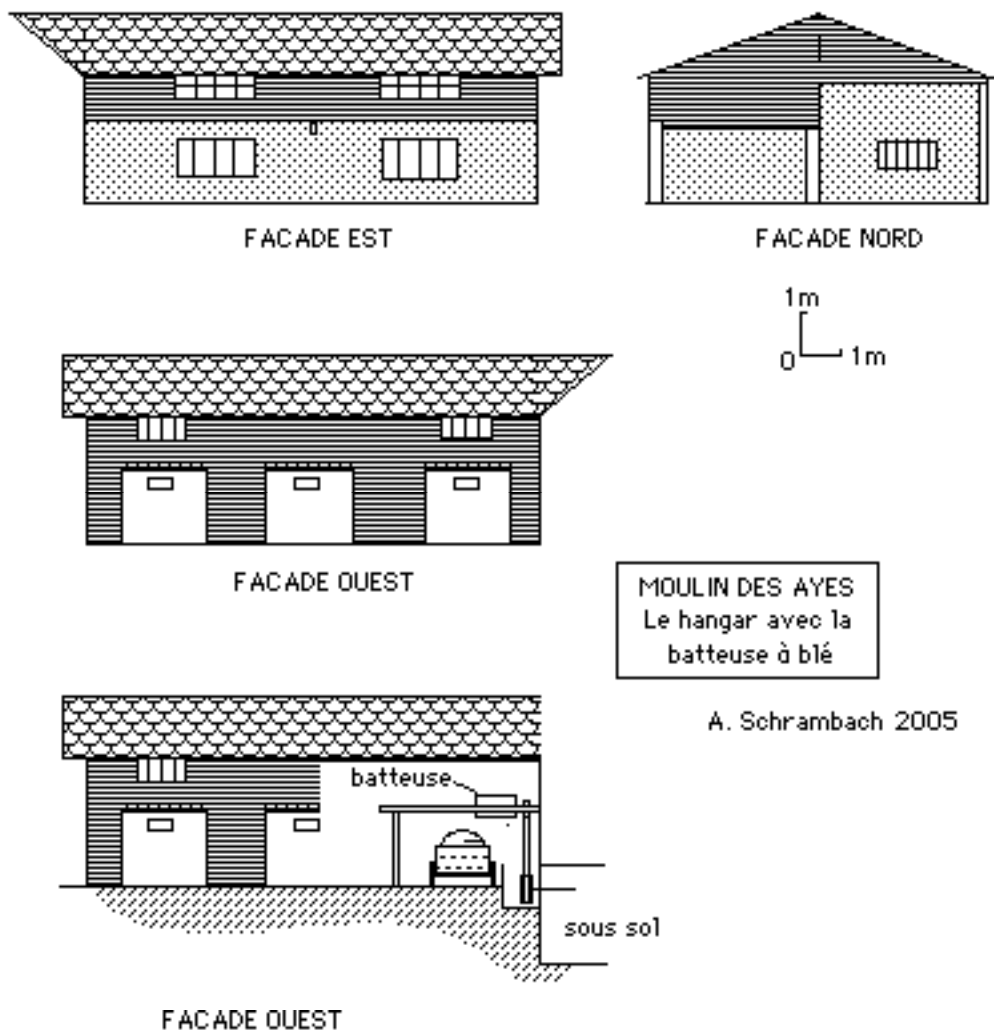
(échelle non valable pour les deux coupes)

LA GALERIE DE FUITE

A. Schrambach 2005

Bâtiment disparu

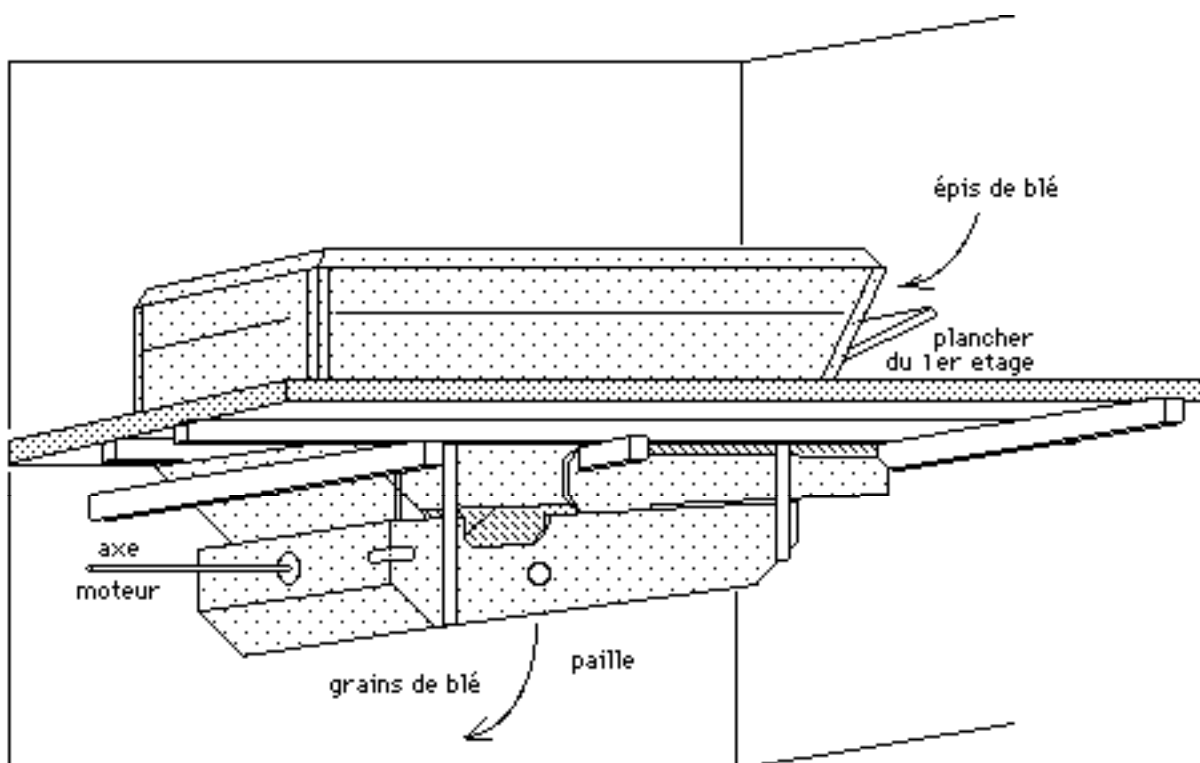
Il n'est connu que d'après les photographies : il s'agit du hangar qui était accolé à la façade nord du moulin (la toiture du hangar recouvrait partiellement une partie de son toit comme le montre le dessin suivant).



Il n'est connu que d'après les photographies. Il s'agit d'un bâtiment essentiellement construit en madriers, planches et bardeaux. Toutefois quelques pans de mur étaient en maçonnerie.

Il permettait de stocker les matières et abritait la batteuse à blé mue par un axe entraîné par la roue hydraulique ou bien les moteurs électriques (issu du bas de la façade nord). Elle devait être primitivement entraînée par le petit moteur à vapeur.

Le dessin suivant montre un batteuse en bois encastrée dans un plancher permettant l'accès à la machine par le haut et par le bas. Le moulin pouvait être équipé d'un tel modèle (dont le volume total était de l'ordre de 2 mètres cubes). Cette hypothèse a été confortée par madame Gabert Andrée qui nous a confirmé que la batteuse était en bois et encastrée dans le plancher du premier étage du hangar. Ce plancher ne couvrait que la moitié du sol du hangar, permettant aux charrettes avec les gerbes de blé d'être installées sous la batteuse. On déchargeait directement les gerbes du véhicule à la batteuse.



VALLEE DE L'HIEN
 BATTEUSE A BLE EN BOIS
 ENCASTREE DANS LE PLANCHER
 DU 1er ETAGE
 MUE PAR UNE ROUE HYDRAULIQUE
 Scierie-huilerie Billard (site H110)
 XXe siècle

VALLEE DE LA MORGE
 BATTEUSE A BLE MUE PAR UNE
 TURBINE ET ENCASTREE DANS UN PLANCHER
 Moulin-huilerie Barnier (site M55)
 1ere moitié du XXe siècle

A. Schrambach 2002

Les toitures

Toitures anciennes

Plusieurs traces de toitures anciennes existent :

-sur les façades nord et ouest (et d'une manière moins nette sur la façade est dans la chambre du gruoir), l'absence de maçonneries de type **m A**, suggère que la toiture correspondante était à 4 pans (ou au moins 3).

-sur la façade est (à l'extérieur et dans la chambre du gruoir) la trace d'une toiture basse peut correspondre à la toiture sur la roue en bois (une roue en bois, afin d'éviter le dessèchement et les déformations de ce dernier, devait être protégée du soleil, particulièrement du côté sud). Elle a pu être agrandie au dessus des maçonneries de type **m B**. D'ailleurs, les traces de chevrons, sur la façade sud, au contact des maçonneries **m B** et **m C**, est un rappel récent d'une telle toiture.

-sur la façade ouest en haut, au contact maçonnerie **m C** et agglomérés en mâchefer, la trace de la première toiture après agrandissement du moulin est visible. Cette limite se retrouve sur la façade sud (en haut) sous forme de trous de chevrons. La trace est également visible sur la façade est (sous le lanterneau).

Toitures récentes

La toiture principale, en particulier celle du lanterneau, a été refaite en 2004 -2005. Elle respecte néanmoins les formes de l'ancienne. Toutefois cette toiture (pour le corps central du moulin) est plus haute (et la poutre faîtière est décalée).

32-HISTOIRE DES BATIMENTS D'APRES LES MACONNERIES ET LES ARCHIVES

Une histoire du moulin peut être proposée en s'appuyant sur :

- les positions relatives des maçonneries
- certains repères chronologiques architecturaux
- la nécessaire évolution technique (moutures pratiquées, moteurs) du moulin et ses conséquences sur les bâtiments
- les rares données issues des textes et des plans disponibles.

Cette histoire comporte nécessairement des zones d'ombre et des hypothèses.

Le (les) premier moulin

"... *La Règle de saint-Benoît édictée à la fin du Ve siècle, prévoit que chaque monastère doit comporter un moulin "infra monastérium" pour satisfaire à ses propres besoins ...*"

L'histoire du moulin ne peut être dissociée de celle de l'abbaye de Notre Dame des Ayes fondée en 1142-1143.

Un moulin, nécessairement puisque le pain était la base de l'alimentation humaine à cette époque, a dû être construit très rapidement.

Il n'était pas en coïncidence avec le moulin actuel, ni obligatoirement avec celui connu au XVIIIe (d'après un plan de l'abbaye). Il y avait de nombreux petits ateliers échelonnés le long du lit du ruisseau de Craponoz.

La carte de Cassini (datée de 1735) ne montre pas de moulin près de l'abbaye, mais le *béal* existe. Quoique irremplaçable, ce document est d'un emploi difficile. Outre une planimétrie douteuse (informations liées aux angles et aux distances - ce plan ne donne aucune information liée à l'altimétrie c'est à dire les altitudes), l'absence d'un atelier ne signifie pas qu'il n'existait pas. On peut conclure de la manière suivante : ce qui compte c'est ce qui est dessiné !

En 1750 : "*État de la mansuration des prés du royal monastère des Ayes en existence en l'année 1750. Le pré du moulin contient 19 200 toises ce qui fait de 21 sestérées 21 30 ocf(?)*". (ADI 12 H 14). Si ce texte cite un moulin, il ne s'agit pas obligatoirement de celui qui nous intéresse.

Probablement daté du milieu du XVIIIe siècle, un plan en couleurs montre, outre les bâtiments conventuels, un moulin situé très près (à une quarantaine de mètres) mais hors de l'enceinte. Le dessin suivant a été réalisé d'après ce plan. Le bâtiment de l'abbaye existe encore (il va être démoli en 2005) et sert de repère. La partie amont du béal correspond à celle du cadastre de 1817. Il s'agit donc du vieux moulin des Ayes. Le terme "*moulin vieux*" n'apparaît pas dans les textes mais nous l'avons donné par opposition au *moulin neuf* plus tardif (et cité sous ce nom) comme cela se pratiquait à l'époque.

D'après les textes : en 1768 : “ *Le 31 octobre donné cens soixante dix sept livres douze sols pour 296 journées de manoeuvres employée a faire deux grands fossés au dessus de la Contamine et au dessous du pré du puÿ arracher les arbres et buissons faire deux aqueducs et combler la vieille serve du moulin* ” (ADI 12 H 65 - despence générale de l'abbaye Roÿale des Aÿes de l'année 1764 et 1765) et en 1769 : “ *Le 8 Janvier j'ai donne vingt deux livres dix sols pour les journées de ceux qui ont purgé le fossé le long du chemin fait une aqueduc le long de l'enclos et combler la vieille serve* ” (ADI 12 H 65 - despence générale de l'abbaye Roÿale des Aÿes de l'année 1764 et 1765)

A une époque indéterminée (probablement les années 1760), il est probable que ce moulin a été abandonné pour une raison inconnue (destruction par incendie, par une crue du Craponoz ? - voir à ce sujet le chapitre gestion de l'eau)

Le moulin neuf

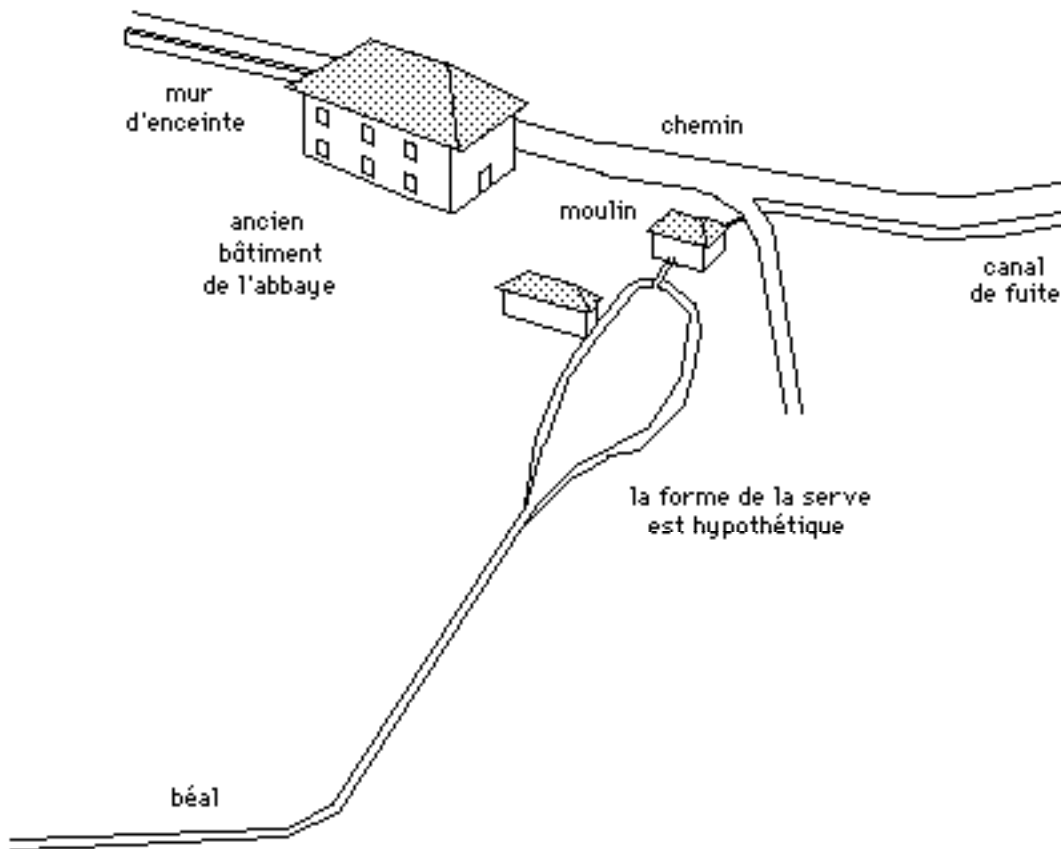
On fait mention de complements de la *serve*, puis "*en juin 1780, Payé à veiller charpentier pour le prix fait du couvert du moulin neuf 55 livres*". (ADI 12 H 67). Il pourrait s'agir du moulin actuel (mais sans certitude).

L'examen du second plan (le cadastre napoléonien de 1817) montre que le moulin de l'époque - qui pourrait être ce *moulin neuf* - était en coïncidence avec l'actuel . Même distance par rapport au bâtiment repère de l'abbaye, même orientation (ce qui n'est pas le cas du moulin du XVIIIe siècle), même *béal* (tout du moins tel qu'il existait au XIXe - début du XXe siècle).

La *serve* n'est pas représentée sur le cadastre. Mais en se référant à celle de la seconde moitié du XIXe siècle, la partie sud de la *serve* coïncide avec la même partie de la *serve* du XVIIIe (celle ci a une forme en virgule).

On peut conclure qu'il a une forte probabilité pour que les deux *serve*s (celle du XVIIIe et celle du XIXe) avait une partie commune ainsi que le même *béal*. Ce qui diffère, ce sont les moulins (positions et orientations).

En 1791 un texte est explicite : « *Au levant et en dehors de l'enclos, sont deux petits moulins qui ont été construits à neuf depuis peu de temps ainsi qu'un petit bâtiment qui les renferme, couvert de tuiles creuses . Mais les eaux destinées à donner de l'activité à cet artifice sont en petit volume et ont peu de pente et l'on nous a assuré que ces moulins peuvent à peine moudre le grain nécessaire pour l'usage du monastère* » (ADI Q 138 dossier 100 du 9 mars 1791)

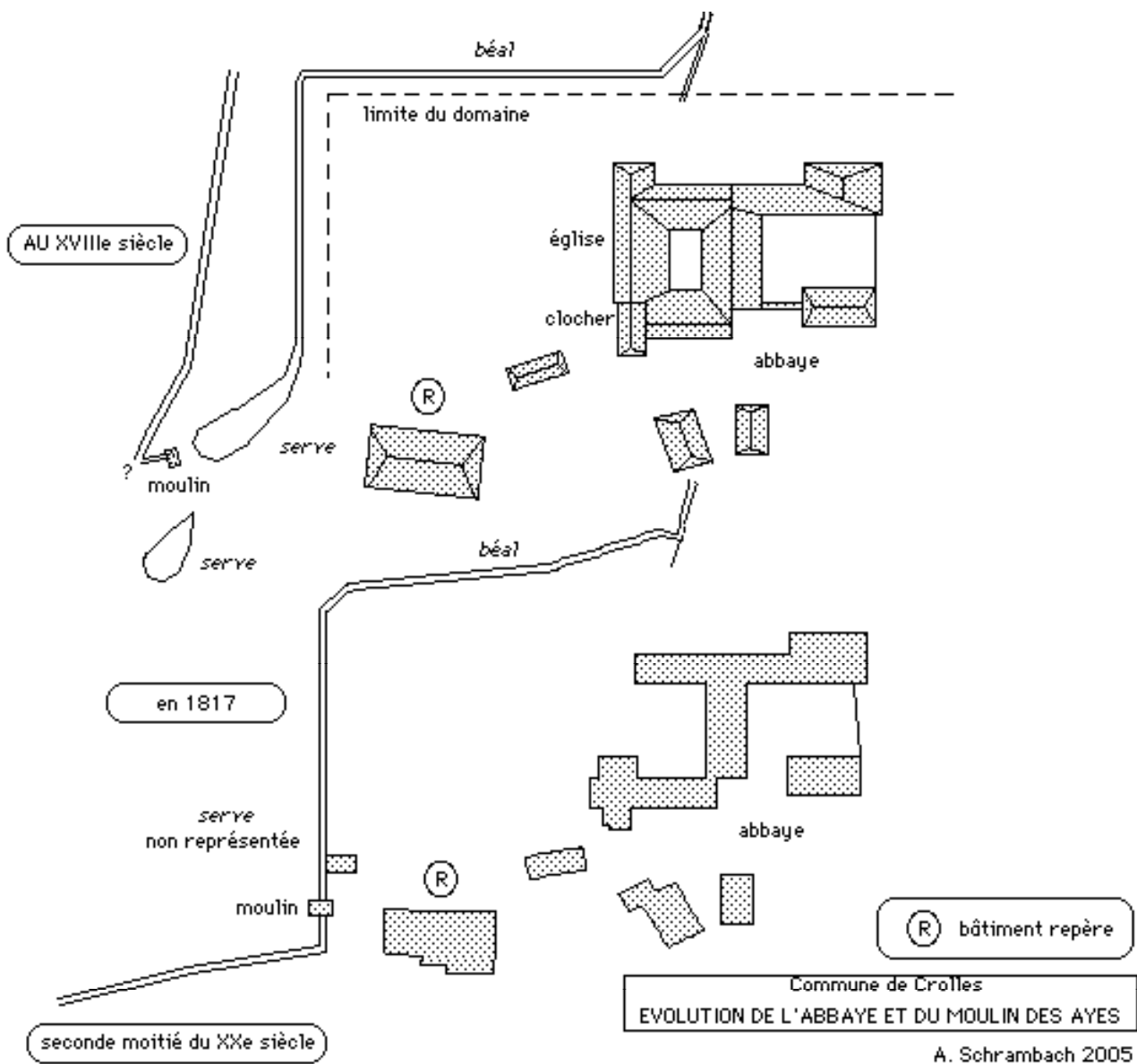


LE MOULIN NEUF au début du XIXe siècle

COMMUNE DE CROLLES
LE BEAL, LA SERVE ET LE MOULIN
EN 1817

A. Schrambach 2005

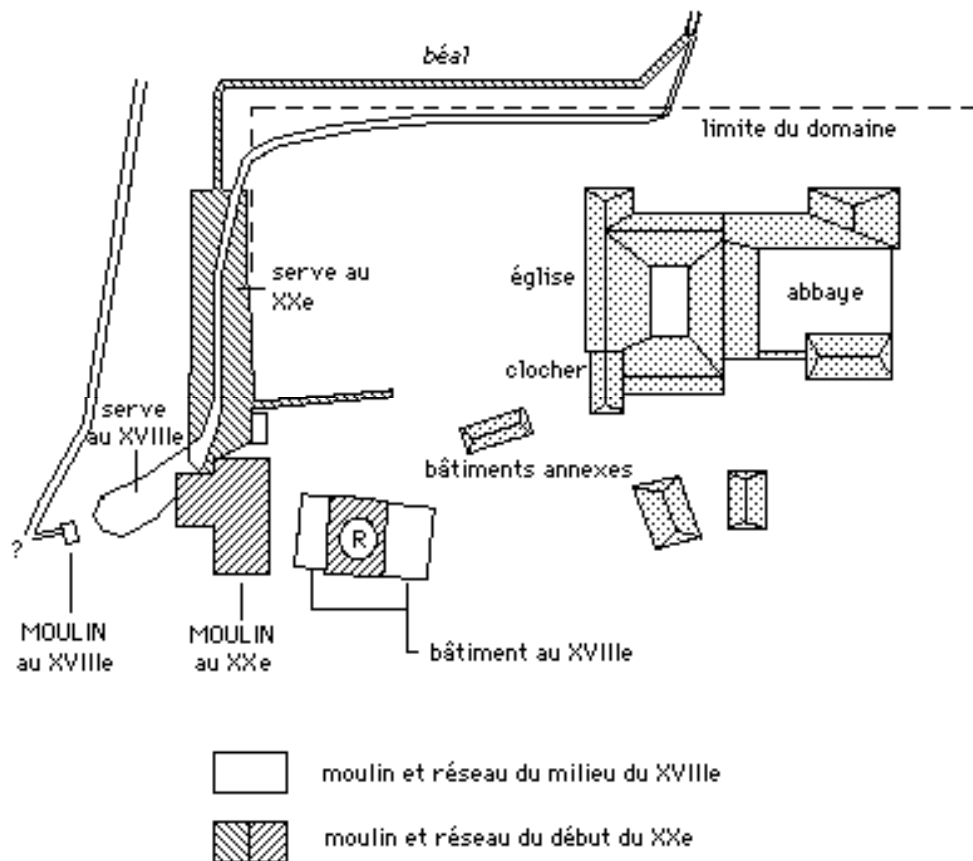
Les dessins suivants intègrent l'évolution du moulin et celle des bâtiments de l'abbaye. En effet une fois vendus comme biens nationaux (avril 1791), ils ont subi de nombreuses destructions.



Enchaînement chronologique probable des moulins

Si on retient le canevas historique précédent, on peut en s'appuyant sur l'études des maçonneries et l'évolution des moutures proposer la chronologie suivante.

La superposition des plans précédents du XVIIIe et du XIX-XXe montre que les deux moulins (celui d'avant 1760-80 et celui actuel) avaient des emplacements communs au sujet de leur *serve*. Le bâtiment repère R (qui a été démoli début 2006) était l'habitation du meunier et datant du temps de l'abbaye probablement celui des frères converts-meuniers.



Les deux plans ont été superposés en faisant coïncider le repère (R)

Commune de Crolles
 SUPERPOSITION DES PLANS DES DEUX MOULINS
 ET DE LEURS RESEAUX HYDRAULIQUES

A. Schrambach 2005

-Années 1760 (?) : suite à la destruction du moulin, construction du *moulin neuf* et modifications de la *serve*, l'ancien *béal* étant conservé.

Cette construction correspond à la maçonnerie de type **m A**. Bâtiment avec un sous sol, un rez-de-chaussée et des combles. La porte d'entrée était sur la façade ouest. Il était installé à 5 mètres, en contrebas, de la *chaussée* en terre de la *serve*. Toiture à 4 pans ou bien 3 pans mais avec une petite toiture face au sud couvrant la roue en bois (de façon à la mettre à l'abri du soleil afin d'éviter le gauchissement des bois) . Cette dernière devait être à axe horizontal et la structure en calcaire, annulaire pouvait avoir été récupérée sur l'ancien moulin. La chambre de la roue a été construite dès cette époque à l'est du bâtiment. Elle était à ciel ouvert avec toutefois la toiture spécifique à la roue. Le canal de fuite n'était pas couvert mais le mur bas de soutènement coté ouest fut construit à cette époque avec de gros moellons de calcaire parallélipipédiques.

-**Vers 1817** : le *moulin neuf* occupe la position du moulin d'aujourd'hui.

Superficie au sol d'après le cadastre de 1817 : 34 m² (sans la chambre de la roue hydraulique)

Superficie au sol, en 2005, couverte par la maçonnerie **m A** : 94 mètres carrés y compris la chambre de la roue.

Les deux valeurs sont différentes : l'une est appuyée sur des mesures précises, l'autre est issue du vieux cadastre qui parfois présente des valeurs erronées.

A titre de comparaison la superficie au sol sur le plan géométrique de 1867 est de $10 \times 15 = 150$ m². A cette époque l'extension côté *serve* était donc déjà construite.

Remarque au sujet de la validité des plans et cadastres anciens.

Les documents topographiques anciens (cartes, cadastres, plan géométriques etc) doivent être utilisés avec précaution. En effet, outre que les appareils n'avaient pas une précision élevée, les levés sont de qualité très inégale :

-la carte de Cassini, travail civil, recouvre toute la France de l'époque : sa planimétrie (angles et distances) est très sommaire et incomplète. Il n'y a pas d'altimétrie (hauteurs). Toutefois au milieu du XVIII^e siècle, un document militaire, couvrant les frontières est du royaume, existe. En couleurs, avec des informations (non chiffrées) sur les reliefs, donnant tous les chemins, toutes les habitations, sa qualité surpasse largement la carte précédente.

-le cadastre napoléonien (précédé localement par des travaux équivalents de la fin du XVIII^e siècle, comme à Passage près de Virieu) levé entre 1805 et les années 1840 selon les régions, était destiné à permettre une délimitation simple et compréhensible des limites foncières (dans les actes notariés). Sa qualité est en général bonne mais il peut y avoir des erreurs grossières. Il faut donc être prudent et les maisons ne sont pas nécessairement bien représentées.

-les plans géométriques sont dangereux : en effet ils sont réalisés pour répondre à un problème bien précis : soit dans le cadre d'un procès au sujet de limites foncières, soit pour un problème technique en général lié à un réseau hydraulique. La représentation de l'objet du litige est fidèle mais l'environnement (et spécialement les maisons) est en général très incomplet sinon absent ou erroné.

-**A une date inconnue** comprise entre 1817 et les années 1880-90 (et probablement au milieu du siècle puisque le plan de 1867 suggère que cette extension était déjà réalisée), construction d'une nouvelle salle côté sud (correspondant à la maçonnerie de type **m B**). Elle était accolée à la *chaussée* (digue) en terre. Superficie approximative de $8,95 \times 5 = 44,75$ m². Elle comprenait une toiture à un pan incliné vers la *serve*. La porte d'accès était sur la façade ouest. Etant donné que vers la fin des années 1850, une batteuse à blé a été installée, cette nouvelle construction desservie par une porte particulière (sur la façade ouest) pouvait l'abriter et une ouverture fut pratiquée reliant le sous sol du

moulin à celui de ce nouveau bâtiment afin d'assurer une liaison pour l'axe énergétique entraînant la batteuse à partir de la roue hydraulique.

-Vers les années 1880-90 : extension du moulin proprement dit.

Depuis la fondation de l'abbaye jusqu'à la fin du XIXe siècle, la mouture pratiquée était la *mouture à la grosse* qui, tout du moins jusqu'au début du XIXe siècle, ne demandait qu'une paire (ou deux) de *meules à la française* et d'un *baritel* (tamis sommaire ou *bluteau à étamine*). Dans le courant du XIXe, on a du y adjoindre un petit trieur et un *blutoir* manuel (tamis plus perfectionné).

Plus tard l'adoption de la mouture à l'anglaise conduisit à accroître le nombre de machines (trieur, paires de meules plus rapides que les précédentes, grands tamis perfectionnés, distribution globale de l'énergie dans tout le moulin et l'huilerie) et par la même la production et donc la superficie du bâtiment. Un nouveau moteur plus efficace devint obligatoire : il s'agit de la roue métallique actuelle complétée par une petite machine à vapeur.

Outre le remplacement de la roue en bois par une autre métallique (premier indice quand à la date : au mieux, pour un petit atelier dans le Dauphiné, les années 1880), le bâtiment fut exhaussé de façon à disposer d'un étage et de combles. Il engloba la vieille huilerie dont le plafond fut exhaussé également. La toiture (1ère version) comprenait 2 pans. La presse hydraulique du moulin à huile, plus gourmande en énergie que le vieux système à levier, fut fabriquée en 1883 (second indice). Enfin la goulotte d'amenée de l'eau sur la nouvelle roue s'appuya sur des voûtains de béton sur IPN, comme d'ailleurs le local des toilettes (troisième indice qui pourrait imposer les années 1890). A noter que d'après madame Gabert Andrée, ce local servait de poulaillerie. Il n'a été transformé en toilettes, avec rejet des eaux usées dans la galerie de fuite, qu'après 1960. Mis à part le local des toilettes, la chambre de la roue ne fut pas recouverte.

Ensuite les modifications ,les compléments furent nombreux et quoique datables d'après les matériaux utilisés, leur succession est incertaine (hangar, lanterneau, atelier, salle du gruoir).

-A une date inconnue : extrême fin du XIXe ou début du XXe siècle, on décida de construire le hangar. Pour cela, comme il longeait le canal de fuite, on rehaussa le (les) murs du canal de fuite et on construisit la voûte surbaissée.

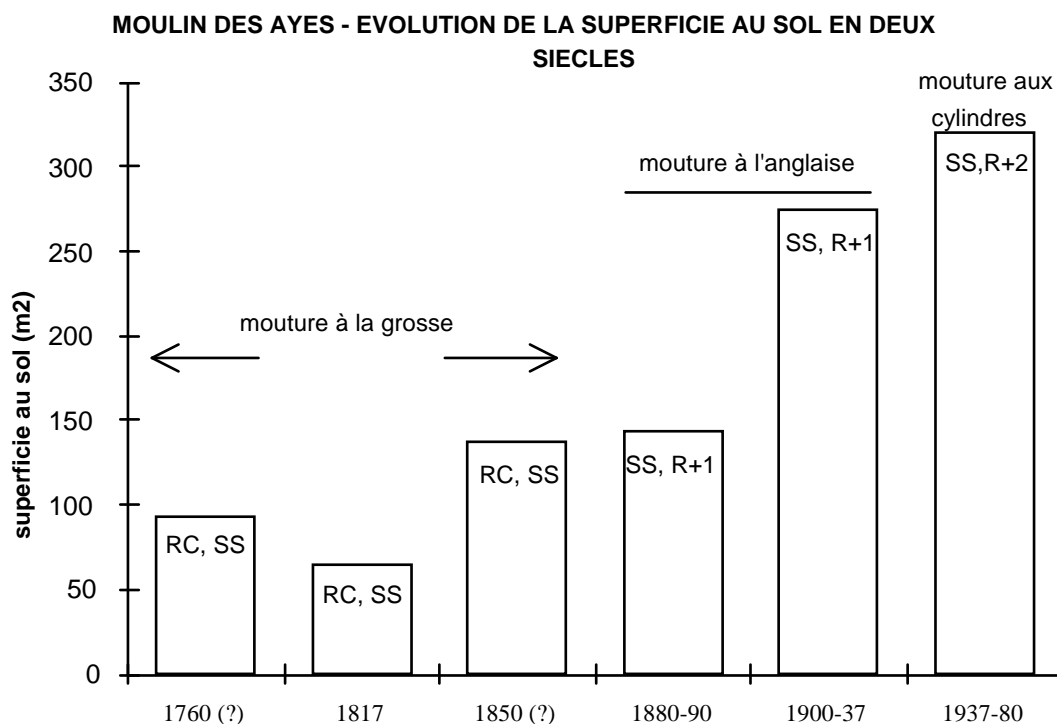
-Au début du siècle, en relation avec un besoin de place disponible, on construisit le local du gruoir avec sa cuve en tôle (plancher en dalles de béton sur IPN : autre indice quand à la date ainsi d'ailleurs de ce broyeur équipé du bassin métallique et non taillé dans une pierre calcaire) ainsi que les murs fermant la chambre de la roue, l'atelier et son étage (chambre du domestique). La toiture du moulin fut modifiée (2ème toiture) et les murs surélevés avec des agglomérés de mâchefer (indice de datation).

-A partir de 1937 (AG), passage à la *mouture aux cylindres* (ou *mouture hongroise*) ce qui conduit à de nouvelles machines (cylindres cannelés et lisses, planchister ou tamis, toutefois le trieur était installé dès l'achat en 1895, circulation obligatoire des produits avec des godets circulant dans des gaines en bois) d'où un besoin en énergie accru. Il faut noter que cette transformation est tardive car - tout du moins autour du lac de Paladru - elle fut en général réalisée vers 1914-1925.

Le lanterneau était déjà construit car la seule modification fut le rehaussement de la toiture au dessus du planchister (AG). Du fait de l'accroissement de la demande en énergie, vu la faiblesse du dispositif hydraulique, les meuniers ont du se tourner très tôt vers les moteurs électriques.

La superficie au sol s'accrut pour la dernière fois atteignant, avec le hangar et l'atelier, la valeur de 321 mètres carrés.

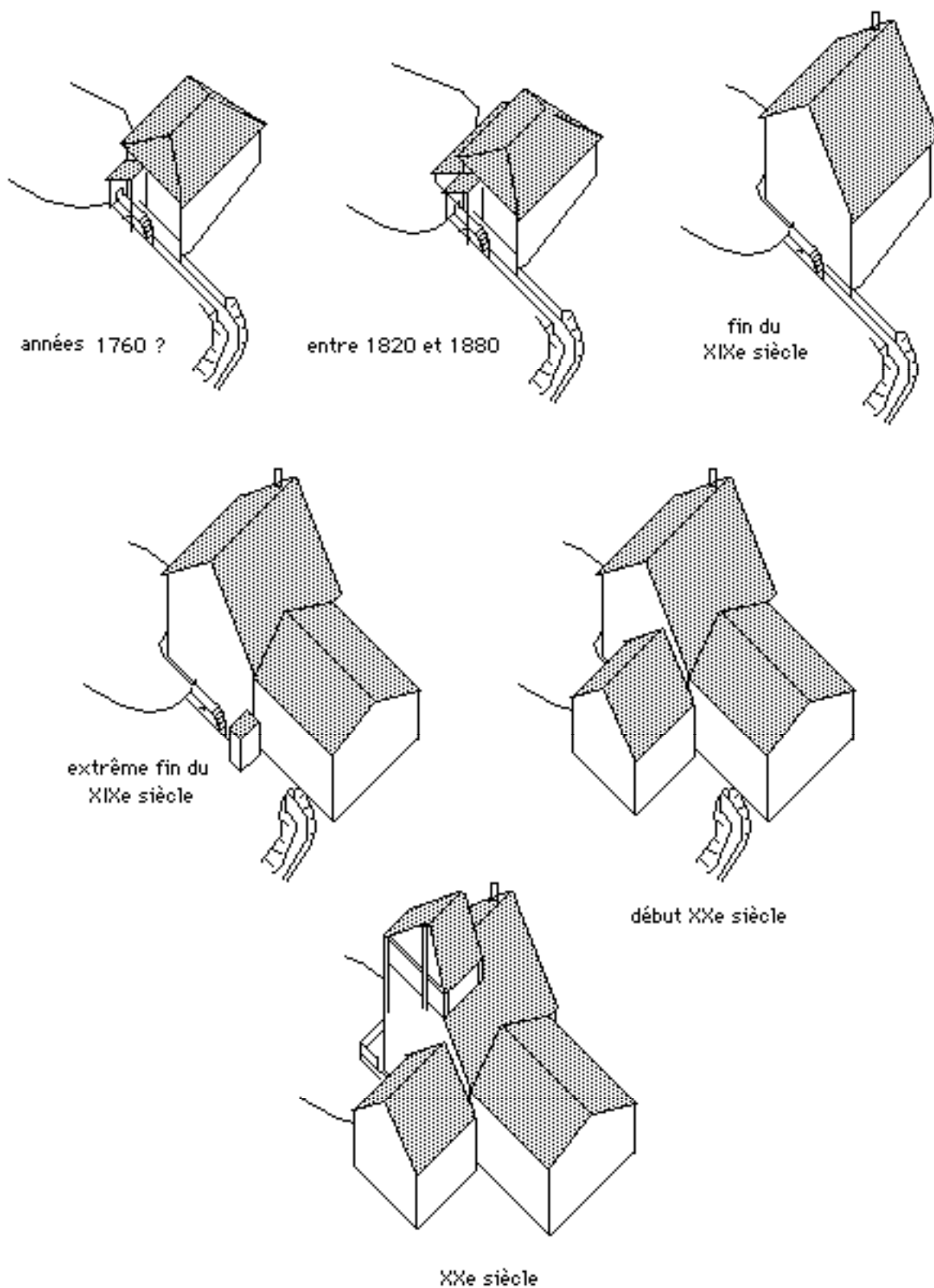
On peut ajouter au graphique suivant la superficie de 150 m² en 1867, valeur compatible avec celles de l'époque (1850, 1880-90).



-Suite au développement du réseau d'assainissement urbain, de la construction de maisons proches et surtout de la mise en place de chemins sinon de rues (qui purent être bitumées pour les plus importantes à partir des années 1930), la seconde voûte dans la galerie de fuite fut construite (avant 1937). Toutefois, d'après madame Gabert Andrée jusqu'à 1958, elle s'arrêtait rapidement et le canal continuait à l'air libre en fossé vers un autre petit moulin situé à une cinquantaine de mètres à l'aval. La même personne a précisé que l'eau potable au moulin était délivrée par une moto pompe située en sous sol (eau de source).

-Années 1980 : arrêt définitif du moulin.

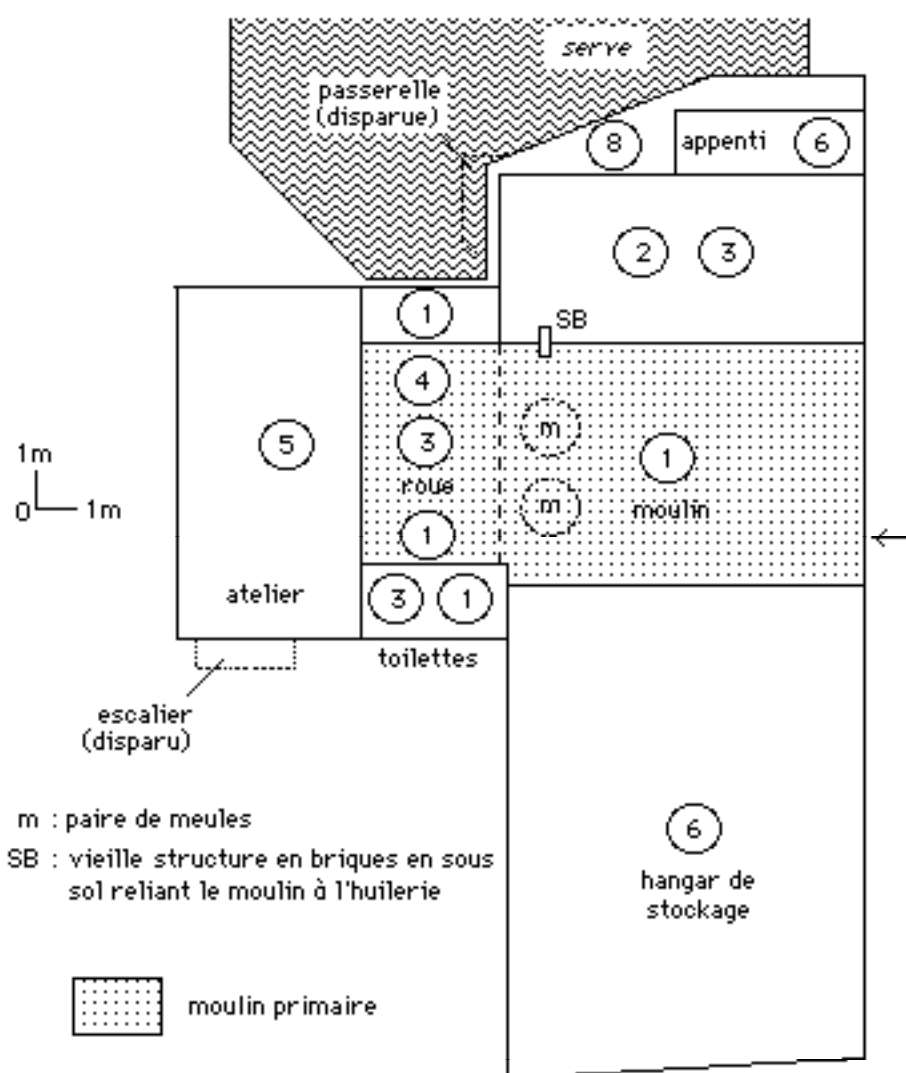
Le dessin suivant résume cette évolution probable en sept vues, et le plan suivant montre comment le site s'est développé en deux siècles :



MOULIN NEUF DES AYES
EVOLUTION DES BATIMENTS EN 2 SIECLES

A. Schrambach 2005

Le plan suivant fait apparaître les dates probables de construction des diverses parties du moulin.



- 1 : le moulin neuf construit au début des années 1760 (?) avec sa roue en bois
- 2 : petit bâtiment construit entre 1817 et la fin du XIXe siècle
- 3 : extension du moulin à la fin du XIXe siècle. Pose de la roue hydraulique métallique, construction des toilettes (années 1880-1890 ?)
- 4 : recouvrement de la chambre de la roue par des plafonds (béton sur petits IPN), salle du guoir
- 5 : construction en matériaux légers de l'atelier (fin XIXe - début XXe siècle)
- 6 : construction d'un appenti (il subsiste les traces de la charpente de la toiture) construction d'un hangar de stockage (détruit : murs en planches sur maçonnerie)
- 7 : rehaussement du moulin, construction du lanterneau (années 1920 ?)
- 8 : construction d'une terrasse (seconde moitié du XXe siècle)

changements de technologie de moutures ayant nécessité les modifications architecturales

- 1 à 2 : mouture à la grosse Roue en bois
- 3 à 6 : mouture anglaise Roue métallique
- 8 à 1980 : mouture aux cylindres Roue métallique et moteurs électriques

VUE EN PLAN AU NIVEAU DU REZ-DE-CHAUSSEE

A. Schrambach 2005

4-RESEAUX HYDRAULIQUES

Depuis les origines, le moteur du moulin était un moteur hydraulique et plus précisément une roue hydraulique alimentée par les écoulements venant du massif de la Chartreuse situé à l'ouest.

Le réseau hydraulique rassemble la totalité des infrastructures liées à ce transport d'eau vers le moulin.

Le réseau hydraulique du moulin situé en amont de l'atelier

Au XVIII^e siècle (avant les années 1760) :

D'après le plan de l'abbaye et la carte de Cassini :

*L'ouvrage de prise

Il devait être (à cause des infiltrations dans le lit du torrent à la sortie du massif) en amont du grand chemin de Grenoble. Le type de construction est inconnu : probablement en bois (pieux verticaux, poutres horizontales et blocs rocheux). Il devait être régulièrement détruit partiellement lors des crues, car la pente forte induisait des vitesses de l'eau élevées.

*Le canal d'amenée :

Le trajet du canal n'est bien connu que près de l'abbaye. Il contourne par le sud les limites de l'abbaye puis longe la muraille est.

La carte de Cassini montre un *béal*, en rive gauche, qui semble partir du torrent près du chemin de Grenoble. Ce torrent était la limite entre les deux Communautés de Bernin et de Crolles. Deux sigles d'ateliers mus à l'eau encadrent cette route, en rive gauche. Toutefois ce tracé est simplement indicatif.

*La *serve* et le canal de fuite

Le *béal* rejoint la *serve* du moulin des Ayes par le sud. Sa forme est très allongée et est courbe (en forme de virgule). Toutefois, à l'aval, elle suit le mouvement du futur canal de fuite.

Mais il y a une seconde *serve* de l'autre côté du chemin : même altitude que la 1^{ère} donc alimentée par la surverse ? Son usage est inconnu (*vivier*, réserve piscicole ?).

La première *serve*, celle du moulin, avait une superficie approximative de 520 m².

En 1817 :

D'après le cadastre napoléonien :

Ce plan permet d'avoir une vue globale des réseaux hydrauliques liés au torrent de Craponoz qui faisait la séparation entre les communes de Crolles et de Bernin.

En rive gauche il y avait trois canaux d'amenée, en cascade, et tous avaient leur ouvrage de prise en amont de la route de Grenoble. Les deux premiers alimentaient 5 ateliers mus à l'eau. Le troisième desservait deux ateliers situés à l'est du pont sur le chemin de Grenoble et le troisième était le moulin des Ayes.

En rive droite il n'y avait qu'un canal et un atelier (situés très en amont) (communication verbale de Desmaris Michel).

*L'ouvrage de prise du moulin des Ayes

Il est placé en amont d'une *serve*. Deux petits ateliers mobilisent l'eau en extrême amont. Il existe encore dans un jardin une partie de ce canal (section maçonnée rectangulaire de 40 cm de large et 80 de profondeur) (communication verbale de Desmaris Michel).

*Le canal d'amenée

Son tracé est identique avec celui du plan du XVIIIe (tout du moins les parties communes). Sa longueur est approximativement de 1050 mètres.

*La *serve*

Elle n'est pas représentée sur le cadastre. Comme ce bassin est absolument nécessaire (pratique de l'*éclusage*) ceci montre que ce cadastre a des insuffisances.

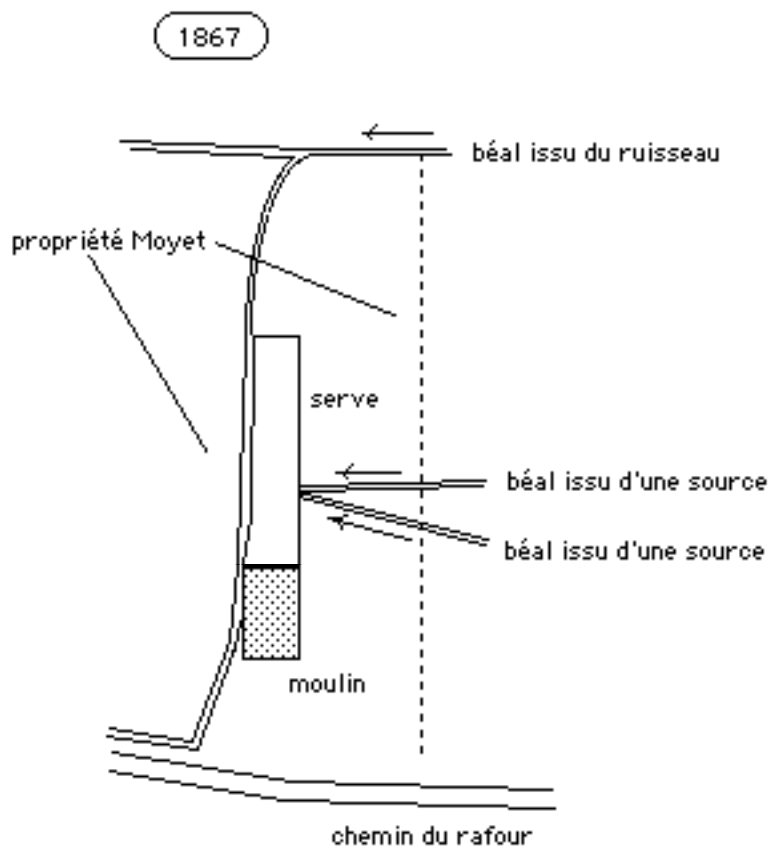
*Le canal de fuite

Il longe le bord sud du chemin

milieu du XIXe siècle :

D'après un document avec un plan, daté de 1867, le moulin était alimenté par le *béal* issu du torrent et de plus par des captages de sources situés au pied du massif de la Chartreuse. La *serve* était à l'emplacement actuel. Toutefois, à cette époque l'ouvrage de prise avait peut être été déplacé à 10 mètres en amont de la première passerelle située après le pont de la route de Grenoble.

Un petit moulin existait à l'aval du moulin des *Ayes* (à une cinquantaine de mètres) alimenté par le canal de fuite (avec un canal spécifique d'amenée et une vanne de dérivation).



LE MOULIN DES AYES EN 1867

A. Schrambach 2005

milieu XXe :

D'après la sœur de M. Gaubert meunier, qui avait travaillé au moulin, l'alimentation en eau se faisait par le *béal* et des sources.

2005 :

Le tracé du canal d'amenée a été modifié à une date inconnue : partiellement souterrain, il coupe l'ancien domaine de l'abbaye et les petits écoulements sont uniquement ceux issus des sources.

Le *béal* issu du torrent a disparu. L'ancien tracé (qui longeait la muraille de l'abbaye) est matérialisé par deux limites foncières qui délimitent une étroite et longue bande de terrain en lanière.

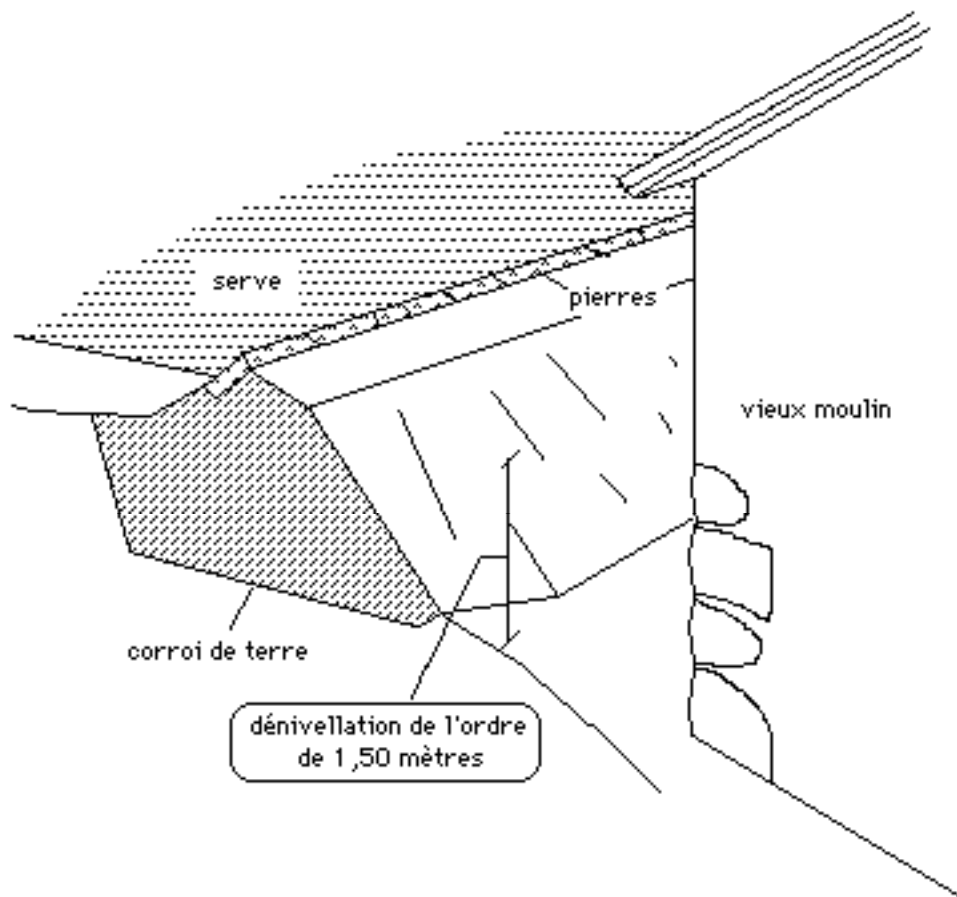
Le réseau dans le moulin et à l'aval

La serve et sa chaussée en terre

Le moulin de façon à profiter d'une chute d'eau a été construit au pied d'une ancienne terrasse alluviale dont le rebord est encore visible au milieu du lotissement. Toutefois afin de l'accroître, la chambre d'eau, et par la même le canal de fuite, furent largement creusés dans le sol. L'existence de cette dénivellation explique pourquoi le *vieux moulin* et le *moulin neuf* ont été construits l'un à côté de l'autre.

La *serve* avait une surface maximum de 1100 m². Elle a de nos jours une superficie qui oscille entre 630 et quasiment zéro mètres carrés lors des années sèches. Son épaisseur est de l'ordre du mètre (mais l'étang est très envasé et envahi par la végétation aquatique).

Au fil des années et du développement du moulin, la *chaussée* en terre a été remblayée et son talus aval n'est plus visible. Elle fut construite avec des *corroys* de terre argileuses damés dont le point d'extraction n'est pas connu. Le moulin fut construit à 5 mètres du pied du barrage comme le montre le dessin suivant.



MOULIN DE CROLLES
LA CHAUSSEE EN TERRE ET LE MOULIN
AVANT SON EXTENSION

A. Schrambach 2005

Comme le moulin, après sa première extension au milieu (?) du XIXe siècle, vint buter et recouvrir la talus aval de la *chaussée*, un drain fut placé en pied de talus de façon à assainir les murs. C'est probablement l'origine de l'écoulement continu visible en sous sol.

L'entonnement vers la roue et autres ouvrages

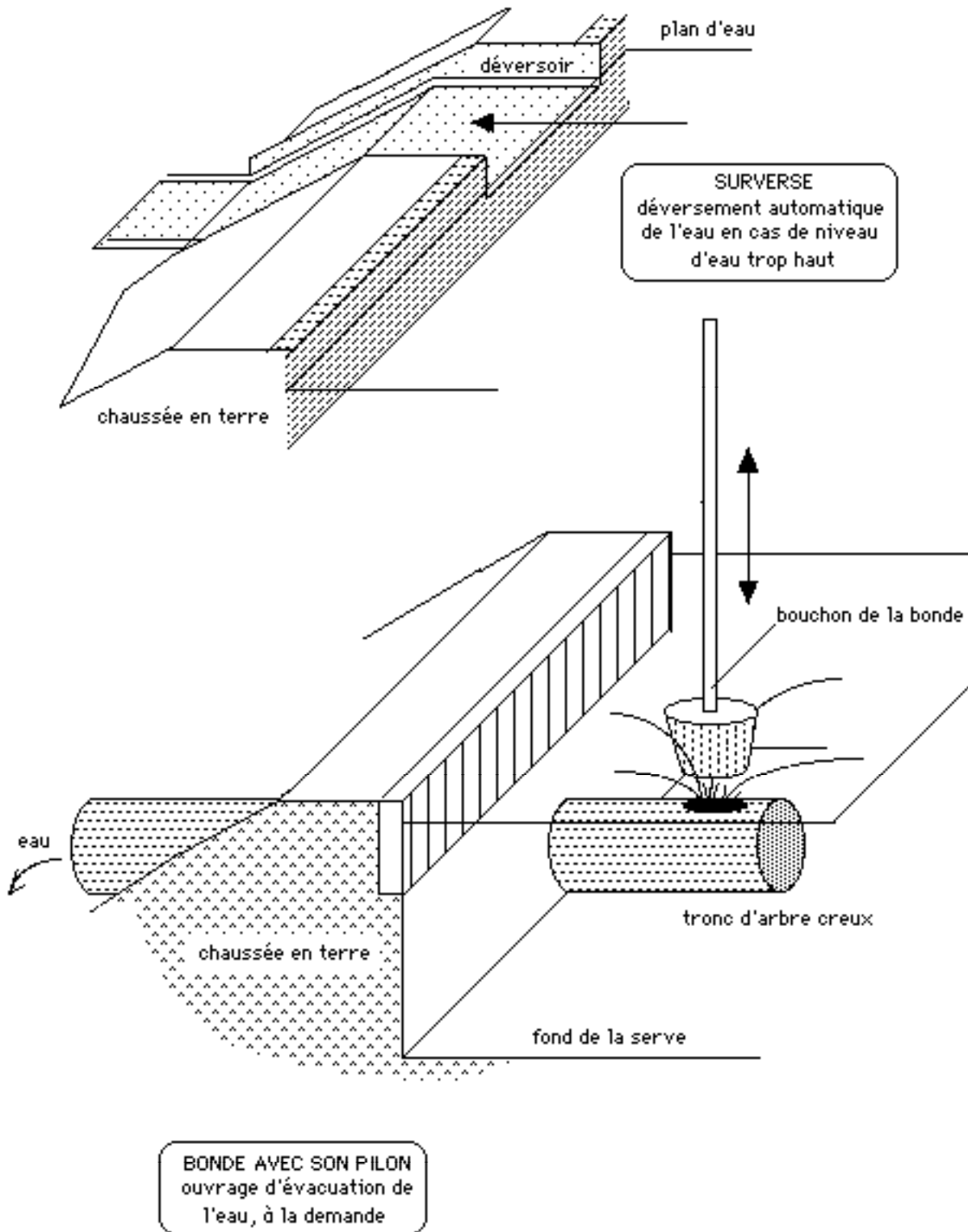
La géométrie (forme et extension) de la chambre d'eau est celle retenue à l'origine. Divers ouvrages hydrauliques sont visibles :

- l'entonnement de l'eau vers la goulotte de la roue, avec une grille inclinée (des barreaux), une vanne (non vue) manœuvrable de l'intérieur de l'huilerie. L'altitude de la goulotte est calculée en fonction du niveau bas de la *serve*.

- hors chambre de la roue, un déversoir maçonné (situé contre l'ouvrage suivant) large de 90 centimètres et de profondeur 14 centimètres. Il servait à dériver l'eau lorsque la roue ne fonctionnait pas alors que le béal continuait à couler (prévention du débordement de la *serve*). Son débit doit donc être du même ordre de grandeur que le débit du canal d'amenée.

- une bonde de vidange. Dans son principe c'est un ouvrage très ancien. Il servait à vider la *serve* (en cas de curage ou de travaux sur la *chaussée*) et il est probable qu'à

l'origine le déversoir précédent n'existait pas. Il s'agit d'un conduit horizontal avec un trou vertical à l'aval et un trou horizontal à l'amont (ce conduit était autrefois un tronc d'arbre évidé). La *bonde* avec "le *chapeau et le pillon*" comportait un bouchon en bois solidaire d'un manche vertical. Le bouchon placé sur l'orifice horizontal le fermait, interrompant l'écoulement. C'était un dispositif du type "tout ou rien" et guère réglable. Actuellement il subsiste le bouchon en bois. Un cylindre vertical de grand diamètre en PVC, joue un rôle non élucidé. La hauteur de chute dans le puisard en maçonnerie est de 1,60 m.



A. Schrambach 2003

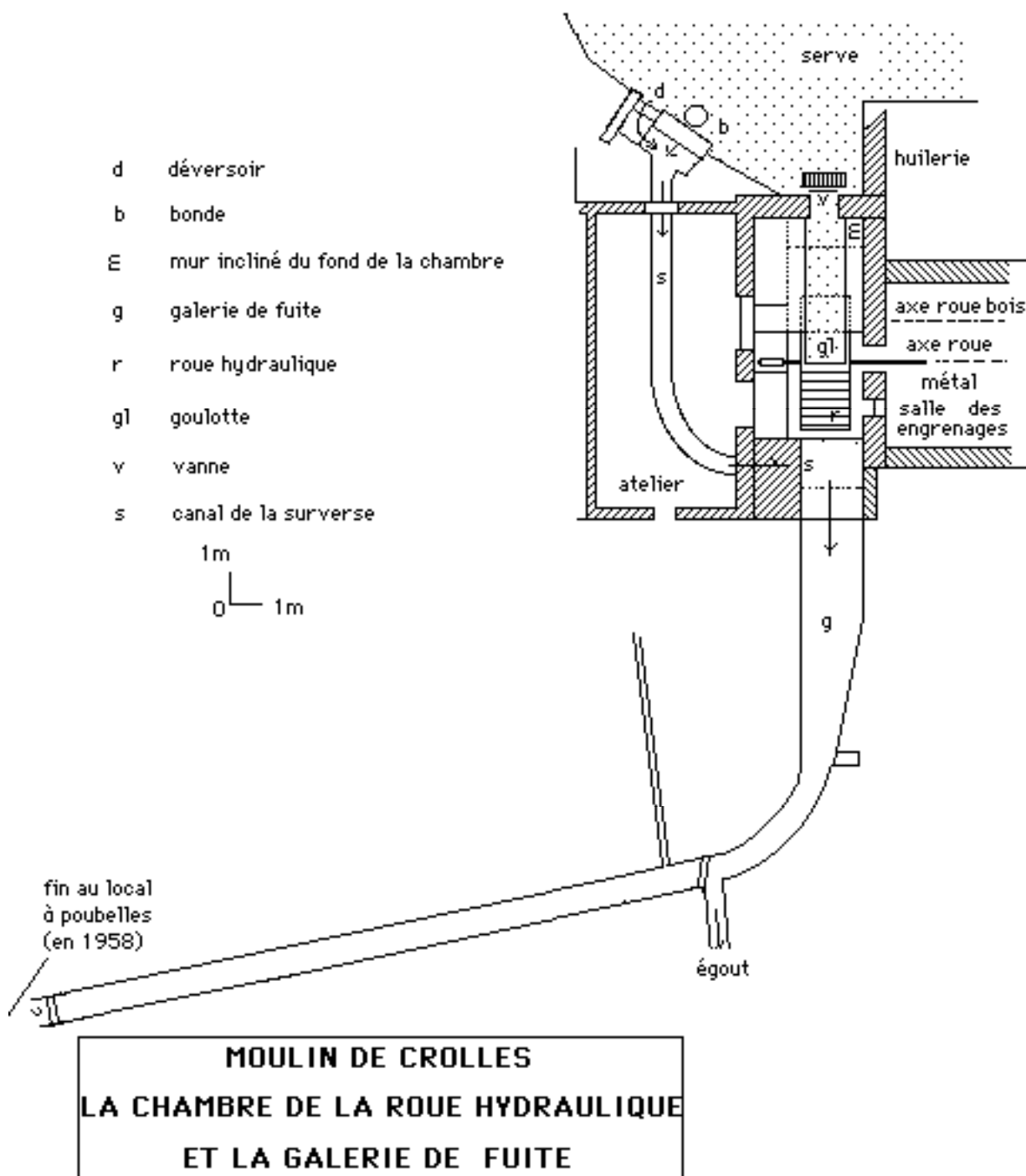
Le canal de surverse (situé au plancher de l'atelier) récupérait l'eau issue du déversoir et de la *bonde*. Une surverse est un canal qui rejette l'eau excédentaire - ou toute l'eau - hors du trajet vers le moteur. C'est une sécurité.

C'est un canal à ciel ouvert, en maçonnerie, à section rectangulaire (largeur de 78 centimètres et profondeur de 94 centimètres). Il se déverse dans la chambre de la roue par une chute située en haut du mur est (au début de la galerie de fuite). Il semble qu'un ancien tracé de faible section débouchait dans le canal de fuite après le changement de direction de la galerie.

Il faut noter qu'une autre surverse existait. Placée dans le béal alimentée par les sources (donc avant son débouché dans la *serve*), elle rejetait en cas de niveau trop haut, le courant d'eau dans un caniveau placé dans le jardin et ensuite rejoignait la galerie de fuite (AG).

La galerie et le canal de fuite

Sa chronologie a été présentée dans la partie précédente "maçonneries". Le canal de fuite (remplacé par une galerie voûtée récente dans sa partie aval) longeait le chemin remplacé de nos jours par la rue bitumée.



A. Schrambach 2005

5- LES MOTEURS, LES ENGRENAGES, LES COURROIES

*Les moteurs hydrauliques

En Dauphiné, dans les petits ateliers jusqu'aux années 1870-80, les moteurs hydrauliques étaient des roues hydrauliques. Les premières turbines avaient été installées à la fin des années 1840-début des années 1850, mais dans des manufactures importantes (et surtout des papeteries).

Par ailleurs, comme le montre le texte suivant, avant la fin du XIXe siècle (toujours dans les petits ateliers) ces roues étaient construites en bois.

Chronologie de la construction des roues métalliques en Dauphiné

A partir de plusieurs textes et observations on peut proposer une chronologie pour l'apparition et l'usage des roues hydrauliques métalliques (extrait de l'étude générale sur les vieux moteurs présentée en bibliographie).

-années 1860 : les premières roues métalliques sont installées dans le Dauphiné. En 1865, parmi les 130 roues hydrauliques fonctionnant dans la Fure, une seule est *en tôle*. Toutefois dans le manuel d'Armengaud de 1868, de nombreuses roues hydrauliques métalliques (parfois avec des boulons) sont représentées en détail, mais c'est une étude qui intègre toute la France, sinon l'étranger et en particulier l'Angleterre.

-années 1870 : d'après Debauve A. en 1875, le nombre de roues métalliques est restreint et elles sont installées depuis trop peu de temps pour qu'on puisse juger de leur tenue à long terme. Dans la vallée de l'Hien, un papetier commande en janvier 1874 une roue de 7,10 mètres de diamètre entièrement en bois de chêne et en mai de la même année une autre de 7,45 mètres mais métallique. La roue citée en 1865 dans la vallée de la Fure, est toujours la seule à être métallique en 1874.

-années 1880 : les IPN composites (plaques rivetées) sont utilisés massivement dans les constructions : les roues hydrauliques étaient construites avec les mêmes composants. Le nombre de roues métalliques doit commencer à croître.

-années 1900 : les roues métalliques sont proposées dans les catalogues des grands constructeurs locaux. Ainsi dans le catalogue de la société Lemaire, G. et C. Dumont (Ingénieurs Constructeurs au Pont de Ste-Uze), en 1906 : "*... Nous pouvons établir à de bonnes conditions ... les roues hydrauliques de systèmes divers : roues en dessous à aubes planes ou cintrées, roues Poncelet et Sagebien, roues de côté recevant l'eau en déversoir, roues en dessus à augets. Nous construisons ces roues entièrement métalliques ou mixtes, métal et bois, quoique ce dernier soit de plus en plus abandonné dans la construction des moteurs ... Nous avons une collection complète ... avec un nombre de bras ... de 6 à 8, 10, 12 et 14 bras suivant les diamètres ... pour les roues hydrauliques une série spéciale de paliers, avec coussinets tout bronze ou bronze et fonte pour tourillons de 14 à 25 centimètres de diamètre*".

-En 1918, Bazard A. écrit "*... On distingue les roues entièrement en bois, les roues mixtes en bois et en métal, les roues complètement en métal (fer et fonte). On donne généralement la préférence aux roues de construction mixte : les premières durent peu et exigent de fréquentes réparations ; les dernières sont solides mais d'un prix élevé ...*".

-courant XXe siècle : on constate que,

-les roues hydrauliques totalement métalliques étaient fréquentes au début du XXe siècle.

-les roues en bois étaient encore en usage au milieu du XXe siècle (moulins et taillanderies). Leur construction fut encore pratiquée tardivement (deux roues de 4 mètres de diamètre de roue en bois sont stockées dans la menuiserie d'une usine de la Fure depuis des décennies).

En définitive, au début du XXIe siècle, les roues en bois ont disparu, les autres ont un bon comportement et à 99% ce sont des roues entièrement métalliques (les roues mixtes ont exclusivement les augets en bois et parfois, pour les plus anciennes, des coussinets en bois durs). Le fait que les aciers du XIXe sinon même du début du XXe siècle, ne rouillent que superficiellement, contribue à leur bonne tenue dans le temps.

On peut comparer ce type de construction avec celui de la *Laxey wheel* mise en place en 1854 (île de Man, Grand Bretagne). Cette date, pour une roue métallique, montre que le Dauphiné n'était pas précoce pour ce type de construction :

En conséquence, dans le moulin des *Ayes* la roue hydraulique tout métal, actuelle, n'a été installée approximativement qu'après les années 1880 (au moment du passage *mouture à la grosse - mouture à l'anglaise*).

Avant la roue était donc en bois et fournissait une puissance plus faible que l'actuelle car les machines étaient peu gourmandes en énergie.

Plusieurs éléments militent pour une roue à axe horizontal :

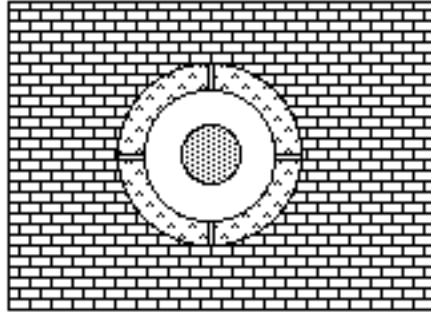
-la chambre d'eau a été conçue pour recevoir une roue à axe horizontal (le dispositif pour un *rouet* (roue à axe vertical) est totalement différent (voir les dessin après).

-la structure annulaire en calcaire encastrée dans le mur de cette chambre (mur ouest) n'était plus fabriquée au XIXe siècle et peut correspondre à une vieille pièce antérieure (récupération).

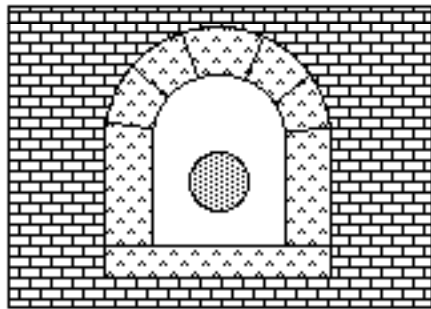
-cette structure est calée à la même altitude que celle laissant passer l'axe métallique de la roue en métal : elle servait au même usage.

-les monastères étaient fréquemment équipés de dispositifs mieux étudiés que ceux utilisés par les roturiers qui disposaient massivement de *rouets* (comme le montre l'enquête sur les moulins de 1809) dans leurs moulins (dispositif peu puissant). Ainsi le moulin de la Combe (au Pin sur la rive occidentale du lac de Paladru), construit par les Chartreux de la Sylve Bénite, était équipé de roues à axe horizontal (d'après l'analyse architecturale réalisée sur place lors des enquêtes de 1993 à 2005).

-l'enquête sur les moulins de 1809 (ADI, 7 S 1/1), cite à Crolles deux moulins équipés de roues à axe horizontal, ce qui est peu fréquent dans la région.



structure circulaire en calcaire
(moulin de Crolles - fin du XVIIIe siècle)
(abbaye des Ayes)



arc en plein cintre en calcaire
(moulin des Chartreux du Pin - XVIIe siècle)

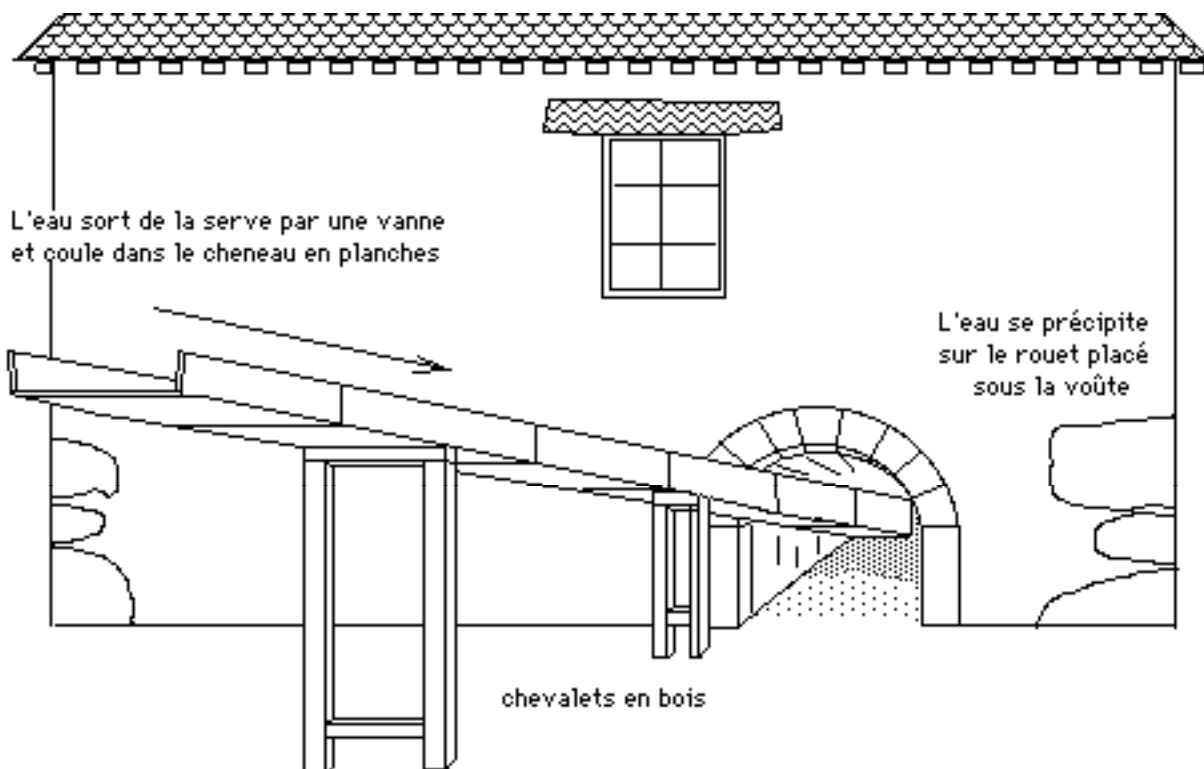
**ORIFICE POUR LE PASSAGE DE L'ARBRE DE COUCHE
AU TRAVERS DU MUR DE LA CHAMBRE D'EAU**

A. Schrambach 2005

Dans le Dauphiné, les moulins étaient à 99% équipés de roues hydrauliques telles que décrites. Était-ce le cas du *moulin neuf* à l'origine sinon même du *moulin vieux* ?

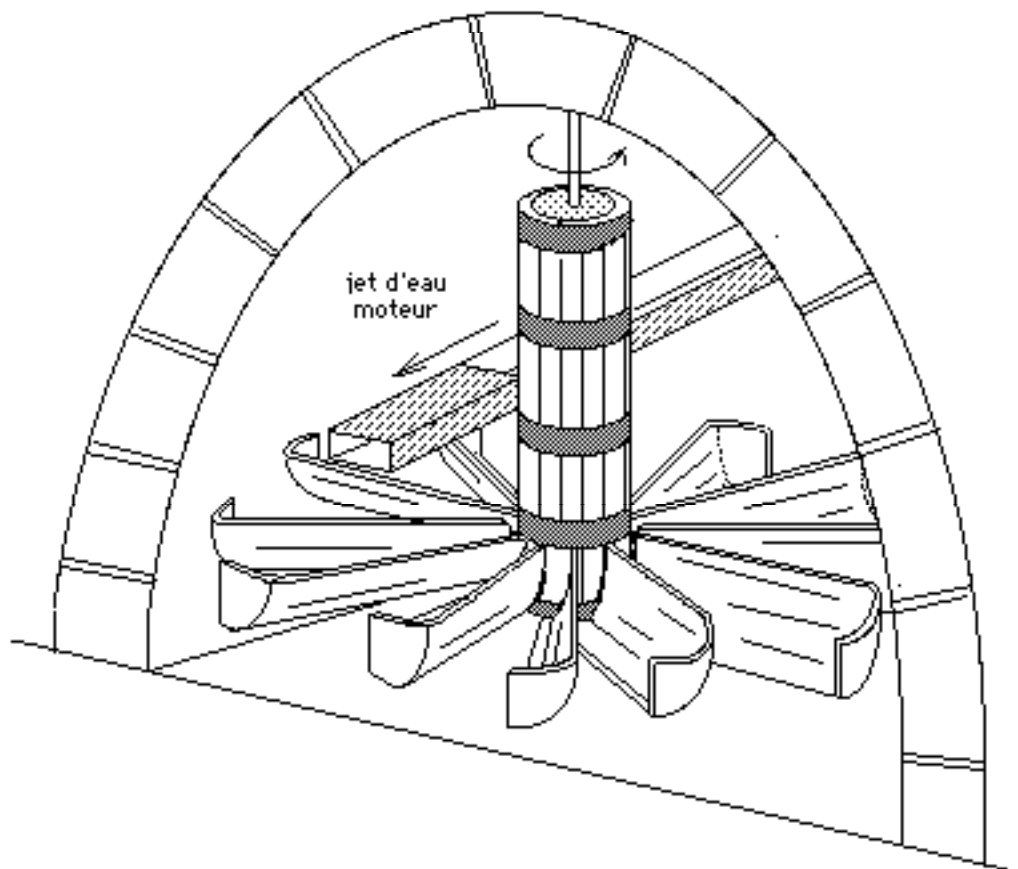
Le dessin suivant montre l'équipement moteur d'un moulin classique dauphinois : le *béal* en bois (ou *cheneau*) très incliné et reposant sur des *chevalets* s'introduit sous une voûte située en bas du mur du moulin. Ensuite sous cette voûte, l'eau du *béal* est dirigée sur la roue à axe vertical ou *rouet*.

Ce dispositif ne s'intègre absolument pas dans l'architecture de la chambre de la roue du moulin des Ayes. Par ailleurs, la roue à axe vertical ou *rouet* avait son axe commun avec celui de la paire de meules (entraînement direct). Ce moteur aurait dû être sous le moulin et non à l'emplacement de l'actuelle chambre de la roue.



dénivellation, en général, de 2,50 à 3,0 mètres sur 8 à 10 mètres

LE CHENEAU TRANSPORTANT L'EAU DE LA SERVE VERS LE ROUET



LE ROUET EST PLACE SOUS UNE VOÛTE ET L'AXE MOTEUR TRAVERSE LE PLAFOND

** La première roue hydraulique, en bois (installée dans les années 1760 ?)

On ne peut qu'émettre des hypothèses quand à ses caractéristiques. Toutefois, les études démontrant que certains types de roue sont à proscrire, n'ont été réalisées par Oliver Evans qu'à la fin du XVIII^e siècle : *"On a cru longtemps, et ce préjudice existe encore, que l'eau avait une grande intensité de puissance mécanique lorsqu'elle arrivait sur l'aube avec fracas ; tandis que l'imagination ne voyait qu'une action faible et languissante dans la tranquille pression de l'eau. Grâce aux observations de nos savants, il est aujourd'hui démontré que c'est précisément cette violence d'action qui anéantit une bonne partie du mouvement moteur, tandis que par la pression on ne perd en pratique qu'une très petite quantité de la force. ... L'action par percussion devrait être bannie de toute espèce de moteur hydraulique "* (Malapeyre aîné, 1836).

Dans ces conditions la roue en bois pouvait présenter des archaïsmes.

Spécificités des roues hydrauliques en bois

Le tableau suivant donne quelques caractéristiques des roues en bois qui ont pu être étudiées par l'auteur entre 1993 et 2005 dans la région.

Référence (vallée, site)	diamètre de l'arbre de couche (m)	diamètre de la roue (m)	largeur de de la roue (m)	type d'atelier
Auvergne *	0,50	3,0 à 3,3	0,9 à 1,0	papeterie
Bourbre B190	0,40	3,94	1,50	moulin
Fure F40	0,90	(4,0)	(1,0)	taillanderie
Fure F40	1,10	(4,0)	(1,0)	taillanderie
Fure F260 aval	(0,22) **	4,0	1,0	taillanderie
Fure F370	0,40	3 à 3,5	?	divers
Fure F370	0,50 ***	(3,50)	?	divers
Morge M415 ****	0,30	2,04	(1,80)	moulin
Morge M425	0,60	10,0	1,0	tissage

* : d'après J-L. Boithas

** : axe en acier forgé

*** : arbre de couche long de 3,50 m

**** : longueur de l'arbre de couche réduite (2,50 m max)

Les roues hydrauliques en bois

(les roues présentées en caractères gras ont été vues en totalité ou en partie)

On constate que :

-le diamètre est compris entre 0,9 et 10 mètres.

-la largeur est réduite (max 1,5 à 1,8 m). Une faible longueur limitait les efforts exercés sur l'axe de la roue par le poids de la charpente.

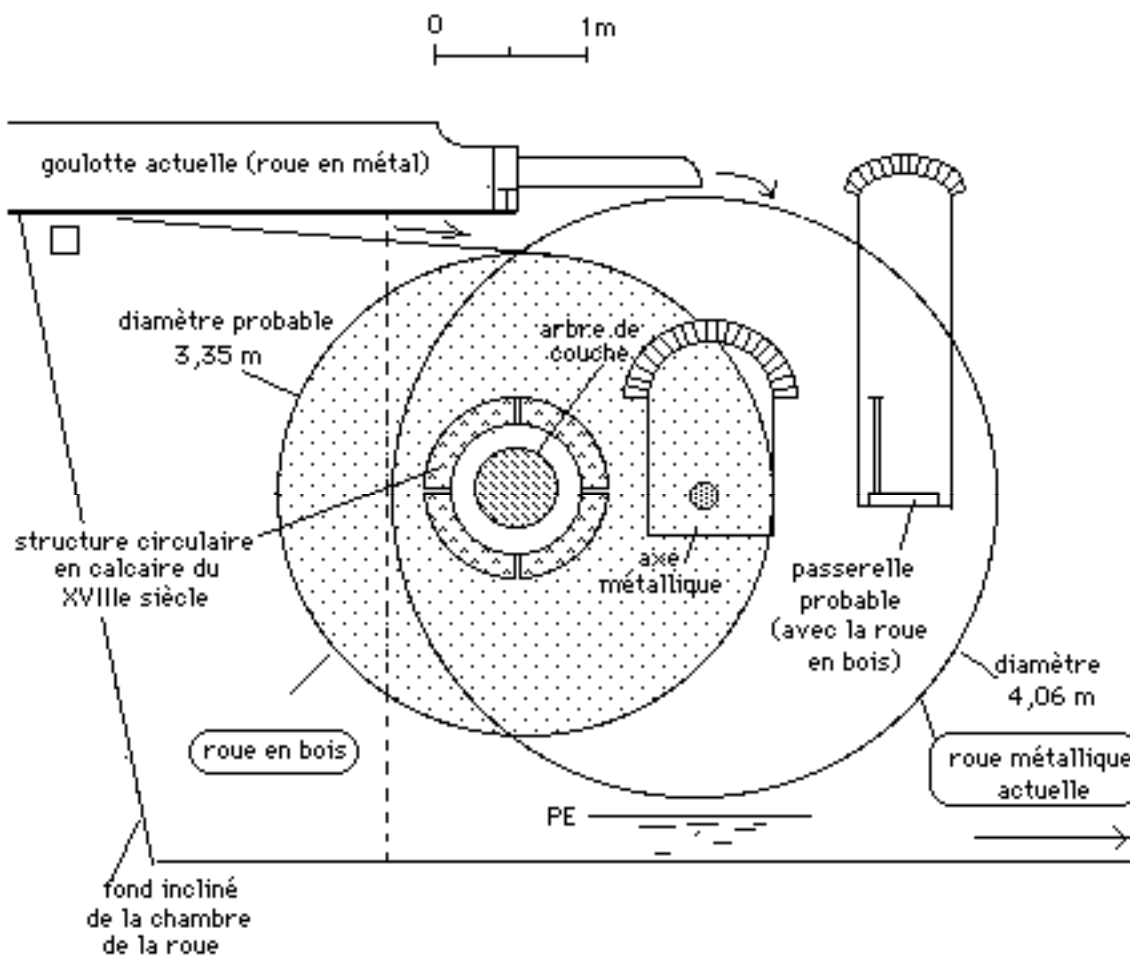
-le diamètre de l'arbre de couche est important. Toutefois, dans les forges et taillanderies, les roues entraînaient des martinets et le diamètre exceptionnellement élevé de l'arbre de couche était imposé par la présence d'anneaux métalliques porte cames, enchâssés sur cet arbre.

En effet dans les années 1940, dans un atelier métallurgique de la Fure, un arbre de couche en fonte (et non en acier forgé) avait un diamètre de 0,80 m.

Dans ces conditions, une roue en bois avec un arbre de couche de l'ordre d'une cinquantaine de centimètres de diamètre (compatible avec le diamètre du trou de la structure annulaire) devait être "légère" et le diamètre et la largeur devaient être réduits.

Le dessin montre une roue de 3,35 m de diamètre qui dans ce cas, comme l'altitude du plan d'eau de la *serve* était un invariant, conduit à une roue de type "*de poitrine directe*" ce qui est compatible avec une construction milieu du XVIIIe. Une telle roue est alimentée par une goulotte inclinée et l'eau atteint "*l'aube avec fracas*" ce qui est déconseillé : le rendement du moteur diminue fortement. (voir le texte de Malapeyre en 1836).

Donc on a pu équiper le moulin d'une roue de poitrine, même si l'inclinaison de la goulotte d'amenée de l'eau restait faible. Dans ces conditions la roue aurait eu un diamètre plus faible que celui de la roue métallique. De même, les machines à entraîner étant modestes (et demandant moins de puissance), la largeur de la roue pouvait être réduite ce qui permettait d'éviter la flexion de l'arbre de couche.



COMPARAISON DES DEUX ROUES HYDRAULIQUES

A. Schrambach 2005

En conclusion on peut retenir une roue de 3,35 m de diamètre et de 1 mètre de large. Ce diamètre tient compte du fait que la roue ne doit pas, en fonctionnement normal, *pajoter* (ou roue qui

patouille) c'est à dire qui trempe dans l'eau en bas de la chambre. Si on admet que cette roue était alimentée par une goulotte légèrement inclinée la hauteur de chute était réduite à 3,30 m. Un tel diamètre correspond à une roue relativement rapide ce qui se traduit (pour des raisons de mauvais remplissage des augets et de vitesse de l'eau excessive) à un rendement plus faible.

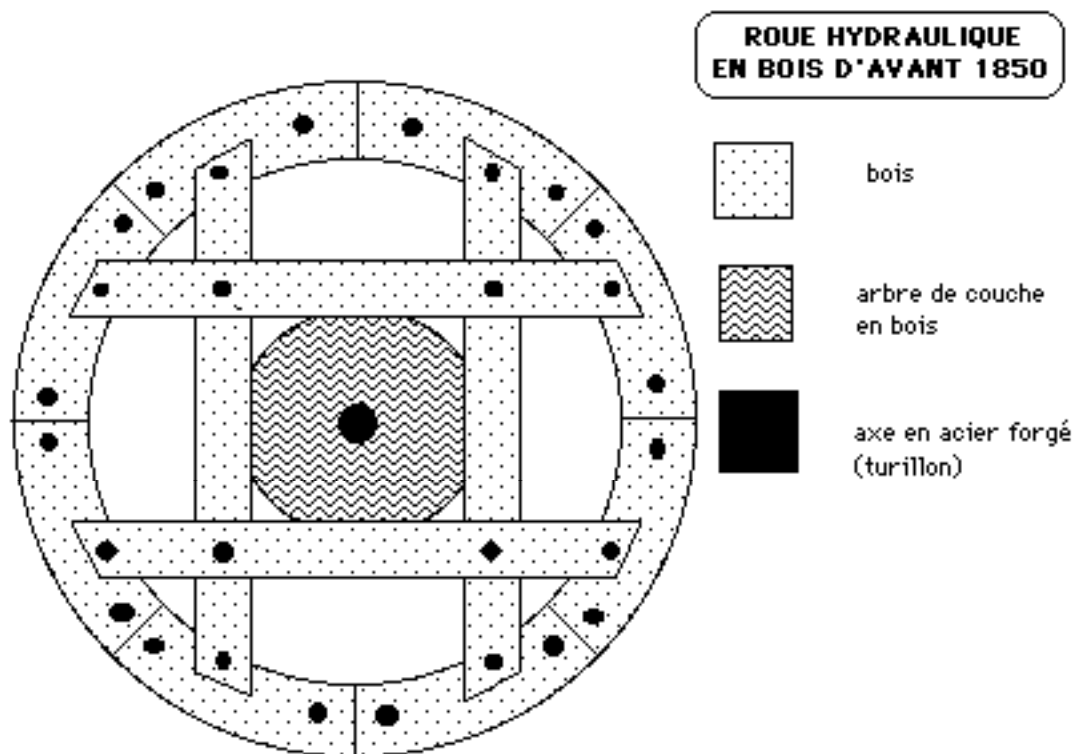
Sur ces bases, le tableau suivant donne, pour un débit de 100 l/s, une puissance de 2,9 cv sur l'axe de la roue avec une vitesse de rotation de 19 tours par minute.

PUISSANCE D'UNE ROUE A AXE HORIZONTAL AU DESSUS

Le pajotage de la roue dans l'eau est totalement interdit

	données	résultats
Site : moulin des Ayes - roue en bois		
diamètre D (m)	ATTENTION : diam > 3,1 m	3,35 -
largeur (m)		1 -
circonférence (m)		- 10,52
épaisseur d'un auget (m)		0,1 -
profondeur d'un auget (m)		0,3 -
volume max d'un auget (litre)		- 30
nombre total d'augets		- 35
hauteur de chute motrice (m)		3,3 -
vitesse circonférentielle de rotation théorique de la roue sans frottement (m/s)		- 8,05
coefficient C de réduction de la vitesse calculée		- 0,41
vitesse circonférentielle de rotation réelle de la roue avec frottement (m/s)		- 3,30
durée pour un tour de roue avec frottements (s)		- 3,19
nombre de tours avec frottements par minute (tours / minute)		- 18,8
coefficient de remplissage moyen des augets (au dessus 65%)	65	-
nombre d'augets remplis en une seconde		- 10,98
DEBIT max admis sans perte sur la roue (litres/s)		- 330
*largeur de la goulotte (m)		- 1
*profondeur de la goulotte d'amenée (m)	0,25	-
*hauteur d'eau en écoulement fluvial dans la goulotte (m)	0,2	-
*hauteur d'eau en écoulement critique (m)		- 0,13
*pente de la goulotte (mini : 0,001) (m/m)	0,001	-
*vitesse de l'eau dans la goulotte en écoulement fluvial (m/s)		- 0,52
*vitesse de l'eau en écoulement critique (m)		- 8,58
*débit de la goulotte en écoulement fluvial (l/s)		- 104
*débit de la goulotte en écoulement critique (l/s)		- 152
*débit max par déversement, admis dans 1 auget (l/s)		140
débit max du canal d'amenée (l/s)	120	-
débit RETENU POUR LE CALCUL de la puissance (l/s)	100	-
coefficient de rendement du moteur (0,70 à 0,4)	0,65	-
pertes dans étages d'engrenages (0,9 à 0,7)	0,8	-
puissance sur l'axe de la roue (cv)		- 2,9
puissance disponible au niveau de la machine (cv)		2,3
couple sur l'axe du moteur (kg/m)		109

Le dessin suivant pourrait être celui de cette roue en bois.



la roue en bois d'avant 1850 ne comprend pas de rayons mais des madriers formant un quadrilatère.

le moyeu est constitué par ce quadrilatère et les faces planes assurent la fixation de la roue sur l'arbre de couche.

Des cales en bois centrent le moyeu sur l'arbre de couche

A. Schrambach 2001

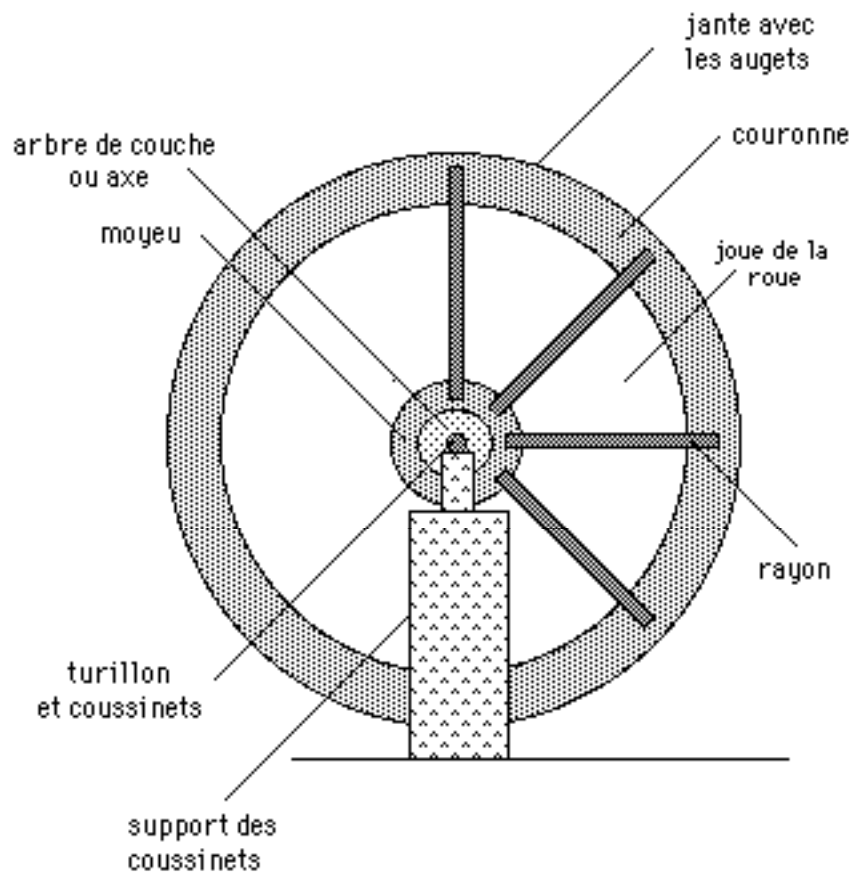
Le poids d'une telle roue hydraulique entièrement en bois était de l'ordre d'une tonne.

** La seconde roue hydraulique métallique (installée à la fin du XIXe siècle)

Cette roue existe en parfait état de conservation. Ce moteur a du être installé dans le moulin dans les années 1880-1890.

Le relevé détaillé de ce moteur a été réalisé et ces données sont les suivantes.

Le dessin montre la dénomination des diverses partie d'une roue hydraulique.



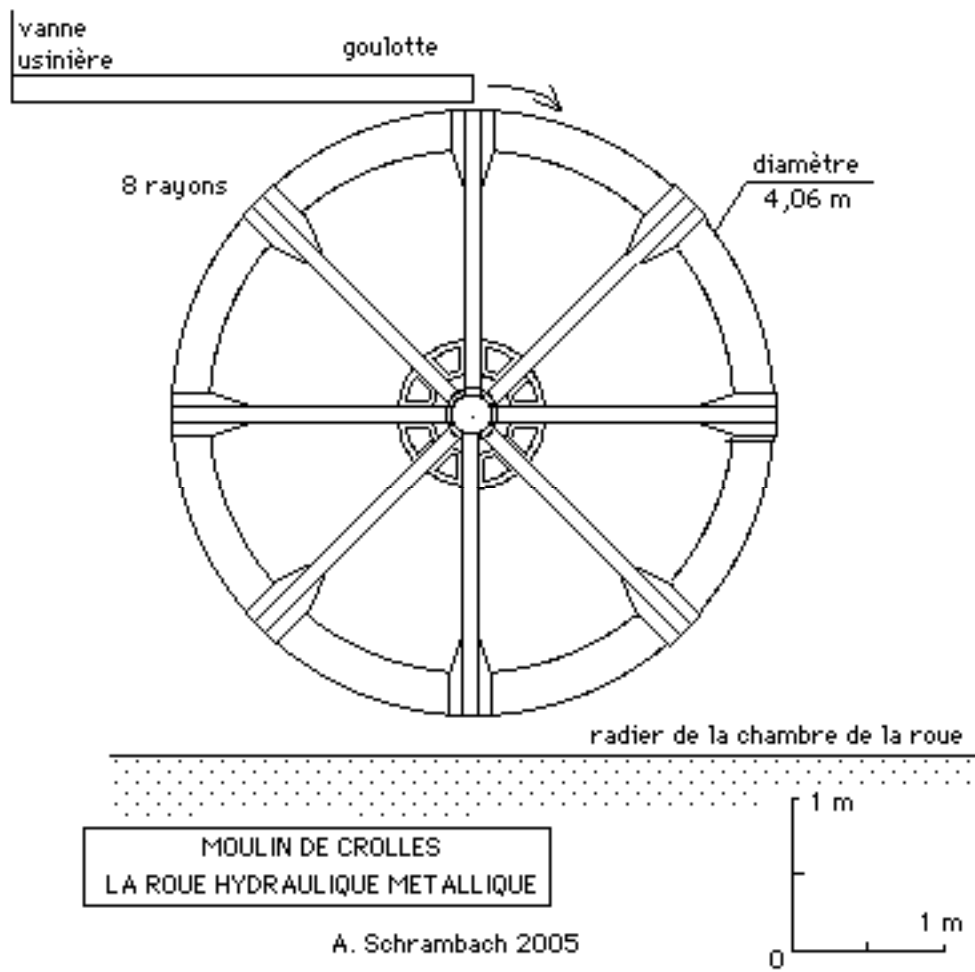
LES DIFFERENTES PARTIES D'UNE ROUE HYDRAULIQUE

A. Schrambach 2004

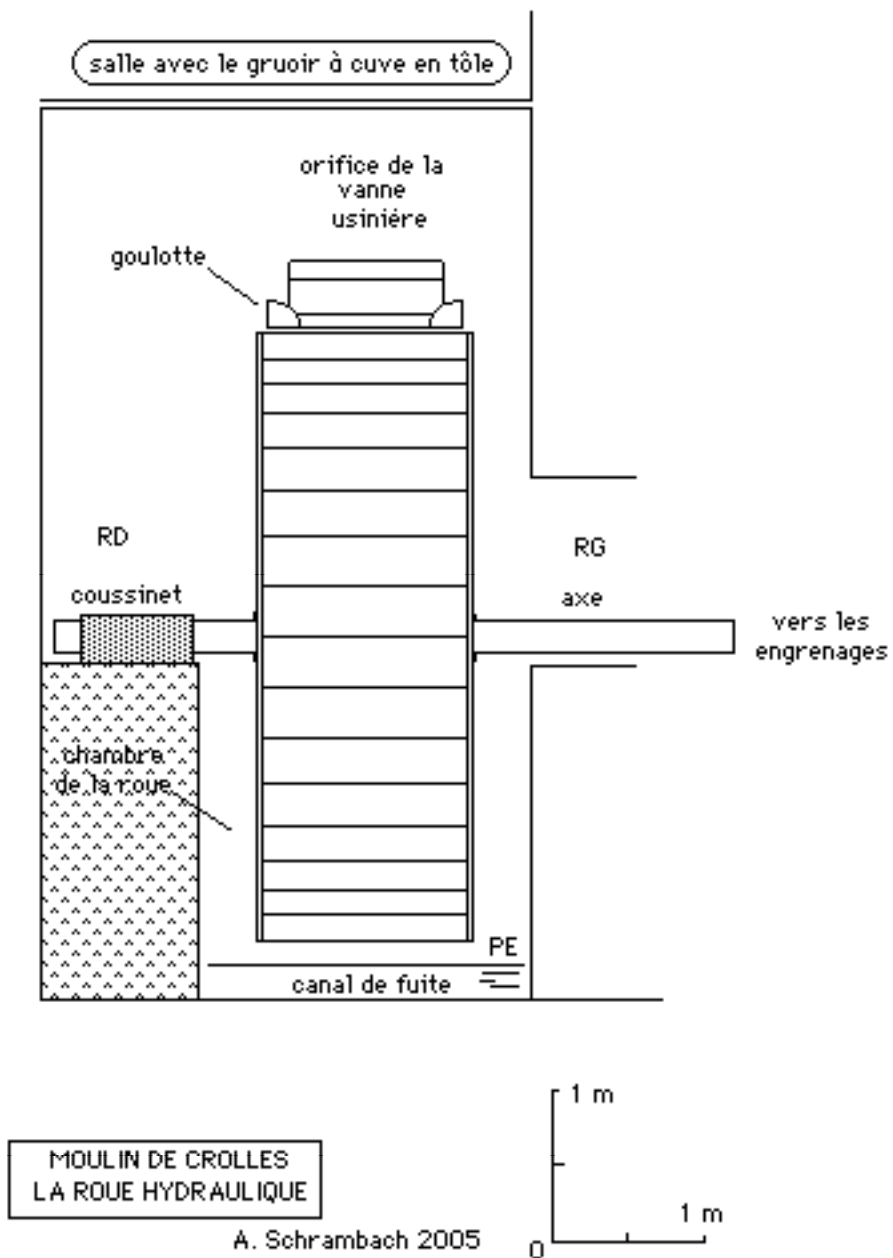
Roue : données globales

- métallique (fonte et acier), type "*au dessus*"
- goulotte horizontale, métallique et tangente à la partie supérieure de la roue (modèle de roue le plus puissant).
- diamètre : 4,06 m
- largeur utile (joutes non comprises) : 1,40 m
- largeur totale : 1,43 m
- circonférence max de la roue : 12,75 m
- nombre total de rivets (toutes tailles) : 1470.
- nombre total de boulons (toutes tailles) : 104.

Dessin suivant : vue de côté :



Dessin suivant : vue de face :



Description détaillée :

Rayons :

- nombre : 8
- longueur : 1,87 m
- largeur : 0,125 m
- section en forme de U aplati : 0,125 x 0,05 m
- épaisseur des parois du U : 0,015 m
- profondeur de la partie vide du U : 0,04 m

- raccordement sur la couronne : par une pièce plate rivetée sur chaque plaque $5 \times 2 = 10$ rivets plus 6 rivets soit au total $16 \times 8 \times 2 = 256$ rivets
- raccordement sur le moyeu : engagement jusqu'à l'axe dans des rainures larges pratiquées dans le moyeu en fonte moulée. Assemblage par 4 boulons pour chaque rayon soit au total : $4 \times 2 \times 8 = 64$ boulons.

Entretoises (raidisseurs) :

- nombre : 4 en forme de X (soit 8 longerons en acier)
- longueur d'un longeron : 1,6 m
- section en L symétrique de 0,066 m de coté. Epaisseur des parois : 0,01 m
- raccordement dans la partie supérieure : par une pièce plate, triangulaire
- raccordement sur le moyeu et sur la couronne par des 8 plaques, chacune avec 5 petits boulons (40 boulons).

Moyeu :

- pièce en fonte moulée avec de larges rainures pour recevoir les 8 rayons boulonnés. Entre ces rainures se trouvent des cavités borgnes triangulaires la pointe vers le centre de l'axe (base du triangle de 0,14 m et hauteur de 0,17 m).
- diamètre du moyeu : 0,98 m
- épaisseur max. du moyeu : 0,10 m
- section en forme de T : épaisseur de la barre du T : 0,03 m, épaisseur du pied du T : $(0,10 - (0,035 + 0,03)) = 0,035$ m
- autour de l'axe il y a un anneau (partie centrale du moyeu autour de l'axe) de largeur 0,115 m dont une partie circulaire en saillie de 0,030 m (coté intérieur et coté extérieur).

Jante et augets :

- en tôle d'épaisseur : 0,008 m
- la forme de la tôle d'un auget est celle " d'un hameçon ". La longueur du début de la partie droite jusqu'au "virage de l'hameçon" est de 0,40 m (profondeur de l'auget). Chaque tôle d'auget recouvre la précédente qui fait saillie dans la cavité de la suivante. Cette saillie est longue de 0,10 m (à rapprocher des 0,40 m de profondeur d'un auget). De ce fait la largeur de l'auget est réduite à 0,10 m alors qu'elle est de l'ordre de $0,26 - 0,10 = 0,16$ m au fond au contact de la jante.
- la distance pour deux augets successifs entre l'intersection de leur tôle avec la circonférence extérieure de la roue (à chaque début d'auget) est de 0,32 m.
- nombre d'augets : 40
- volume approximatif d'un auget (limité au ras du début de la tôle en gueule) : $(0,10 \times 0,10) + (0,30 \times 0,16) \times 1,28 = 0,074$ m³ (soit 74 litres ou 74 kilos d'eau par auget).
- fixation latérale des augets sur la couronne par 5 petits rivets (soit $5 \times 40 \times 2 = 400$ rivets)
- Fixation sur la jante par de petits rivets disposés selon une génératrice (de l'ordre de 13 par augets soit 494 au total).
- la jante, en tôle large de 1,301 m , est continue (épaisseur non mesurée, probablement de 0,008 m). Elle constitue le fond de l'auget après le "virage de l'hameçon". La jante est fixée sur la couronne par 4 rivets pour chaque augets (soit approximativement $4 \times 40 \times 2 = 320$ rivets)

Couronne :

- largeur de 0,26 m (c'est également l'épaisseur max d'un auget mesurée selon un rayon)
- épaisseur de la tôle : 0,015 m
- la couronne est rivetée sur les rayons et est fixée sur les augets par des rivets.
- la couronne ne fait pas saillie au dessus des augets

Axe :

- en acier forgé
- section ronde de 0175 m de diamètre
- longueur de la partie hors roue en rive droite : 1,21 m
- longueur engagée dans la roue : 1,43 m
- longueur totale de l'axe: 4,5 m
- longueur hors roue en rive gauche (vers et dans les engrenages) : 1,9 m

En 2005, la couche d'eau sous la roue est épaisse de 0,35 m et l'eau touche le bas de la roue. Cette valeur est excessive mais est due à la présence d'un point haut sur le radier de la galerie de fuite qui remonte le niveau. Autrefois, afin d'éviter le *pajotage* (roue touchant l'eau ce qui la freinait) l'épaisseur de l'eau (variable avec le débit) était réduite de façon à laisser au moins 0,05 à 0,10 m de libre sous la roue.

Goulotte d'amenée de l'eau de la vanne usinière à la roue

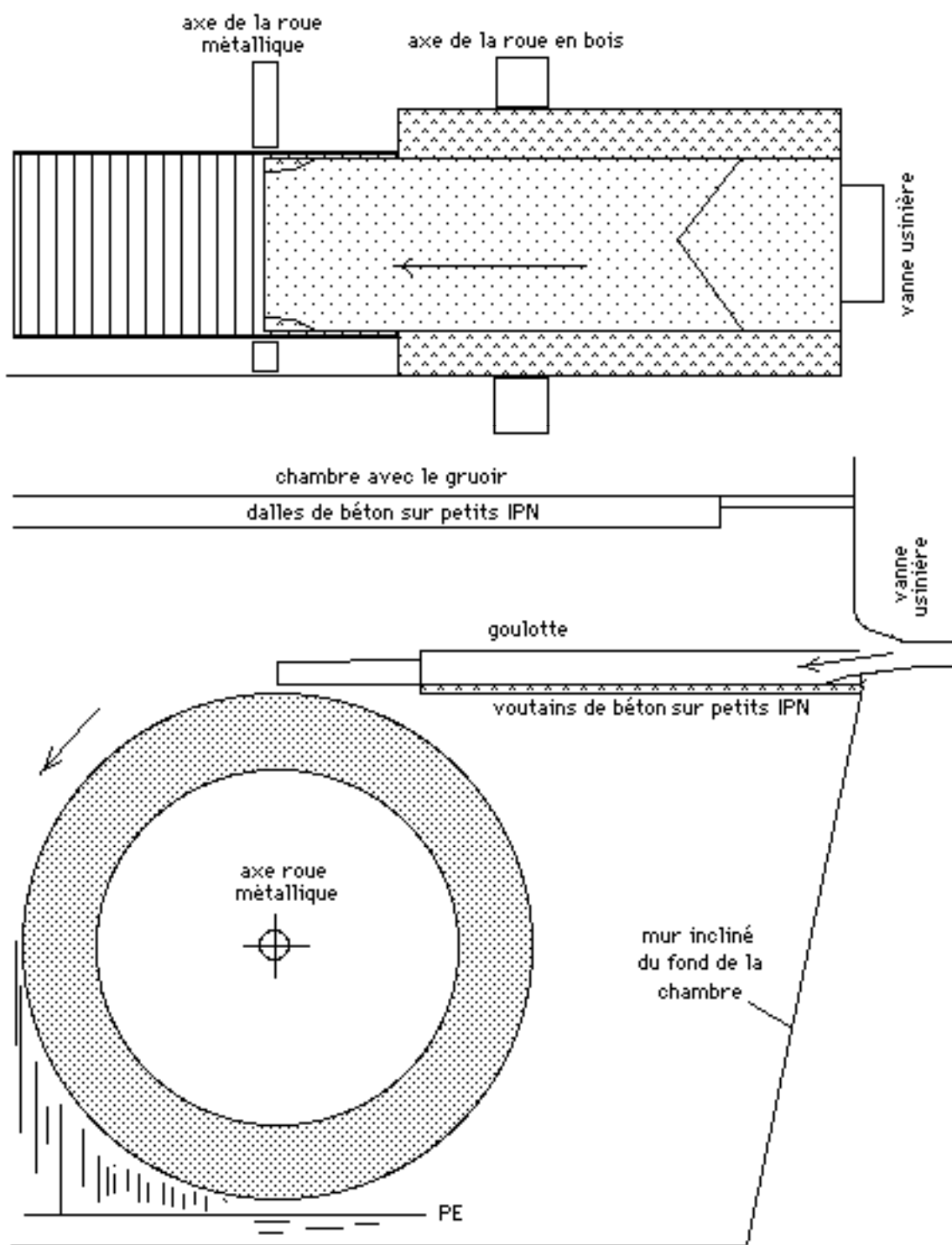
Le radier de la goulotte est horizontal.

Canal en tôle de 1,21 m de large (au dessus de la roue) et profond de 0,19 m.

L'extrémité aval du canal est située exactement au dessus de l'axe (géométrique) de la roue. Le plan inférieur du canal est à 0,07 m au dessus de la roue. A la sortie de la goulotte la largeur est diminuée de 0,40 m de façon à concentrer l'eau afin de limiter les pertes (la couronne ne déborde pas sur les cotés des augets pour éviter les pertes latérales). Pour cela des plots en mortier de ciment ont été ajoutés contre chaque paroi du canal . De forme arrondie coté eau ils ont 0,20 m de large et 0,40 de long (avec une forme de demi goutte d'eau). La longueur totale de la goulotte est de 6,50 mètres.

La section du canal à la vanne usinière est de 0,9 m de large pour 0,25 m de hauteur (soit une section de 0,225 m²).

Dessin suivant : la goulotte d'amenée des eaux sur la roue hydraulique



0 ——— 1m

**MOULIN DE CROLLES
LA GOULOTTE D'AMENEE
DE L'EAU SUR LA ROUE**

A. Schrambach 2005

Chambre de la roue hydraulique

Par ailleurs, comme déjà noté dans le paragraphe architecture, le mur de la chambre de la roue (côté arrivée de l'eau ou côté *serve*) est éloigné de 2,05 m de cette dernière. C'est excessif, ce qui montre que la chambre n'a pas été construite pour la roue métallique. Le tableau suivant donne quelques informations au sujet de cette distance observée dans diverses chambres.

Référence (vallée, site)	diamètre de la roue (m)	largeur de la roue (m)	largeur de la chambre (m)	distance entre le mur et la roue (m)
Bourbre B75	5,80	0,90	1,15	de l'ordre de 0,50
Fure F210 amont	3,7	1,1	(1,5)	0,50
Grane (Drôme)	6,60	1,20	/	1,0
Chatte (Isère) *	4,50	1,50	2,15	/

* : roue n°2

Distance entre le mur du fond de la chambre et la roue hydraulique

D'après ce tableau, la distance entre le mur du fond de la chambre et la roue est de 1 mètre sinon moins. A noter que l'espace libre entre les murs latéraux et la joue de la roue n'est que de 0,12 à 0,32.

Au moulin des Ayes, avec une roue en bois de diamètre 3,35 m, la distance mur du fond - roue, est ramenée à 1,30 m ce qui est plus en rapport avec les coutumes en la matière. La distance entre les murs latéraux de la chambre et les joues de la roue métallique est de 0,40 m.

Poids total de la roue métallique

POIDS DE LA ROUE METALLIQUE DU MOULIN DE CROLLES

pièces	longueur (m)	largeur (m)	creux (m3)	dia- mètre (m)	épais- seur (m)	quan- tités (u)	volume acier (m3)	volume fonte (m3)	poids tonnes
axe	3,73			0,175		1	0,090		
couronne	11,875	0,26			0,015	2	0,093		
rayons	1,87	0,125	0,076		0,015	16	0,111		
rayon/couronne	0,52	0,375			0,015	16	0,039		
rayon/moyeu									
entretoises	1,6	0,132			0,01	8	0,017		
entretoises/couronne									
entretoises/moyeu									
moyeu			0,022	0,98	0,1	2		0,077	
jante	12,284	1,43			0,008	1	0,141		
augets	1,28	0,5			0,008	38	0,195		
boulons						104	0,003		
rivets						1470	0,005		
volume totaux/poids							0,692	0,077	5,4

Les éléments les plus lourds, dans l'ordre décroissant, sont : les augets, la jante, les rayons, la couronne et l'axe.

Puissance de la roue métallique "au dessus"

PUISSANCE D'UNE ROUE A AXE HORIZONTAL AU DESSUS

Le pajotage de la roue dans l'eau est totalement interdit

Site : moulin des Ayes à Crolles - roue en métal

	données	résultats
diamètre D (m)	ATTENTION : diam > 3,1 m	4,06 -
largeur (m)		1,4 -
circonférence (m)		- 12,75
épaisseur d'un auget (m)		0,1 -
profondeur d'un auget (m)		0,3 -
volume max d'un auget (litre)		- 42
nombre total d'augets		- 43
hauteur de chute motrice (m)		4,06 -
vitesse circonférentielle de rotation théorique de la roue sans frottement (m/s)		- 8,93
coefficient C de réduction de la vitesse calculée		- 0,39
vitesse circonférentielle de rotation réelle de la roue avec frottement (m/s)		- 3,48
durée pour un tour de roue avec frottements (s)		- 3,66
nombre de tours avec frottements par minute (tours / minute)		- 16,4
coefficient de remplissage moyen des augets (au dessus 65%)	65	-
nombre d'augets remplis en une seconde		- 11,61
DEBIT max admis sans perte sur la roue (litres/s)		- 488
*largeur de la goulotte (m)		- 1,4
*profondeur de la goulotte d'amenée (m)	0,25	-
*hauteur d'eau en écoulement fluvial dans la goulotte (m)	0,2	-
*hauteur d'eau en écoulement critique (m)		- 0,13
*pente de la goulotte (mini : 0,001) (m/m)	0,001	-
*vitesse de l'eau dans la goulotte en écoulement fluvial (m/s)		- 0,55
*vitesse de l'eau en écoulement critique (m)		- 8,58
*débit de la goulotte en écoulement fluvial (l/s)		- 154
*débit de la goulotte en écoulement critique (l/s)		- 213
*débit max par déversement, admis dans 1 auget (l/s)		196
débit max du canal d'amenée (l/s)	120	-
débit RETENU POUR LE CALCUL de la puissance (l/s)	200	-
coefficient de rendement du moteur (0,70 à 0,4)	0,7	-
pertes dans étages d'engrenages (0,9 à 0,7)	0,75	
puissance sur l'axe de la roue (cv)		- 7,6
puissance disponible au niveau de la machine (cv)		5,7
couple sur l'axe du moteur (kg/m)		331

Pour un débit de 200 l/s, la puissance sur l'axe de la roue atteint 7,6 cv (il faut noter que le moteur électrique placé au premier étage développe une puissance équivalente de 8 cv), soit, après les pertes dans les étages d'engrenages et les courroies, une puissance aux machines de 5,7 cv. La vitesse de rotation est de 16 tours par minute.

En résumé les conditions maximales de fonctionnement des deux roues hydrauliques sont les suivantes :

	roue en bois	roue métallique
diamètre (m)	(3,35)	4,06
hauteur de chute (m)	3,30	4,06
largeur (m)	(1,0)	1,4
débit (l/s)	100	200
puissance sur l'axe (cv)	2,9	7,6
puissance aux machines (cv)	2,3	5,7
vitesses de rotation (tours/minute)	19	16
type de roue	<i>poitrine directe</i> à goulotte peu inclinée	<i>au dessus</i> à goulotte horizontale

Les roues hydrauliques

*Le moteur à vapeur

Très rapidement, lors du passage à la *mouture à l'anglaise*, la puissance équipée fut accrue. Une petite machine à vapeur d'appoint (de l'ordre de 5 CV en 1890) fut acquise. Elle fut installée plus tard dans le hangar près de la batteuse, en relation avec la fosse qui contient la grande poulie plate placée au pied de la façade nord (en 2005, elle est reliée aux mécanismes mus par la roue hydraulique et les moteurs électriques).

D'après madame Gabert Andrée, elle existait déjà dans le moulin lors de l'achat de 1895.

*Les moteurs électriques

Il y a dans le moulin deux moteurs électriques (l'un au rez-de-chaussée, l'autre au premier étage). Celui du rez-de-chaussée, entraînait le broyeur pour les farines animales et développait de l'ordre de 3cv. Le second, primitivement installé près du tableau électrique dans la salle du gruoir, fut déplacé après 1958 au 1er étage. Développant 8 cv il entraînait les machines du moulin et de l'huilerie (mais pas nécessairement toutes ensemble).

Ils existaient en 1937 et furent probablement installés durant la fin des années 1920 - début des 30, puisque le courant électrique était délivré par le réseau de la commune.

La puissance disponible (au niveau des moteurs) au XXe siècle était donc :

-avec la roue hydraulique seule : de l'ordre de 7 à 8 cv
-durant les basses eaux, avec uniquement les moteurs électriques, soit $8+3 = 11$ cv ou 8 cv avec le gros moteur seul. En effet seul ce dernier entraînait le moulin et l'autre était dédié à l'un des broyeurs.

Le moteur hydraulique ne fonctionnait pas en même temps que les électriques.

-en cas de forte sécheresse, donc de faiblesse du débit du *béal*, seul l'huilerie était entraînée par la roue hydraulique (d'après AG et PG).

*Les engrenages, les courroies et les poulies plates

Les tableaux suivants montrent les équipements de quelques moulins à farine de la région, ce qui permet de les comparer avec celui des Ayes..

Le premier tableau donne les puissances d'équipements de plusieurs moulins selon la mouture pratiquée. Il permet de comparer celles du moulin des Ayes avec ceux des autres ateliers.

Le second montre les étages d'engrenages et de poulies plates-courroies dans le moulin des Ayes

Le troisième donne les dimensions de ces mécanismes

Le dessin suivant montre les engrenages liés directement à la roue hydraulique. C'est un simple schéma.

Enfin le dernier tableau permet de comparer les mécanismes du moulins des Ayes avec ceux des moulins voisins.

moulin	puissance max cv *	trieur	paires de meules	blutoirs	cylindres	planchister	nombre d'étages d'engrenages	poulies courroies	circuit fermé	huilerie	gruoir	batteuse	production (qtx/an)	capacité écrasement (kg/h)
<i>MOUTURE A L'ANGLAISE</i>														
A50	2,8 ***	1	2	(2)	0	0	mini 3	oui	non	oui	oui	oui	3200	
Grane	7,4	(1)	2	2	0	0	4 +++	oui	non		oui			
Nantoin	5,6	(1)	2	(2)	0	0	mini 3	(oui)	non					
Crolles	2,9	1	2	(2)	0	0	2 +++	(oui)	non	oui		oui +		80
<i>MOUTURE AUX CYLINDRES</i>														
H100	10 **	(1)	2	2	1	1	mini 3	oui	oui		oui			
A30	7,7	(1)	1 ****	2	1	1	3 +++	oui	oui		oui		2500	120 oo
Crolles	7,6 o	1	0	0	1	1	mini 3	oui	oui	oui	oui	oui	2013 ++	

* puissance sur l'axe du moteur

** turbine Fontaine puis 2 Francis (14cv) Outre le moulin, il y a un atelier mécanique et un autre de charronnage

*** avec une roue spéciale pour le gruoir, l'huilerie et la batteuse (2,6 cv)

+ entraînée par une machine à vapeur

++ moteurs hydraulique et électriques

+++ pour les paires de meules

o 7,6 pour la roue hydraulique et 8 cv pour le moteur électrique

oo avec une seule batterie de cylindres (1 cylindre cannelé et 1 cylindre lisse)

La puissance est celle sur l'axe du moteur. Pour connaître celle au niveau des machines, il faut déduire les pertes dans les organes intermédiaires (engrenages, courroies et poulies). Elles sont en général mal connues Il faut prendre au moins 15 à 20%

Enfin toutes les machines ne fonctionnaient pas ensemble.

Avec la mouture à l'anglaise, il faut de 3 à 5 cv pour le moulin et de l'ordre de 2,5 cv pour l'huilerie.

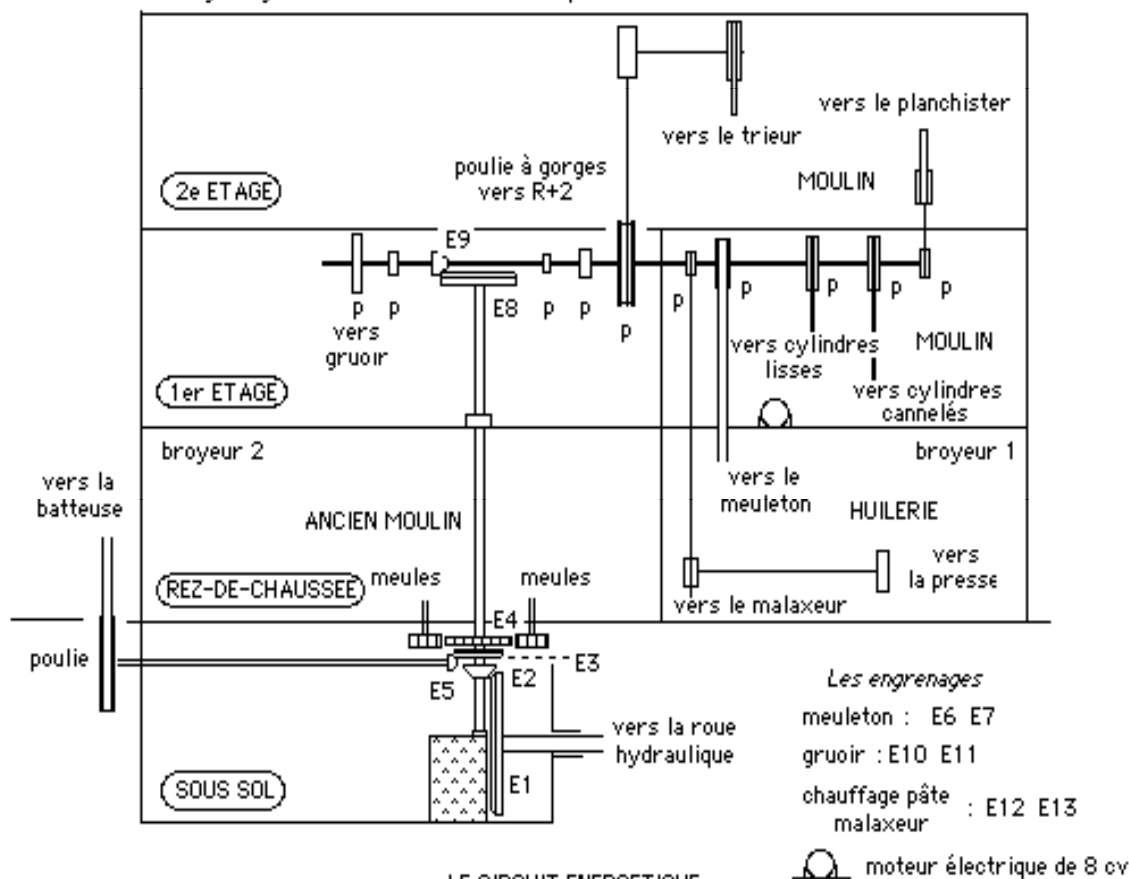
Avec la mouture aux cylindres, il faut de l'ordre de 7 cv pour le moulin.

**MOULINS A FARINE
PUISSANCE, PERTES EN LIGNE
ET MACHINES ENTRAINEES**

	nombre de couples d'engrenages	nombre de poulies
commun aux machines	2	0
cylindres	0	4
planchister	0	2
trieur	0	3
meuleton	1	2
presse	0	2 et excentriques
chauffage	1	3
gruoir	1	2
broyeur 1	non vu	
broyeur 2	moteur électrique	
circulation	non vu	
batteuse	incomplet	
vieilles meules	2	0

ENGRENAGES, POULIES ET COURROIES

les engrenages des vieilles meules ont disparu



LE CIRCUIT ENERGETIQUE

MOULIN DES AYES à CROLLES

A. Schrambach 2005

numéros des engrenages	type d'engrenages	diamètre (m)	largeur dents (m)	matériaux	usage
SOUS SOL					
E1	primaire en 2 parties denture inclinée	2,32	0,155	fonte, dents en bois	commun à toutes les machines
E2	secondaire denture inclinée	0,66	0,15	fonte	
E3	denture inclinée	0,75	0,11	fonte, dents bois disparues	batteuse
E5	denture inclinée	0,28	0,12	fonte	
E4	roue droite	0,95	0,12	fonte et bois	vieilles meules à l'anglaise
REZ-DE-CHAUSSEE					
E6	roue droite denture déportée	1,02	/	fonte	meuleton
E7	roue droite	0,24	/	fonte	
E12	denture inclinée	faible diam	/	fonte	malaxeur
E13	denture inclinée	faible diam	/	fonte	
PREMIER ET AGE					
E8	tertiaire denture inclinée	0,90	/	fonte, dents en bois	commun à tout le moulin moderne
E9	quaternaire denture inclinée	0,30	/	fonte	
E10	denture inclinée	0,78	/	fonte, dents en bois	gruoir
E11	denture inclinée	0,56	/	fonte	

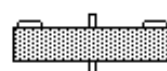
Axe vertical sur E2, E3, E4 et E8 : diamètre de 0,115 m (acier forgé)



roue droite



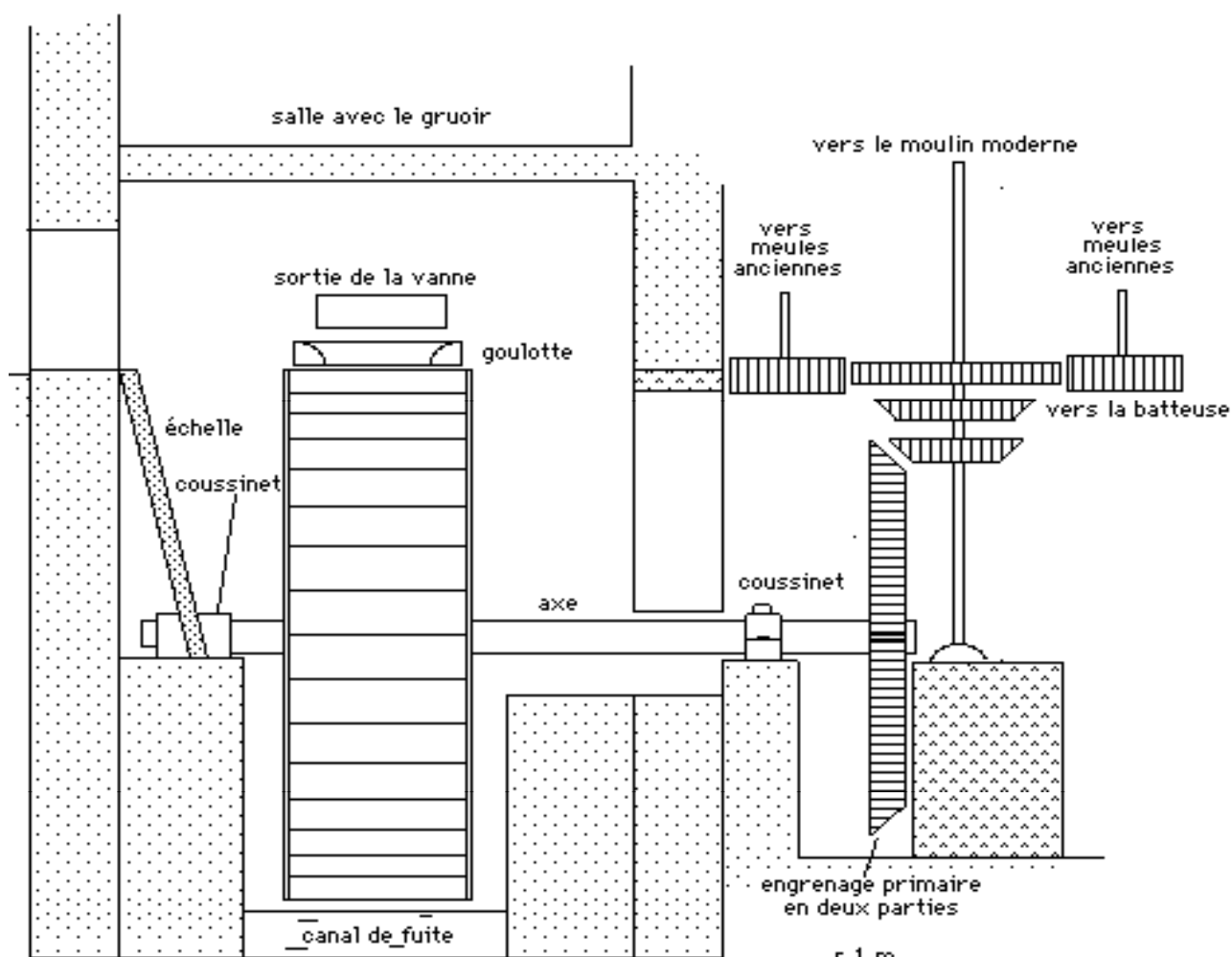
denture inclinée



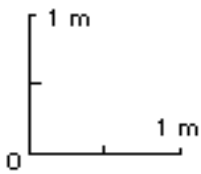
roue droite
denture déportée

MOULINS DES AYES - CROLLES
LES ENGRENAGES
NATURE ET DIMENSIONS

A. Schrambach 2005



**MOULIN DE CROLLES
LES ENGRENAGES PRIMAIRES
LIES A LA ROUE HYDRAULIQUE**



A. Schrambach 2005

site activités	diam roue (m)	diam engrenage primaire (m)	diam engrenage secondaire (m)	coefficient multiplicateur	nombre d'étages d'engrenages	
A30 moulin	6,9	4,0	1,0	×4	3	
H100 moulin mécanique scierie	turbine	?	/	/	2	
grane moulin	6,6	3	/	/	4	
Galicière moulinage	n°1 : 4,05	2,6	0,90	×2,9		
	n°2 : 4,50	2,3	0,60	×3,8	>4 *	
Crolles moulin	n°1 : 3,35	?	?	/	(2)	— mouture à la grosse
	n°2 : 4,00	2,3	0,66	×3,5	3	— à l'anglaise
	n°3 : 4,00	2,3	0,66	×3,5	3 + 4 à 2 poulies	— aux cylindres

site activités	A machines concernées	types de transmissions			B machines concernées
		axe vertical "usine moulin"	axes et engrenages **	courroies poulies	
A30 moulin	meules puis B	oui vertical	oui	?	blutoir cylindres planchister circuit
H100 moulin mécanique scierie	meules puis B		oui	oui	blutoir
grane moulin	meules puis B	oui vertical	oui	oui	blutoir
Galicière moulinage	moulins à soie	oui horizontal	oui	oui ***	
Crolles moulin	meules cylindres planchister	oui vertical	oui	non	blutoir cylindres planchister
		oui vertical	oui	oui	

* : multitude d'alluchons- lanternes en bois

** : engrenages fonte - (sauf les alluchons-lanternes à la Galicière)

*** : courroies primitives, très étroites à la Galicière

LES ORGANES DE TRANSMISSION

A. Schrambach 2005

En comparant les équipements, la production, les rendements et les puissances des moulins présentés, on constate que le moulin des Ayes s'intègre bien dans le cadre régional.

6- LA PRODUCTION ET LES MACHINES

* La production

La production d'un moulin à farine est adaptée à sa clientèle. Dans le cas des Ayes, autrefois, il s'agissait d'abord des personnes vivant dans l'abbaye.

La production du moulin à grains au XVIIIe siècle et avant

Les besoins du personnel de l'abbaye (avant les années 1790)

La production, avant la fin du XVIIIe siècle, devait au moins couvrir les besoins en farines et blé grué du personnel vivant dans le monastère.

Un texte du milieu du XVIIIe siècle précise qu'il y avait un moulin à blé et un autre à huile. Il est probable que celui, objet de l'étude, est celui à blé : "*un moulin à huile et un moulin à grains avec sa propre cour et le logis des converts qui en étaient chargés*"

Le nombre de personnes à nourrir (consommation de farines) peut être déduit des informations suivantes (le nombre total de personnes de l'abbaye n'est connu que pour deux années, 1668 et 1673).

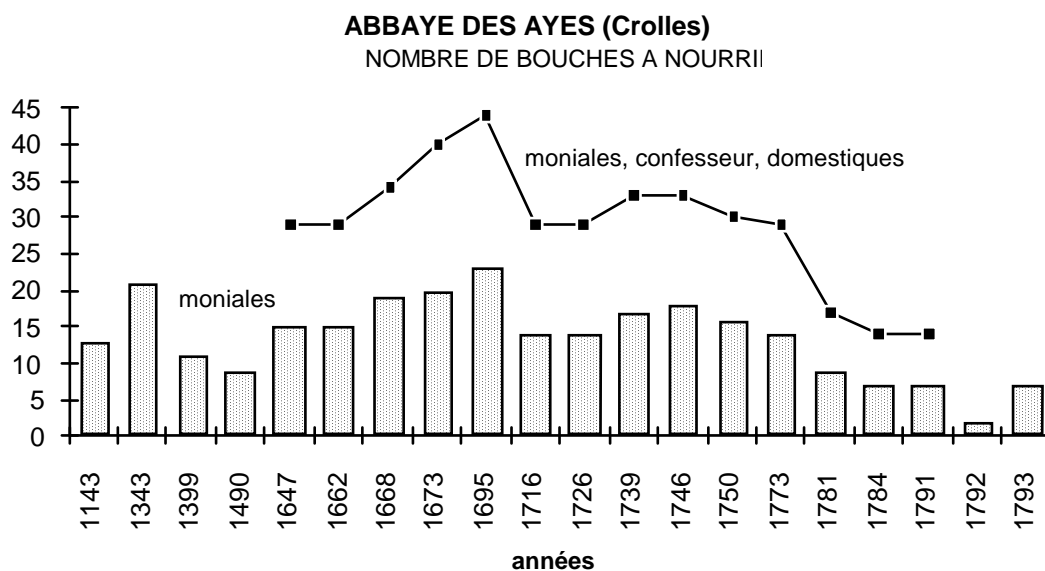
dates	moniales	novices	converses	abbesse	confesseur	frère lai	domestiques*	total
1143	12	/		1			y	>13
1343	20	x		1			y	>21
1399	10	x		1			y	>11
1490	8	x		1			y	>9
1647	14	x		1			y	>15
1662	14	x		1			y	>15
1668	18	/		1	1	1	13	34
1673	17	2		1			20	40
1695	22	x		1			y	>23
1716	13	x		1			y	>14
1726	11	1	2	1			y	>16
1739	14	1	2	1			y	>18

1746	15	1	2	1		y	>19
1750	15			1		y	>16
1773	11		2	1		y	>14
1781	6	/	2	1		y	>9
1784	6		?	1		y	>7
1791	5		1	1		y	>7
1792	1		1	0	1	y	>3
1793	6		1	0	1	y	>8

* : servantes, valets, meuniers, cultivateurs, cocher etc

Ce tableau a été établi d'après les informations issues du document de Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnecombe, les Ayes*. Opus 1988.

La traduction sous forme de graphique est plus explicite.



La traduction en quantités annuelles de céréales/farines/pain, et par la même du nombre de paires de meules nécessaires, peut être approchée de la manière suivante.

Consommation en kg par an et par personne, d'après les archives.

date	quantité de céréales (kg/an/h)	quantité de farines (kg/an/h)	quantité de pain * (kg/an/h)
Moyen Age	333	/	300
XVIIe	/	/	255
1750	200	/	180
1782	405/608	304/456	365/547
1785	312/375	/	281/338
1795	375	/	338

* : au XVIIIe siècle, une famille de 5 personnes (2 adultes et 3 enfants) consommaient journalièrement de 3 à 4 kg de pain (soit 1095 à 1460 kg par an ou en moyenne 220 à 290 kg par an et par personne) (Lachiver Marcel, 2005). Les valeurs de la colonne de droite sont donc voisines (quoique un peu élevées)

Consommation annuelle d'un habitant

Analyse de ces chiffres :

Les chiffres sont disparates. Si l'on excepte les années les plus anciennes où les dispositifs d'écrasement étaient plus ou moins efficaces, on peut retenir une consommation de pain de 300 kg/an/homme.

Le taux d'extraction correspond à la quantité de farine extraite d'une quantité donnée de grains. Dans les exemples précédents il est de 90%. Toutefois lors de la pratique de la mouture à la grosse (pratiquée jusqu'à la fermeture de l'abbaye) il était pratiquement de 100% avec les meules du moulin brun et moins de 100 % pour le moulin blanc (puisque le son était partiellement éliminé). D'après Charles Touaillon (années 1880) : " ... *Parmentier affirme qu'en 1709 on ne tirait d'un setier de blé pesant 240 livres que 90 livres de farine ...* " soit un taux d'extraction de 38%. C'est une valeur très faible relative à une situation exceptionnelle non décrite. Nous retiendrons la valeur de 90% plus réaliste.

Le calcul du nombre de paires de meules et de la durée de fonctionnement peut être envisagé (sachant qu'avec un taux d'extraction de 90%, 300 kg de pain correspondent à 333 kg de grains de céréales.

Les calculs montrent qu'avec, pour une paire de meules, une capacité d'écrasement de 35 kg par heure, une seule et unique paire de meule était suffisante. En fait il y avait probablement deux, comme cela était la coutume dans les moulins dauphinois, pour extraire la farine blanche et surtout pour la sécurité (en cas d'échauffement de la première paire, afin d'éviter de faire de la *farine brûlée*).

Les quantités annuelles à écraser, sur la base des chiffres précédents, étaient comprises entre 14650 kg (en 1695) et 4660 kg (en 1784). La durée de fonctionnement pendant deux mois était, à raison de 10 heures par jour travaillé, comprise entre 22 jours (en 1695) et 7 jours (en 1784).

Ceci n'excluait pas le fonctionnement du moulin, pendant le reste du temps, pour couvrir les besoins des habitants des alentours (dans le cadre de la banalité). Toutefois avec la forte décroissance des débits du ruisseau de Craponoz d'un mois à l'autre, la durée réelle du fonctionnement journalier pouvait devenir très faible (voir la gestion de l'eau et du moulin).

Donc avec deux paires de meules, un seul moulin satisfaisait largement aux besoins de la communauté religieuse.

La production du moulin aux XIXe et XXe siècles

La production devint une affaire commerciale exclusivement au service des habitants parfois éloignés.

Entre 1937 et 1980, les produits fabriqués comprenaient des farines de blé, du blé grué, des graines de trèfle, du colza, de la farine de maïs (pour la polenta) et pour les animaux des farines et grains cassés de blé, maïs, avoine et orge. Enfin il faut ajouter le blé battu et évidemment l'huile de noix.(AG). L'activité " battage du chanvre " citée en 1858 n'était plus pratiquée.

Evolution des moutures

Les types de produits fabriqués n'évoluèrent que très lentement et il s'agissait essentiellement de farines : "*Tous les moulins sont indifféremment employés aux moutures de bled froments, bled méteil, seigle, orge et quelquefois avoines*". (ADI 7 S 1/1 , 1809).

Plus tard durant le 3^e tiers du XIXe siècle, la production du moulin commença probablement à se diversifier. Cette production se fit dans le cadre de l'évolution des moutures, c'est à dire les procédés de fabrication des farines. Cette évolution eut des répercussions importantes pour l'architecture, les moteurs, les machines, les types de produits, les quantités produites et par la même le nombre de clients.

Le texte suivant (résumé de l'étude sur l'évolution des moutures citée en bibliographie) est explicite.

Evolution des moutures

Les moulins à production alimentaire écrasent les grains de céréales et les transforment en farine. Cette opération est la mouture. Quoique ne comportant que trois phases successives, tri et nettoyage des grains, écrasement, séparation des divers produits issus du broyage, la mouture a fortement évolué au cours des siècles et plus particulièrement depuis la fin du XVIIIe.

Depuis la fin du Moyen Age jusqu'à la fin du XVIIIe siècle, et dans le Dauphiné le milieu du XIXe siècle, la mouture n'était réduite qu'à la seconde phase pratiquée avec des meules horizontales (*mouture à la grosse*). La première n'était pas réalisée, ou au mieux avec un *van* : les sacs de blé déversés sur les meules comportaient du blé, de la terre, du sable, des carapaces chitineuses

d'insectes, des déjections de souris, des graines étrangères fréquemment toxiques. La dernière opération n'était effectuée avec un *baritel* (*bluteau* ou tamis peu efficace car équipé d'un tissu en laine) que dans les moulins blancs. Dans les moulins bruns, la boulange (produit issu des meules) était une farine grossière brunâtre. Dans ces conditions le taux d'extraction pouvait atteindre 100%. Parmentier en 1778 décrit la mouture, la farine et le pain de son époque "... *Cette mouture est encore chez la plupart de nos habitants de la campagne, dans le premier état d'imperfection : les meules composées de plusieurs pierres à carreaux de mauvaise qualité, y sont mal montées. Le moulin, conduit sans intelligence, va toujours trop fort ou trop lentement ; il s'en détache une poussière fine qui avec celle que la blé non criblé a sur sa surface, passe dans les farines d'où il résulte un pain mat et gris qui craque sous la dent ...*".

On commença à améliorer les processus à la fin du XVIIIe siècle (1539 brevets furent déposés entre 1791 et 1914). Après l'épisode de la *mouture économique* (*remoulage*, usage de *blutoir*) peu utilisée dans la région, on passa à la *mouture à l'anglaise* - en fait à l'américaine - à l'issue de la fin du Premier Empire.

Ce procédé comportait diverses machines pour nettoyer les grains, des meules plus rapides car de plus faible diamètre et un usage systématique de *blutoirs* (des tamis plus perfectionnés). La farine produite était meilleure car on séparait plus efficacement les divers composants (farines, gruaux ou semoules, son, grains mal cassés ...). Ce procédé ne fut utilisé dans la région qu'à partir de la seconde moitié du XIXe siècle en particulier parce que la modernisation des vieux moulins était coûteuse (l'amélioration des processus de mouture s'est toujours traduite par des refontes et des adaptations régulières des bâtiments, des machines et de la motorisation).

A l'extrême fin du siècle, un nouveau procédé de broyage des céréales apparut : les cylindres (*mouture hongroise*). Associés à une bluterie moderne appelée *plansichter*, les moulins produisirent des farines diversifiées d'excellente qualité. Les procédés de triage et de nettoyage ont évolué en rapport. Apparues en France dans les années 1880, ces nouvelles machines furent utilisées dans la région au plus tôt une dizaine d'années plus tard. Elles constituent l'ossature des moulins modernes.

Les capacités d'écrasement et donc de production se reflètent dans l'évolution du rendement unitaire des machines de production :

- Une paire de meules à *la française* pouvaient moulin 35 à 40 kg de blé à l'heure.
- Une paire de meules à *l'anglaise* : 75 à 90 kg/heure.
- Avec les *cylindres* : 200 à 250 kg/heure (milieu du XXe siècle).

Le tableau suivant, résume cette évolution qui fut la même dans le moulin des Ayes.

DU GRAIN SALE A LA FARINE ONCTUEUSE

MOUTURE A LA GROSSE	MOUTURE A L'ANGLAISE	MOUTURES AUX CYLINDRES
<p>Moyen Âge au 3ème tiers du XIXe siècle</p> <p>réception du blé sale ● stockage (sacs)</p>	<p>3ème tiers du XIXe au milieu du XXe siècle</p> <p>réception du blé sale ● stockage (silo ou sacs)</p>	<p>première moitié du XXe siècle</p> <p>réception du blé sale ● stockage (silo)</p>
<p style="text-align: center;">NETTOYAGE, TRIAGE</p> <p>sommaire (van, tamis, tarare) à inexistant</p>	<p style="text-align: center;">NETTOYAGE, TRIAGE</p> <p>tarare, trieur, épierreur ● stockage en silo ou sacs du blé propre</p>	<p style="text-align: center;">NETTOYAGE, TRIAGE</p> <p>trieur à cylindres ● stockage en silo du blé propre</p>
<p style="text-align: center;">BROYAGE</p> <p>meules à la française pas de remoulage</p>	<p style="text-align: center;">BROYAGE</p> <p>meules à l'anglaise <u>remoulage éventuel</u> avec passages successifs dans un blutoir</p>	<p style="text-align: center;">BROYAGE</p> <p>cylindres cannelés et lisses équivalent du <u>remoulage</u> avec <u>échanges cylindres - planchister</u></p>
<p style="text-align: center;">TAMISAGE</p> <p>tamis peu efficace baritel bluteau ou absence de tamisage (moulin brun)</p>	<p style="text-align: center;">TAMISAGE</p> <p>blutoirs manuels puis motorisés ● stockage des farines, du son</p>	<p style="text-align: center;">TAMISAGE</p> <p>planchister * (tamis perfectionné) ● stockage des farines, du son</p>
<p>————— livraison au client —————</p>		

Pour les deux moutures les plus récentes, le circuit des matières est identique :

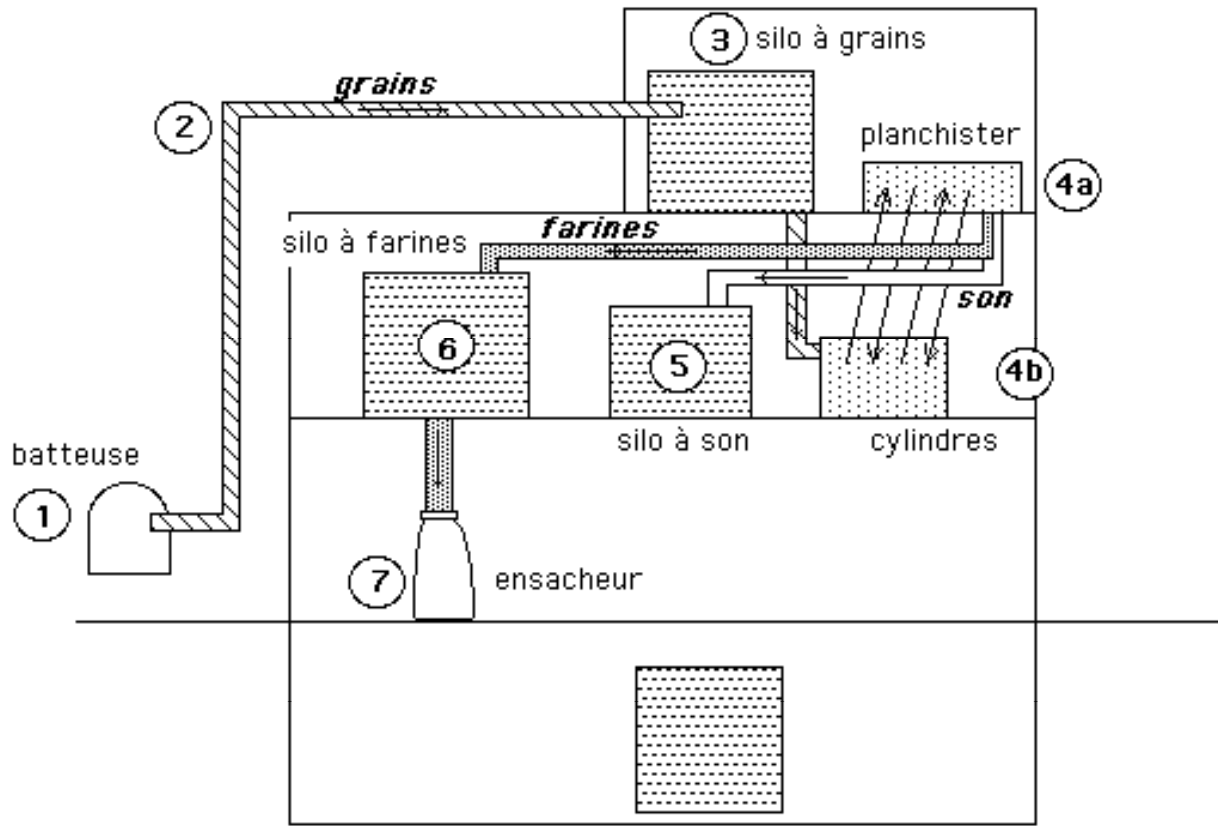
- entrée obligée par le trieur-nettoyeur
- sortie par le blutoir ou le planchister

* il existe un planchister dédié aux cylindres cannelés (cassage des grains) ou B et un autre dédié aux cylindres lisses (convertisseur pour les farines) ou C

A. Schrambach 2003

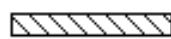
*** Les machines**

Le schéma suivant montre les circuits des matières brutes (grains) et des matières élaborées (son et farines).



silo de stockage des matières

1 à 7 : passages obligés des matières



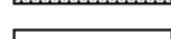
grains de blé



bouillage



farines



sons

circuits

CIRCUIT DES MATIERES DANS UN MOULIN A GRAINS

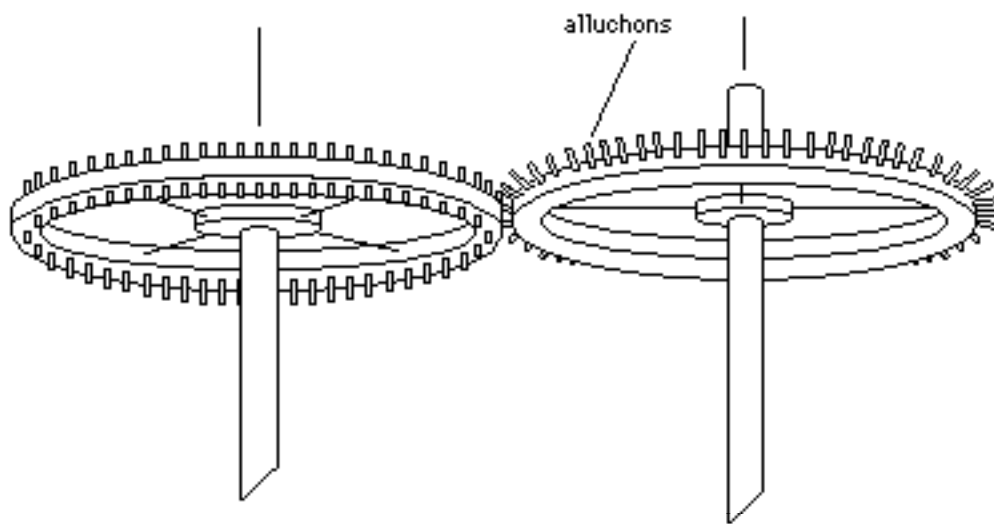
A. Schrambach 2006

Les machines de la mouture à la grosse

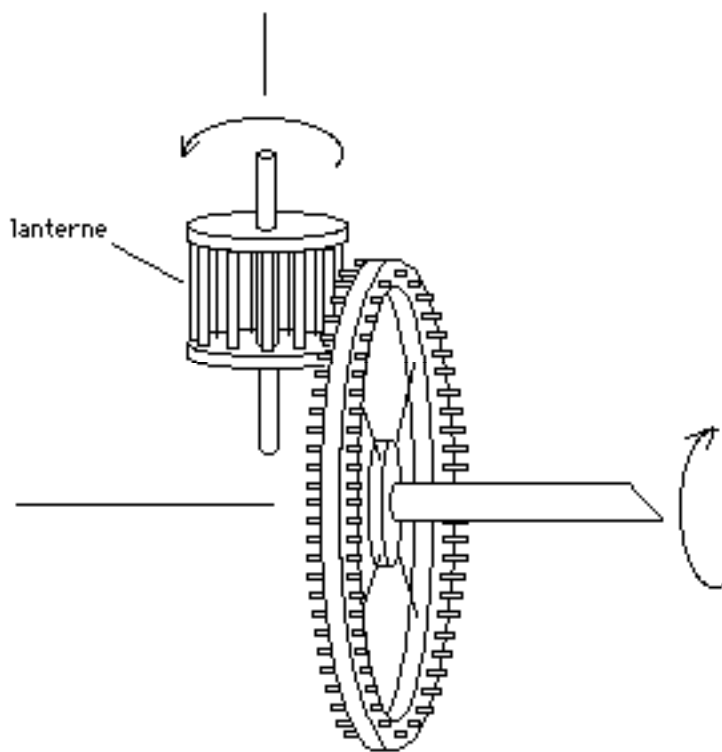
Bien qu'il ne reste pas de trace des dispositifs associés à la *mouture à la grosse*, celle-ci fut la seule pratiquée entre la création et la fermeture de l'abbaye et donc ce fut celle des *moulins vieux puis neuf* (meules de grand diamètre et lentes, *baritel* manuel). Les meules pouvaient avoir un diamètre compris entre 1,70 et 1,90 m et la vitesse de rotation était de 55 à 60 tours par minute. Il ne subsiste pas de telles meules dans le moulin.

Il y avait une liaison mécanique directe entre les meules et la roue hydraulique. Toutefois comme les axes étaient en position orthogonale, un jeu d'engrenages était utilisé (*lanterne* et *alluchons* tous en bois).

D'après l'enquête sur les moulins de 1809, les meules étaient taillées près de St Egrève, St Hilaire ou bien venaient de Bourgogne.



ENGRENAGES A AXES PARALLELES



CHANGEMENT D'ANGLE : ALLUCHONS ET LANTERNE

ENGRENAGES "TOUT BOIS"

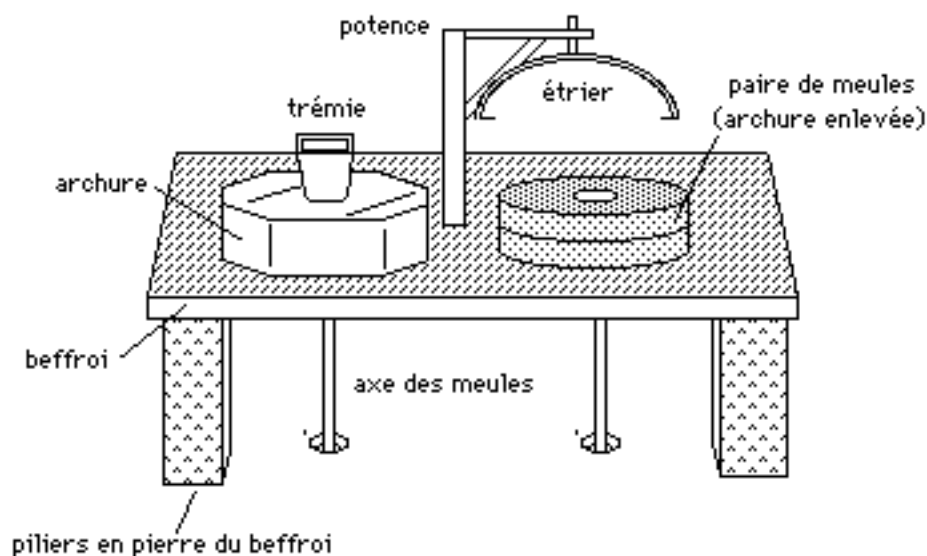
A. Schrambach 1999

De légères améliorations furent apportées durant le XIXe siècle, en particulier pour le nettoyage des grains. Le tamisage final fut réalisé avec un *blutoir* manuel équipé de tissu en soie. Dans la première huilerie, intégrée dans le moulin (alors qu'avant il y avait un moulin spécifique pour cet usage), l'écrasement des cerneaux de noix se faisait toujours avec une meule roulante de type *gruoir* (*pise*) et la presse était manuelle (à levier ou à vis en bois).

Les machines de la mouture à l'anglaise

A la fin du XIXe siècle on adopta la *mouture à l'anglaise*. Toutefois le coût global des transformations était tel, que peu de moulins en profitèrent. Il faut noter qu'une meule entière de la mouture à l'anglaise est conservée encastrée dans le mur de l'atelier côté *serve*.

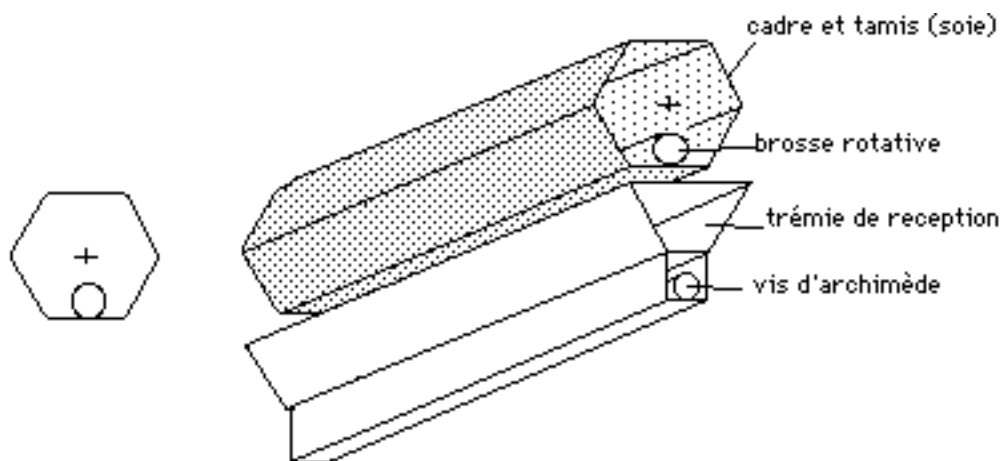
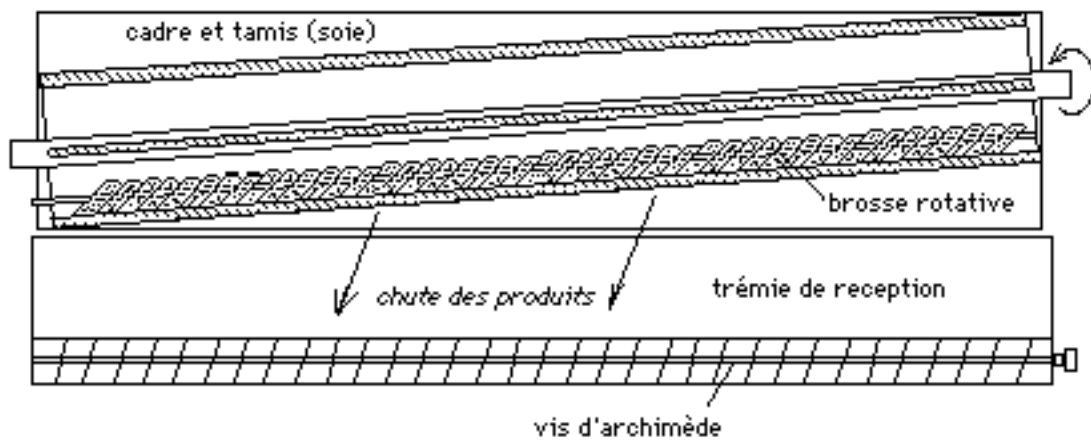
La structure du moulin fut entièrement modifiée et la roue hydraulique remplacée par une plus puissante. En effet de nouvelles machines apparurent plus gourmandes en énergie. Les *meules à l'anglaise*, plus petites (diamètre de 1,50 m), plus rapides (110 tours par minute) furent installées au dessus des engrenages sur une plate-forme dénommée *beffroi*. Elle existe encore et une *archure* (coffre en bois posé sur les meules) est toujours placée sur cette estrade. L'étrier de levage, pour retourner la meule du dessus lors du *rhabillage* (remise à neuf du mordant de la surface active des meules, au marteau) est visible sur une photographie.



BEFFROI D'UN MOULIN A MEULES

A. Schrambach 2000

Des machines pour épierrer les grains et enlever les graines toxiques furent introduites. Les *blutoirs* de grandes dimensions étaient entraînés par la roue hydraulique.



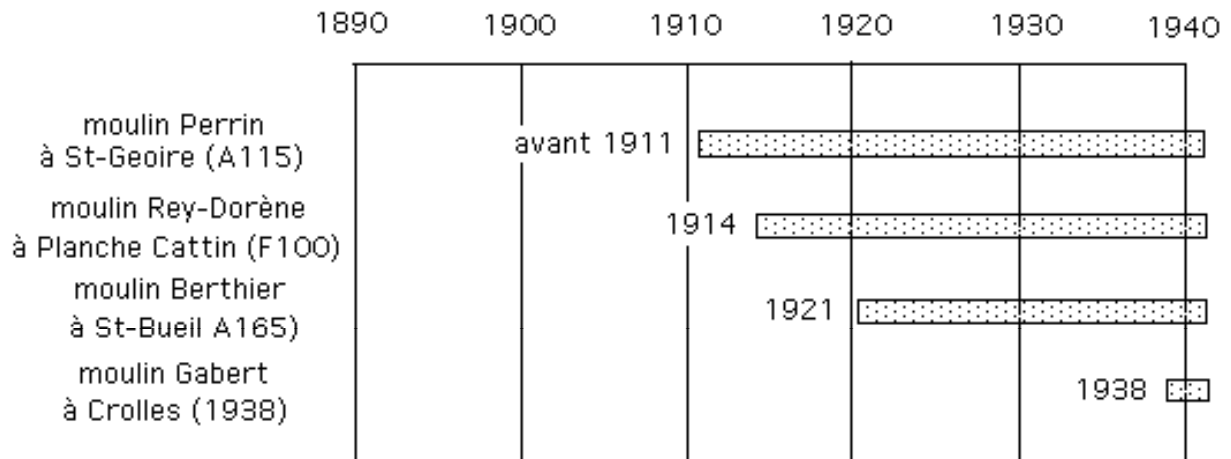
BLUTERIE

Enfin la presse de l'huilerie fut remplacée par une presse hydraulique également mue par la roue.

Un seul moteur entraînait toutes ces machines qui étaient réparties sur plusieurs niveaux : la distribution de l'énergie se fit par un système complexe de poulies plates et de courroies plates.

Les machines liées à la mouture aux cylindres ou mouture hongroise

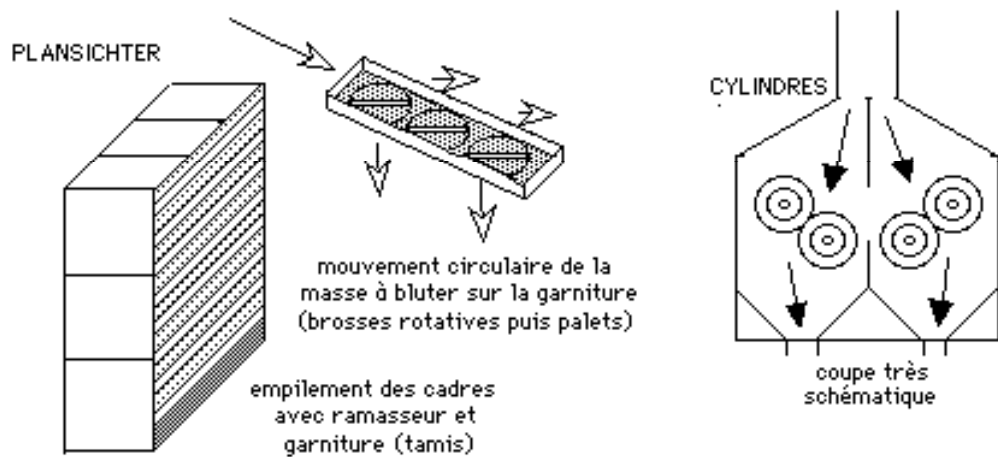
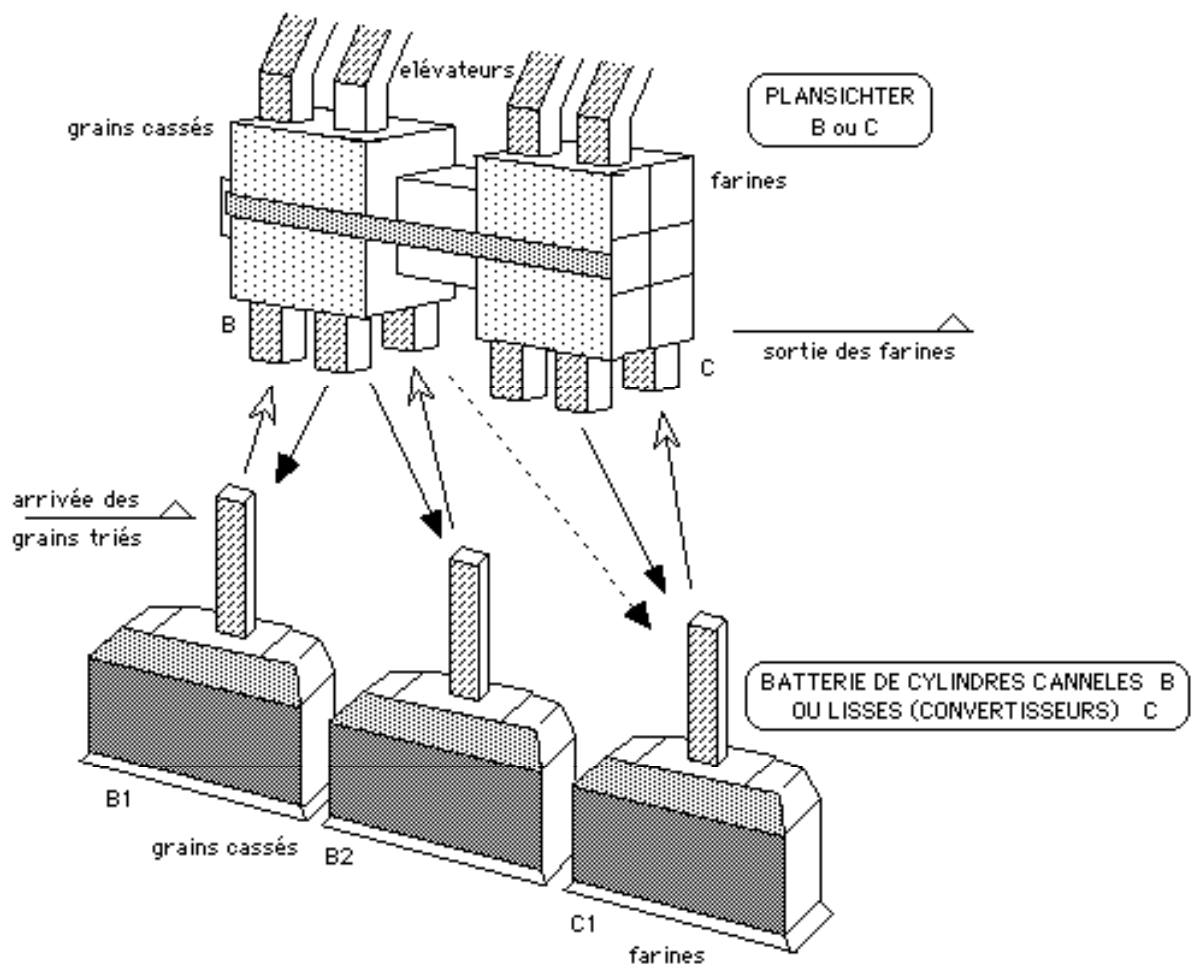
En fin avant le milieu du XXe, une troisième mouture fut introduite (*mouture aux cylindres* ou *mouture hongroise*).



MOULINS A FARINE
DATE D'INSTALLATION DES CYLINDRES-PLANCHISTER

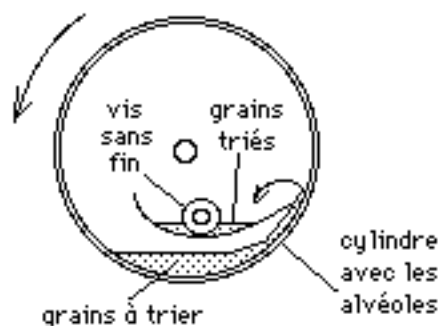
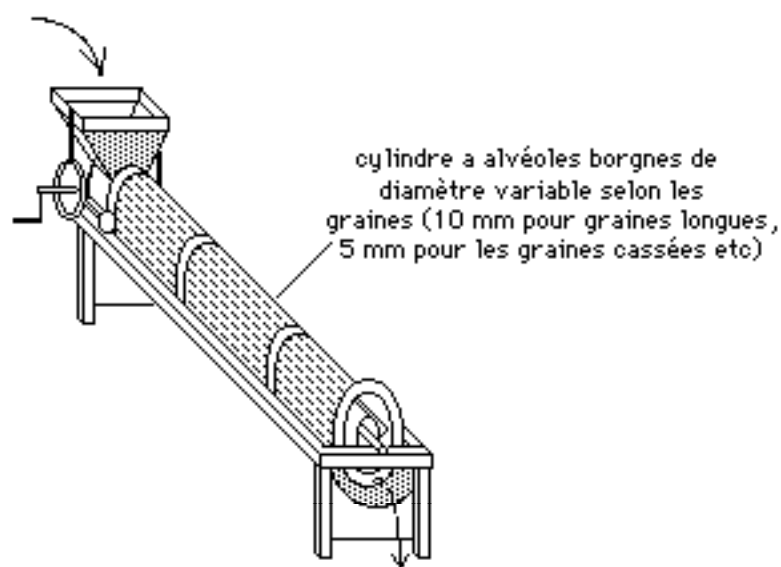
A. Schrambach 2005

De nouvelles machines apparurent disséminées dans tout le bâtiment (ce qui demanda une adaptation de la distribution de l'énergie). Les meules furent remplacées par les cylindres, les blutoirs par un planchister (tamis perfectionné) mais le vieux nettoyeur-trieur (cylindres métalliques mais cadre en bois) fut conservé (ses poussières étaient rejetées hors du moulin en haut du mur sud). Enfin la circulation des matières fut automatisée : elles circulaient, en particulier entre les cylindres et le planchister et aussi vers les divers silos, à l'aide de godets accrochés à des courroies mobiles placées dans des conduits en bois. Ils débouchaient en fin de parcours dans des silos qui alimentaient les poches à farine, à son, à semoule pour la mise en sac.



CIRCULATION SIMPLIFIEE DES MATIERES
ENTRE LES CYLINDRES ET LE PLANSICHTER

A. Schrambach 2004



TRIEUR AVEC CYLINDRES BATIS EN FER MANUELS

A. Schrambach 2004

Après 1958, les machines peintes en rouge à l'origine par le constructeur , furent passées au jaune ainsi que le vieux trieur et certaines pièces en bois (seul un axe central du planchister conserva sa couleur d'origine (AG).

Durant la guerre de 1939-45 un broyeur, mu par un moteur électrique, fut installé en rez-de-chaussée, pour les aliments destinés au bétail. Un autre mu par la roue hydraulique (et l'autre moteur électrique) fut installé dans le local de l'huilerie, après 1960. Il s'agit d'un vieux appareil à cylindres cannelés utilisé comme simple broyeur alimenté par une trémie particulière. Il broyait également des aliments pour le bétail.

En effet l'accroissement de la production conduisit rapidement à une extension obligatoire des capacités énergétiques : deux moteurs électriques furent installés (4 et 8 cv, ce dernier pour remplacer la roue hydraulique et le premier pour l'un des broyeurs). C'est ce qui apparait dans le

texte suivant : en 1961, à Crolles : "*meunier Gabert, tel 9. Contingent de 2013 quintaux* (soit 201 tonnes, maximum autorisé, par an de farines). *Force motrice : hydraulique et électrique*". (annuaire de la meunerie Française).

Les cylindres ne comprenant qu'un seul couple, on peut admettre une puissance d'écrasement de 120 kg par heure. Dans ces conditions pour une durée annuelle de meunerie active de 170 jours, cela entraîne une durée journalière de 10 heures par jour. Un contingentement de 2013 quintaux classe le moulin parmi les plus petits du département.

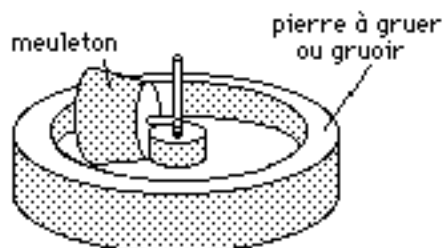
Autres machines

La partie huilerie ne bénéficia que partiellement des améliorations : les machines furent toujours celles du XIXe siècle.

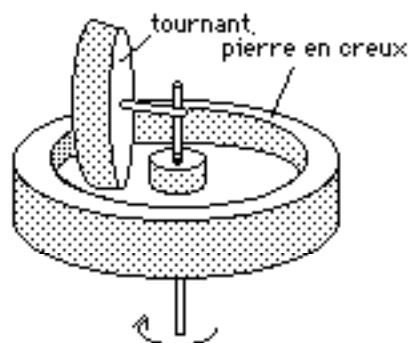
Un *gruoir* avec une cuve métallique fut installé dans la chambre au dessus de la roue hydraulique.

Il faut noter que la machine utilisée pour écraser les cerneaux de noix ainsi que pour faire le blé grué (machine dénommée, quelque soit son usage, *pierre à gruer* ou *pise*) était utilisée massivement depuis le début du XIXe siècle. Toutefois sa première mention (avec la pierre horizontale fixe en creux) date du milieu du XVIIIe siècle.

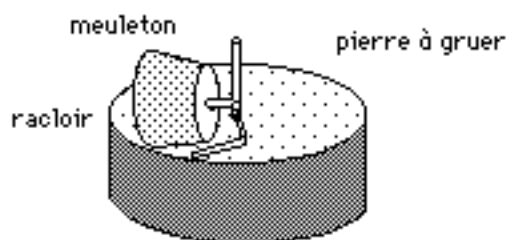
Elle fut précédée par des piloires à grains ou à huile (un meunier à St Bueil - Ainan - parlait encore en 1996 de *pilées* pour son *gruoir*) ou bien par une *pise* archaïque dans laquelle la pierre fixe n'était pas en forme de cuvette creuse mais était plate et ronde. Le meuleton mobile, resta toujours selon le même principe. Ce vieux modèle de pierre est cité dès la fin du Moyen Age et était encore utilisé au XXe siècle, en Bretagne, en Corse et en Savoie.



PIERRE A GRUER AVEC UN MEULETON LARGE



PIERRE A GRUER AVEC UN TOURNANT PEU EPAIS



GRUOIR UTILISE DES LE MOYEN AGE

A. Schrambach 1998

Le travail dans un petit moulin à huile

D'après Mr. Vittoz, du Pin (rive occidentale du lac de Paladru) les manières de faire et les rendements pour l'huile de noix et le blé grué étaient les suivants :

-huile :

-proportion : 350 kg de noyaux donnaient presque la moitié d'huile soit 160 à 175 kg d'huile (9 kg d'huile avec une densité de 0,92 correspond à 10 l d'huile de noix). Le rendement en huile variait selon la qualité des noix (les noyaux) et leur teneur en humidité. Si sec le rendement augmentait, sinon il chutait (pas seulement à cause du poids en eau inutile). L'épaisseur du mélange dans la pierre en creux (avec le rôle de la raclette) était de 1 cm

On pouvait faire deux passages avec la même pâte : donc avec deux chauffages, ce qui permettait de récupérer un volume d'huile complémentaire. La 1ère pressée avec 15 kg de noyaux donnait 6 à 7 kg d'huile. La seconde avec 30 kg donnait 4 kg d'huile de même qualité.

L'huile de noix non chauffée devait être travaillée 2 à 3 fois. Avec la chauffe (pour enlever l'humidité) le travail était plus rapide.

-gruau (blé grué) :

On mettait dans la pierre creuse des grains et de l'eau selon la bonne proportion : pour 45 kg de blé, 2 litres d'eau (au delà cela fait de la "soupe").

-blé grué : 45 kg pendant 1h15

-orge grué : 35 kg pendant 2 à 2h15

Si l'eau était chaude l'enveloppe des grains se détachait plus aisément.

LES MACHINES DU MOULIN DES AYES

Les machines citées dans les textes

1518, milieu du XVIIIe, 1780, 1784, 1809, 1867 : moulin

1822 : moulin et *grouard* (*gruoir*)

1858 : moulin et battoir (à chanvre)

Les machines présentes dans le moulin au XXe siècle

Dans le moulin des Ayes, la liste des machines utilisées durant les stades "*mouture à l'anglaise*" puis "*mouture aux cylindres*" est la suivante (tableau et dessin) :

machine	étage	marque	datation	usage	puissance consommée (cv)
<i>Mouture à l'anglaise</i> (roue hydraulique et machine à vapeur)					
trieur	1er	Lhuillier (?)	XIXe	nettoyage des grains	(?)
meules	RC	/	XIXe	broyeur à grains	(1,3 cv x 2)
blutoirs	1er	/	XIXe	tamis	(?)
<i>Mouture aux cylindres</i> (roue hydraulique et moteurs électriques)					
broyeur	RC	Olympia Bac Firminy	XXe	céréales pour les animaux *	4
broyeur ++	RC	Lafon Philippe à Tours	XXe	idem	?
cylindres**	1er	O. Meyer et Cie Slothurn (Suisse)	1937	farines (broyeur)	+
planchister	2eme	O. Meyer et Cie Slothurn (Suisse)	1937	farines (tamis)	+
trieur	2eme	les gendres de Lhuillier (Dijon)	fin XIXe	triage, nettoyage	+
circulation des produits	RC à 2eme	/	1937	/	+
<i>Au XIXe et au XXe</i> (roue hydraulique)					
pierre à gruer métallique	salle à part	/	début XXe	blé grué, trèfle	(2)
<u>Huilerie :</u>					
pierre à noix en creux	RC	/	courant XIXe	cerneaux	(2)
presse	RC	A. Bouvier Grenoble	1883	cerneaux-huile	(?)
fourneau	RC	/	courant XIXe	chauffage des cerneaux	néant
<u>Machine disparue</u>					
batteuse à blé	hangar	/	début XXe	blé battu	(3,5)

+ : toutes ces machines, qui devaient fonctionner ensemble, demandaient 8 cv.

++ : ce broyeur est un vieil appareil à cylindres cannelés utilisé comme simple broyeur

* : blé, maïs, avoine, orge

** : le même carter contient d'un côté les cylindres cannelés et de l'autre les convertisseurs)

Les machines

Quelques caractéristiques des machines du moulin

En sous sol : néant

En rez-de-chaussée :

Broyeur Olympia avec un moteur électrique spécifique de 4 cv

La plateforme du beffroi qui supportait les vieilles paires de meules. Il ne subsiste plus qu'une *archure* (de forme ronde : diamètre de 1,60 m et hauteur de 0,16 m) et une de ces meules encastrée dans un mur de l'atelier, coté *serve*.

Un régulateur à boules

Dans le local de l'huilerie, se trouve une pierre à gruer avec son meuleton pour écraser les cerneaux de noix. La cuve est en pierre et l'ensemble date du XIXe siècle. Son diamètre de 1,96 m n'est pas exceptionnel puisque dans la région certaines pierres en creux atteignent 2,60 m de diamètre (il est même question d'une telle machine de 4 m de diamètre au moulin brûlé dans la vallée de l'Hien – voir les deux tableaux suivants).

Les autres machines sont un fourneau à bois en briques surmonté d'une poêle à chauffer le pâté de cerneaux retourné par un malaxeur automatique et une presse hydraulique. Cette poêle cylindrique a 0,81 m de diamètre pour 0,16 m de profondeur. Elle comprend un excentrique (jouant le rôle d'un ensemble bielle-manivelle) qui par un mouvement linéaire alternatif pompe de l'huile pour mettre en pression le circuit de la presse. Cette dernière comprend deux cylindres (à section carrée) avec un fond mobile (relié au circuit d'huile sous pression). Un tiroir permet d'introduire puis d'extraire le pâté de cerneaux chaud après usage. Cet ensemble imposant, daté de 1883, est peu fréquent.

A coté du meuleton, un second broyeur existe. En fait c'est un appareil ancien destiné à servir de cylindres cannelés et qui a été probablement acheté en second main et utilisé comme simple broyeur.

Au premier étage :

Cet étage, outre des silos et des ensacheurs, comprend la machine avec les cylindres échangeant des matières avec le planchister situé à l'étage au dessus. D'un coté (est) se trouve un couple de cylindres lisses ou convertisseur et coté ouest un couple de cylindres cannelés (B pour broyeur).

Au second étage :

Il comprend le trieur, avec son cadre en bois, est équipé de cylindres tournants avec de petites alvéoles borgnes dans lesquels transitent les grains sales au début du circuit puis propres à la fin. On élimine ainsi les pierres, les grains étrangères dont les toxiques.

Enfin le planchister (tamis perfectionné à tiroirs) permet de séparer les divers éléments de la boulange. Ils peuvent retourner soit aux cylindres cannelés d'où ils sont issus, soit vers les cylindres lisses. En fin de travail on a ainsi séparé les diverses farines et le son. Il y a deux planchister oscillants, l'un (B) pour traiter les produits issus des cylindres cannelés, l'autre (C) pour traiter les éléments issus du convertisseur.

Pièce annexe quasiment au niveau du premier étage :

Il existe une pierre à gruer équipée de son meuleton. Utilisé pour le blé grué, la cuve est métallique. Elle est conforme à ce qui est présenté dans les catalogues des constructeurs de la fin du XIXe, début du XXe siècle.

Hangar :

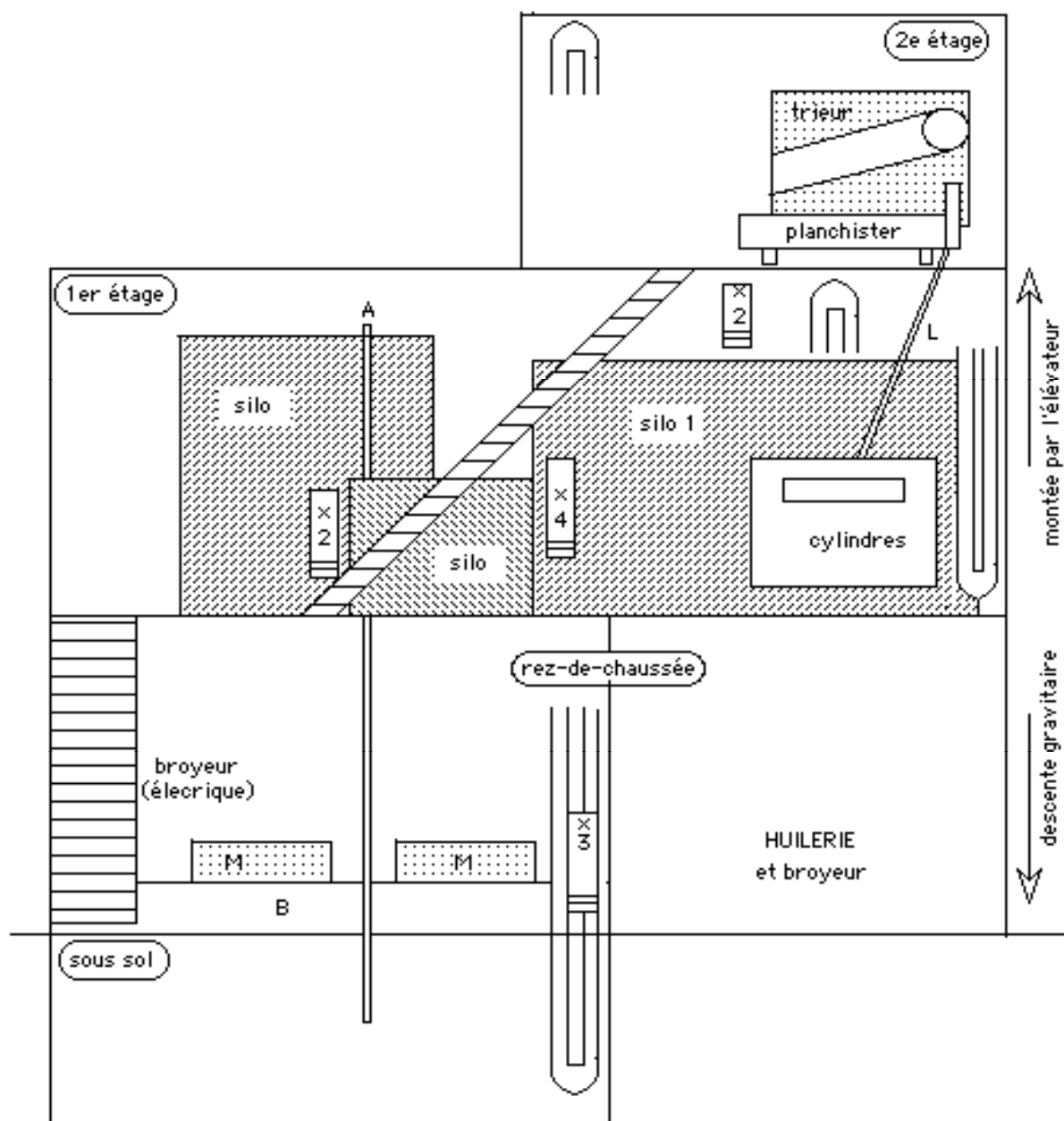
Une batteuse à blé (très probablement celle installée à la fin des années 1850) existait dans le hangar. Construite en bois, elle était encastrée dans le plafond du rez-de-chaussée (voir le dessin dans le paragraphe “ bâtiment disparu : le hangar ”). On chargeait les épis en haut au premier étage et on récupérait les grains en bas.

Les premières, fréquemment entraînées par un moteur hydraulique et placées sous un abri, apparaissent dans la région au début des années 1850, suite à la réalisation d'un type nouveau de machine plus performante.

Le dessin suivant, schématique, montre l'emplacement des machines dans le bâtiment.

Les autres montrent la “ pierre à gruer ” du moulin à huile et celle métallique du gruoir.

Les deux tableaux permettent de comparer les dimensions de la pierre à gruer et son meuleton avec ceux des autres moulins.



L : liaisons planchister 1 et cylindres cannelés et planchister 2 et cylindres lisses

A : axe de transmission de l'énergie du sous sol vers les étages

B : beffroi

M : vieilles paires de meules et archures

silo 1 : stockage du blé non trié

x 4 : ensacheur des farines basses et des sons

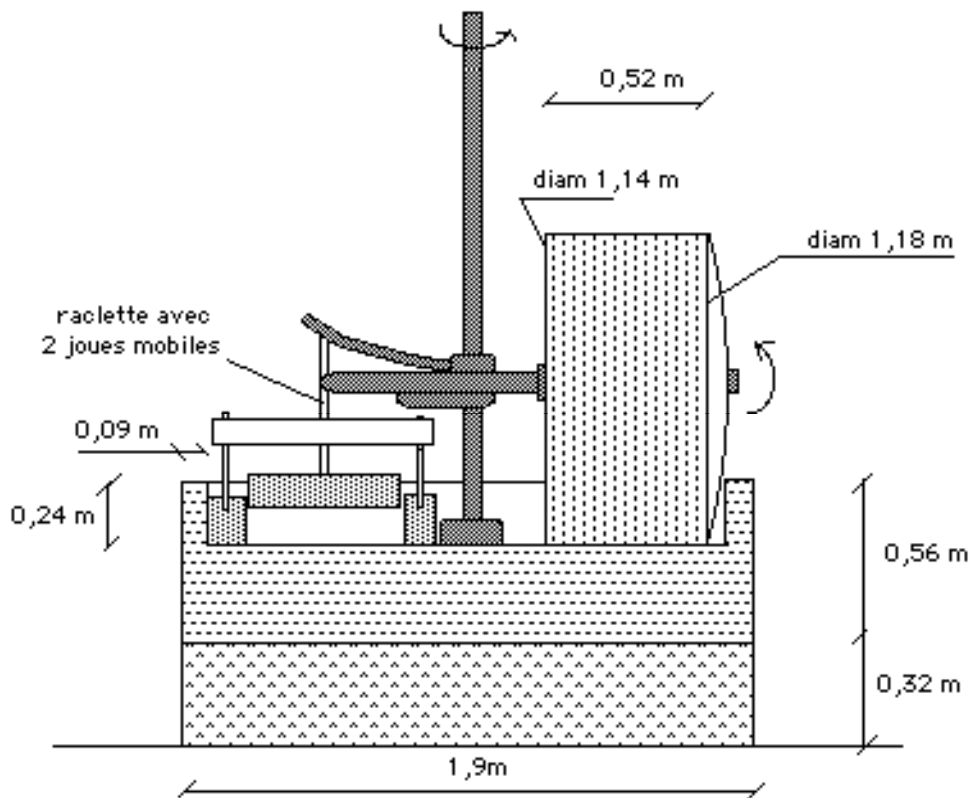
x3

ensacheur
(poche)





élevateur
à godets

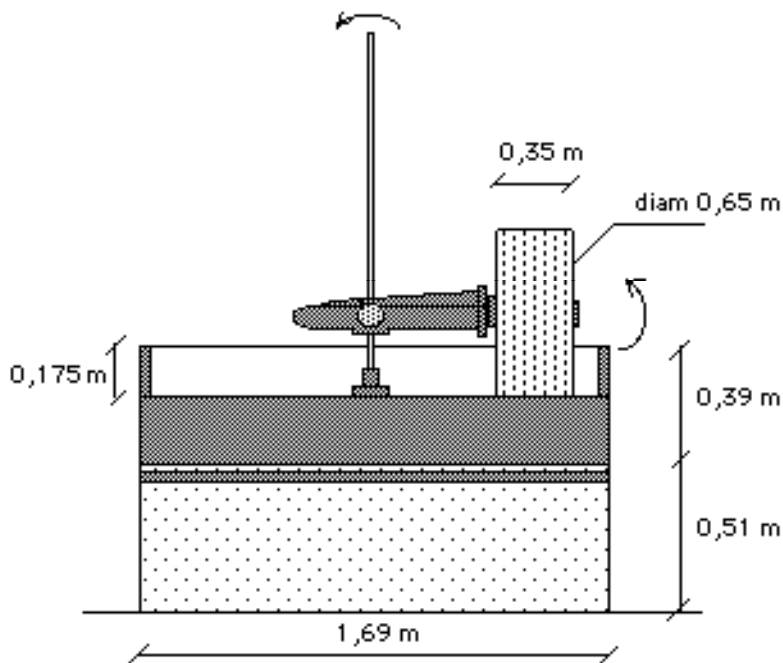
MOULIN DES AYES - CROLLES
EMPLACEMENTS SCHEMATIQUES DES MACHINES

A. Schrambach 2005

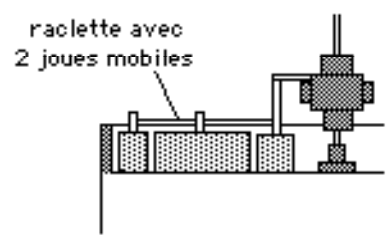


HUILERIE
 "PIERRE A GRUER" = pierre en creux et meuleton

-  béton
-  calcaire
-  calcaire
-  métal



GRUOIR
 "PIERRE A GRUER" = pierre en creux et meuleton



A. Schrambach 2005

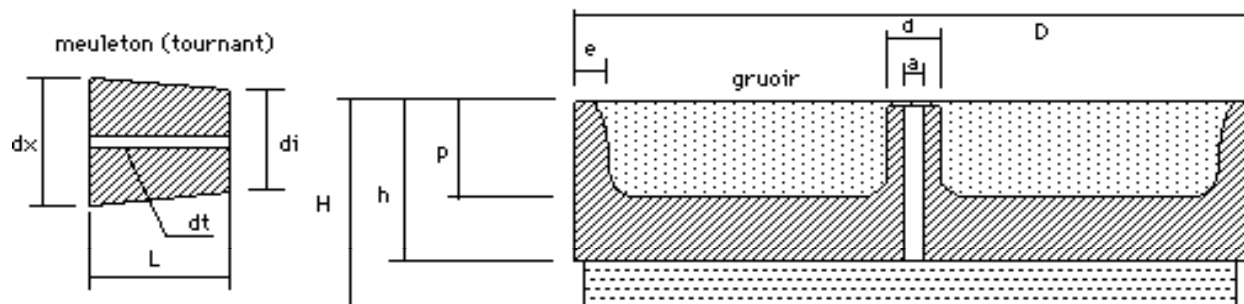
	dimension en centimètres			BASSIN du LAC de PALADRU								FURE	
	AINAN			HAUTE BOURBRE			de PALADRU						
	30	50	165 *	30	160	190	50 **	100	180	200	200 ***	180	190
MEULE							1766						
diamètre D	226	210	245	240	200	160	231	262	244	239	168	(200)	(200)
hauteur H	83	63	92	79	55	/	35	83	80	82,5	/		
hauteur h	54	63	50	51	38	/	35	47	37	34	38		
profondeur p	23	30	25	13	/	/	20?	31	18,5	16	14,5		
épaisseur e	12,5			12	12	15	14	14,5	12	11	10		
ratio h / p	2,3	2,1	2,0	3,9	/	/	1,75	1,5	2	2,1	2,6		
diamètre d	44	46		47	/	/	20	17	49	38	30		
diamètre a	28			9	>6	/	12	/	carré 7	55	6		
poids (kg)		3450	3600	4600	/	/	/	/	/	8	/	/	/
MEULETON													
diamètre dx	69	73	70	88	67	55	70	95	90	73	néant		
diamètre di	53	53	50	80	50	45	60	95	80	64	néant		
longueur L	57	60	70	51	60	57	65	50	44	72			
diamètre dt	/	7		13	/	6	15	/	/	6			
nb de meuletons	1	1	1	1	1 et raclette	1	1	1	1 et raclette	1		néant	néant
ratio dx / p		2,4	2,8	6,8	/	/	3,5	3,0	4,9	4,6		/	/
ratio dx / di		1,4	1,4	1,1	1,3	1,2	1,2	1	1,1	1,1			

* = avec une inscription 1830 ** = avec une inscription 1766

(200) = valeur approximative

tous les meuletons et meules sont en calcaire monolithique mais les textes citent un gruoir avec le bord en planches et le fond en caillasse maçonnée (moulin de la Cote d'Ainan vers 1820 - site 80)

AINAN site 30 = sous Biliou site 50 = moulin de l'Arsenal ; site 165 = moulin du pré de la Roche
 HAUTE BOURBRE site 30 = moulin de Chabons (les Barils) ; site 160 = moulin Commandeur ; site 190 = moulin Gentil au Gaz
 FURE site 180 = moulin neuf Carlet à Réaumont ; 190 = moulin vieux à Réaumont
 PALADRU site 50 = moulin de Rozey ; 100 = huilerie de Valencogne ; 180 = huilerie Vittoz (Le Pin) ; 200 = moulin Bret (Le Pin) ; 200 *** XVIIIème ?



VALLEES DE L'AINAN, DE LA HAUTE BOURBRE, DE LA FURE – BASSIN DU LAC DE PALADRU

Les gruoirs et les pierres des huileries

17/3/2001

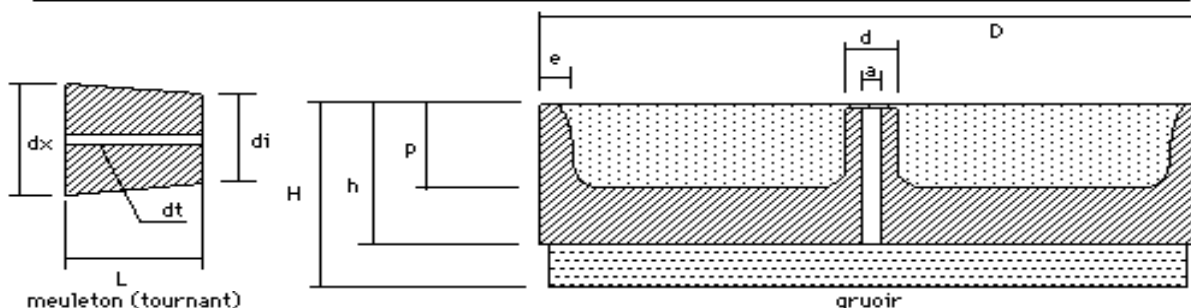
A. Schrambach

dimensions en centimètres											
	HIEN							MORGE			
	H435	H437 *	H320	H80	H100	H110 *	H120 **	H120 **	M420 ***	M15	M157 *
MEULE	1795										
diamètre D	250	180	245	215	260	210	190	400	230	245	240
hauteur H	/	80	/	/	74	65	/	/	/	/	/
hauteur h	>20	30/43	40	34	36	33	75	80	63	70	72
profondeur p	13	7	15	12	12	19	/	/	25	40	20
épaisseur e	10/14	9	12	11	13	12	/	/	10	15	12
ratio h / p	/	4,3/ 6,1	2,6	2,8	3	1,7	/	/	2,5	1,7	3,6
diamètre d	48	40	40	45	48	36	/	/	89		46
diamètre a	/	9	/	25	8	>8	/	/	/		7
poids (kg)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/	/
MEULETON											
diamètre dx	90	100	65	87	97	83	/	/	/	68	102
diamètre di	58	82	50	68	70	72	/	/	/	63	90
longueur L	75	44	66	>45	70	52	/	/	/	64	48
diamètre dt				/	15			***		25	5
nb de meuletons	1	1	1	1	1	1	/	/	/		1
ratio dx / p	6,9	14,3	4,3	7,2	8,1	4,4	/	/	/	1,7	5,1
ratio dx / di	1,55	1,22	1,3	1,28	1,4	1,15	/	/	/	1,07	1,13

tous les meuletons et meules sont en calcaire monolithique mais les textes citent un gruoir avec le bord en planches et le fond en caillasse maçonnée (moulin de la Cote d'Ainan vers 1820 - site 80)

HIEN site H435 = moulin Giroud ; site H437 = moulin à huile ; site H320 = moulin Argoud ; site H80 = moulin Gilbert ; H100 = moulin Bonin ; H110 = huilerie Billiard ; H120 = moulin brûlé
MORGE site M15 = moulin Billon-Grand ; site M420 = moulin Riondet ; M157 = moulin Barnier (fond métallique)

* avec une raclette ** meules détruites *** sans meuleton



VALLÉES DE L'AINAN, DE LA HAUTE BOURBRE, DE LA FURE, LE BASSIN DU LAC DE PALADRU DE L'HIEN, ET DE LA MORGE

03/02/2004

Les gruoirs et les pierres des huileries

A. Schrambach

Les deux tableaux précédents montrant diverses pierres à gruer étudiées entre 1993 et 2005 permettent de déterminer l'importance des deux machines du moulin des Ayes.

Avant les années 1790

Lorsque l'abbaye était fonctionnelle, elle était autosuffisante et les meuniers faisaient partie du monastère : "*un moulin à huile et un moulin à grains avec sa propre cour et le logis des converts qui en étaient chargés*".

Au XIXe siècle

A partir des années 1790, le moulin devint un atelier privé avec fréquemment un propriétaire et un meunier qui était simplement locataire.

On connaît les noms de quelques propriétaires-meuniers (on ne peut faire la distinction) :

1822 : Caillat Antoine (meunier ou propriétaire ?)

1867 : Moyet (propriétaire)

Des années 1880 à la fin du XXe siècle

Au XXe siècle, d'après madame Gabert Andrée, les personnes qui travaillaient au moulin, excepté un domestique, étaient toutes membres de cette famille. Il y avait le père, la mère, le fils, la fille et durant la guerre de 1939-45, la grand mère.

Avant cette guerre et après, le travail de meunerie ne se faisait que le jour. Pendant la guerre, l'activité se maintenait 24 heures sur 24. En particulier l'huilerie, qui d'habitude ne tournait qu'en hiver, était mobilisée pratiquement toute l'année (avec des camions d'oléagineux qui arrivaient aux Ayes, envoyés par la ville de Grenoble) (AG).

Le métier de meunier n'était le seul pratiqué. En effet le moulin était accompagné de 4 à 5 hectares mis en culture par le meunier Gabert. Pour cela, dans le hangar (le long de la rue) attenant à l'ancienne dépendance de l'abbaye qui lui servait de logement (là où madame Gabert Andrée est née au premier étage en 1925) se trouvait une écurie pour les chevaux (pour la charrue et les transports de grains et de farines des clients) et un hangar pour les charrettes. Il y avait également un élevage de poules et de cochons.

Les clients entre 1937 et 1958, outre les villages de Crolles et de Bernin, résidaient à St Nazaire, St Ismier, Pontcharrat etc. Les moulins voisins (Tencin et Lumbin) étaient peu actifs.

Le point faible du moulin était les très faibles débits durant les basses eaux. Ainsi en 1809 : " *M. (?) a observé que tous ces moulins sont loin d'être continuellement en activité, d'un côté les moutures sont insuffisantes et d'autres les eaux manquent la majeure partie de l'été et souvent en d'autres saisons : comme aussi, il est très rare qu'ils puissent mouvoir tous ensemble*". (ADI 7 S 1/1, 15 février 1809 signé par Le Maire).

On peut par le calcul vérifier les affirmations relatives à ces difficultés de fonctionnement, issues des textes et des déclarations des personnes connaissant bien le moulin.

* Ressources en eau

Les ressources en eau sont constituées par le ruisseau de Craponoz qui provient du massif de la Chartreuse et par les sources alimentées par le même massif. Si ces dernières n'ont pas été identifiées (mais leurs apports sont très probablement réduits), le ruisseau est mieux connu.

Le ruisseau de Craponoz

Les crues pouvaient être violentes : vers 1663 "*Le torrent (de Craponoz) qui sépare la communauté (de Crolles) de celle de Bernin est si impétueux, dans les temps de grande pluie et de dégel, qu'il répand sur les fonds des habitants des pierres et des graviers ; il a dévasté plus de 50 sesterées et si on n'y fait pas promptement un canal pour en contenir les eaux, une partie de la communauté, et en particulier, les bâtiments du monastère royal des Ayes sont en danger d'être bientôt emportés*" (d'après : Michel Marie-Renée Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnecombe, les Ayes. Opus 1988 page 272). Mention également en 1812.

A noter que le ruisseau de Craponoz, n'étant pas à l'époque corrigé par des seuils en béton le long de son lit (comme de nos jours) transportaient de nombreux rochers, galets et graviers. De ce fait le lit encombré par ces épandages de caillasses, n'était pas bien délimité et calibré comme de nos jours. Ces nappes de cailloux se disposaient en éventail à la sortie de la montage dès que la pente chutait. Les simulations hydrauliques effectuées par Sogreah, montrent que de nos jours avec un lit bien marqué les crues débordent aisément. Autrefois avec un lit peu encaissé, cela étaient pire.

Hydrologie de surface :

- Les crues du Craponoz (ou ruisseau de Bernin) et le bassin versant

surface du bassin : 925 hectares (soit 9,25 km²)

géologie : coupe de la falaise au dessus de Crolles

et

à la base : éboulis et cône de déjection sur calcaires du Séquanien du Kimméridgien inférieur.

au dessus : calcaires du Kimméridgien supérieur.

puis calcaires du Tithonique inférieur (calcaires massifs)

au dessus, calcaires lithographiques et fausses brèches du Tithonique supérieur.

à Saint Pancrasse (sur la terrasse supérieure) : Barroisien sous alluvions glaciaires.

débits de crue (d'après l'étude SOGREAH) :

fréquence de retour	débit (m ³ /s)
Q10	10
Q20	12
Q30	13
Q50	15
Q100	18

L'étude Sogreah a montré l'importance des inondations par débordements des fortes crues du Craponoz (éventuelle cause de destruction du vieux moulin et de sa *serve* ?).

- Les basses eaux du ruisseau du Craponoz

Les débits durant les basses eaux (étiage) étaient très faibles et par la même insuffisants pour le moulin et sa roue hydraulique. Pourquoi ?

Mesures de débit dans le Craponoz

De façon à disposer de valeurs des débits d'étiage, nous avons mesuré les débits du ruisseau sur 4 seuils artificiels (ouvrages correctifs de la pente longitudinale du lit). La campagne de mesure s'est échelonnée sur 17 jours durant la seconde quinzaine de mai 2005 (une période sans crues).

Seuls les débits mesurés sur les deux seuils amont ont été retenus. Les seuils aval, trop irréguliers, n'ont pas donné de résultats cohérents permettant de construire une droite de tarissement.

dates	déversoir extrême amont *	déversoir amont **
	l/s	l/s
13 mai 2005	67	64
19 mai 2005	64	62
25 mai 2005	51	47
27 mai 2005	47	46
28 mai 2005	35	43
29 mai 2005	30	36

* dernier seuil en amont du réservoir d'eau semi enterré

** premier seuil au droit de la 1ère maison en rive droite

DEBITS MESURES DANS LE RUISSEAU DU CRAPONOZ
EN BASSES EAUX

A. Schrambach 2005

En basses eaux, le ruisseau se comporte comme une source et les débits représentant la vidange des nappes d'eau souterraine peuvent obéir à un loi bien définie. Ainsi en coordonnées semi logarithmiques (temps écoulé en coordonnées linéaires, débits en coordonnées logarithmiques) ils s'alignent selon une droite. La pente est le coefficient de tarissement (caractéristique du bassin versant) et on peut calculer les volumes d'eau écoulés durant cette période.

seuil de mesure	débit maximum (l/s) au début	débit minimum (l/s) à la fin	coefficient de tarissement	volume d'eau écoulé (m3)
extrême amont* et amont**	64	36	0,069	42648
au centre ***	70	46	/	/
extrême aval ****	59	29	/	38608

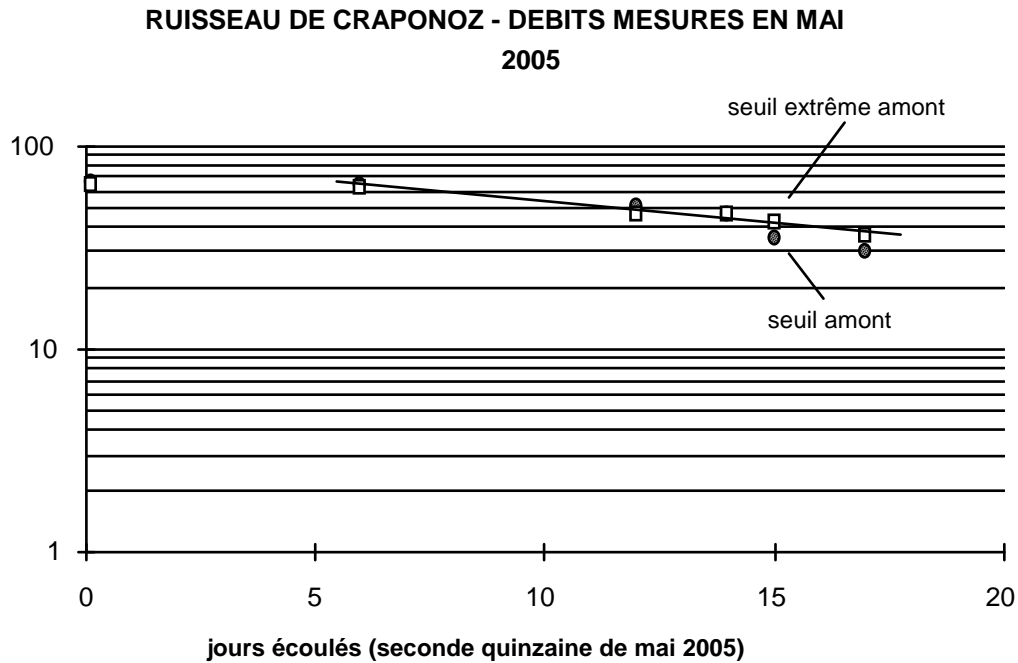
* seuil en amont du réservoir (au dessus du château)

** seuil le long de la 1ère maison le long du lit (rive droite)

*** seuil à 10 m à l'aval du pont de la route de Grenoble

**** seuil à l'aval de la 1ère passerelle après le pont

Les débits d'étiage sont très faibles (les mesures relevées au seuil situé à l'aval immédiat du pont de la route de Grenoble, sont systématiquement plus élevées - mais faiblement - et n'ont pas été retenues).



Ce graphique montre que les débits s'alignent sur une droite (aux erreurs de mesure près) ce qui signifie que les écoulements sont naturels. Toutefois il est possible qu'en 2005, certaines sources soient captées en amont : cela entraînerait un débit réel un peu plus soutenu autrefois.

A titre de comparaison, le tableau suivant présente des valeurs de coefficient de tarissement mesurés récemment dans des bassins versants situés autour du lac de Paladru (extrait d'une étude sur les sources du Réaumont, affluent de la Fure – voir la bibliographie).

ruisseau	coefficient de tarissement		Kh (m/s)	Se (%)
	stockage faible forte décroissance des débits	stockage important faible décroissance des débits		
poudingues du Miocène dans le Voironnais				
Touvat		0,00131	$2 \cdot 10^{-4}$	9
source Touvat 2		0,0008		
Réaumont 1		0,003		
Réaumont 2		0,0039		
Taille		0,0124		
formations de la Chartreuse flanc oriental				
Craponoz	0,069			
Charmeyran	0,0376			

COMPARAISON DES COEFFICIENTS DE TARISSEMENT
CALCULES DANS PLUSIEURS PETITS BASSINS VERSANTS

A. Schrambach 2006

Les mesures réalisées sur les deux premiers seuils sont cohérentes. Celles sur le 3ème seuil sont systématiquement supérieures aux précédentes. Enfin, celles sur le dernier seuil sont les plus faibles.

Le volume perdu entre le premier seuil et le dernier (distants de 1600 mètres) est de 9,5%.

Ce chiffre pourrait correspondre au volume infiltré dans le cône de déjection du torrent constitué de matériaux plus perméables que les calcaires du Kimméridgien situés dessous. Lors de ce tarissement, les débits décroissent et la largeur du lit mouillé aussi. Avec une largeur de lit mouillé moyenne de 2 mètres sur 1600 mètres, la surface de lit mouillée est de 3200 mètres carrés soit une perte de 1,26 mètres cubes d'eau par mètre carré en 11 jours ou 115 litres/jour et par m² (en supposant que le lit est infiltrant sur toute cette distance).

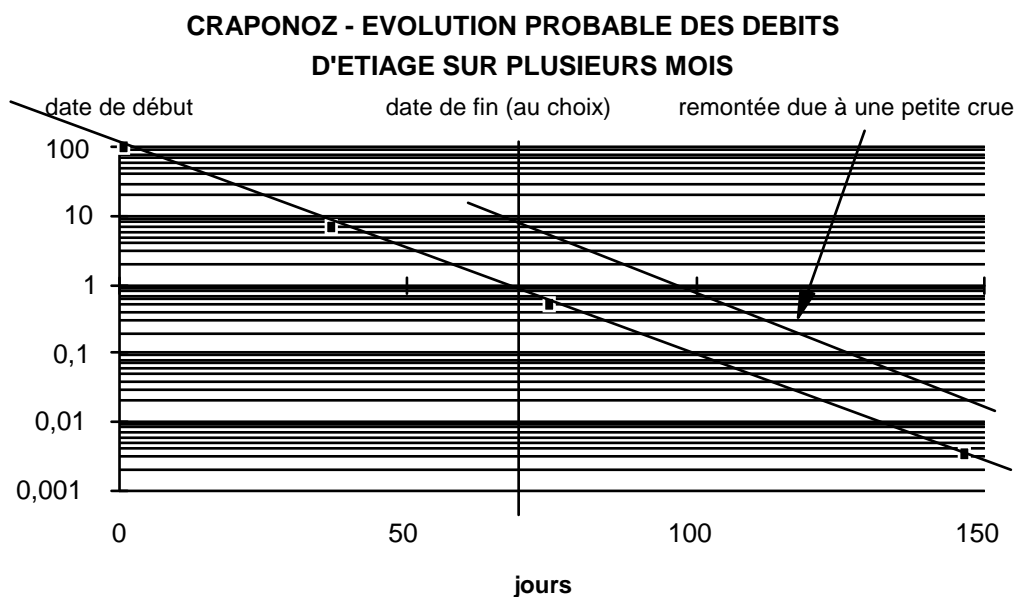
D'une manière générale, les faibles débits et volumes d'eau écoulés, la décroissance rapide des débits et par la même le coefficient de tarissement élevé correspondent à des réserves d'eau souterraine très réduites.

Il faut remarquer qu'en 1817 (cadastre napoléonien) en rive gauche (coté Crolles) les trois canaux de dérivation des eaux qui se succédaient de l'amont vers l'aval, avaient tous une prise d'eau située entre le second site de mesure et le troisième (ils alimentaient, en cascade - donc en série - huit ateliers dont le moulin des Ayes). Ces pertes étaient connues et on essayait de minimiser leur rôle néfaste.

* Prévision des débits d'étiage

Les données précédentes et en particulier la courbe de tarissement (linéaire en coordonnées semi logarithmiques) permettent de tracer une droite représentant l'évolution probable des débits de basses eaux (non perturbées par de petites crues) sur une période très longue. C'est ce que montre le graphique suivant (toutefois il aurait fallu mesurer les débits sur une très longue période pour s'assurer que la loi de décroissance est constante sur cette période ce qui n'est pas obligatoirement le cas).

La droite commence avec un débit de 100 l/s. En effet on peut admettre qu'autrefois, outre les débits actuels du ruisseau, il y avait ceux de sources actuellement captées qui s'y additionnaient.



On constate que si le début de la période considérée est le 1er juin (par exemple) et le débit de départ de 100 l/s, le débit du ruisseau chute à 1 litre par seconde très rapidement vers le 70^{ème} jour (donc courant juillet).

Les ressources en eau durant les étiages étaient donc très faibles et rapidement nulles. Dans la réalité il faudrait introduire les crues intermédiaires qui auraient pour effet de décaler la droite de tarissement vers le haut, accroissant ainsi la durée. C'est ce que montre la seconde droite tracée sur le graphique (à titre de démonstration).

Les témoignages vont dans le même sens :

-Témoignages anciens : d'après deux anciens textes :

En 1791 un texte est explicite : « *Au levant et en dehors de l'enclos, sont deux petits moulins qui ont été construits à neuf depuis peu de temps ainsi qu'un petit bâtiment qui les renferme, couvert de tuiles creuses . Mais les eaux destinées à donner de l'activité à cet artifice sont en petit volume et ont peu de pente et l'on nous a assuré que ces moulins peuvent à peine moudre le grain nécessaire pour l'usage du monastère* » (ADI Q 138 dossier 100 du 9 mars 1791)

En 1809 : "M.(?) a observé que tous ces moulins sont loin d'être continuellement en activité, d'un côté les moutures sont insuffisantes et d'autres les eaux manquent la majeure partie de l'été et souvent en d'autres saisons : comme aussi, il est très rare qu'ils puissent mouvoir tous ensemble". (ADI 7 S 1/1, 15 février 1809 signé par Le Maire).

-Témoignages récents : d'après trois riverains, en août 2003 (forte canicule), le débit était inférieur à 5 l/s au seuil amont (valeur estimée).

-D'après les mêmes, au point de mesure à l'extrême amont, le ruisseau n'est jamais à sec, contrairement à ce qui se passe au pont de la route nationale. Le rôle des infiltrations dans le cône de déjection est ainsi mis en évidence.

Par ailleurs :

-Le calcul (approximatif) du débit du vieux *béal* issu du ruisseau situé dans un jardin donne une valeur maximum de l'ordre d'une centaine de litres par seconde.

-Le calcul du déversoir (surverse) de la *serve* du moulin (placé contre la maçonnerie de la *bonde* de vidange) donne un débit maximum de 85 l/s.

Durant les siècles où l'abbaye était fonctionnelle, les conditions climatiques étaient celles du Petit Age Glaciaire. Les hivers rigoureux étaient fréquents et les chutes de neige importantes, pouvaient se présenter tard dans l'année. C'est ce que montre le tableau suivant.

LE PETIT AGE GLACIAIRE EN DAUPHINE

années	neige		récolte de bled
	début	fin	
	de l'année		
1740	*	*	
1747			--
1748		*	-
1749		*	--
1751	*	*	-
1752		*	+
1753			-
1754			++
1755	*	*	
1756		*	-
1757	*		-
1758	*	*	--
1763		*	--
1764			++
1765			--
1766	*		--
1767	*		
1768			++
1769		*	-
1770			+
1771	*		

++ très bonne récolte
+ bonne récolte
- récolte médiocre
-- très mauvaise récolte

D'après le journal de la paroisse de Saint Pierre
(près de Moirans)

Outre les répercussions sur les récoltes, cette couverture nivale soutenait les débits du ruisseau lors de leur fonte. Dans ces conditions les débits très faibles devaient être moins fréquents que de nos jours. Cet épisode de froid - qui avait commencé dans les années 1400 - a duré jusqu'au milieu du XIXe siècle.

Dans tous les cas de figures, l'alimentation en eau des ateliers était précaire et il fallait recourir à deux procédés :

-la succession des ateliers en cascade, c'est à dire travaillant tous avec le même débit (sans gêner le suivant) correspondant à sa valeur maximum.

-la pratique de l'*éclusage*, de préférence pour ceux situés à l'aval (dont le moulin des Ayes).

* Gestion hydraulique du moulin des Ayes

La seule source énergétique, pendant longtemps, ayant été celle fournie par l'eau, la gestion de l'eau à une implication directe sur celle du moulin. A l'aide des données chiffrées précédentes on peut calculer les conditions hydrologiques et leur répercussion pour le moulin.

Il fallait gérer l'eau pour que le débit envoyé sur la roue soit le plus proche possible de celui donnant la puissance nécessaire à l'entraînement des machines. Le graphique suivant montre la corrélation débit - puissance du moteur (on notera l'accroissement de puissance à l'issue du changement de roue).

Le texte suivant est extrait de l'étude générale sur les vieux moteurs, citée en bibliographie.

Remarque générale : puissance disponible au niveau des machines entraînées

Il ne faut pas confondre le rendement au niveau de l'arbre de couche, ou de son axe, de la roue (du au mauvais rendement hydraulique de la roue et au mauvais rendement mécanique de la roue proprement dite en particulier au niveau du *turillon* ou de l'axe au contact avec le coussinet) et celui au niveau de l'outil ou de la machine entraîné. Ceci est valable pour tous les types de moteurs, hydrauliques ou non.

Il faut diminuer entre les deux, les pertes au niveaux des pièces en rotation (frottements), des engrenages etc. Ces pertes par frottement sont d'autant plus grandes que la roue hydraulique est rapide, que les parties mobiles en contact sont en matériaux mal adaptés et surtout de formes primitives et que la lubrification est imparfaite (autrefois on utilisait - jusqu'aux années 1940-50 - de la graisse noire de porc).

Les pertes les plus importantes sont au niveau des étages d'engrenages. Il faut distinguer les cas suivants :

-roues à entraînement direct : ce sont les roues dont l'axe est parallèle (et en fait commun) avec celui de la machine. Il n'y a pas d'engrenages. Il s'agit par exemple des *rouets* qui entraînaient les paires de meules ou des roues à axe horizontal, ces dernières mouvant des cames (martinets de forge, maillets de moulin à papier).

-roues à entraînement indirect : c'est le cas le plus général mais on peut faire des distinctions.

-*vieille roue reliée à une machine unique et proche* : ce sont les mécanismes qui utilisaient les alluchons et les lanternes en bois (essentiellement pour assurer un changement de direction des axes énergétiques à 90°). Ce type d'engrenage primitif avance par chocs successifs car la liaison entre les dents est des plus sommaire et la perte d'énergie peut atteindre 25 à 30%. C'est le cas des *piloirs à grains* à axe horizontal entraînés par une roue à axe vertical (*rouet*).

-*roue reliée à une machine unique ou à plusieurs machines par des étages d'engrenages* : comme cela implique une roue plus puissante donc plus moderne que les précédentes, les engrenages étaient plus évolués : roue en fonte et dents en bois durs (il faut noter que les roues équipées de dents en bois - gaïac, charme, hêtre - furent utilisés fréquemment lorsque la vitesse était supérieure à 3 mètre par seconde et que l'on recherchait un système silencieux). Le rendement est meilleur mais il décroît avec l'accroissement du nombre d'étages ou de couples d'engrenages successifs.

-roue reliée à plusieurs machines éloignées du moteur ou les unes des autres (cas des usines de tissages). Outre les étages d'engrenages (parfois tout en fonte mais avec des dents mal étudiées) on utilisait les poulies plates (en bois ou en fonte) et les courroies plates (en tissu ou en cuir). Là encore la chute du rendement est variable selon le dispositif sachant que les transmissions par courroies sont moins efficaces que les engrenages.

En règle générale, plus le système est vieux et complexe et plus le rendement chutera, jusqu'à 30% sinon plus. Une valeur de 10/15% est un minimum.

A titre indicatif, au sujet des engrenages droits modernes (les plus proches de ceux utilisés dans les systèmes anciens les plus récents) : " ... *Le rendement diminue lorsque l'angle de pression (au contact entre les deux roues dentées) augmente. Il est moins bon à 20° qu'à 14°30. Il y a intérêt à augmenter le nombre de dents et diminuer le module dans les conditions compatibles avec la résistance. Pratiquement, on admet un rendement de 95% (soit 5% de perte), on atteindra 98% (2% de perte) avec les engrenages rectifiés ...*" et ceci pour des engrenages modernes !

Pour les vieux mécanismes, on peut citer les roues en bois du type "en dessous" de la station de pompage de Marly qui remontaient l'eau de la Seine pour arroser le parc du château de Versailles. Construites en 1678-85, leur puissance nominale était de 700 CV dont uniquement 150 étaient effectivement disponibles. Ceci conduit à une perte de puissance de 80%.

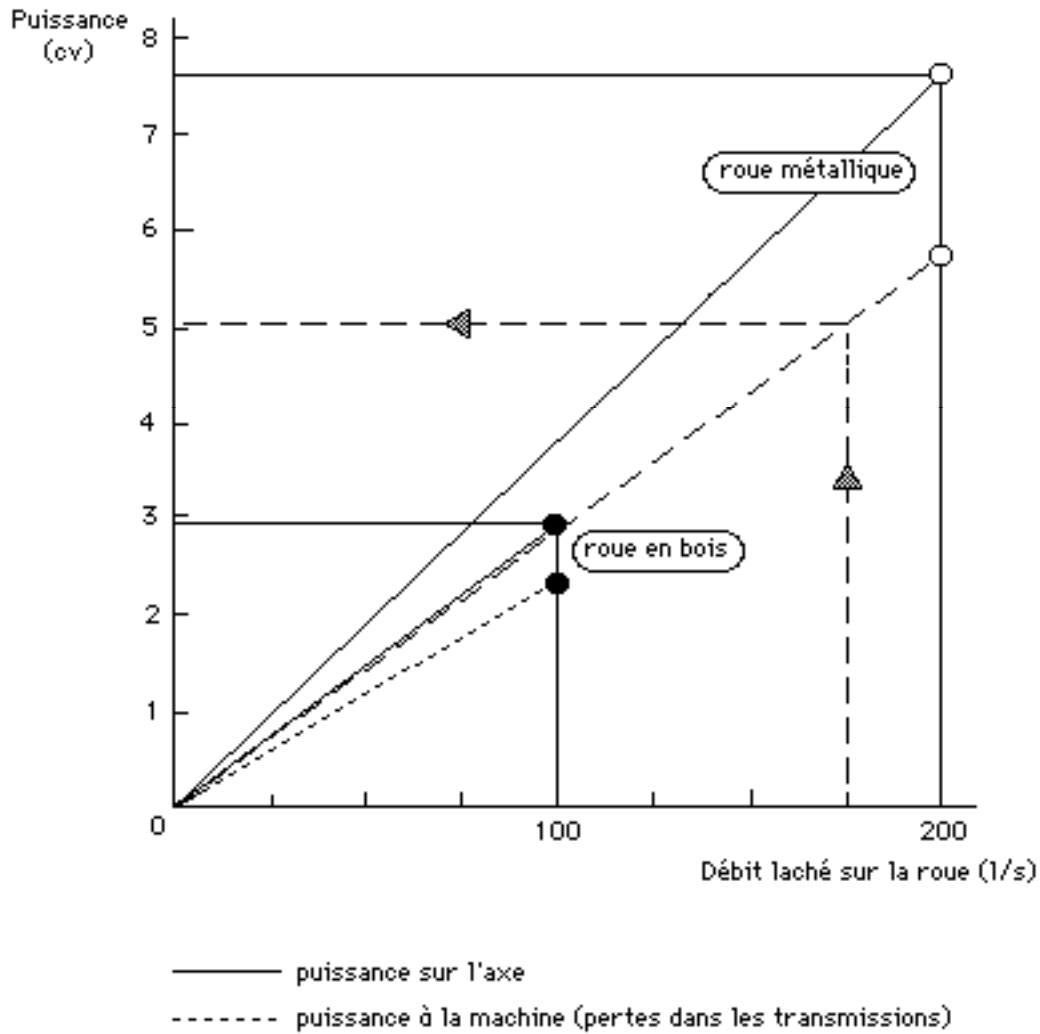
(extrait de l'étude suivante citée en bibliographie " Schrambach Alain Les roues, les turbines hydrauliques et autres moteurs (moteurs anciens). Les machines qu'ils entraînent".

Le graphique suivant montre :

-la relation entre la puissance disponible et le débit disponible lâché sur la roue et la puissance résultante

-la différence de puissance sur l'axe du moteur et sur l'axe de la machine.

exemple : pour un débit de 175 l/s sur la roue métallique, sa puissance chute à 5,1 cv



RELATIONS PUISSANCE - DEBIT
POUR LES DEUX ROUES HYDRAULIQUES

A. Schrambach 2005

Comme les débits naturels (ceux du torrent donc ceux du *béal* puis des sources) étaient fortement variables et insuffisants, il fallait *écluser* les eaux. A noter qu'autrefois l'écluse représentait plutôt le bassin que la vanne (dénommée *empellement*).

Le texte suivant est extrait de *l'étude sur la gestion de l'eau dans la vallée de la Fure* donnée dans la bibliographie.

L'éclusage

Dans un premier temps, on utilisait les barrages de stockage : toutes vannes et orifices fermés, on remplissait la retenue. Une fois pleine, on la vidait plus ou moins vite et le débit artificiellement accru était envoyé sur les roues. Cette pratique s'appelle l'*éclusage*.

L'exemple suivant permet de comprendre le mécanisme : soit un débit naturel de 10 l/s considéré, c'est une hypothèse, comme insuffisant pour actionner un moteur ou les moteurs. On stocke cette eau durant dix heures puis on relâche ce volume en une heure : le débit non naturel sera dix fois supérieur et donc de 100 l/s mais l'usine ne fonctionnera qu'une heure toutes les dix heures.

Pendant le remplissage, la rivière, à l'aval du barrage, ne coulait plus et s'il y avait des ateliers (à l'aval) cela créait des conflits avec les voisins qui ne pouvaient plus travailler. La vidange s'appelait *éclusée*.

Ce mode de gestion pouvait être pratiqué sur une rivière ou sur une source. Plus le débit naturel d'apport était faible et plus la durée du lâcher du débit vers l'aval après ouverture des vannes, était court.

-*-

-Cette définition est celle donnée dans l'Encyclopédie Universelle , Dictionnaire des Dictionnaires P. Guerin 1886 et dans l'Encyclopédie du XIXe siècle , Répertoire universel 1838-1850.

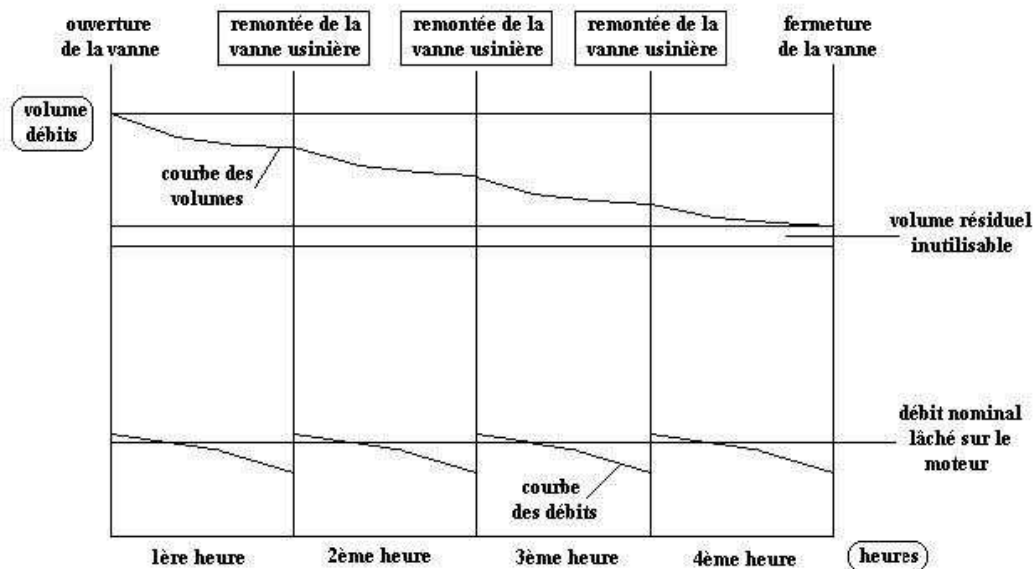
-Voir l'article publié dans les Chroniques Rivoises en mai 1999 et cité en bibliographie.

Une modélisation hydraulique de la gestion de la *serve* permet de mieux connaître les conditions de fonctionnement hydraulique du moulin. Un logiciel permet de faire le bilan du bassin en faisant intervenir les trois paramètres principaux (plus d'autres secondaires) :

- le débit des apports,
- le volume d'eau stocké
- le débit lâché sur la roue hydraulique.

Le logiciel remonte de lui même la vanne (ouverture) lorsque le débit lâché devient trop faible (c'est ce qui se produit lorsque le niveau de l'eau baisse dans la *serve*).

Cette manœuvre de la vanne est montrée dans le diagramme suivant qui est construit avec des données arbitraires (courbe du haut : la vidange des volumes d'eau du bassin) (courbe du bas : l'évolution du débit lâché par la vanne usinière sur la roue hydraulique) où on suppose que cette vanne doit être remontée une fois toute les heures.



EVOLUTION DES DEBITS LACHES SUR LE MOTEUR HYDRAULIQUE DURANT UN ECLUSAGE

A. Schrambach 2006

Le calcul a été fait pour la roue en bois et la roue métallique.

Le tableau suivant donne, à titre d'exemple, le résultats des calculs pour la roue en bois nécessitant un débit de 0,100 m³/s et un apport dans la *serve* de 0,080 m³/s. La surface de la *serve* est prise égale à 1100 mètres carrés (la *serve* en 2005 est beaucoup plus petite puisqu'elle a été vendue en 1999 et comblée sur une vingtaine de mètres coté sud).

La durée de fonctionnement avec un débit sortant compris entre 0,104 et 0,095 m³/s est de 4 heures 31 (centièmes d'heure).

VIDANGE D'UNE SERVE (vanne modulable) Moulin des Ayes - roue en bois

*serve	longueur (m)	100	surface (m2)	1100	serve à sec	99
	gde largeur (m)	12	vol utile (m3)	1100	à PE (m)	
	pte largeur (m)	10				
	cote max PE (m)	100		pas calcul épaisseur (m)		0,05
*vanne	cote seuil (m)	99				
	ouverture/seuil (m)	0,06	haut vanne	99,06	surface vanne au début	
	largeur m	1			surface tot vanne (m2)	0,06
*débits	DC débit canal entrée (m3/s)		0,080		montée vanne %	1,1
	DR débit mini demandé		0,100		diff. Q calcul et Q demandé	0,9
	ratio DC/DR		0,77		durée rempli. serve avec DC (h)	3,82

h début (m) /	volume eau (m3) évacué	volume cumulé (m3)	débit demandé vanne	DR débit réel vanne	h fin (m) /	h fin avec apports béal	durée (heures) /	cumul durée (heures)
100,00	55		0,100	0,104	99,95	99,99	0,147	0,00
99,9886	55	110	0,100	0,103	99,94	99,98	0,148	0,30
99,9772	55	165	0,100	0,102	99,93	99,97	0,149	0,45
99,9658	55	220	0,100	0,102	99,92	99,95	0,150	0,60
99,9544	55	275	0,100	0,101	99,90	99,94	0,151	0,75
99,9430	55	330	0,100	0,100	99,89	99,93	0,152	0,90
99,9316	55	385	0,100	0,100	99,88	99,92	0,153	1,05
99,9202	55	440	0,100	0,099	99,87	99,91	0,154	1,21
99,9088	55	495	0,100	0,099	99,86	99,90	0,155	1,36
99,8974	55	550	0,100	0,098	99,85	99,89	0,156	1,52
99,8860	55	605	0,100	0,097	99,84	99,87	0,157	1,67
99,8746	55	660	0,100	0,097	99,82	99,86	0,158	1,83
99,8633	55	715	0,100	0,096	99,81	99,85	0,159	1,99
99,8519	55	770	0,100	0,095	99,80	99,84	0,160	2,15
99,8405	55	825	0,100	0,095	99,79	99,83	0,162	2,31
99,8291	55	880	0,100	0,094	99,78	99,82	0,163	2,48
99,8177	55	935	0,100	0,093	99,77	99,81	0,164	2,64
99,8063	55	990	0,100	0,092	99,76	99,79	0,165	2,81
99,7949	55	1045	0,100	0,092	99,74	99,78	0,167	2,97
99,7835	55	1100	0,100	0,091	99,73	99,77	0,168	3,14
99,7721	55	1155	0,100	0,090	99,72	99,76	0,169	3,31
99,7607	55	1210	0,100	0,090	99,71	99,75	0,170	3,48
99,7493	55	1265	0,100	0,098	99,70	99,74	0,156	3,64
99,7379	55	1320	0,100	0,088	99,69	99,73	0,173	3,81
99,7265	55	1375	0,100	0,096	99,68	99,72	0,159	3,97
99,7151	55	1430	0,100	0,087	99,67	99,70	0,176	4,14
99,7037	55	1485	0,100	0,095	99,65	99,69	0,162	4,31

Roue en bois

Le débit du béal est supposé égal, au mieux à 100 l/s. Ce n'était pas le cas évidemment pendant les crues grosses ou petites, dans la mesure où le canal pouvait transiter un débit plus fort. Le débit sur la roue doit être de 100 l/s. La superficie du bassin est prise égale à 1100 m².

En faisant décroître les apports, les conséquences sur la durée de fonctionnement journalier du moulin sont les suivantes :

débit d'entrée (l/s)	débit de sortie (l/s)	durée de la vidange (heure et centièmes) --> travail	durée du remplissage (heure et centièmes)	nombre de cycles vidange/remplissage possibles chaque jour*
80	(100)	4h31	3h82	1
50	(100)	1h91	6h11	1
25	(100)	1h44	12h22	1

* : pour 10 heures par jour

Gestion de l'eau avec la roue en bois (basses eaux)

Roue métallique

On retient un débit de déversement dans la serve, au mieux de 120 l/s (béal plus sources). Le débit sur la roue doit être de 200 l/s. La superficie du bassin est prise égale à 1100 m².

En faisant décroître les apports, les conséquences sur la durée de fonctionnement journalier du moulin sont les suivantes :

débit d'entrée (l/s)	débit de sortie (l/s)	durée de la vidange (heure et centièmes) --> travail	durée du remplissage (heure et centièmes)	nombre de cycles vidange/remplissage chaque jour *
100	(200)	1,15	3,06	2
80	(200)	0,66	3,82	2
50	(200)	0,59	6,11	(1)

* : pour 10 heures par jour

Gestion de l'eau avec la roue métallique (basses eaux)

Ces résultats peuvent être trompeurs : en effet le nombre de cycles journaliers avec la roue en métal est plus grand qu'avec la roue en bois, mais la durée de l'utilisation (donc la durée utile) est

beaucoup plus faible. Toutefois, en cas de nécessité, on pouvait doubler la durée de l'activité en accroissant la journée de travail.

Informations recueillies auprès de madame Andrée Gabert et de Patrick Gabert qui ont travaillé au moulin à des périodes différentes mais récentes (entre 1937 et les années 1980).

En été le remplissage habituel de la *serve* après vidange, s'opérait en quatre heures. En période de sécheresse, il fallait jusqu'à deux jours.

Avec des conditions de débit qui devaient être proches de celles retenues dans le calcul (et corroborées par les durées de remplissage précédentes) en été la roue pouvait tourner pendant 1 à 2 heures, c'est à dire des valeurs voisines de celles calculées.

En temps de sécheresse, avec la roue hydraulique, on ne faisait travailler que l'huilerie (qui n'existait pas avant la fin du XIXe siècle). En règle générale la roue ne servait qu'à entraîner l'huilerie ou le moulin à cylindres, mais pas les deux ensembles

En conclusion dans les deux cas de figure, durant les basses eaux sévères, la durée d'utilisation journalière était réduite à une ou deux heures pour la roue métallique et au double pour la roue en bois. L'activité du moulin était donc très faible. C'est ce qui explique l'installation des moteurs électriques qui a obligatoirement accompagnée l'apparition de la *mouture aux cylindres*. Auparavant dès la fin du XIXe siècle ce fut une petite machine à vapeur (avec la *mouture à l'anglaise*).

-*-

CONCLUSION

Multiples raisons pour conserver ce moulin ...

A l'issue de treize années de travaux, d'examens détaillés, d'analyses, réalisés sur le terrain (sur une superficie de l'ordre de 400 km²), et accompagnés de discussions avec une dizaine de meuniers (entre autres), il s'avère que, par comparaison avec les moulins situés autour du lac de Paladru, le moulin des Ayes présente plusieurs champs d'intérêts très forts :

-son ancienneté (fin du XVIIIe siècle).

-la bonne conservation de ses éléments anciens (architecture du milieu du XVIIIe siècle, courant du XIXe siècle) et de ceux plus récents (par exemple ses machines et son moteur hydraulique).

En général, les autres moulins sont soit ruinés, soit vidés de leur mécanismes (le fisc en est le responsable !). Par ailleurs il est fondamental de conserver apparentes les vieilles maçonneries (y compris les agglomérés en mâchefer) sans enduit, de façon à bien montrer l'évolution architecturale du site.

-la présence complète des mécanismes de meunerie (XXe siècle et même partiellement la fin du XIXe siècle pour le *beffroi*, l'*archure* et la vieille meule encastrée dans un mur et qu'il faudra dégager et l'huilerie (XIXe siècle). La roue hydraulique (que les services techniques de la mairie ont fait tourner il y a quelques temps) est un objet très intéressant (il en reste peu dans la région). Il en est de même du trieur et du planchister. La presse hydraulique est un objet très intéressant.

-*_-

Si on remet en fonction certaines machines, l'ensemble peut constituer un petit musée vivant pour les visiteurs. On peut noter qu'il n'existe pas de moulin à farine accessible au public avec un coté ludique et pédagogique.

Il pourrait comprendre :

* Une muséographie fondée sur des images de l'évolution :

-des moulins en général

-des moutures et donc des machines et de l'architecture des bâtiments.

-du moulin des Ayes et de l'abbaye (d'ailleurs **il faudrait faire un musée**

commun moulin et abbaye).

Il faudra associer ces images à des objets précis.

* En fait il faudra faire tourner certains mécanismes :

-la roue hydraulique (un petit débit est suffisant mais qui devra être compatible avec celui admis dans le petit tuyau débouchant dans les égouts) même si "elle tourne dans le vide" donc sans entraîner de machines.

-la pierre avec le meuleton dans l'huilerie (avec un moteur électrique) sachant que sa vitesse de rotation était de l'ordre de 20 tours par minute (à Biol le bas dans la vallée de l'Hien, ce moteur fait 3 cv ce qui est même excessif)

-éventuellement faire revivre les trois entités de l'huilerie : meuleton, foyer et presse (en louant cette activité à un petit artisan comme cela se pratique pour une forge avec des martinets à Marthod (près d'Albertville) (cette forge a été achetée par la municipalité).

-dégager la meule encastrée dans le mur, la reposer sur l'estrade du beffroi à coté de l'*archure* de façon à reconstituer le vieux moulin de la fin du XIXe siècle. A ce titre il serait intéressant de remettre un *blutoir* dans le moulin.

Enfin vente de brochures relatives à toutes ces activités.

-*-

BIBLIOGRAPHIE

Le site et la région de Crolles

De l'eau et des hommes Connaissances de Crolles Deux siècles de Patrimoine à Crolles 2004

Michel Marie-Renée *Trois abbayes de cisterciennes en Dauphiné du XIIe siècle à la Révolution. Laval-Bénite, Bonnetcombe, les Ayes.* Opus 1988

Les racines du monde. Xe-XIIIe siècle : la révolution des monastères. Les Cisterciens changent la France. Les Cahiers de Sciences et Vie N°78 Décembre 2003

SOGREAH Etude préalable à la restauration du Craponoz à Bernin. Rapport hydraulique juin 2003

Connaissances générales

Schrambach Alain Verdel Eric Enquêtes sur le terrain du Patrimoine industriel dans sept vallées autour du lac de Paladru (du Moyen Age à nos jours) (Ainan, haute Bourbre, Courbon, Fure, Hien, Morge, Surand) . Comptes rendus des fouilles archéologiques du site de Colletière à Charavines. Colardelle Michel et Verdel Eric dir. 1993-2005

Pacaux Marcel Les ordres monastiques et religieux au Moyen Age Fernand Nathan 1970

Les moulins

Schrambach Alain Les moulins à production alimentaire et la population : l'exemple du val d'Ainan.

juin 2004 (23 pages) Non publié.

Schrambach Alain Des ateliers polyvalents, les moulins de la vallée de la Fure. 1996-2004 in "*La naissance d'une vallée industrielle, la vallée de la Fure.* Projet dirigé par M. Colardelle, J. Guibal, J.F. Parent, E. Verdel. Programme pluriannuel en sciences humaines Rhône-Alpes. Mise à jour 2000-2004"

Schrambach Alain Verdel Eric La longue histoire des moulins dans la vallée de l'Ainan (en 2 parties). Chroniques Rivoises n°29 et 30 mai et novembre 2000.

Schrambach Alain Les moulins à production alimentaire, évolution des moutures. Fouilles archéologique de Charavines. Michel Colardelle, Eric Verdel, directeurs 2005 (33 pages).

Les roues hydrauliques

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 2005. Fouilles archéologique de Charavines. Michel Colardelle, Eric Verdel, directeurs. 2005 (300 pages)

Schrambach Alain. Des moteurs archaïques : les roues hydrauliques de la vallée de la Fure Chroniques Rivoises n°25 mai 1998

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

Schrambach Alain. Les réseaux électriques dans les vallées autour du lac de Paladru. Chroniques Rivoises n°39 mai 2005.

Hydrologie, gestion de l'eau

Schrambach Alain. Une situation conflictuelle : la gestion de l'eau dans la vallée de la Fure du XIVE siècle à nos jours Chroniques Rivoises n°27 mai 1999

Schrambach Alain Capolini Jean Les sources de Réaumont dans leur environnement géologique et hydrologique 2005 (21 pages) Non publié.

Schrambach Alain Les vieux ateliers installés en tête des petits affluents. Conditions d'alimentation et de fonctionnement. 2005 (12 pages) Non publié.

Schrambach Alain Les *chaussées* en terre et les étangs en nord-Isère. Une catastrophe dans la vallée du Surand en 1725. Le Monde Alpin et Rhodanien 3°-4° trimestres 2004 (6 pages)