Autour des moulins…

Lorsque nous entendons le mot moulin, chacun d'entre nous pense immédiatement à une petite bâtisse et sa roue à eau dans un fond de vallée, ou bien encore, d'une bâtisse munie d'ailes sur une colline. Pourtant il existe bien d'autres types de moulins ?

Aujourd'hui, le moulin n'est plus qu'un élément pittoresque dans le paysage de nos campagnes, mais il a occupé, pendant longtemps, une place centrale au sein des communautés humaines. Son histoire est étroitement liée aux variations des besoins alimentaires et aux évolutions socio-économiques des sociétés qui l'ont utilisé.

Le moulin servait à une multitude de tâches, de productions et de fabrications. En tant que machine à moudre, le moulin était utilisé le plus souvent pour moudre des céréales, broyer, piler, pulvériser diverses substances, presser des drupes ou écraser des olives pour produire de l'huile ; il a pu aussi servir pour toutes sortes d'applications artisanales comme des forges, des scieries, du tissage et des papeteries, de même à actionner une pompe, par exemple pour l'irrigation ou pour assécher les polders.

Par le terme de moulin, il est convenu de comprendre le bâtiment, la machinerie, la roue qui en produisant une force entraîne les engrenages et vis sans fin, et les équipements permettant son usage : scie pour une scierie, outils de taille de pierre, meules pour moudre, une turbine pour produire de l'électricité. Il est mis en mouvement par une force manuelle, humaine, animale ou physique comme l'eau ou le vent d'où son type de fonctionnement.

On les distingue selon leur énergie motrice :

- Hydraulique
    - Le moulin à eau (terrier ou fixe, à roue pendante)
    - Le moulin bateau
    - Le moulin à marée
- Eolien
    - moulin tour
    - Le moulin sur pivot
    - Le moulin cavier d'Anjou

- Moulin à sang
    - Manuel (Le moulin à bras)
    - Animal (Le moulin à bât)

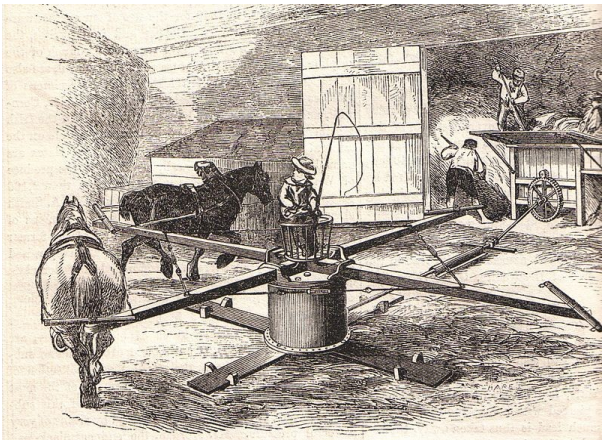


Illustration de 1851 montrant l'utilisation d'un moulin à sang

et selon sa spécialisation et son usage :

- Moulin à farines, moulin blatier : Broie le froment, blé, sarrasin, seigle, orge, avoine...
- Moulin à huiles : Broie les olives, noix, noisettes, colza, lin... Appelé aussi tordoir. Détritoir : moulin où l'on écrase les olives avant d'en exprimer l'huile
- Moulin à fer : Ecrase les pierres pour en extraire le minerai
- Moulin à soufflet, moulin à forge : Actionne d'énormes soufflets pour activer les forges ou fondre le minerai
- Moulin à pilon : Actionne un marteau pilon dans les forges ; martinet, bocambre : moulin à pilon pour broyer le minerai dans une forge
- Moulin à laminoir :Transforme en feuille l'étain le cuivre...
- Moulin à meules : Actionne les meules à aiguiser en coutellerie
- Moulin à papier : Transforme les tissus en pâtes à papier (pilons en bois, cuves en pierre)
- Moulin à pompes : Type Machines de Marly...
- Moulin foulon, moulin drapier :Foule, feutre, resserre, assouplit les tissus (marteaux en bois + eau + argile) ou dans de l'argile smectique pour les assouplir et les dégraisser.
- Moulin à tisser : actionne un métier à tisser
- Moulin à filatures : actionne cardes et bobineuses
- Moulin à cordes : rouit, carde et tord le chanvre
- Moulin à trèfle : sépare les graines du trèfle rouge (à pilon)
- Moulin à scier : scie verticale pour débiter en lames, bois, marbre, pierre... dit haut fer
- Moulin à plâtre : écrase la pierre à plâtre après cuisson
- Moulin à tan : broie l'écorce du chêne pour le tannage des peaux
- Moulin à poterie : malaxe l'argile et actionne le tour du potier
- Moulin à glaces : broie les composants du verre à glace
- Moulin à canne à sucre : est une usine qui transforme la canne à sucre pour produire du sucre brut ou blanc, (trapiche : moulin à canne à sucre au Cap-Vert)

- Moulin à pastel : aussi appelé pastelier
- Moulin à carton : appelé aussi tournoire
- Moulin à pisé
- Moulin à poudre à canon
- Moulin à électricité : Vers 1885 se dit d'un moulin dont les meules ont été remplacées par une dynamo pour produire de l'électricité.
- Moulin à irriguer

Un peu d'histoire sur les moulins...

Les premiers systèmes de broyage des céréales, utilisés pour la nourriture humaine depuis le néolithique, sont manuels (moulins à sang) : pilons, rouleau à mouvement alternatif ou meules à main de petit diamètre : 50 cm (meules en sablier des Romains).

VI° siècle

- 537 - Invention du moulin flottant ou moulin nef. Le moulin flottant ou moulin nef aurait été inventé lors du siège de Rome par les Goths, ceux-ci ayant coupé l'alimentation en eau par les aqueducs et presque tous les moulins romains étant mus par l'eau des aqueducs, le défenseur de la ville, le général byzantin Bélisaire, imagina d'installer des moulins à roues à aubes sur le Tibre, pour assurer l'alimentation de farine de la ville. Au 12° siècle, on en construisit trois sous les arches du grand pont de Paris. (le dernier moulin nef, qui fonctionnait sur la Seine, a disparu en 1840).

Principe : Bateaux flanqués de roues à aubes qui ne tournent qu'avec la force du courant. Facilement déplaçables, on les fixait dans les endroits où le courant était fort. Un inconvénient majeur : ils entravaient la circulation fluviale très importante sur la Garonne et la Dordogne.

VII° siècle

Sur les plateaux iraniens, le moulin à vent est alors une tour assez haute percée de meurtrières qui remplacent le bief : par ces ouvertures, le vent s'engouffre avec plus de violence, entraînant une roue à palettes, disposée horizontalement au sommet de la construction. L'axe vertical de cette roue est solidaire, au bas du moulin, d'une meule tournante placée au-dessus de la meule gisante.

On admet plus généralement que les Arabes les ont hérités des Persans ou des Chinois.

Le Séistan, région aride d'Iran et d' Afghanistan connaissait le moulin à vent dès le VIIe siècle. Toutefois, ce moulin prototype ou moulin persan est très différent des nôtres. L'arbre principal était vertical, et les pales étaient en matière végétale. Elles faisaient tourner la meule située à l'extrémité inférieure de ce même arbre. Il en existe encore de nos jours, dans cette région.

Utilisation : Ils ont d'abord servi à moudre les céréales et autres graines. Ils ont été utilisés pour pomper l'eau, soit pour assécher les zones marécageuses et les polders, soit pour assurer l'irrigation. On s'en servait pour produire de l'huile, fouler les textiles ou actionner des scieries.
Les moulins à vent étaient aussi des postes de surveillance avec leurs messages codés. Ils servaient également à annoncer l'état du moulin, un évènement familial ou un conflit militaire.

- Vers 630 - Un moulin à roue horizontal est signalé à Little Island près de Cork (Irlande)

VIII° siècle

- 787 - Construction du moulin à marée du monastère de Nendrum sur une île de Strangford Lough (Irlande du Nord). La meule est de 830mm de diamètre.

IX° siècle

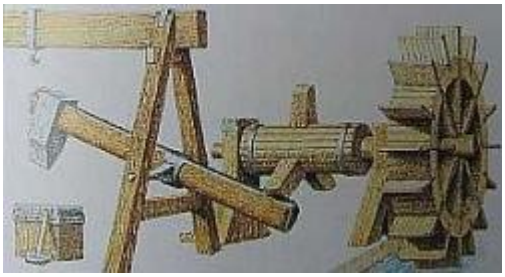
- 833 - On attribue aux Arabes la diffusion vers l'ouest du moulin à vent, signalé pour la première fois en Europe par un texte anglo-saxon de 833.
- 870 - En Europe, la présence d'un moulin à vent est signalée en 870 à l'abbaye de Croyland en Angleterre.

X° siècle

- Moulin à bière.
- Moulins à vent dans la région de Tarragone (Espagne).

Invention de l'arbre à came à usage industriel : des coins en saillie sur l'arbre relié à la roue, en tournant régulièrement, font monter et descendre l'outil qui accomplit le travail, dés lors, les roues hydrauliques, pourront actionner d'autres machines que les meules et mécaniser les manufactures. La came va permettre d'écraser mécaniquement le chanvre (matière première du papier et textile), fouler les draps, marteler le fer, scier les grumes, broyer les minéraux, actionner des soufflets.

Arbre à came

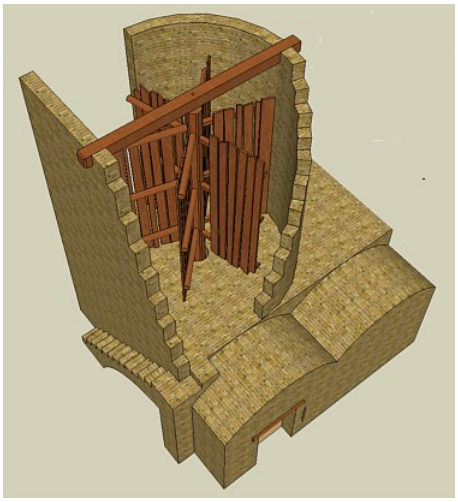


- A partir du 10ème siècle, les seigneurs et les abbés constatant que les moulins qui se répandent alors, sont des sources de richesse, vont récupérer cette manne. Ils vont, d'une part, rappeler que seuls les propriétaires des cours d'eau non navigables ont le droit d'utiliser l'eau, d'autre part, ils vont eux-mêmes prendre en charge la construction de nouveaux moulins. Le

fonctionnement est confié au meunier chargé de l’exploitation et du petit entretien, les nouveaux constructeurs prendront en charge les grosses réparations. En contre partie les utilisateurs devront acquitter un droit de mouture et ils devront assurer l’entretien des accès au moulin. C’est le principe de la banalité.

- Vers 970 - Premier essor des moulins à eau en Europe. L'installation d'un moulin, surtout à eau, nécessite un investissement important que seule l'aristocratie est seule à supporter. C'est donc le seigneur qui édifie le bâtiment et qui en garde le monopole. En vertu du droit de ban, il oblige le paysan à l'utiliser et à lui donner en paiement une part du grain.

- 970 - Le moulin afghan est connu dès 940 dans la région du Séistan grâce aux géographes arabes Mas’udi et Al Farsi al Istakri. C’est un moulin à axe vertical entouré d’une maçonnerie dirigeant le vent vers la pale descendante. Bien qu’oriental, il n’est pas orientable ! Il est adapté au vent dominant, « vent des 120 jours » de cette région. Les pales étaient végétales. La variante chinoise fonctionne sur le même principe. Née dans les régions maritimes, elle comporte 8 toiles verticales (voiles de jonques lattées) articulées. Un cordage retient face au vent la face descendante.



XI° siècle

- On comptait environ 50 000 moulins en France.
- Dérivation hydraulique pour la force motrice.
- Moulin à sucre au Maroc
- Création du Moulin de la Porte à Argences (14)
- Vers 1040 - Moulin à chanvre.
- 1050 - Instauration d'un impôt : le ban. Tous les habitants d'un périmètre donné, étaient obligés d'apporter à moudre leurs céréales au moulin à eau, propriété du seigneur laïc ou ecclésiastique (d'où les noms "moulin banal" et "four banal").

- 1080 - Apparition en Europe des moulins à vent dont les croisés avaient pu observer les détails de construction et apprécier le fonctionnement en Orient .La construction des moulins à vent à des milliers d'exemplaires, témoigne au cours du Moyen âge d'une progression des céréales et, par conséquent, de la consommation du pain.

- 1086 - Premiers moulins foulons en Normandie et dans le Piémont Italien. L'arbre de la roue hydraulique tourne devant une batterie de maillets, placés en position de bascule au-dessus des cuves à drap. Frappé par une came, le manche d'un maillet s'abaisse tandis que la masse est relevée ; puis cette dernière, après passage de la came, retombe de tout son poids sur l'étoffe.

- 1086 - Mention du plus vieux moulin à marée connu situé dans le port de Douvres (Angleterre) dans le Domesday Book.

Le moulin a évolué considérablement durant le Moyen Âge. En effet, dès le Haut Moyen Âge et très nettement à partir du XII^{e} siècle, on assiste en Europe à une multiplication des moulins à eau. Ces derniers sont utilisés à des fonctions de plus en plus diversifiées et la variété des aménagements hydrauliques qui leur sont associés ne cesse de croître. En majorité destinés aux blés, ils sont équipés de roues horizontales, plus couramment verticales (recevant l'eau au-dessous ou au-dessus). Ces derniers, les plus puissants, sont aussi les plus coûteux du fait de l'engrenage dont ils sont pourvus. Tous sont installés sur la berge d'un bief ou d'un cours d'eau, ou encore sur une embarcation (moulin à nef). Les meules actionnées par la force hydraulique peuvent moudre le blé mais aussi écraser les graines d'œillette, les plantes tinctoriales, broyer le minerai.

À la fin du XI^{e} siècle, plus largement au XII^{e} siècle, l'usage de plus en plus courant de l'arbre à cames qui transforme le mouvement rotatif en alternatif aboutit à la diffusion des moulins industriels qui pilent et martèlent : moulins à foulon, à tan, à fer, puis au cours du XIII^{e} siècle, à papier. Sur les côtes anglaises et des Pays-Bas au Portugal, les moulins à marée sont fréquents à partir du XII^{e} siècle. Dans le même temps, la force du vent est maîtrisée pour moudre des céréales dans les moulins sur pivot puis dans des moulins-tours. Pour certaines activités, l'usage du moulin à sang (énergie humaine et animale) domine encore à la fin du Moyen Âge : c'est le cas pour le broyage des olives.

XII° siècle

L'usage du moulin à vent devient commun, tout d'abord sur les côtes anglaises et normandes, où il peut recevoir le vent du large.

- 1120-1130 - Construction d'un moulin à marée prés de l'embouchure de l'Adour (France).

Définition : Un moulin à marée est un moulin à eau installé en bord de mer soumise au phénomène des marées. Il exploite l'énergie marémotrice. Les premiers sont apparus au Moyen Age dans la région de Londres.

Principe de fonctionnement : Lorsque la marée monte, l'eau pénètre par la vanne, (porte en bois mobile sur un axe), placée sur l'accès au bassin (appelée chaudière).Lorsque la marée est basse, tous la vanne se referme, empêchant l'eau dans la chaudière de retourner à la rivière. La différence de

niveau entre l'eau présente dans la chaudière et l'eau est dans la rivière. À ce stade, les vannes sont ouvertes pour le passage de l'eau qui met en mouvement les roues et par l'intermédiaire d'un système d'engrenage entraîne les meules.

Contraintes : fonctionnement lié aux marées, donc limité à une partie de la journée seulement. Ouvrage coûteux (construction d'une digue) implanté dans un site devant être judicieusement choisi.

Une centaine de moulins à marée furent construits sur les côtes atlantiques, essentiellement en Bretagne.

- 1120 - Premières mentions de moulins à vent en Flandre.
- 1138 - Moulin à tan
- Vers 1162 - Des documents indiquent l'implantation de moulins à vent à Arles.
- 1170 - Construction du moulin à marée de Woodbridge (Angleterre)
- 1173 - Quatre moulins à brasser existent dans la région bruxelloise.
- 1180 - Le premier moulin à vent à "trépieds" attesté par les archives est celui de Saint-Sauveur-le-Vicomte dans la Manche en 1180.

Après cette date, les moulins à vent se multiplient dans toutes les régions. Les moulins à vent verticaux associent les techniques de la meunerie à eau pour la meule et la voile de bateaux pour les ailes. L'invention capitale de ces moulins à vent réside dans la conception et l'orientation des ailes face au vent : elles doivent pouvoir être déployées ou diminuées selon la force du vent, comme les voiles de bateaux.

La légende des croisés

La légende veut que les moulins à vent aient été importés d'Orient lors des Croisades au XIIe siècle. Il existait bien des moulins à vent horizontaux dans cette partie du monde, dès le VIIe siècle, qui nécessitaient des vents forts soufflant dans la même direction et avec la même intensité. Cependant, ils n'ont rien à voir avec les édifices présents en Europe.

- 1192 - Premier moulin à fer en Suède.
- 1195 - Moulins à aiguiser. (Normandie, Beauvaisis)
- 1197 - Moulin à fer (moulin-forge).
- 1197 - Moulins flottants sous les ponts.
- 1197 - Barrages sur rivières.
- 1197 - Usines hydrauliques (cisterciennes).
- 1197 - Mécanisme de moulin avec roue en dessus.

XIII° siècle

- Clapet fermé automatiquement par le flux de la mer.
- Ecluse à sas et double porte.
- L'usage du moulin à vent et connu à Paris, en Champagne, en Hollande et au Danemark.
- 1205 - Un moulin à vent est mentionné à l'île d'Yeu.
- 1250 - Villard de Honnecourt dessine la première image d'un moulin à scier le bois.

- 1251 - Moulin à moutarde en Forez. (Le Forez est une ancienne province de France, qui correspond approximativement à la partie centrale du département de la Loire et une partie du département de la Haute-Loire et du Puy-de-Dôme.)
- 1257 - Un moulin à vent est mentionné sur l'île de Bouin.
- 1272 - Moulins hydrauliques à retordre la soie.
- 1276 - Moulin à papier : premières mentions de moulins à papier mus par l'énergie hydraulique à Fabriano (Italie). D'autres sont en fonctionnement à Xàtiva (Valencia, Espagne). Vers 1300, ils apparaissent en France. Le moulin de Richard-de-Bas date de 1326.

XIV° siècle

- L'usage du moulin à vent est connu en Suède et en Pologne.
- 1321 - Moulin à mortier.
- 1323 - Moulin à vent tour avec toit tournant.
- 1323 - Soufflet hydraulique.
- 1323 - Moulins à pastel à Namur.
- 1323 - Etirage de fil d'acier avec l'énergie hydraulique.
- Vers 1391 - Premier moulin à papier à Nuremberg.

XV° siècle

- Premiers moulins d'épuisement de l'eau en Hollande.
- 1403 - Construction à Seixal par D. Nuno Alvares Pereira du moulin à marée Moinho de Maré de Corroios (Portugal). Ce moulin fut cédé par la suite à un ordre religieux carmélite, endommagé lors du tremblement de terre de Lisbonne de 1755, il est racheté en 1980 par la municipalité et réhabilité.

Ancien Régime

En France, sous l'Ancien Régime, le moulin, comme le pressoir ou le four à pain étaient soumis aux droits banals. Ils étaient construits et entretenus par le seigneur et les habitants (serfs) étaient contraints de l'utiliser, contre paiement de surcroît. C'était une forme de monopole. Dans le droit communal ces biens sont partagés entre les citoyens. C'est la Révolution de 1789 qui abolit ces privilèges seigneuriaux dans la nuit du 4 août.
Avec la Révolution et la suppression des privilèges beaucoup de ces moulins ont été confisqués et vendus comme bien nationaux. Pendant la Révolution française, les possessions de l'Église sont déclarées *"biens nationaux*" (dits de première génération) par décret de l'Assemblée Constituante du 2 novembre 1789. Ceux-ci sont vendus pour résoudre la crise financière, une des causes de la Révolution.

Début du XIX° siècle, ils subissent la concurrence des moulins "usines" à vapeur, des nouveaux moulins à vent "type moulins caviers" sur la Loire. . Ils disparaîtront définitivement à la fin du XIX° siècle.

Le XIXème siècle verra une floraison exceptionnelle de moulins. En 1809, Napoléon 1er commandera un inventaire des bâtiments en activité. Ainsi seront recensés 82300 moulins à eau dont 33756 à roue horizontale et 48544 à roue verticale. Les moulins à vent étaient au nombre de 15857. Il y avait donc en France à cette époque 98157 moulins, soit 1 moulin pour 395 habitants.

Métiers autour du moulin

En français, celui qui fait tourner un « moulin » est un « meunier ». Le patronyme correspondant, très répandu (aussi localement Monnier, Lemonnier), connaît des variantes selon les langues régionales : *molinièr* (prononcer « moulinié » ou *molièr* prononcer « moulié » en langue d'oc, *müller* en alsacien, etc.

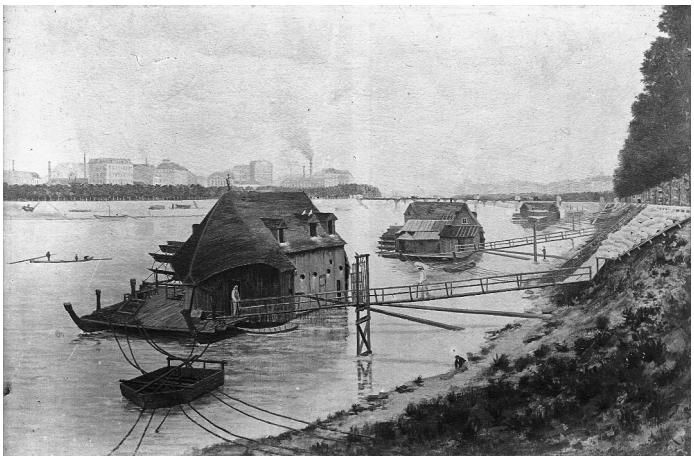
Quelques observations…

- Dans le calendrier républicain français, le 30^{e} jour du mois de Thermidor est dénommé jour du Moulin
- La vantellerie : est l'ensemble des vannes qui donne au meunier la possibilité de régler le niveau de l'eau afin d'obtenir le maximum de la force motrice. Le cours d'eau en amont s'appelle le bief. Il faisait l'objet de soins constants de la part du meunier. Souvent, si le moulin était installé sur de petits cours d'eau, le paysan devait, lorsque l'hiver était rigoureux, aller porter son blé dans un moulin à vent car le gel paralysait la roue.
- Le « moulangeur », « amoulangeur » ou « emmoulageur » est le fabricant de meules et par extension le charpentier spécialisé dans la fabrication des moulins.
- Une minoterie ou meunerie (de *minotier*) est un grand établissement où se préparent les farines de céréales qui doivent être livrées au commerce. Un minotier est un industriel qui fait valoir une minoterie, ou un négociant de farine, ou un employé qui vend du sel dans un dépôt.
- L''expression « écoute-s'il-pleut » est le nom donné à un moulin ne fonctionnant que lorsque le cours d'eau sur lequel il se trouve est suffisamment alimenté par la pluie, ou bien est alimenté au moyen d'écluses

Les autres moulins...

- *Moulin pendant ou pendu*
- *Moulin à pilon*
- *Martinet*
- *Bocambre*
- *Moulin à chapelets*
- *Moulin à tan*
- *Moulin à chamoiser*
- *Moulin à teiller le lin*
- *Moulin à pastel ou pastellier*

- *Moulin à canne à sucre*
- *Moulin à pommes*
- *Moulin à chanvre*



Moulins flottants

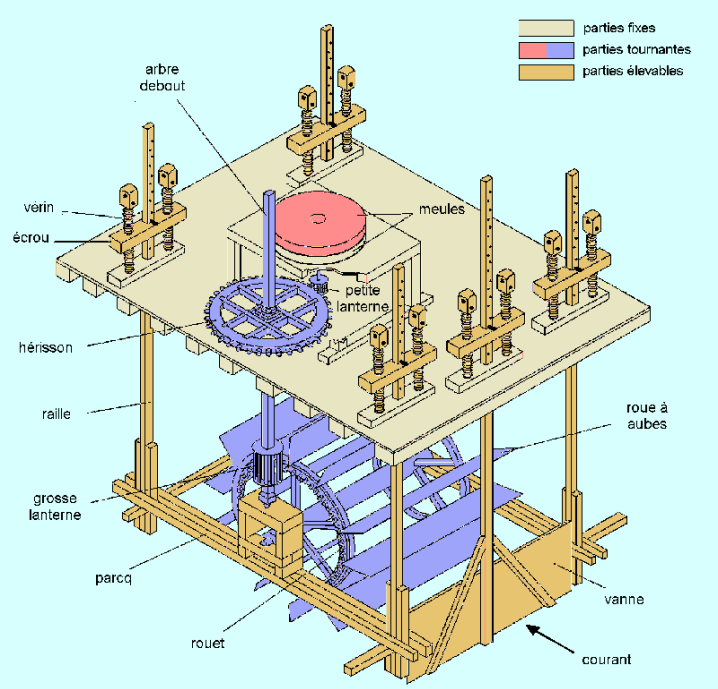
- *Moulin pendant ou pendu*
- *Moulin à pilon*
- *Martinet*
- *Bocambre*
- *Moulin à chapelets*
- *Moulin à tan*
- *Moulin à chamoiser*
- *Moulin à teiller le lin*
- *Moulin à pastel ou pastellier*
- *Moulin à canne à sucre*
- *Moulin à pommes*
- *Moulin à chanvre*

Moulins pendus

À la fin du XII°e siècle, ou au début du XIII°e siècle, un autre type de moulin apparaît sur la Seine et sur la Loire, le « moulin-pendu » qui permet, comme le moulin-bateau, de palier les inconvénients des importantes fluctuations de niveaux d'eau. La maison du moulin, qui contient les meules et les mécanismes, est bâtie en hauteur sur des pilotis, en pleine eau ou appuyée à la face aval d'un pont, de manière à être hors d'atteinte des crues. La roue placée sous le moulin, est pendue dans un cadre qui peut être levé ou descendu grâce à des « pendants » manœuvrables au moyen de vérins en bois situés dans la maison. On peut donc régler la hauteur de la roue en fonction du niveau de l'eau. Comme pour les moulins-bateaux, les moulin-pendus étaient complétés par des duits remontant vers l'amont qui conduisaient les basses eaux vers leur coursier. Machines assez fragiles dont les roues pouvaient être endommagées par des épaves ou des glaces dérivant au fil de l'eau, les moulins-pendus angevins ont disparus en grand nombre au XVII° siècle ; quelques uns seulement ont subsisté jusqu'au milieu du XVIII[e] siècle.

En Anjou, il y a eu plus de cinquante moulins-pendus ; il y en eut environ six appuyés aux Grands Ponts de Saumur ; quatorze se pressaient sur le Pont des Treilles et trois sur le Grand-Pont d'Angers ; le site le plus important était les Ponts-de-Cé qui en comptait vingt-deux ; cinq existèrent à Chalonnes-sur-Loire et trois à Montjean, tandis qu'à Champtoceaux sont conservés les vestiges d'un grand bâtiment qui contenait les deux moulins banaux du lieu.

Si de nombreux moulins-nefs flottent sur la Seine au XIVe siècle, soixante dix moulins de ce type à Paris, il semble que les moulins-pendants se sont assez tôt imposés sur la Marne. Les moulins-nefs font une petite apparition aux XVIII°-XIX° siècles.



Principe du moulin pendant

Le moulin-pendant, moulin fixe garni d’une roue mobile verticalement, suspendue sous la salle de mouture. La roue est posée sur un cadre en bois "parcq" dont les tirants "rayes" fixés aux quatre angles étaient montés et descendus à l'aide de vérins pour suivre les variations de la hauteur des eaux. Dans son mécanisme, il s’inspire du moulin-nef . Il a une grande roue à aube, jusqu’à 6 m de large et 4m de diamètre et possède un second couple rouet-lanterne pour augmenter la vitesse de rotation de la meule.

Gravure du moulin à roue pendante sur la Seine et d'un moulin-bateau à l'arrière plan (source Gallica, BNF)

Moulin à pilon

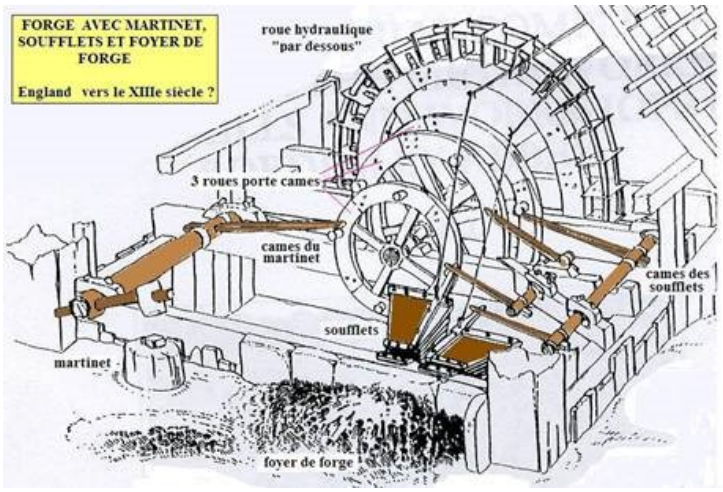
Le pilon est utilisé depuis longtemps pour moudre les grains

En Chine, Wang Zhen, en 1313, dans son Livre d'agriculture, mentionne déjà un marteau-pilon activé par un moulin à eau est utilisé pour écraser des céréales. Toujours en Chine, Song Yingxing, en 1637, présente un moulin à eau, faisant fonctionner plusieurs marteaux-pilons par alternance.

Martinet

Le Martinet ou encore *maillot, mail* : c'est un gros marteau actionné par une roue à cames tournant avec une roue de moulin. Il en existe de différentes sortes dont le plus connu parmi ceux parvenus jusqu'à nous est le martinet des taillanderies :

Dans l'industrie, un martinet est une machine conçue pour utiliser l'énergie hydraulique aux travaux de forgeage. Il est constitué d'un lourd marteau, qui vient tomber sur une enclume ou un tas. Le marteau est emmanché sur un levier oscillant autour d'un axe horizontal. Ce marteau est mis en mouvement par des cames portées par un arbre horizontal qui vient appuyer sur l'extrémité libre du levier à chaque tour de l'arbre, et le laisse retomber en se dégageant. L'arbre à cames est entraîné par une roue hydraulique verticale.



Un vieux martinet entraîné à l'aide cames posées non sur l'arbre de couche de la roue hydraulique mais sur la couronne.

Le fonctionnement est très irrégulier, aussi les cames sont-elles souvent insérées sur un arbre moteur très lourd ou entre deux volants. Pour augmenter le rythme de travail, l'amplitude de débattement du marteau est diminuée par des ressorts très rigides, une poutre en bois sur les plus anciens (gravure), puis des ressorts métalliques sur les modèles plus récents. Cela permet d'augmenter le nombre de cames. La vitesse de l'arbre est régulée par la variation du débit de la chute d'eau qui fait tourner la roue.

Les martinets se classent selon le mode d'action de leurs cames :

Le martinet frontal, nommé encore grand marteau ou "marteau à l'anglaise", les cames travaillent au soulèvement face à la tête du marteau. Le poids de la tête varie de 2000 à 4000 kg, vitesse : 100 à 60 cps/mn.

Le martinet latéral , dit marteau de forge ou marteau à drôme à soulèvement, gros marteau, "marteau à l'allemande", où le point d'action des cames se situe sur un coté du manche entre la masse du marteau et son axe de pivotement, les cames agissent du bas vers le haut, à la remontée le manche va terminer sa course contre le ressort , forte pièce de bois située au-dessus du manche. La tête pèse de 300 à 1000 kg, vitesse : 70 à 200 cps/mn Utilisé pour l'affinage, et le corroyage.

Le poids important des têtes des types latéral et frontal - plusieurs centaines de kilos - faisaient qu'ils ne pouvaient fonctionner qu'à une cadence lente, avec un nombre de cames restreint, quatre ou cinq en général. Leurs cames sont aussi nommées "sabots". Ils étaient employés soit pour le travail de grosse forge, soit pour l'affinage et le cinglage des loupes

Le marteau est soutenu, vu les énergies mises en jeu, par une forte charpente de bois de chêne, parfois composé de colonnes de pierre et de traverses de chêne dans le cas des martinets des taillanderies, profondément enchâssées dans le sol : c'est l'ordon ou l'emplantement. Des fouilles récentes dans d'anciennes forges mettent en évidence les soubassements des martinets, composés d'une savante construction de fort madriers de chêne entrecroisés et profondément enterrés.
L'enclume faisant face aux coups du marteau est fixée sur un socle de bois lui aussi profondément enchâssé dans le sol et de bois "debout" : c'est la chabotte.

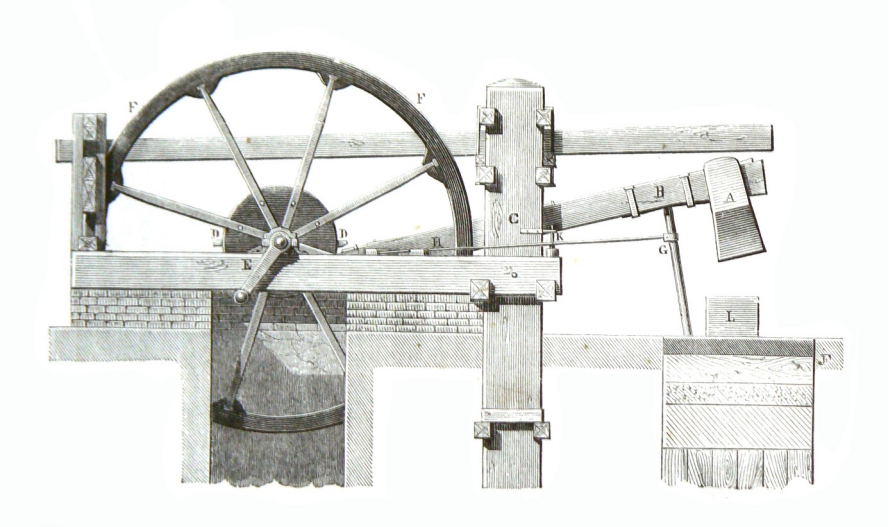
Le martinet terminal, ou ordon à bascule, c'est le type le plus répandu ; il a été parfois encore utilisé dans certaines usines de taillanderie jusque vers 1960, avoisinant les martinets "américains" ou Bradley qui avaient commencé de les supplanter dès 1900. A l'inverse de ce qu'on observe dans le frontal, les cames appuient du haut vers le bas sur l'extrémité opposée à la tête, au delà de l'axe de pivotement. Une pièce forgée est rapportée sur l'extrémité arrière du manche c'est le mentonnet. Ce martinet servait en taillanderie à l'étirage et au platinage des petits fers, au raffinage des aciers, au forgeage d'armes et d'outils aratoires. Le poids du marteau peut varier de 150 kg à moins de 40 kg, selon l'usage, et sa vitesse de 200 à plus de 300 coups/mn.

Les martinettes : ces petits établissements utilisaient un marteau terminal léger entraîné par de petites roues à palettes de 1m à 1m 30 de diamètre. Ces petites forges n'avaient qu'une activité saisonnière, hors du gel, l'été pour la réparation des outils aratoires.

Historique et fonctionnement

Les martinets sont attestés par des textes anciens depuis le XIIIe siècle en Dauphiné et en Savoie (1315 : martinet à Allevard ; 1359 : martinet des Chartreux à St-Hugon, Comté de Savoie), où très tôt ils ont permis d'abord l'affinage puis le travail du fer grâce à la force de l'eau, et ce parfois jusqu'au début du XXe siècle (de fort rares exemplaires sont encore en service - comme à Pont-Salomon - ou ont été conservés)

Ces engins ont peu évolué au cours de leur longue période d'utilisation, du Haut Moyen Age jusqu'au début du XXe siècle. Les derniers martinet à drosme* encore en usage dans les usines à fer du XIXe siècle sont très peu éloignés de leur représentation dans l'Encyclopédie de Diderot et D'Alembert au XVIIIe siècle . La figure ci-dessous montre le martinet d'une affinerie au XVIIIe : on voit que les cames agissent latéralement et l'on remarque le ressort : pièce de hêtre ou de frêne située au-dessus du manche et contre laquelle vient frapper l'extrémité du manche à la levée (en remontant).



* Dans le martinet latéral des affineries, la drosme est une forte poutre de chêne d'environ trente pieds de long qui relie la grande attache et les jambes à la petite attache. Le manche passe - fermement calé par des coins en bois dur - dans l'anneau de la hurasse ou hus, ou le clou (Franche-Comté), pièce forgée massive qui porte deux pivots s'articulant dans les "boites", ou "boîtes à clous" solidaires des deux jambes.

Il serait faux de penser que le marteau retombe uniquement de son propre poids : ce qui fonctionnerait mais assez mal. Une impulsion en sens inverse de la "levée" est nécessaire pour donner plus d'énergie au coups et pour tenir une cadence régulière (et ne pas laisser la came suivante rattraper le manche avant la retombée). C'est le rôle du ressort ou "répondoir" (Dauphiné) contre lequel vient butter le manche en fin de course. Le bon fonctionnement du marteau repose sur le bon réglage du répondoir.

Dans les marteaux de taillanderie l'axe de basculement s'articule entre deux colonnes (en bois de chêne, mais en en trouve aussi en pierre) reliées par de fortes traverses de chêne, cet assemblage étant fermement maintenu par de forts tirants . Le ressort a changé de place pour se positionner à l'arrière et au sol. C'est une plaque d'acier, fixée à la surface de la chabotte du ressort (enterrée), contre laquelle vient buter l'extrémité ferrée du manche après qu'elle eut été violemment poussée vers le bas par une came percutant le mentonnet. Tout le fonctionnement du martinet repose sur un jeu complexe d'action-réaction, de chocs et d'effets de ressort **.**

Les martinets destinés au corroyage frappaient jusqu'à 250 cps /mn avec une masse de 75 à 100 kgs, ceux du platinage: 250 à 300 cps/mn avec 75-100 kgs ; ceux de l' étirage: 300-350 cps/mn avec 40 à 50 kgs.

L'arbre est une bille de chêne grossièrement équarrie, de 60 à 100 centimètres de diamètre (~1 m à Charavines) tournant sur des tourillons emmanchés et frettés à ses extrémités : ces tourillons sont libres vers le haut, simplement posés dans le coussinet solidaire du plumart.

Les marteaux de taillanderie vont souvent par paires sur le même arbre, on parle alors d'une batterie . Vers la fin du XIXe siècle certaines usines ont parfois adapté une cisaille sur leurs martinets en bois : une bague à excentrique était calée sur l'arbre, entre deux bagues à cames.

Le martinet, comme les roues à eau en bois, doit rester constamment mouillé pour que les différentes pièces gorgées d'eau tiennent bien serrées et calées entre elles ; l'eau sert aussi de lubrifiant, il faut humidifier sans cesse le bois, aussi parce que l'alternance humide/sec fait pourrir le bois. A cet effet un réseau de petites canalisations amène le liquide en divers points du mécanisme : arbre, manche, calages des roues à cames.

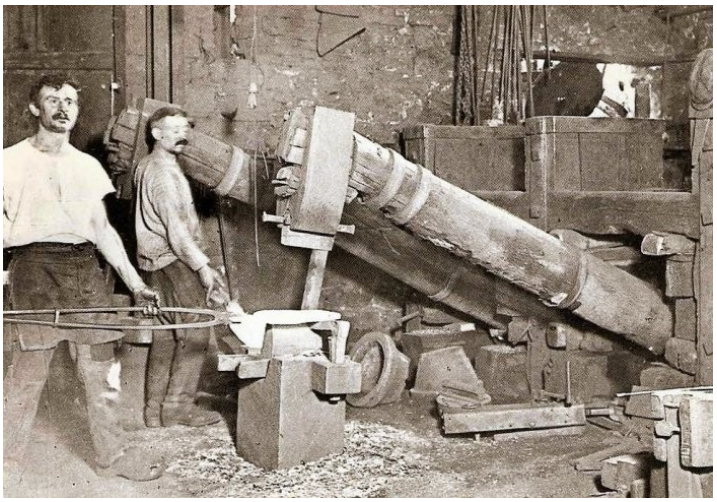
Pour pouvoir réparer et refaire rapidement un manche ou un arbre cassé, les forges tenaient en réserve du bois d’œuvre, maintenu immergé dans l'étang de retenue de l'usine. L'immersion du bois pendant des années avait dit-on la propriété de le durcir, le chêne étant connu comme imputrescible à l'eau.

Mais les manches de martinet pouvaient rompre à la limite du sec à l'humide, et en général on ne pouvait prédire la durée de vie du bois. Car bien que réalisés avec les mêmes soins un manche pouvait tenir 6 mois, alors qu'un autre pouvait tout aussi bien casser au bout de deux semaines. Le bois d’œuvre devait être coupé d'octobre à début mars et dans les derniers quartiers de lune; car en dehors de ces périodes il serait mangé par les vers... (biblio : JOUSSE, L'Art de Charpenterie, 1706)

Pour renforcer le bois d’œuvre, les mécaniciens constructeurs de martinets frettaient arbres et manches de marteaux à l'aide de cerclages d'acier posés à chaud sur le bois.

Ces mécaniques rustiques nécessitaient un entretien périodique régulier : réfection du calage des bagues, des manches, des marteaux, et des roues. Ce qui garantissait du travail pour longtemps aux mécaniciens-charpentiers, qui étaient le plus souvent des employés à temps plein de la forge.
Très tôt, le sens du mot "martinet" a été élargi au bâtiment qui l'abrite, jusqu'à nommer un lieu, un ensemble de constructions, une usine travaillant le fer ; de tels lieux-dits peuvent avoir été une affinerie, elle même proche d'un haut fourneau.

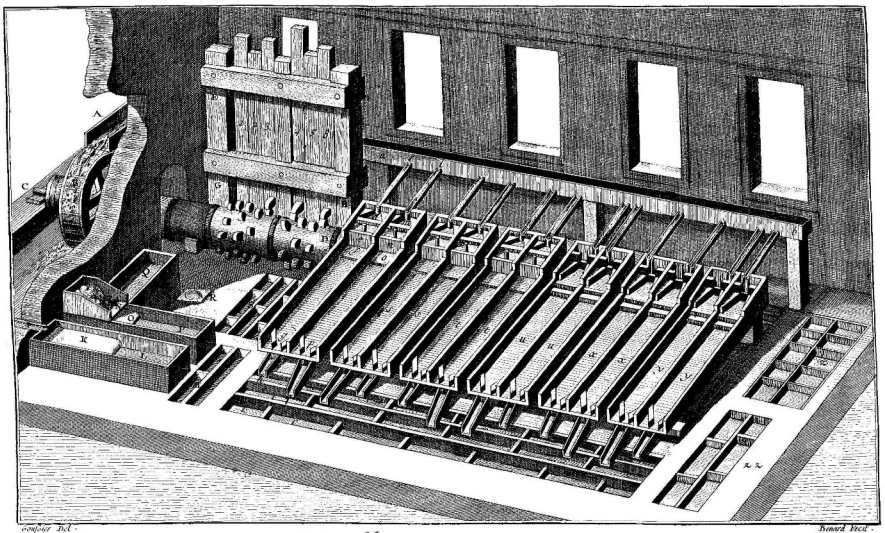
Cette machine outil n'a cessé d'évoluer jusqu'aux actuels marteaux pilons en passant par les martinets américains Bradley apparus vers 1900, et leurs copies européennes, apparus en France aux débuts du XXe siècle. D'autres engins apparurent dans les forges fin XIXème siècle : cisailles mécaniques, moutons à planche, moutons à courroie, pilon à vapeur, turbines hydrauliques, ventilateurs de forge, etc.



Bocambre ou bocard

C’est un moulin à pilon pour broyer le minerai dans une forge. Le bocard ou, plus rarement, bocambre, est un outil constitué d'un ensemble de pilons entraînés par des cames. Cet outil servait, en métallurgie, à casser un minerai, ou à le calibrer avant le haut-fourneau. Ce type de machine a été également utilisé pour produire des poudres fines en pulvérisant une matière. Il était utilisée depuis la fin du Moyen Âge

L'outil est constitué d'une rangée de pilons, successivement soulevés par un arbre à cames, lui-même entraîné par une roue à aubes, et qui retombent de leur propre poids sur le minerai brut entraîné par le courant d'eau sous les pilons. Le bocard comportait de 5 à 10 pilons, ayant une hauteur de chute de 15 à 45 cm, à raison de 30 à 45 coups à la minute.. Chaque pilon est composé d’une tige verticale en bois ou en métal muni dans sa partie inférieure d’une masse pesante. Cette masse, le sabot, frappe les éléments à réduire, en tombant dans un bassin ou auge. Des glissières verticales en assurent une montée et descente régulières. Un arbre horizontal entraîné par une roue, porte sur sa circonférence un nombre de cames multiple du nombre de pilons. Chaque came, rencontrant sur l’un des cotés de la tige verticale une saillie (appelée ergot ou mentonnet), soulève le pilon avant de le relâcher.



(Planche de l'Encyclopédie de Diderot et d'Alembert)

Le moulin à poudre https://fdmf.fr/dangereux-mais-admirables-moulins-a-poudre/

Moulin à poudre de 1853

Il s’agit de la poudre noire qui a constitué, pendant plusieurs siècles et jusqu’à la fin du XIXe siècle, l’unique explosif utilisé par les hommes pour les applications militaires et civiles. Ce moulin servait tout d’abord au broyage et à la trituration séparée des mélanges binaires charbon de bois + soufre et charbon de bois + salpêtre dans des « tonnes », gros cylindres en fer.

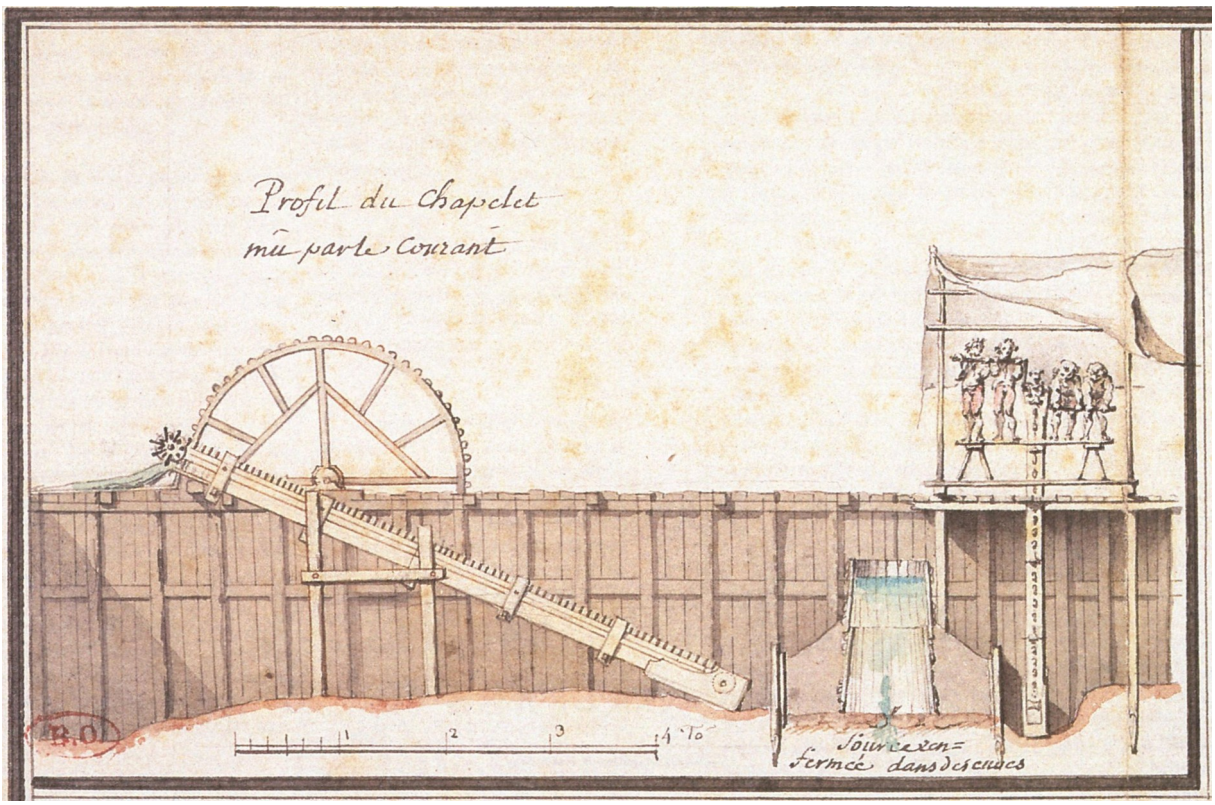
Moulin à chapelets

(extrait de l’Encyclopédie de Diderot et d’Alembert)

Les pompes à bras qui sont mues à force de bras d’homme sont les moindres de toutes les machines ; le peu d’eau qu’elles fournissent, et la fatigue d’un homme qui sans cesse lève les bras pour faire marcher le balancier, les rendent peu propres aux eaux jaillissantes ; on ne s’en sert ordinairement que pour avoir de l’eau pour arroser ou pour remplir des auges de cuisine ou d’écurie. Les *pompes* à cheval au contraire, c’est-à-dire, celles qui sont menées par un ou plusieurs chevaux, sont d’une grande utilité, et fournissent souvent plus d’eau en une heure qu’une source ordinaire n’en amène en quatre jours.

La seconde manière d’élever les eaux est d’employer la force des éléments, et c’est la meilleure de toutes. Les moulins que fait tourner l’eau ont l’avantage d’en fournir abondamment et pour ainsi dire jour et nuit ; la proximité de la rivière, ou la chute de quelque ruisseau, détermine à se servir de ces sortes de moulins qui, par l’extérieur, ressemblent aux moulins à blé et ne diffèrent que dans la composition du dedans ; il y a même de ces moulins qui moulent du blé et montent de l’eau quand on veut en décrochant la manivelle. Ils vont par le moyen de la chute d’un ruisseau sur la roue, ou quand ils sont dans le fil d’une rivière par la force du courant, tels sont la machine de Marli, la pompe Notre-Dame, la Samaritaine, les moulins de Saint Maur, de Maisons, Conflans, Clichy, Chantilly près Senlis, Liancourt, Colorue dans le Parmesan, Nimphynbourg dans la Bavière, *etc*.

Dans les endroits éloignés des rivières et ruisseaux, tel que peut être un lieu élevé sur quelque coteau dont la situation est très exposée aux vents, les moulins à vent y conviennent parfaitement ainsi que dans une plaine qui n’est point masquée par quelque bois qui arrêterait le vent. Ces moulins ressemblent à des moulins à vent ordinaires ; ils ont cependant une plus grande commodité, qui est de se mettre d’eux-mêmes au vent par le moyen d’une queue en forme de gouvernail, portant sur un pivot qui se tourne de tout sens. On en a exécuté de pareils à Versailles, Marli, Meudon, Chatillon, Argenville, Bercy, Porcherons.



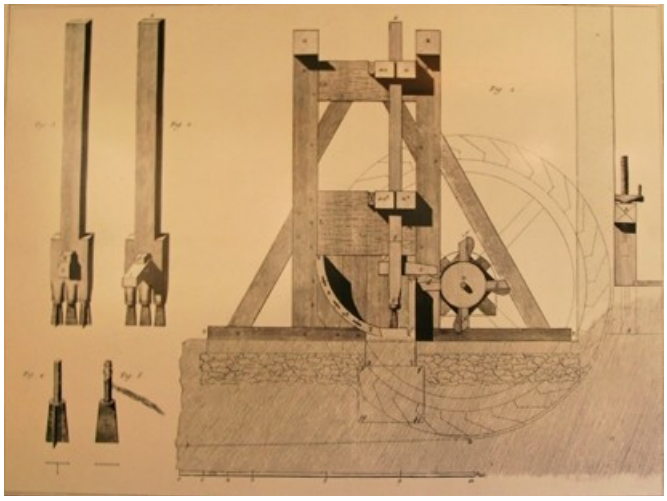
Chapelet permettant de puiser l'eau

Moulin à tan

Un moulin à tan est une usine où l'on broie l'écorce de chêne qui sert au tannage des peaux.

Le tan servait à traiter les peaux d'animaux des tanneurs. Il était obtenu à partir des écorces des chênes ou des châtaigniers. Elles étaient broyées à l'aide de broyeurs verticaux, sorte de moulins à café composés d'un boisseau fixe et d'une noix entraînée en rotation par le roudet de moulin à eau. Ces deux pièces étaient réalisées en bois dur. Le boisseau était fixé dans la partie haute d'un coffre servant de réserve à tan, lui même reposant sur la meule gisante. L'axe en bois entraîné par la roue métallique est garni d'ergots incurvées, qui lèvent des pistons de bois et les laissent retomber dans une auge où l'on a placé les écorces. Ce système permet de réduire les écorces en poudre.

mécanisme à broyer le tan du moulin de Montfort sur Meu (35)



Coupe transversale d'un moulin à tan

Le moulin à chamoiser

Le moulin à chamoiser est appelé aussi moulin foulon à peau. Basé sur le principe du moulin foulon drapier, le moulin à chamoiser ne connut qu'une diffusion restreinte. Cette activité assura le renom de villes comme Niort et Millau. Dans notre paysage industriel contemporain, les moulins à chamoiser sont désormais devenus très rares. Alors que le mégissier employait une substance tannante minérale, l'alun, le chamoiseur utilisait une substance animale, l'huile de poisson (majoritairement huile de foie de morue). Le choix de l'huile, délicat, conditionnait la qualité du tannage et l'aspect marchand de la peau. Pour associer la peau et l'huile, seul le moulin foulon à peau était utilisé. Le mariage de ces deux éléments ne pouvait totalement s'opérer qu'avec le concours de l'air, indispensable pour le séchage. Les peaux fabriquées étaient destinées à l'industrie de la ganterie, du vêtement et du luxe. À la différence du moulin à tan, qui broie une substance

chimique végétale, le tan, le moulin à chamoiser permet l'union de deux matières, l'huile et la peau. Chacune de ces deux activités se trouve liée à un système spatial précis. Loin d'être juxtaposés, ces deux moulins sont liés l'un à l'autre et la frontière entre les deux activités est perméable. Ainsi la peau de veau, qui n'est pas encore du cuir, sera-t-elle travaillée à l'huile par le chamoiseur. Le cuir auquel on voulait donner une certaine souplesse, tout en lui conservant une résistance mécanique, sera tanné à l'huile, et prendra le nom de buffle. Quant au dégras, sous-produit du chamoisage, il sera très recherché par les corroyeurs pour apprêter leurs cuirs.

Un moulin à chamoiser

Moulin à teiller le lin

Après l'opération de rouissage (= pourrissage du lin dans l'eau pour ne garder que les fibres), et de séchage, le lin était broyé pour briser tout ce qui n'était pas «fibres».
Le teillage est l'opération qui consiste à séparer les fibres des débris de chènevotte qui y adhèrent encore et à les assouplir. Autrefois le teillage se faisait manuellement en frappant une lame de bois appelée « espade » sur la poignée de lin. A partir de la moitié du 19ème siècle l'opération se mécanise, dans certaines régions, on commence à utiliser la force motrice de l'eau. En 1953, on comptait encore 53 moulins hydrauliques pour le teillage du lin en Bretagne. Des roues étaient équipées de 10 spatules en bois de frêne poli pour battre des poignées de lin introduites dans des échancrures verticales.
La roue à aubes fournissait l'énergie pour la rotation d'un ensemble de roues à spatules et plusieurs postes de travail fonctionnaient simultanément. Différentes spatules étaient utilisées pour dégrossir, puis affiner la séparation des fibres. Ces moulins seront tous mécanisés après la seconde guerre mondiale.

l’arbre composé d’un double ensemble de 6 postes de travail.
Sur chaque roue en fonte étaient disposées 10 spatules en frêne.

Moulin à pastel ou pastellier

Un moulin pastellier est fait une pierre horizontale au centre de laquelle était fixé un axe vertical. Tout autour de cet axe, par l'intermédiaire d'un manche relié à l’animal, pivotait une roue verticale, généralement en pierre (quelquefois en bois) tournant dans une auge de pierre où sont disposées les feuilles à broyer.

Durant cette opération, les feuilles du pastel des teinturiers ou guède étaient réduites en bouillie : on en récoltait une pulpe que l’on destinait à la fabrication de la teinture. Une fois séchées, elles sont portées au *moulin pastellier* le plus proche, pour être broyées moyennant une redevance. Là, elles sont écrasées pour en exprimer une pulpe. La traction animale est préférée car ces moulins, animés par une énergie douce et régulière, permettaient d’obtenir une pulpe homogène.

Après broyage, la pâte de pastel est mise à sécher en tas sous un hangar durant un temps variable suivant le lieu de fabrication. Une fois séché et durci, le pastel est écrasé et mis en boule à la main. Ces boules grosses comme le poing ou un peu plus, sont nommées « coques » ou « cocagnes » dans le Lauragais. Au fur et à mesure de leur fabrication, les cocagnes sont disposées sur des claies pour qu'elles continuent à sécher pendant un à deux mois. Quand elles sont bien déshydratées, les coques (nommées alors *pastel de Cocagne*) sont dures et ne risquent plus de se détériorer ; elles peuvent être transportées et être commercialisées pour servir à la préparation de la matière tinctoriale (ou agranat) utilisée dans les cuves de teinturier.

Broyage des feuilles dans un moulin pastellier en 1752

Moulin à canne à sucre

Un moulin à canne à sucre est une usine qui transforme la canne à sucre pour produire du sucre brut ou blanc. Le trapiche est un moulin traditionnel utilisé pour extraire les sucs de la canne à sucre en vue de sa distillation.

Traditionnellement, la transformation de la canne à sucre se fait en deux étapes. Dans un premier temps, le moulin extrait le sucre brut de cannes fraîchement coupées. Dans un deuxième temps, les usines sucrières, souvent situées à proximité des foyers de consommation.

Méthode traditionnelle antillaise

D'après les historiens, le mécanisme à broyer la canne aurait été mis au point en Amérique à partir d'un moulin à égrener le coton. Connu en Espagne depuis bien longtemps il s'apparentait plus au moulin à meule connu dans tout le bassin méditerranéen. Son adaptation au broyage de la canne fut réalisée par les Espagnols puis les Portugais, dès le début du XVI^{e} siècle. L'invention des moulins à canne est liée à l'invention des engrenages qui permettaient de mouvoir trois cylindres broyeurs au moyen d'un seul manège. Au départ, il ne possédait que deux rouleaux verticaux, mais très vite on lui en a ajouté un troisième, toujours en bois.

Le moulin à bêtes à trois rouleaux verticaux aurait été introduit vers 1640 dans l'île de Saint Christophe (St Kitts aujourd'hui), puis vers 1645 à la Martinique. La force d'entraînement des rouleaux était obtenue suivant le principe du moulin à manège (moulin à bêtes), utilisé dans le Vieux Monde depuis des siècles pour moudre le grain ou écraser le raisin et les olives. Les moulins actionner par des captifs, des bagnards ou de la main d'œuvre servile étaient appelés « moulin à sang ».

Dès 1654, le broyeur à trois cylindres verticaux s'impose dans toutes les sucreries des Antilles.

Dès cette époque, il utilise trois moteurs au choix :

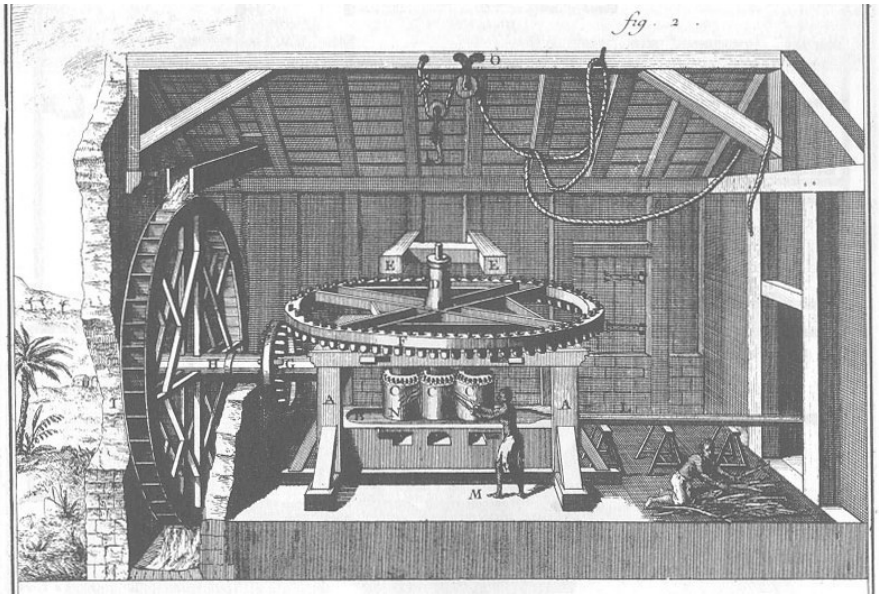
- le moteur animal,
- le moteur hydraulique
- le moteur éolien dans les petites îles ou le vent le permet.

Les anciens moulins à eau

L’eau prélevée en rivière était transportée dans des canaux maçonnés. En suivant les courbes de niveau, passant souvent en pont-canal ou en aqueduc, afin de garder un potentiel haut d’énergie hydraulique, elle alimentait des moteurs à eau actionnant des moulins à canne. Dans beaucoup de situations, sous les roues hydrauliques partaient des canaux de fuite en tunnel permettant de valoriser de plus grandes hauteurs de chute.

Dans le moulin, la canne est broyée entre 3 cylindres en bois dur, plus tard ces rôles seront chemisés en fonte. Le jus de canne obtenu s’écoulait dans le canal à vesou vers la sucrerie, construit en pierre taillée, en ciment fait de briques et poteries pilées auxquelles on mélangeait des cendres et de la chaux, en bois ou en toute autre matière utile à ce service. Ce canal permettait d’approvisionner la grande (cuve ou chaudière) située en contrebas par simple gravité en utilisant au mieux les différences de niveau.

(Moulin pour exprimer le jus des cannes, à la Martinique.)



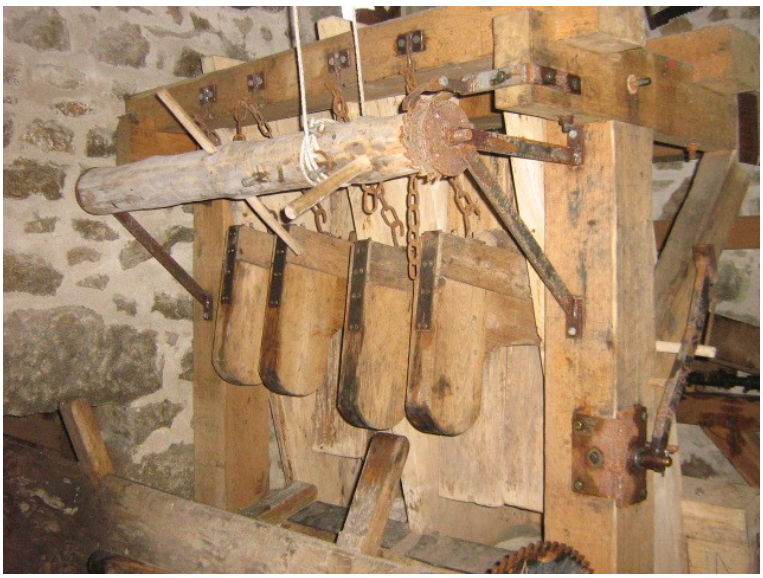
Moulin à canne à sucre actionné par une roue à aubes.

Moulin à pommes

Le moulin à pommes est aussi appelé « gadage » ou « tour à pile ». *C'*est une construction hors-sol faite en gros segments de granit ou de grès.
Servant à la fabrication du cidre, le tour de pile se compose de plusieurs éléments assemblés pour former une auge circulaire d'au moins 3,50 mètres de diamètre, destinée à recevoir les pommes. Une roue en granit ou en bois, reliée à un pivot central et tournée par un cheval, écrase ou « pile » les pommes dont le jus est ensuite extrait dans un pressoir
A l'époque ce tour était actionné à l'aide d'un cheval, où l'auge était remplie à mi-hauteur, l'animal tournant régulièrement et assez lentement, permettait d'écraser les pommes sans broyer les pépins qui transmettent un goût désagréable au cidre à cause de l'huile volatile qu'ils renferment.

Moulin à chanvre

Les broyeurs de chanvre intervenaient dans la production des fibres de chanvre et de lin.
Après que le chanvre ait été arraché de terre, on le faisait sécher au soleil ; ensuite on le frappait contre un arbre ou contre un mur, pour en détacher les feuilles ou le fruit, et on le faisait rouir dans une mare ou dans un ruisseau, ou également dans ce qu'on appelait un routoir; c'est un fossé rempli d'eau. Le rouissage est une macération qui va faciliter la séparation de l'écorce filamenteuse d'avec la tige. Après avoir récupéré les fibres des tiges de ces plantes, on en formait des tresses. On plaçait ensuite ces tresses sur la meule dormante du broyeur afin que la meule dressée roulant autour de l'axe vertical broie les résidus ligneux et assouplisse les fibres. Ainsi, la pierre à " ribe " écrasait le chanvre dans un bassin circulaire. Le " ribage " terminé, le peignage du chanvre se faisait avec un grand peigne muni de dents acérées pour obtenir une filasse prête à être filée. La dernière étape du traitement consistait à peigner les fibres. Les résidus de peignage appelés étoupe étaient utilisés notamment pour calfater les bateaux.



Moulin broyeur de chanvre

Sources :

- *http://bernard.schrambach.free.fr*
- *http://fr.wikipedia.org*
- *http://moulinafer.free.fr*
- *http://lartdesmets.e-monsite.com*
- *http://www.syndicat-reyssouze.fr*
- *http://www.racinesenseine.fr/*
- *http://www.fdmf.net*
- *http://isabelle.duneau.free.fr*
- *https://codeart.org/*
- *https://books.google.fr/books M. Belidor (Bernard Forest de) - 1782*