

Université de Kairouan

Faculté des Lettres et des Sciences Humaines

Département d'Archéologie

Jean-Pierre LAPORTE

Moulins hydrauliques à roudet
dans l'Afrique du Nord antique,
médiévale et traditionnelle,

**Campagnes
et archéologie rurale
au Maghreb
et en Méditerranée**

(2017), p. 105-136.

Actes du sixième colloque international

(Kairouan : 14, 15 et 16 avril 2016)

Textes réunis par

Jaâfar Ben Nasr, Mourad Arar & Nouri Boukhchim

Extrai

Université de Kairouan
Faculté des Lettres et des Sciences Humaines
Département d'Archéologie

Actes du sixième colloque international

**Campagnes
et archéologie rurale
au Maghreb
et en Méditerranée**

Kairouan : 14, 15 et 16 avril 2016

Textes réunis par

Jaâfar BEN NASR, Mourad ARAR & Nouri BOUKHCHIM



Tunis - 2017

Sommaire

| | |
|---|-----|
| Avant propos | 7 |
| (Lotfi NADDARI et Jaafar BEN NASR) | |
| Session1 : Campagnes et archéologie rurale | |
| Ginette AUMASSIP | 11 |
| Sédentaires et nomades dans la Préhistoire saharienne. | |
| Tarek Aziz SAHED | 21 |
| L'archéologie protohistorique Au Maghreb : état de la question. | |
| Néjat BRAHMI | 41 |
| A la limite de l'espace rural : la vie religieuse dans les camps militaires du territoire de <i>Volubilis</i> . | |
| Lotfi NADDARI et Mohamed BEN NEJMA | 53 |
| Le mausolée dit « Ksar El Guennara » (environs de Thala) : étude architecturale et historique. | |
| Bakhta MOUKRAENTA | 79 |
| Localités mortes ou localités oubliées de l'ouest de la Maurétanie Césarienne. Étude de cas : Ala Miliaria. | |
| Anis HAJLAOUI | 91 |
| A propos d'une découverte archéologique à Hr Ben Chrifa (Regueb, Sidi Bouzid). | |
| Jean Pierre LAPORTE | 105 |
| Moulins hydrauliques à roudet dans l'Afrique du Nord antique, médiévale et traditionnelle. | |
| Faouzi ABDELLAOUI & Mondher BRAHMI | 137 |
| Henchir Es-Somâa, un centre oléicole tardif de la région de Gafsa/Capsa dans le Sud-ouest de la Byzacène. | |
| Nejib BEN LAZREG | 155 |
| Décors faciaux de l'Afrique romaine. | |

Session 2 : Kairouan et sa région

| | |
|--|-----|
| Jaáfar BEN NASR | 187 |
| Les structures archéologiques de la grotte karstique de «la Mine» (Jebel Serj - Tunisie Centrale). | |
| Ahmed M'CHAREK | 195 |
| À propos de la toponymie du Kairouan (une mise au point et une réponse) | |
| Taha KHÉCHINE & Soundes GRAGUEB | 203 |
| Nouvelles données sur la topographie, l'urbanisme et l'architecture aux alentours de la Grande Mosquée de Kairouan, des origines jusqu'à l'époque hafside : Essai de restitution à partir des fouilles archéologiques. | |
| Fathi BAHRI | 239 |
| Réflexions autour des enceintes de Kairouan durant l'Islam classique. | |
| Moez DRIDI | 247 |
| Un contrat d'achat hafside d'une résidence d'agrément (burgġ) dans la région de Kairouan. | |
| Mourad RAMMAH | 269 |
| Quelques remarques sur la genèse de l'écriture maghrébine. | |
| Christophe VASCHALDE, Jacques THIRIOT, Zouhair CHEHAIBI et Aline DURAND | 281 |
| Le combustible du four de briquetier aghlabide de Raqqāda (Kairouan, Tunisie) à la lumière de l'anthracologie. | |
| Index | 297 |

Avant propos

Choisir les campagnes du Maghreb et du bassin méditerranéen comme thématique du sixième colloque international du Département d'Archéologie de la Faculté des Lettres et des Sciences Humaines de Kairouan profite en effet d'une tendance nouvelle dans les recherches archéologiques et historiques focalisées de plus en plus sur la place de choix qu'occupait le monde rural dans la vie des sociétés. C'est une thématique nouvelle qui commence à prendre place comme axe de recherche fécond à la lumière de l'étude croisée et critique de l'ensemble des données textuelles confrontées aux données archéologiques fruits d'investigations systématiques, dans le cadre des programmes de fouilles ou de prospections de terrain.

Dans la littérature historique et archéologique, un grand intérêt a été souvent porté au thème des villes, notamment à leur histoire et archéologie, au détriment d'une campagne et d'un monde rural restés pour longtemps «victimes» d'un regard normatif et d'une recherche archéologique le plus souvent orientée vers le côté matériel des villes et les élites urbaines. Néanmoins, l'espace rural, souvent traité de limitrophe et de secondaire, a constitué à différentes époques un vrai creuset de civilisations et un espace privilégié pour le développement des peuplements et des activités humaines.

Les différentes contraintes inhérentes aux conditions de travail de terrain, les obstacles épistémologiques liés aux postulats des anciennes études et l'état lacunaire des sources écrites, constituent autant d'handicaps qui empêchent toute connaissance approfondie des sociétés rurales. Ce constat est d'autant plus valable pour le Maghreb, dont les recherches en archéologie rurale, montrent un grand décalage par rapport à celles, initiées il y a longtemps, dans les pays de la rive nord de la Méditerranée.

Toutefois, par la thématique retenue, Campagnes et Archéologie rurale au Maghreb et en Méditerranée, dont le présent ouvrage est le couronnement, on ne prétend pas dresser un bilan exhaustif des recherches pour l'ensemble de l'aire géographique retenue, mais plutôt de présenter les nouvelles découvertes et études faisant appel à une réflexion sur les différents aspects du peuplement humain dans les espaces ruraux à travers les époques. En effet, plusieurs problématiques ont été traitées : l'Homme et les cultures matérielles, modes de vie, l'habitat rural, modalités d'occupation du sol et dynamiques territoriales, activités économiques et vie religieuse... Le thème retenu a permis également de s'interroger sur les méthodes, les sources et les matériaux mis à contribution pour écrire l'histoire et aborder l'archéologie des peuplements dans les campagnes maghrébines et méditerranéennes de la Préhistoire aux temps modernes. Effectivement, le contenu de ce volume reflète la diversité des approches et la multiplicité des investigations dans des contextes géographiques et chrono-culturels considérés par les différents participants. Des révisions théoriques, des approfondissements de connaissances, des éclaircissements, des mises au point à la lumière des données textuelles et archéologiques et de nouvelles découvertes ont été exposés. Ainsi, des progrès substantiels ont

été enregistrés permettant une meilleure connaissance de la campagne et du monde rural dans le Maghreb et le monde méditerranéen depuis le Néolithique jusqu'aux temps modernes touchant le comportement des hommes, les activités économiques, les croyances et les pratiques culturelles, les notabilités dans le monde rural, les camps militaires comme un élément essentiel de l'organisation de l'espace rural, les techniques hydrauliques et oléicoles, l'iconographie romaine de Tunisie, la toponymie...

Le présent volume est réparti en deux sections, une première comportant les textes en langue française et une seconde pour les textes en langue arabe. Dans chacune, les textes sont rangés en deux sous-parties : une se rapportant à la thématique principale du colloque et une réunissant les textes qui traitent de Kairouan et sa région.

Ainsi pour la section française, et en respectant un enchaînement méthodologique, Ginette Aumassip, spécialiste de la Préhistoire saharienne, à travers des exemples archéologiques concrets, en provenance de divers sites néolithiques, met en évidence la plasticité du comportement des hommes préhistoriques invalidant ainsi l'équation classique « Paléolithique = nomadisme, Néolithique = sédentarité ».

De son côté, Aziz Tarek Sahed dresse un bilan de la Protohistoire maghrébine en mettant l'accent sur les divers problèmes que pose cette période : méthodes d'approche des sites et des vestiges, terminologie et chronologie. En effet, pour le Maghreb, cette phase charnière, encore très ambiguë, nécessite une révision radicale qui se situe au niveau de l'épistémologie même de la discipline. Il était ainsi nécessaire, outre le traitement classique des monuments funéraires protohistoriques, de faire appel à d'autres vestiges : l'habitat rural, les représentations artistiques tardives... Tant d'indicateurs qui peuvent constituer des pistes de recherche parmi les plus révélatrices des systèmes sociaux, économiques et culturels de la Protohistoire.

Ce colloque a été également l'occasion aux historiens et archéologues, spécialistes de l'époque romaine de faire connaître les résultats des enquêtes historiques et archéologiques d'une documentation publiée, réexaminée sous des angles nouveaux, ou inédite fruit d'investigations nouvelles. Ainsi, la contribution de Néjat Brahmi contribue d'une vive lumière à la connaissance du fait religieux (croyances et pratiques culturelles) dans les camps militaires identifiés dans le territoire de *Volubilis*, importante cité de la province de Maurétanie Tingitane.

S'agissant de l'axe des notabilités du monde rural, il fut traité par Lotfi Naddari et Mohamed Ben Nejma à partir de l'examen croisé de l'ensemble des données archéologiques, épigraphiques et architecturales d'un mausolée situé aux environs de Thala (Tunisie centrale). C'est ainsi que se distingue l'importance des liens matrimoniaux entre des familles romanisées du monde rural qui formèrent une sorte d'élite « rurale » comparable à celle du monde des villes, monopolisant également les honneurs dans les grandes propriétés foncières. Par les monuments funéraires bâtis, les mausolées en particulier se dégagent également l'idée de perpétuer, non seulement la mémoire des défunts, mais, plus important, est de perpétuer le prestige des familles attachées à marquer manifestement le paysage rural.

Deux contributions s'insèrent dans la thématique générale de présentation des sites archéologiques ruraux et des résultats des prospections et des fouilles. La première est celle de Bakhta Moukraenta puisée essentiellement dans une documentation publiée concernant *Ala Miliaria*, un camp d'époque sévérienne de Maurétanie Césarienne ; c'est une présentation de l'histoire de la recherche sur cette localité qui risque de disparaître. La seconde est celle d'Anis Hajlaoui portant sur un site archéologique rural dit « Hr. Ben Chérifa », dans la région de Regueb (Sidi Bouzid, en Tunisie centrale). Les fouilles engagées ont permis la découverte des vestiges d'un monument composé de pièces pavées de mosaïques polychromes géométriques et figurées représentant en particulier la déesse Venus (?) dans une position originale, semble-t-il.

Deux travaux sont à ranger dans la thématique systèmes techniques et étude du matériel archéologique ; ils se rapportent aux techniques hydrauliques et oléicoles. Le premier est celui de J.-P. Laporte qui met en exergue un type bien particulier de moulins hydrauliques antiques, dit « à roudet », qui perdure jusqu'à nos jours dans les montagnes berbérophones. L'auteur souligne l'ancienneté de ce dispositif et illustre

ses propos par des exemples de moulins hydrauliques antiques et médiévaux d'Afrique du Nord. Le second, mené conjointement par Faouzi Abdellaoui et Mondher Brahmi, concerne le site antique de Hr. Es-Somâa, un centre oléicole d'époque tardive de la région de Gafsa dans le Sud-ouest tunisien. Par l'examen minutieux d'une douzaine de pressoirs à jumelles, ils identifient une nouvelle technique de pressurage, disent-ils, non encore attestée dans la région oléicole de Sbeitla-Kasserine.

Un texte de Nejib Belazreg, un travail de longue haleine, vient clôturer la première partie de cet ouvrage. Il correspond à une synthèse sur le thème du décor des visages dans l'iconographie romaine de Tunisie.

Fidèles à une tradition, les organisateurs consacrent une deuxième sous-partie aux résultats des recherches archéologiques qui portent sur le Kairouanais, embrassant pratiquement toutes les périodes de la Préhistoire à la fin de l'époque médiévale. En effet, un premier texte de Jaâfar Ben Nasr, nous fait découvrir le côté archéologique de la grotte karstique de la «Mine» (Jebel Serj - Tunisie centrale) très connue par son attraction spéléologique. Plusieurs structures anthropiques (foyers de feu) y ont été identifiées et une première datation au C14 permet d'attribuer le site au Néolithique.

Un volet toponymique fait également partie des recherches portant sur le Kairouanais et les steppes tunisiennes en général, touchant en particulier les toponymes *Gamonia* et *Gamonis* documentés par les sources médiévales et antiques. C'est là un aspect que A. M'Charek lui consacre une mise au point en réponse à une remise en cause due à Moncef Ben Moussa parue dans les actes du 3^{ème} colloque du Département d'Archéologie de la F.L.S.H. de Kairouan et dans ceux du 1^{er} colloque du Laboratoire de Recherche «Occupation du sol, peuplement et modes de vie dans le Maghreb antique et médiéval», F.L.S.H. de Sousse.

Trouvent place ici également une série de contributions, différentes par leurs approches et problématiques ; elles proposent une matière scientifique se rapportant à la ville de Kairouan et ses environs durant les temps médiévaux. En effet, Taha Khéchine et Soundes Gragueb livrent les résultats préliminaires d'un chantier de fouille apportant des éléments essentiels en vue d'une restitution de la topographie de la médina de Kairouan. De son côté, Fathi Bahri revient sur la question des enceintes de cette ville durant l'islam classique et les différents problèmes qu'elle suscite. De même, un éclairage précieux sur l'habitat rural en Ifriqiya a été traité à la lumière d'un acte notarié d'époque hafsîde minutieusement étudié par Moez Dridi. Mieux encore, dans une étude paléographique et codicologique d'une collection unique de corans sur parchemin de l'ancienne bibliothèque de la Grande Mosquée de Kairouan, Mourad Rammah met en exergue l'apport de l'Ifriqiya en matière de la genèse et de l'évolution de l'écriture maghrébine.

Le travail de Christophe Vaschalde et *alii* vient clôturer les textes de la section française. Ces chercheurs, suite à un chantier de fouille concernant un four de briquetier aghlabide de Raqqâda, exposent les résultats d'une enquête pluridisciplinaire croisant archéologie, anthracologie et ethnoarchéologie, appliquée à l'étude de la question de l'économie de l'énergie combustible et du bois en Ifriqiya pendant la période médiévale.

Dans la section arabe, de même articulation que la section française, sont réunies les communications qui traitent de l'histoire, de la géographie historique et de l'archéologie de l'espace rural de la Tunisie médiévale et moderne.

Concernant le milieu montagnard, les Monts Matmata et Demmer, sont abordés en tant que creuset d'une culture matérielle originelle, dont les manifestations sont perceptibles à travers un décor architectural riche et expressif, que Nouri Boukchim a essayé d'en dresser l'inventaire et d'en chercher les significations et les empreintes identitaires distinctives. Pour le domaine tellien, appropriation de l'espace, fonctionnement des niveaux de pouvoir et son accapatement, aires de compétences tribales... sont autant de thématiques discutées par Mourad Araar et Hayet Aloui en rapport avec les tribus de Huwâra et Banū Kulâ'.

L'édition critique, d'Ahmed el Bahi, d'une partie d'un manuscrit évoquant un récit de voyage maghrébin du XVII^e siècle permet, à travers un témoignage oculaire et original de mieux appréhender le paysage et la toponymie d'une partie de l'espace saharien, à savoir la section Biskra – Tripoli.

Enfin, le texte de Lotfi Abdeljawad nous ramène dans le monde des morts en Ifriqiya médiévale. Il présente un document épigraphique inédit qui vient enrichir le dossier de l'enterrement et des cultes funéraires de la famille royale ziride.

Le Kairouanais, très riche en potentialités archéologiques, nous révèle à l'occasion de chaque rencontre scientifique une partie de son patrimoine rural méconnu et oublié. Grâce à Jihed Souid puis El Amjad Dridi, nous prenons d'abord connaissance d'El Orma, l'un des villages oubliés du Jebel Ousselat, puis d'une installation hydraulique de la campagne kairouanaise. C'est par la recherche sur le terrain que ce patrimoine rural, une des plus grandes richesses de la Tunisie profonde, pourra refaire surface.

On observera donc que, dans l'ensemble, ce colloque a répondu aux principaux objectifs annoncés dès le départ... Mais, cette thématique, toujours d'actualité, suscitera sûrement d'autres questionnements et occasionnera d'autres recherches compte tenu de la richesse de la campagne surtout maghrébine en potentialités archéologiques et patrimoniales scientifiquement très peu exploitées...

Lotfi NADDARI & Jaâfar BEN NASR

Moulins hydrauliques à roudet dans l'Afrique du Nord antique, médiévale et traditionnelle¹

Jean-Pierre LAPORTE

Résumé

Les moulins hydrauliques à roue horizontale (roudet) tiennent une place importante parmi les installations hydrauliques anciennes d'Afrique du Nord. D'un principe unique, avec des variations sensibles, ces installations ne sont pas spécifiquement berbères, mais ressortent d'une technologie plus répandue et plus ancienne qu'on ne le croit d'habitude. Elle a perduré jusqu'à nos jours dans les montagnes berbérophones. L'examen de quelques moulins hydrauliques antiques, médiévaux et modernes d'Afrique du Nord permettra aux archéologues de la région de reconnaître les traces de ces installations, sans doute bien plus nombreuses, à toutes les époques, qu'on ne l'a pensé.

Mots clés : Afrique du Nord, moulins hydrauliques à roue horizontale (roudet).

Abstract

Hydraulic mills with horizontal wheels (in french : « roudet ») hold an important place among ancient hydraulic installations of North Africa. From a single principle, with sensible variations, these installations are not specifically Berber, but come from a technology more widespread and older than usually thought. It survived to the present day in the Berber-speaking mountains. Examination of some ancient, medieval and modern hydraulic mills in North Africa will enable archaeologists to recognize on the ground the traces of these installations, no doubt much more numerous, at all times, than thought up to now.

Keywords: North Africa, hydraulic mills with horizontal wheel.

¹ Mon premier contact avec les moulins à roudet, dont j'ignorais jusque-là l'importance, et même plus ou moins l'existence, date du 16 mai 2014, avec la visite de celui d'Imedghassen (Kabylie) grâce à l'association bougiote GEHIMAB. Je remercie chaleureusement les organisateurs et l'Université de Kairouan de m'avoir permis de participer au présent colloque, ainsi que, de leur aide et renseignements : Dj. Aïssani, M.-A. Aït Kaci, F. Bakouri, J.-P. Brun, T. Canillos, S. Chaker, P. Cressier, M. Dahmani, S. Doumane, J.-P. Faure, S. Ganga, A. de la Vernhe.

Les moulins de toutes sortes font depuis longtemps l'objet d'intenses recherches, surtout depuis une trentaine d'années². Du côté des archéologues, on peut citer les travaux et synthèses de précurseurs, comme Wikander, Wilson³, et une tentative récente de mise en commun des connaissances⁴, tendance qui pourrait utilement s'accélérer, notamment avec des travaux de terrain et des synthèses régionales encore à mener et à entretenir.

L'énergie hydraulique a été employée très tôt, dès l'Antiquité pré-romaine⁵. Il existe deux grands types de moulins hydrauliques, l'un à grande roue verticale (moulin 'à aubes', ou 'à augets'), pour capter l'énergie de flux d'eau relativement importants et peu rapides, et le moulin à roue horizontale (en français « roudet », « rouet », « pirouette », etc.) en général dans des flux moins importants mais plus rapides. Au 1^{er} siècle avant J.-C., Vitruve ne décrit que le premier type, ce qui ne veut pas dire que le second n'existait pas déjà⁶.

1- Le moulin à roudet, ce quasi inconnu

C'est le second type, le moulin à roudet, qui nous intéressera plus particulièrement ici. Il est très mal connu et recensé, dans la mesure où le mécanisme proprement dit est entièrement caché sous le bâtiment. Essentiellement en bois, il a vocation à pourrir rapidement après la disparition du toit, et les meules à être récupérées. C'est sans doute le type le plus répandu dans l'Ancien monde et même jusqu'en Chine⁷.

Le « moulin à roudet »⁸ se compose d'une roue hydraulique horizontale (le roudet)⁹, fixée sur un arbre vertical, qui traverse le sol de la salle de travail, puis la meule dormante (ou « gisante ») et entraîne la meule tournante (ou « volante »)¹⁰.

La vitesse de rotation de la meule est par définition égale à celle de la roue hydraulique. Elle est suffisante pour la mouture, sans qu'il y ait besoin de multiplication. Ce type de moulin, facile et économique à construire, est également plus solide et aisé à entretenir que le moulin à roue verticale, car il ne comporte ni engrenage ni renvoi d'angle.

En principe, l'utilisation d'une roue horizontale s'explique par le petit débit de ruisseaux ou de rivières à écoulement rapide et/ou pente souvent forte, qui ne pourrait rentabiliser des installations plus importantes. Dans les sites favorables, un grand nombre de moulins à roudet successifs pouvait répondre à des besoins locaux relativement importants¹¹.

² Voir la bibliographie ci-dessous, p. 103-105.

³ Wikander 1985, 2000 a-c, 2014 ; Wilson, 1997-2003. On voudra bien nous excuser de ne pas tous les citer tellement ils sont nombreux, voir en particulier la bibliographie générale donnée dans les deux volumes cités à la note suivante.

⁴ Jacotey et Rollier éd., *Archéologie*, 2016. A noter une intéressante tentative d'harmonisation du vocabulaire, *ibid.*, p. 851-860. Cf. commentaire global ci-dessous, p. 100-103.

⁵ Baudrillart, Mola, 1904 ; Chastagnol, Préfecture, 1960, p. 311 et 359, Amouretti, Pain, 1986, p. 144-147 ; Brun, Moulins, 2016, p. 21-49.

⁶ Vitruve, *De architectura*, X, V. *De rotis aquariis et hydromylis*. Des roues hydrauliques et des moulins à eau.

⁷ Voir ci-dessous, p. 100-103, Annexe.

⁸ La roue horizontale porte en français plusieurs appellations : rouet, roudet, pirouette, etc. Nous adoptons ici celle de « roudet ».

⁹ On qualifie parfois le roudet de turbine, ce qui est inexact. La turbine, entièrement fermée, a été inventée au XIX^e siècle par Fourneyron. La réaction de l'eau qui s'enfuit provoque un effet d'aspiration. Quand, vers 1825, l'ingénieur Burdin s'est intéressé à cette roue, il a inventé la première véritable turbine. La turbine à action de Pelton (1825-1908) fonctionne suivant le même principe, mais dans un plan vertical, et son rendement est de l'ordre 80 % de l'énergie entrante.

¹⁰ Le même type de moteur peut entraîner des meules horizontales (pour le grain et les légumineuses), mais aussi des meules verticales (pour l'huile de noix dans le Cantal, cf. Tournebize et Bhaud, Moulins, 2009, p. 000.

¹¹ Les moulins à roudet volant sont plutôt attestés sur des dérivations, alors que les moulins à roudet contenu dans

1-1- Le bâtiment

La nécessité de séparer la partie humide, où l'eau fait tourner le roudet, et la partie sèche où l'on produit la farine, définit une structure à deux niveaux (fig. 1). Les moulins hydrauliques traditionnels se présentent comme de petites maisons basses avec, au rez-de-chaussée, la « chambre de meunerie » qui recouvre et cache complètement un local exigü en sous-sol, en français la « chambre d'eau », contenant le moteur hydraulique, c'est-à-dire le roudet.



Fig. 1 : La façade du moulin d'Imeghdassen (Kabylie, vallée de la Soummam). Au centre le canal d'évacuation sortant de la chambre d'eau. Au-dessus, la pièce de travail. Cliché J.-P. Laporte, mai 2014.

1-2- Plusieurs types de moulin à roudet

Bien qu'ils ressortent de la même technique dans le principe, on connaît plusieurs types de moulin à roudet, qui diffèrent par quelques choix techniques de base, et un grand nombre de variations plus réduites, caractéristiques des techniques artisanales.

Nous envisagerons successivement l'alimentation en eau, le moteur (roudet et arbre), les meules, et le dispositif d'alimentation en grain.

1-3- Le captage et l'introduction de l'eau

Certains moulins à roudet peuvent être alimentés directement par un torrent ou un canal à flanc de pente, mais le plus souvent ils le sont à partir d'un réservoir de stockage en amont du moulin. Quand le débit est vraiment faible (en particulier à l'étiage), on peut emmagasiner l'eau et faire fonctionner le moulin par intermittence.

L'arrivée d'eau se bloque ou s'ouvre avec une « pelle » (ou « vanne »). Lorsque la retenue est attenante au moulin, le mur amont présente alors une épaisseur souvent double, à la fois pour contrebuter le poids de l'eau et pour assurer l'étanchéité. La vanne, dite ouvrière, se trouve à l'intérieur, en bout du « canon » (et de la buse parfois amovible) qui le termine.

Lorsque la retenue est séparée et située en amont du moulin, la vanne se situe à sa sortie, s'il s'agit d'un équipement maçonné, et à l'intérieur de la retenue s'il s'agit d'un simple talutage, avant la partie terminale qui est parfois précédée par une rampe en forte pente (système répandu dans le Maroc médiéval)¹². L'eau pénètre ensuite dans un canal étroit dont la section se rétrécit petit à petit tout le long de sa longueur en entrant dans la partie souterraine du moulin. Ce canal peut être ouvert ou fermé depuis la partie inférieure.

une cuve le sont plutôt sur des rivières.

¹² Cressier, Resbalon, 1998, p. 158.

Dans les deux solutions, l'admission se termine par une buse¹³, en général fermée et conique (ce qui augmente la pression de sortie) qui la projette directement sur le roudet. Parfois, l'interposition d'une planchette mobile permet de dévier le flux pour arrêter ou ralentir le roudet.

On a considéré qu'il fallait une bonne chute, de l'ordre de quatre mètres, pour que l'eau acquière une vitesse suffisante. Dans les faits, la différence de niveau semble avoir été souvent nettement plus faible.

1-4- Le moteur (roudet)

L'eau sous pression frappe les pales du roudet, la roue hydraulique à pales, qui peut être plane (fig. 3.A) ou « en tulipe » (fig. 3B), soit à l'air libre (fig. 2, types A et B), soit immergée (types C et D) pendant le fonctionnement de l'appareil¹⁴.

Le dispositif de « trempure »

Le système de réglage de l'espace entre les meules, ce que l'on appelle en français la « trempure », détermine la finesse de la farine ; il se présente de manière globalement identique, avec à peine quelques variations mineures.

Dans tous les cas de moulins à roudet, le mécanisme est posé sur un madrier horizontal, que nous appellerons ici le « banc »¹⁵, qui pivote verticalement autour de l'une de ses extrémités. Encastrée près de son centre, une pièce métallique (pour résister à l'usure), la crapaudine¹⁶, porte la pointe inférieure de l'arbre moteur. Une robuste tige, de bois ou de fer (le « levier »)¹⁷, reliée à l'autre extrémité du madrier, permet de soulever le banc, et donc l'ensemble

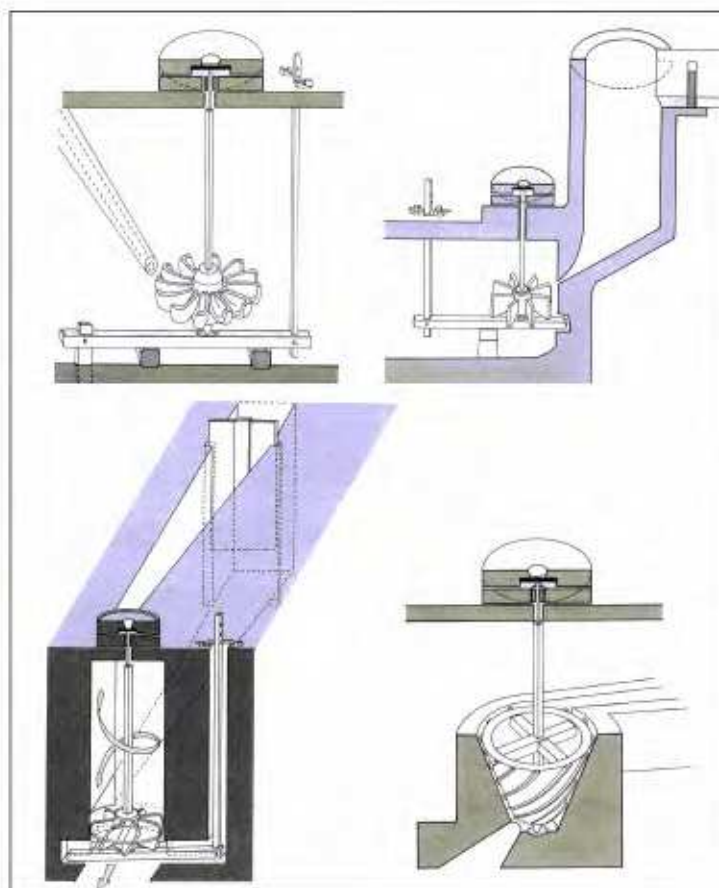


Fig. 2 : Quatre types principaux de moulin à roudet

D'après Roder, 1993, p. 99.

- A Roudet à l'air libre.
- B Idem + tour d'alimentation.
- C Roudet « à cuve », à la base d'un cylindre vertical ouvert le long d'une génératrice.
- D Roudet conique contenu dans une cuve adaptée.

¹³ La buse par laquelle l'eau va frapper les pales, ou les cuillères, s'appelle en général, en français, le canon.

¹⁴ Nous suivons ici la classification pratique de J. et G. Röder (*Turbinenmühle*, 1993) qui pourra sans doute être perfectionnée ultérieurement.

¹⁵ Autres appellations (entre autres) : la « pointille », le « fléau » (de trempure), etc.

¹⁶ Autre appellation, la « grenouille ».

¹⁷ Nous retenons ici l'appellation la plus simple, « levier », il en existe d'autres, comme « épée (de trempure) ».

du mécanisme mobile de quelques millimètres à partir de la salle supérieure. L'espace entre les meules (la lumière) arrivé à la hauteur voulue, on maintient la position en plaçant des cales sous la poignée qui termine le levier¹⁸.

Quatre types de moulin à roudet

En 1993, J. et G. Röder ont distingué quatre types principaux de moulin à roudet, classification simple et pratique que nous reprenons ici (fig. 2).

Le moulin à roudet volant (Type Röder A)

Dans le moulin de type A, le roudet moteur tourne à l'air libre¹⁹. Après avoir frappé les pales (ou les cuillers), l'eau gicle dans toutes les directions, au moins au démarrage ; l'énergie cinétique n'est donc que partiellement communiquée à la roue, et le rendement du moteur par rapport à l'énergie hydraulique de l'eau est faible (on parle de 25 %). Le rendement peut être quelque peu amélioré en profilant les pales. Les meuniers ont en effet essayé différents modèles pour améliorer le rendement et ont inventé la cuiller qui donne de bons résultats par rapport à la pale à méplat bien incliné, bien plus facile à façonner²⁰. L'intérêt de cette innovation (déjà ancienne) varie probablement suivant les moulins et la forme des pales ou des cuillers.

Le moulin à tour (Type Röder B)

Le moulin de type Röder B est de conception identique, c'est le mode d'alimentation qui change, avec un stockage intermédiaire dans une tour creuse, sorte de tube maçonné, oblique ou vertical²¹. Ce système pourrait correspondre à une faible arrivée d'eau, nécessitant une accumulation provisoire, avant une alimentation du moteur par éclusées. La faible largeur du tube maçonné par rapport à sa hauteur s'explique, non pas par un risque d'évaporation, mais par le souhait d'une plus forte pression à l'arrivée dans la buse, au moins au début de l'éclusée. Par ailleurs, la présence d'une colonne d'eau dont la hauteur peut varier régularise la pression et évite d'éventuels coups de boutoir qui pourraient endommager le mécanisme²². Le puits, ou *cuvo*²³, vertical implique un coût supérieur au moment de la construction, car il faut assurer l'étanchéité de la colonne et sa résistance à la pression interne. La contrepartie est une meilleure conservation des vestiges, ce qui devrait permettre aux archéologues de les reconnaître plus aisément²⁴.

Le moulin à cuve cylindrique et alimentation latérale (Type Röder C)

Dans ce type, l'eau stockée en amont est libérée en manœuvrant une vanne verticale ouvrant sur un bief au plan en biseau. Ceci détermine une lame d'eau verticale qui arrive tangentiellement dans un cylindre maçonné ouvert sur le côté. La paroi maçonnée entraîne l'eau dans un mouvement circulaire qui prépare son passage dans le roudet. Ce dernier, entièrement immergé pendant le fonctionnement

¹⁸ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436-437. L'effort à développer pour soulever le tout de quelques millimètres est assez important. Dans les moulins européens, l'extrémité supérieure du levier est souvent reliée à un autre dispositif à levier, qui permet de régler la hausse en appuyant et non plus en soulevant, ce qui est plus facile. Plus moderne encore, l'écrou (ou la manivelle) vissé sur l'extrémité filetée du levier et permettant de le soulever très progressivement.

¹⁹ Viollet, *Histoire*, 2005, p. 52, fig. 3.2.

²⁰ Nous nous garderons bien de trancher ici entre les tenants de la tradition (la pale plate bien inclinée) et les «modernistes», qui vantent la cuiller bien creusée et profilée, bien que ces derniers aient probablement raison.

²¹ « Réservoir », « gourgue » ou « tine » en Provence.

²² Cressier, Resbalon, 1998, 157.

²³ Forme espagnole du *qubb* arabe.

²⁴ Cressier, Resbalon, 1998, p. 158.

de l'appareil²⁵, est contenu dans une cuve maçonnée qui limite les fuites latérales et les pertes d'énergie correspondantes. Le levier de trempure, qui, dans le cylindre, ralentirait la rotation de l'eau, est reporté dans une goulotte spéciale située à côté du cylindre central (cf. ci-dessous, fig. 20, à Chemtou). Après avoir traversé et entraîné le roudet, l'eau tombe immédiatement dans un canal de fuite situé en dessous. Nous verrons ce système employé dans l'Antiquité à Chemtou et Testour.

Le moulin à roudet à cuve conique (type Röder D)

Dans ce type, le « moteur », constitué par une roue conique munie de courtes pales obliques, aurait été emprisonné dans une cuve également conique ménagée dans un massif de maçonnerie. Ce type dit « moulin à cuve » a été décrit en 1737 par Bélidor²⁶, qui le présentait comme fréquent sur la Garonne, Cependant, aucun exemple certain ne semble avoir été publié à ce jour (du moins à notre connaissance).

Deux types de roudet plan, en tulipe

Le roudet lui-même est constitué de pales fixées sur l'arbre vertical. Dans la solution la plus courante, elles se situent dans un plan horizontal (fig. 3.A).

Il existait un autre type, apparemment moins fréquent, dans lequel les pales étaient inclinées par rapport à l'axe vertical et formaient ce que nous appellerons une « tulipe » (fig. 3.B), bien attestée au Maroc par une gravure de Laoust en 1920²⁷, une photographie donnée par Creswell en 1987²⁸, une autre par Röder en 1993 (fig. 10) et en Kabylie par une photographie reproduite par Dallet en 1982²⁹ (fig. 18). L'angle, de 45° pour Laoust³⁰, semble avoir varié de 50 à 70° selon les moulins. Les pales sont fixées dans l'arbre au moyen de deux tenons. Chacune, de section ronde ou grossièrement triangulaire, présente une face plane, légèrement creusée sur une vingtaine de centimètres, perpendiculaire au jet d'eau.

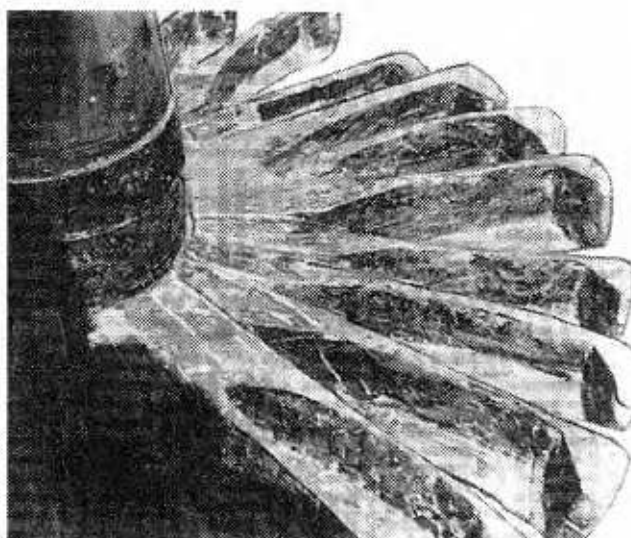


Fig. 3 : Les deux types de roudet, plan et 'en tulipe' :
3.A : Les pales d'un roudet en bois de Darguinah (Kerrata, Petite Kabylie), vers 1950. D'après Dallet, *Dictionnaire*, 1982, p. 1048, fig. 2.

Les deux formes (roudet plat ou « en tulipe ») semblent coexister dans les mêmes régions sans que nous connaissions la raison du choix.

²⁵ Outre le poids des meules, le poids de l'eau en mouvement le long des parois maintient en place le roudet, qui risquerait de flotter si l'eau était immobile. Il ne le peut pas car l'eau s'écoule immédiatement en dessous du roudet dans un large canal d'évacuation.

²⁶ Bélidor, *Architecture*, 1737. Viollet, *Histoire*, 2005, p. 53, fig. 3.3. Röder, *Turbinenmühle*, 1993, p. 99.

²⁷ Laoust, *Mots*, 1920, p. 48.

²⁸ Creswell, *Moulins*, 1987, p. 510 ; ici fig. 3 B ; également, p. 000 et 000, fig. 10 et 19.

²⁹ Dallet, *Dictionnaire*, 1982, p. 1048, ci-dessous, fig. 19.

³⁰ Laoust, *Mots*, 1920, p. 46.



Fig. 3 : Les deux types de roudet, plan et 'en tulipe' :

3. B : Le roudet « en tulipe » d'un moulin des Aït Mizan (Haut Atlas). D'après Cresswell, Moulin, 1987, p. 111.

L'arbre

En Afrique du Nord³¹, le plus souvent, l'arbre en bois qui porte le roudet et les meules comporte deux parties, ce qui permet de désolidariser aisément la partie basse pour la réparer ou la changer sans démonter la totalité du moulin. A la partie inférieure, un tourillon métallique, qui tourne dans la crapaudine, lui permet de tourner sur le banc sans l'user. Le tronçon supérieur se termine en bas par un tenon qui s'engage dans une mortaise de la partie inférieure (cf. fig. 18). Tout en haut, l'arbre est prolongé par un axe métallique, le « petit fer », qui traverse le sol intermédiaire et la meule dormante à travers le « boîtard »³², et se termine par un tenon carré ou rectangulaire, qui s'engage dans l'anille.

L'anille

L'axe métallique qui prolonge l'arbre vertical transmet le mouvement à la meule tournante par l'intermédiaire d'une pièce métallique, l'anille. La partie centrale de cette pièce comporte une mortaise carrée ou rectangulaire dans laquelle s'engage le tenon terminal de l'arbre (fig. 17). Cette anille s'encastre dans une rainure ménagée à la partie inférieure de la meule tournante (fig. 4).



Fig. 4 : Le logement de l'anille à la partie inférieure d'une meule tournante usagée, remployée en banc, à Imeghdassen (Kabylie).

Cliché J.-P. Laporte, mai 2014.

³¹ Jamais rencontré en France, ce montage paraît fragile et adapté aux seuls arbres de courte longueur, renseignement dont nous remercions A. de la Vernhe.

³² Rarement signalée, et pratiquement jamais décrite, cette pièce de bois scellée dans le sol comporte en son centre un trou cylindrique dans lequel tourne l'axe métallique qui prolonge l'arbre vers le haut.

Les meules

Les meules sont du même grès calcaire que celles des moulins à bras. La meule fixe [dormante] est renflée en son milieu ; en conséquence, la partie inférieure de la meule tournante est légèrement concave. Les surfaces en contact avec le grain sont seulement piquetées, de manière irrégulière. Le diamètre des meules, et notamment celui de la meule tournante, pouvait varier suivant l'eau disponible³³.

1-5- L'alimentation en grain (fig. 5)

Le grain à moudre est versé dans une trémie, en tronc de pyramide inversée, ou dans un couffin, percé à la partie inférieure, fixé en haut de diverses manières, attaché à un cadre formé de plusieurs bâtons (fig. 5), ou simplement suspendu par des cordes aux solives du toit (fig. 6).



Fig. 5 : La partie supérieure du moulin d'Imedghassen (Kabylie). Cliché J.-P. Laporte, mai 2014. Noter le patin frottant sur la meule supérieure. La meule inférieure, encastrée dans le sol, est peu visible.

Le grain n'est pas un fluide parfait et une petite agitation est nécessaire pour faciliter son écoulement. Le système d'agitation est partout identique dans son principe, malgré quelques variations de détail dans sa mise en œuvre (fig. 6). Un auget, qui conduit le grain au centre de la meule tournante, est suspendu sous la trémie au moyen de petites cordes. Un patin frotte sur la face supérieure de la meule tournante, dont les aspérités produisent des vibrations qui sont transmises à l'auget par un lien tendu³⁴. Le meunier le règle de manière à ralentir ou à accélérer la descente du

³³ En Kabylie, la meule d'hiver avait 0,80 m de diamètre, et celle d'été, 0,60 m. Ces meules, de 0,12 m à 0,14 m d'épaisseur étaient percées au centre d'un trou de 0,14 m d'ouverture (Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436).

³⁴ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436.

grain. Ce mécanisme, qui remplit les fonctions du babillard des moulins européens³⁵, produit un bruit de tic-tac, d'où son nom marocain de « taqerqant » qui est une onomatopée³⁶.

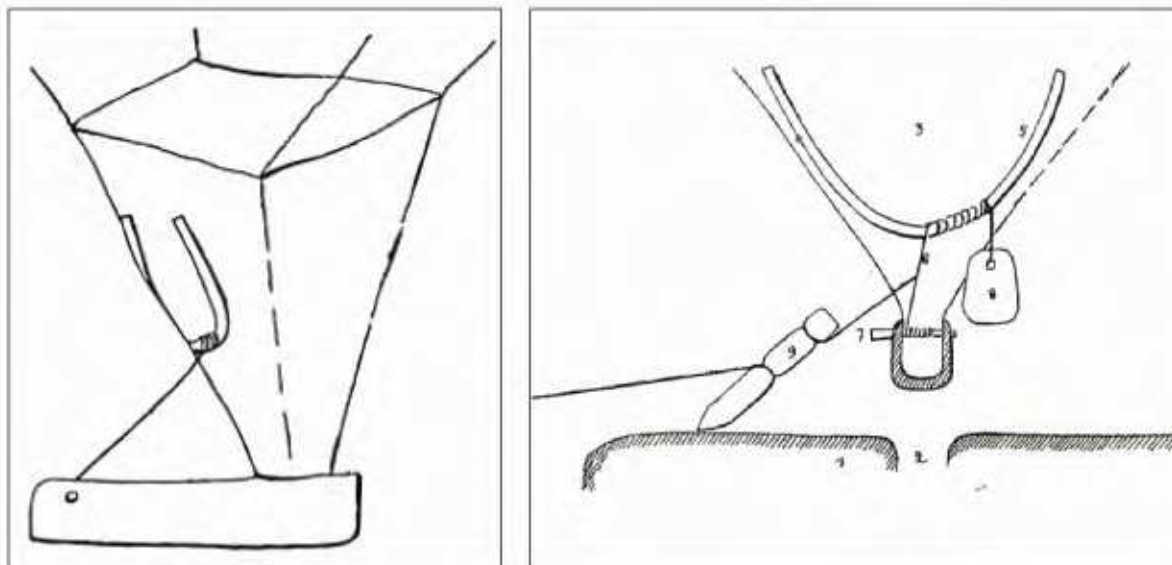


Fig. 6 : *Arial*, trémie avec son auget, et dispositif d'agitation de l'auget dans un moulin marocain. Laoust, 1920, p. 47, fig. 25 et p. 49, fig. 26.

1-6- Le mode opératoire

Il faut préparer le grain à moudre, le trier, le laver, le faire sécher. Bien sec, il est déversé dans la trémie à l'aide d'une grosse louche en bois, qui sert encore d'unité de mesure³⁷.

Pour régler la distance qui doit séparer les meules, on élève ou abaisse le banc de trempure en manœuvrant le levier

Le meunier démarre le moulin à vide et introduit le grain dès que la meule volante a atteint une vitesse suffisante. Il faut veiller à ce que l'alimentation soit toujours suffisante pour éviter la survenue d'étincelles qui pourraient enflammer la farine, voire faire exploser le mélange air-farine.

La farine est éjectée tangentielle aux meules et tombe dans une dépression où l'on peut la recueillir avec une petite balayette.

A la fin du travail, on arrête le roudet, soit en déviant l'eau à la sortie de la buse, lorsqu'un déflecteur a été prévu, soit en sortant du bâtiment pour aller descendre la vanne d'admission.

1-7- Produits moulus et rendement

L'une des constantes de la meunerie traditionnelle, bien qu'elle ne soit pas obligatoire, était l'absence de blutage permettant de séparer la farine la plus fine³⁸. La mouture « à la grosse » était la seule en usage³⁹. Le réglage de l'espacement des meules permettait d'obtenir des farines différentes pour un même produit agricole.

³⁵ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436.

³⁶ Laoust, *Mots*, 1920, p. 47.

³⁷ Pour remplir la trémie à Imeghdassen, il faut cinq guelbas, une guelba représentant quatre de ces louches en bois, Mouffok, *Mémoire*, 2014, p. 87.

³⁸ Le « blutage » est l'opération qui consiste à séparer la farine du son et des autres produits de mouture, à l'aide d'un blutoir composé de plusieurs tamis de tailles de maillages différentes permettant d'extraire les différents produits de mouture correspondantes. Le taux de blutage est étroitement lié au type d'une farine, c'est-à-dire à la quantité de substances non comestibles qu'elle contient. Plus on pousse l'extraction, plus on récupère de ces substances, dont l'intérêt est surtout nutritionnel.

³⁹ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436.

Pour les roudets volants, le rendement par rapport à l'énergie hydraulique est faible, environ 25 %. Pour moudre 100 kg de grain, sous une chute de quatre mètres, il fallait 600 mètres cubes d'eau. En fait, le rendement est très variable d'un moulin à l'autre, et les chiffrages, très approximatifs, mériteraient des enquêtes plus précises.

2- Les moulins à roudet en Afrique du Nord

2-1- Maroc

Les moulins à roudet marocains étaient naguère peu étudiés, au point que l'on avait pu écrire que les mentions étaient rares et tardives⁴⁰. En fait, ils se sont révélés nombreux⁴¹ dès l'on a commencé à les recenser, tant à partir des sources qu'à partir de leurs vestiges⁴².

Aucun moulin à roudet antique n'a été signalé à ce jour au Maroc, ce qui ne veut pas dire qu'il n'y en a pas eu. Les moulins hydrauliques (*raha-s*) apparaissent dans les textes dès les IX^e-X^e siècles⁴³ dans ou près de centres urbains importants, dans les régions de langue berbère, sans que l'on connaisse toujours leur type exact. Environ 180 sites pouvant comporter chacun un ou plusieurs moulins à roudet médiévaux ont été recensés par Cressier en 1998 (fig. 7). De dates diverses, les moulins de ce type sont omniprésents dans les montagnes marocaines et leurs piémonts, depuis le Moyen Age jusqu'à nos jours (certains de ces derniers encore en usage).

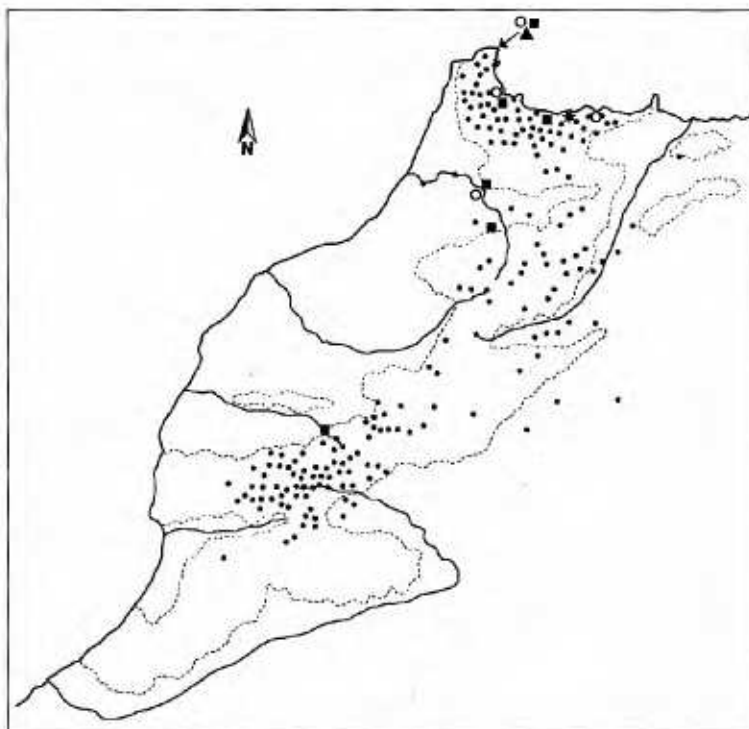


Fig. 7 : Distribution du moulin hydraulique à roue horizontale au Maroc (selon Chiche, Description, 1984) et localisation des groupes de moulins médiévaux mentionnés dans les sources ou attestés archéologiquement (carrés : à rampe ; triangles : à puits vertical). D'après Cressier, Resbalon, 1998, p. 153.

2-1-1- Des moulins médiévaux : Moulay Idris (Fès)

À Moulay Idris (Fès), dans une petite agglomération musulmane (XI^e-XVII^e siècles), sur un terrain enserré entre deux bras convergents et colmatés d'un oued fossile, plusieurs buttes de dépôts de travertin (ce qui montre un très long usage) semblent signaler autant de moulins. L'un d'eux

⁴⁰ Bouderbala et alii, Question, 1984.

⁴¹ Devos, Moulins, 1998, p. 4. Cette abondance est telle que l'on a pu croire que c'est la diffusion du moulin en Europe s'était faite à partir de l'Afrique du Nord, Gimpel, Révolution, 1990. Cette opinion est pour le moins prématurée.

⁴² Cressier, Resbalon, 1998.

⁴³ Cressier, Resbalon, 1998, p. 152, avec références et cartes en fig. 1, p. 153.



Fig. 8 : La rampe d'adduction d'eau du moulin à roudet à Moulay Idris. D'après Ferroukhi, Vidal, Canillos, 2016, p. 453, fig. 5. Cliché T. Canillos.

a été fouillé récemment⁴⁴. Il s'agit d'un moulin mettant en œuvre au moins⁴⁵ deux roudets dans deux « chambres d'eau »⁴⁶ distinctes, alimentées chacune par une rampe fortement inclinée (fig. 8). L'une est plutôt rectangulaire, l'autre arrondie ; dans cette dernière, les deux meules jadis juchées au sommet de l'axe vertical sont tombées l'une sur l'autre (fig. 9)⁴⁷. Ce moulin n'a pas connu moins de trois états, avec un abandon peut-être à l'époque almoravide (milieu du XI^e siècle, milieu du XII^e).

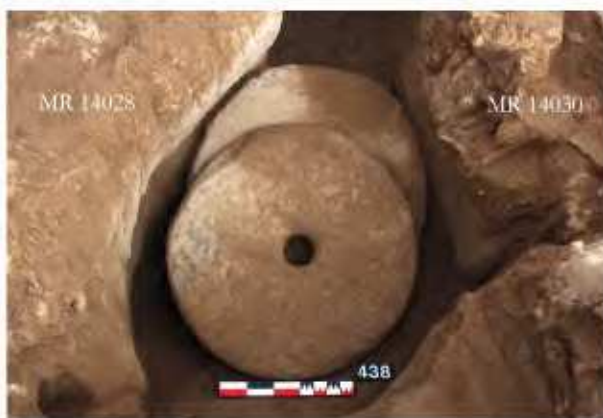


Fig. 9 : Les meules tombées dans la chambre d'eau. D'après Ferroukhi, Vidal, Canillos, 2016, p. 455, fig. 7. Cliché T. Canillos.

2-1-2- Les moulins traditionnels

Les moulins à roudet traditionnels étaient, et sont encore, nombreux sur le territoire marocain. L'eau est toujours amenée par un conduit incliné, une rampe souvent de bois. La standardisation est ancienne et totale sur ce point.

A l'arrivée du Protectorat, et encore dans les années 1980, les moulins à roudet se trouvaient essentiellement dans les zones montagneuses, où l'on peut aménager de fortes pentes⁴⁸. Même aujourd'hui, ils sont parfois encore préférés aux moulins à moteur à explosion (ou électrique) du fait de leur caractère autarcique, de leur plus grande flexibilité⁴⁹ et de leur simplicité, et, dit-on, de la meilleure qualité de la farine⁵⁰. Compte tenu de la perfection technique et de l'efficacité de ce mécanisme simple, l'invention du moulin était parfois attribuée plaisamment au diable⁵¹.

⁴⁴ Ferroukhi, Vidal, Canillos, 2016, Nous les remercions pour les illustrations n° 8 et 9.

⁴⁵ Le plan, fig. 2 de la page 451, semble montrer deux autres rampes allant vers l'Est. Un bloc diagramme stéréotomique ne serait pas de trop.

⁴⁶ L'article mentionne, p. 454, des « chambres d'eau », terme employé essentiellement pour les moulins à roudet (cf. dans le même volume le vocabulaire en p. 853).

⁴⁷ Examiner de près ces deux meules aurait sans doute permis de retrouver l'anille métallique, ou tout au moins son logement à la base de la meule volante.

⁴⁸ Chiche, Description, 1984, p. 302.

⁴⁹ Devos, Moulins, 1998.

⁵⁰ Devos, Moulins, 1998, p. 4.

⁵¹ Chiche, Description, 1984, p. 302, *apud* Cressier, Resbalon, 1998, p. 157.

Le vocabulaire est arabe dans les zones arabisées⁵², et exclusivement berbère dans les zones berbérophones⁵³. Ce fait suggère une diffusion très ancienne de la technique⁵⁴.

La petite construction, généralement bâtie au-dessus d'un cours d'eau, comprend deux parties établies l'une au-dessus de l'autre, séparées par un plancher en terre battue, au rez-de-chaussée la chambre de meunerie, en dessous, la chambre d'eau abritant le roudet⁵⁵.

Plusieurs moulins traditionnels à roudet ont été décrits avec plus ou moins de précision. Wilson en cite un sur l'Oued es-Soueïr au sud de Lixus (Maroc), sans que nous connaissions bien ni le dispositif, ni sa datation⁵⁶. A Assakla, sur l'oued Guigou, dans le bassin supérieur de l'oued Sebou, un moulin à roudet « en tulipe », est installé dans une forte pente. La trémie est constituée par un couffin suspendu au toit ; le grain coule dans un auget relié à un agitateur⁵⁷. A Demnat, les moulins particulièrement nombreux (on en comptait une cinquantaine) étaient établis dans les jardins, le long des rigoles qui amènent l'eau d'irrigation dérivée, très en amont, de l'oued Mahcer. Il en existait quelques-uns à Bezou sur les bords de l'oued el-Abid et même à Tanant. Une faible chute d'eau, toujours facile à provoquer, suffisait d'ailleurs pour les mettre en mouvement⁵⁸.

Un moulin de Tahanaoute (Haut Atlas) était alimenté en grain par un couffin suspendu au plafond par des ficelles et mû par un roudet « en tulipe » (fig. 10)⁵⁹.



Fig. 10 : Le roudet « en tulipe » de Tahanaoute.
D'après Röder, Turbinenmühle, 1993, fig. 26.

Un moulin des Aït Mizan

La précieuse description de Laoust (1920)⁶⁰, synthèse élaborée à partir de plusieurs moulins, a été heureusement illustrée en 1987 par l'étude exemplaire d'un moulin à roudet "en tulipe" sur le territoire des Aït Mizan, une fraction de la tribu Rherhaya, dans le Haut Atlas marocain (fig. 11)⁶¹.

Ce moulin, de construction récente (dans les années 1980), avait été construit par deux propriétaires dont les moulins précédents avaient été rendus inutilisables. Chacun avait pris à sa charge la moitié des frais, comme ils partageraient plus tard la moitié des bénéfices, ils avaient fait venir d'Imsker, village situé en aval, un artisan spécialisé dans les moulins, aussi bien pour la

⁵² Carbonero, Cressier, Ekbati, Ejemplo, 1997, p. 65-66).

⁵³ Les moulins à eau sont appelés selon les régions « *azerg n-uaman* », « *ntifa* » ou « *tasirt uaman* » (Rif). Les Aït Ouirra qui connaissent les deux mots appliquent le premier « *azerg* », au petit moulin à bras et le second « *tisirt* » au moulin à eau (Laoust, *Mots*, 1920, p. 46).

⁵⁴ Cressier, Resbalon, 1998, p. 154. Les vocabulaires berbères marocains et kabyle feront l'objet d'une étude particulière, E.B., s.v. Tassirt, à paraître.

⁵⁵ Laoust, *Mots*, 1920, p. 46.

⁵⁶ Wilson, *Water-power*, 1995, p. 508, n° 7.

⁵⁷ Devos, *Moulins*, 1998, fig. p. 4.

⁵⁸ Laoust, *Mots*, 1920, p. 46.

⁵⁹ Röder, *Turbinenmühle*, 1993, fig. 25, b (couffin d'alimentation) et c, et pl. 26 a et b, roudet en tulipe et banc de trempure, avec à droite du cliché le bas du levier. L'objet apparemment tourné situé le long du banc de trempure semble être simplement une bouteille en plastique écrasée en son milieu.

⁶⁰ Laoust, *Mots*, 1920, p. 44-50.

⁶¹ Cresswell, *Moulin*, 1987.

partie en pierre que pour celle en bois. Le travail, qui avait duré huit jours, avait coûté 1000 Dh de matériel et 1500 Dh en frais divers et avait nécessité les services de quatre hommes et d'un maçon (le seul payé). Les propriétaires avaient offert un *ma'aruf* (frairie rituelle) au début et un autre à la fin des travaux de construction, avec sacrifice respectivement d'une chèvre et d'un mouton⁶². La construction terminée, le chef des travaux avait fait tourner quelque temps le moulin en versant des petits cailloux entre les meules, pour les roder, avant de moudre des grains.

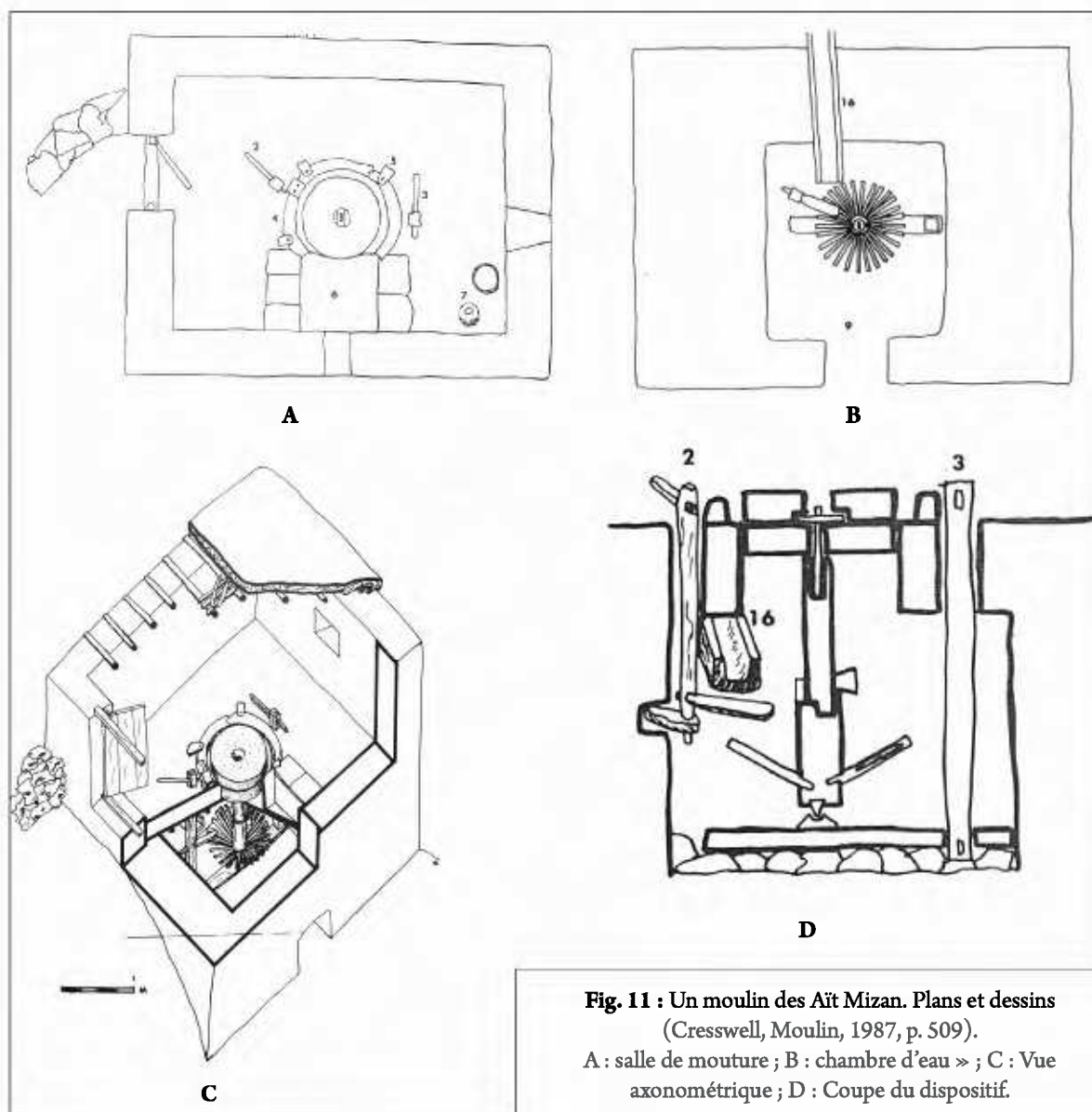


Fig. 11 : Un moulin des Aït Mizan. Plans et dessins (Cresswell, Moulin, 1987, p. 509).

A : salle de mouture ; B : chambre d'eau » ; C : Vue axonométrique ; D : Coupe du dispositif.

Censée être d'au moins 3 mètres pour engendrer assez de force, la chute d'eau varie en fait entre 2 m et 2,5 m selon les moulins.

L'eau du canal arrive en haut d'une goulotte formée de deux troncs d'arbres équarris et évidés emboîtés l'un dans l'autre. Dans le moulin des Aït Mizan étudié, la section amont, de 2,85 m de long, fait tomber l'eau de 1,55 m (angle de chute : 33°), et la section aval, de 1,70 m de long, fait tomber l'eau de 0,66 m (angle de chute : 23°). L'eau fait encore une chute de 0,27m avant d'atteindre

⁶² Cresswell, Moulin, 1987, p. 513.

les aubes de la roue⁶³. Une planche horizontale disposée à la sortie de la buse permet d'intercepter une partie de l'eau et de ralentir la vitesse de la roue hydraulique.

L'arbre vertical

L'arbre moteur est constitué de deux pièces⁶⁴, ce qui permet de le démonter et de le sortir plus facilement de la chambre d'eau, pour le réparer par exemple. La jonction des deux pièces est ménagée sur deux niveaux pour éviter tout glissement latéral qui pourrait avoir lieu malgré les deux coins qui y sont enfoncés (fig. 12).

Le nombre de pales et leur longueur sont fonction de la taille de la meule active. Plus celle-ci est lourde, plus les aubes sont longues, plus leur nombre augmente et plus le débit d'eau doit être important⁶⁵.

La partie basse comporte des pales en nombre variable (16 pour Laoust, 28 pour Cresswell), disposées « en tulipe ». À son extrémité inférieure, l'arbre porte une pointe triangulaire en acier qui vient s'engager dans la crapaudine fixée sur le banc de trempure. Le levier, fixé au bout de ce madrier, sert à soulever l'ensemble mobile, à écarter la meule supérieure de la meule dormante et donc à régler la finesse de la mouture⁶⁶.

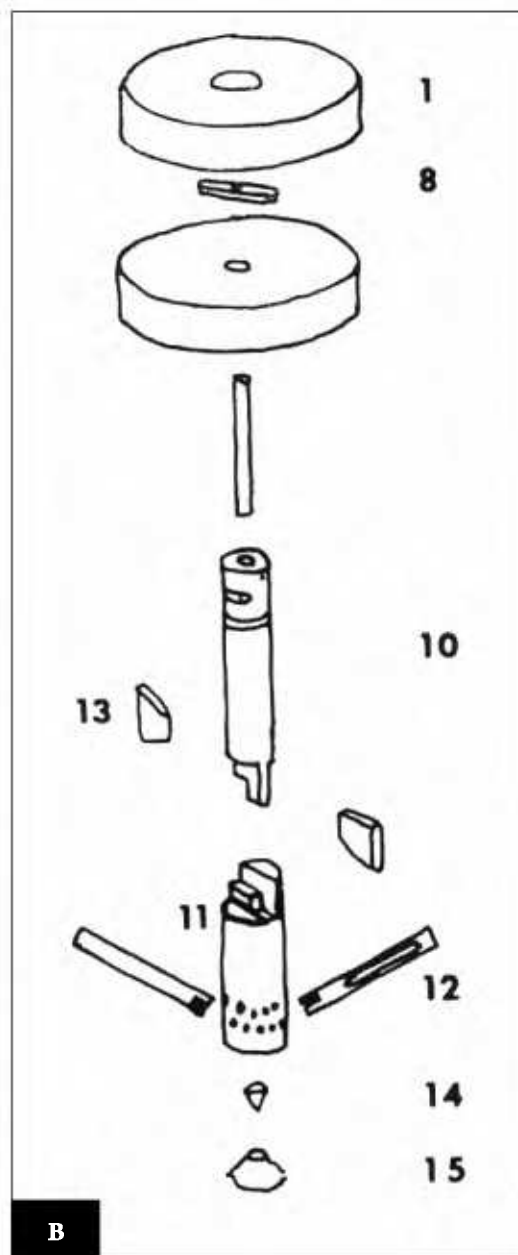


Fig. 12 A-B : Le moteur hydraulique du moulin des Aït Mizan. D'après Cresswell, Moulin, 1987, p. 510, fig. 3, et p. 511). On distingue sous le roudet le banc de trempure horizontal.

⁶³ Cresswell, Moulin, 1987, p. 508-9.

⁶⁴ Ceci semble adapté à des arbres de longueur réduite, et ne semble pas attesté dans les moulins à roudet européens, du moins à notre connaissance.

⁶⁵ Cresswell, Moulin, 1987, p. 509-510.

⁶⁶ Cresswell, Moulin, 1987, p. 510.

La partie supérieure de l'arbre de bois est cerclée de deux bandes métalliques⁶⁷ (frettes) pour éviter l'éclatement. Elle se prolonge par une tige métallique dont l'extrémité s'engage dans la meule supérieure qu'elle entraîne par l'intermédiaire d'une anille⁶⁸.

La buse doit être dirigée de telle manière que l'eau tombe sur sept pales simultanément, sur celle perpendiculaire à la goulotte, trois en aval et trois en amont. Si la pente de la goulotte est trop raide, l'eau tombe trop en aval, et trop en amont si elle est trop faible.

Les meules

Dans la pièce du haut se trouve l'appareil à moudre proprement dit, avec les deux meules, dormante et « volante ». Dans le moulin des Aït Mizan, ces deux pierres proviennent du territoire d'un village en aval, où le constructeur les a taillées sur place dans la forêt. Ensuite, deux équipes de sept hommes chacune les ont portées au moulin soit en les faisant rouler au moyen d'un bâton passé dans le trou central, soit en les portant au moyen de ce même bâton. Une rigole, aménagée dans le sol tout autour de la meule dormante, permet de recueillir la farine⁶⁹.

La trémie

On verse le grain dans la trémie, une sorte d'auge carrée en palmier-nain, large en haut, étroite en bas, accrochée par des cordes à la poutraison du bâtiment⁷⁰. Le grain coule par l'extrémité inférieure dans un auget rectangulaire en bois de frêne, légèrement incliné, auquel est fixé un patin mobile également en frêne dont le cahotement sur la meule tournante fait descendre le grain⁷¹ dans l'ceillard. Il coule ensuite dans l'intervalle qui sépare les deux meules où il est broyé.

Le réglage de la mouture (« trempure »)

Sur l'un des côtés de l'appareil, le « levier de trempure » permet de soulever le banc, et ainsi de modifier l'écartement des meules pour d'obtenir une mouture plus ou moins fine⁷². Il est ensuite maintenu en place par des cales⁷³. *Grosso modo*, trois sortes de farine sont recherchées. En position basse, les meules donnent une semoule très fine utilisée pour le pain ou le couscous. Il faut entre 45 et 60 minutes pour un *abra* (40 l). Dans la position haute, on produit une semoule grossière (plutôt pour les maïs) et il faut environ un quart d'heure par *abra*. Dans une position intermédiaire, on obtient la farine pour les crêpes⁷⁴.

Arrêt temporaire

On arrête ou on ralentit le moulin en manœuvrant une tige de bois verticale qui commande une palette horizontale (fig. 11 B, n° 2) installée juste après la buse. Un simple pivotement amène la palette devant la buse et dévie l'eau qui va se perdre dans un canal d'évacuation ou dans le ruisseau⁷⁵. Dans les moulins qui n'en comportent pas, il faut sortir du bâtiment pour manœuvrer la vanne extérieure située à la sortie du réservoir.

⁶⁷ Toutes les pièces en fer sont en métal de récupération, provenant généralement de camions ou de voitures. Cresswell, Moulin, 1987, p. 510.

⁶⁸ Laoust, *Mots*, 1920, p. 47, fig. 24.

⁶⁹ Cresswell, Moulin, 1987, p. 512.

⁷⁰ Cresswell, Moulin, 1987, p. 512 : Les moulins de haute montagne n'ont généralement pas de trémie, mais un simple couffin.

⁷¹ Cresswell, Moulin, 1987, p. 512.

⁷² Laoust, *Mots*, 1920, p. 47.

⁷³ Cresswell, Moulin, 1987, p. 512.

⁷⁴ Cresswell, Moulin, 1987, p. 513.

⁷⁵ Laoust, *Mots*, 1920, p. 47. Cresswell, Moulin, 1987, p. 510.

2-1-3- Le moulin, lieu de relations sociales

Les moulins sont des lieux importants de sociabilité. Chacun est intégré dans le système de propriété foncière et relève du système de partage de l'eau géré avec soin au sein du village. C'est aussi un élément des relations entre villages, puisque, même en période de pénurie, on ne doit pas couper toute l'eau dans les canaux distributeurs⁷⁶. Théoriquement lorsqu'un moulin se situe sur un canal et non sur une rivière, il a droit à une certaine quantité d'eau hors tour⁷⁷.

Chacun apporte son grain au moulin, surtout au moment des fêtes et des mariages, et le remet au meunier dont le rôle se limite alors à surveiller la marche de l'appareil et à prélever un salaire équivalant au dixième de la mouture⁷⁸. C'est un point de rencontre entre femmes, beaucoup plus que dans l'agriculture, où chacune se cantonne sur les champs de sa famille. Les mondes masculin et féminin s'y rencontrent, « par hasard » pour les jeunes, ouvertement pour les propriétaires du moulin qui viennent prendre la farine qui leur revient (une poignée par huitième d'*abra* approximativement, ce qui donne environ trois *abra* par mois)⁷⁹.

2-2- Algérie

Les moulins du territoire algérien n'ont pas encore été recensés à ce jour avec autant d'intensité que ceux du Maroc.

2-2-1-Des moulins antiques

Cependant, on y connaît plusieurs moulins hydrauliques dont quelques uns semblent antiques. Schioler avait donné une liste de 17 qu'il pensait être peut-être d'époque romaine⁸⁰, mais, après un tri attentif de Wilson⁸¹, la plupart se sont révélés plus tardifs, voire des indications fantaisistes fondées sur des toponymes français (*sic*), parfois, il est vrai, simple traduction de noms autochtones antérieurs. Deux exemplaires de moulins à roudet peuvent être retenus comme certainement antiques :

Ténès

On a signalé au XIX^e siècle, près de Ténès, à l'ouest de Cherchel⁸² : « au dessus de la cascade de l'oued ben Yakoub, un massif de 6 m sur 4 entourant un puits cylindrique à l'ouverture duquel correspond une conduite à ciel ouvert qu'on suit sur une vingtaine de mètres, les indigènes appellent cet endroit le Moulin romain ». Il s'agissait sans aucun doute d'un moulin à tour.

Oued Melah, près de Gunugu

Sur un aqueduc alimentant *Caesarea*, le long de la rive gauche de l'oued Melah, près de *Gunugu* (Sidi Braham Khouass), 35 km à l'ouest de Cherchel⁸³, ce moulin a été découvert par Ph. Leveau et J.-L. Paillet : « on voit un curieux massif de maçonnerie de 3,50 à 4 m de haut. Ce massif

⁷⁶ Cresswell, Moulin, 1987, p. 513.

⁷⁷ Cresswell, Moulin, 1987, p. 507.

⁷⁸ Laoust, *Mots*, 1920, p. 48.

⁷⁹ Cresswell, Moulin, 1987, p. 513.

⁸⁰ Schioler, Power, 1986, p. 200, n° 4.

⁸¹ Wilson, Water-Power, 1995, p. 506-507. Il est vrai que certains de ces toponymes « français » pouvaient n'être que des traductions de noms de lieux berbères.

⁸² Gsell, *Atlas*, 12, 26, Berbrugger, Antiquités, 1858, p. 270. Leveau et Paillet, Alimentation, 1976, p. 175, n° 173. Wilson, *Water power*, 1995, p. 507, n° 4.

⁸³ C. L. approximative 421,70 / 360, 60. Leveau et Paillet, Alimentation, 1976, p. 175. Wikander, Handbook, 1990, 78. Schioller 1986, 140-141.

contient un puits vertical de 0,80 m de diamètre revêtu de briques courbes à partir d'une profondeur de 1,20 m. Ce massif, de 1,80 m de large, constitue l'aboutissement d'un canal de 0,86 m de large dont l'extrémité se rétrécit à 0,38 m de large en arrivant au puits »⁸⁴. Schioller, qui a identifié le moulin, a examiné le site en 1989 et a suggéré une datation du IV^e siècle, on ne sait sur quels indices. Son dessin, ses coupes et plan, reproduits par Wikander⁸⁵ (fig. 13), confirment qu'il s'agissait d'un moulin à tour, dont le fonctionnement exact mériterait d'être explicité⁸⁶.

Ont été également signalés un moulin sur l'Oued Bou Ardoun⁸⁷, un autre à Mouzaia⁸⁸, mais l'on n'en sait pratiquement rien, ni le type, ni la datation. Nous nous interrogeons pour notre part sur un puits situé le long de la paroi nord-est des grandes citernes de *Tubusuptu* (Tiklat)⁸⁹.

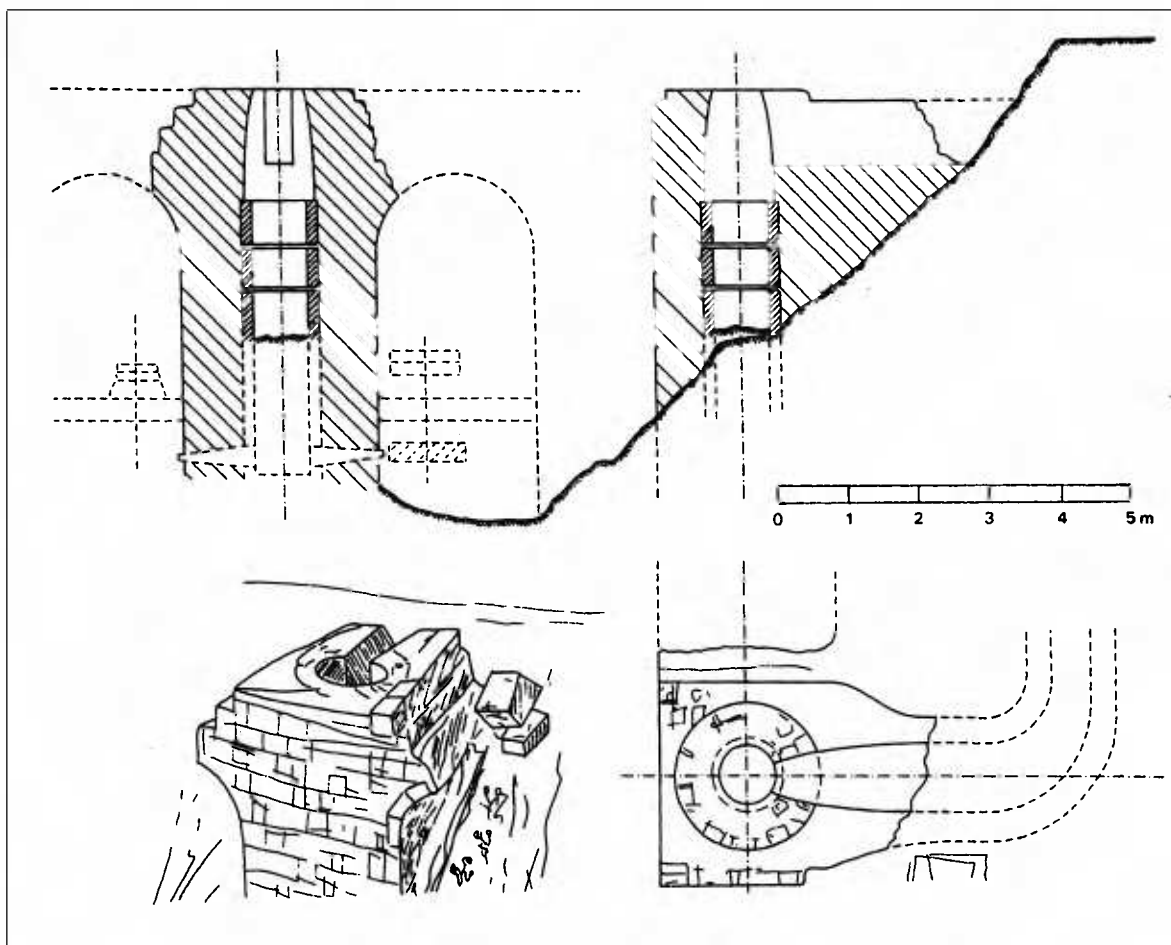


Fig. 13 : Moulin à tour de l'oued Melah découvert par Ph. Leveau, cf. Wikander, *Handbook*, 2000, p. 377, fig. 3.

⁸⁴ Leveau et Paillet, *Alimentation*, 1976, p. 175. Schioller, *Power*, 1986. Wilson, *Water Power*, 1995.

⁸⁵ Wikander, *Water-mill*, 2000, p. 377, fig. 3.

⁸⁶ Wilson, *Water power*, 1995, p. 507. On peut s'interroger notamment sur les trois caissons (?) figurés en haut et à l'intérieur du puits.

⁸⁷ Gsell, *Atlas*, F. 13, Miliana, n° 13.

⁸⁸ Gsell, *Atlas*, F. 13, Miliana, n° 32.

⁸⁹ Gsell, *Atlas*, f. 7, Bougie, n° 25, Tiklat, 7. Gsell, *Monuments*, 1901, p. 271, en haut et à gauche du plan de la fig. 81. Ce tube vertical, toujours ouvert, débouche 3 à 4 m plus bas sur une galerie horizontale. Je n'ai pu y descendre.

2-2-3- Moulins traditionnels en Algérie

On est un peu mieux renseigné sur les moulins à roudet traditionnels en Algérie, dans l'Aurès et en Kabylie⁹⁰.

Aurès

Les moulins à roudet étaient bien connus dans l'Aurès. En 1935, G. Rozet en a cité un près de Djemorah⁹¹, en précisant qu'il s'agissait d'un dispositif banal pour son accompagnateur aurasien, et en notant le nom du vibrateur, grossier mais efficace, *thazdouth*.

La même année 1935, Th. Rivière en a photographié un autre, on ne sait dans quelle vallée aurásienne, avec en particulier un gros plan sur le dispositif d'alimentation en grain⁹². Le blé (ou l'orge), contenu dans un simple couffin, coulait dans l'auget en fonction des soubresauts de la cheville moulurée frottant sur la partie supérieure de la meule tournante. L'interposition d'une plaquette à trous permettait un réglage fin de la pression sur l'auget et de l'intensité du tressautement induit (fig. 14).

Un moulin à roudet a été vu en 1957 par J.-P. Faure à Bouzina (Aurès). Il s'agissait là aussi d'une construction à deux niveaux abritant un moulin contruit sur une venue d'eau canalisée, à faible pente, parallèle à la rivière, dont elle avait été séparée un peu plus haut (fig. 15) : « L'eau canalisée dans un tronc d'arbre évidé rentre violemment en contact avec une roue à aubes [en fait un roudet] très rudimentaire qui à son tour entraîne les meules de pierre qui broient le grain »⁹³.

Kabylie

Au-delà des moulins manuels familiaux⁹⁴, la production de farine était assurée pour l'essentiel par des moulins à roudet, jadis très nombreux dans certains villages de Kabylie. En 1867, Hanoteau en répertoriait 314 dans le seul cercle de Fort National (Larba n'Ath Iraten)⁹⁵.



Fig. 14 : Le mécanisme d'alimentation en grain d'un moulin à roudet dans l'Aurès, Cliché Th. Rivière, *Aurès* 1935 (1978), p. 48, fig. 42. En haut le couffin qui forme trémie ; en bas à gauche, la cheville ouvragée qui frotte sur la meule tournante et produit les secousses nécessaires pour faire couler le grain. Au centre, l'orifice (*tit*, l'œil) par lequel le grain entre dans la meule.



Fig. 15 : Un moulin hydraulique à Bouzina (Aurès). Cliché J.-P. Faure, 1957.

⁹⁰ D'autres régions montagneuses, comme l'Ouarsenis, en livreraient probablement à la moindre prospection.

⁹¹ Rozet, *Aurès*, 1935, p. 91-92.

⁹² Rivière, *Aurès*, 1984, p. 48, fig. 42, et 49, fig. 43).

⁹³ Témoignage d'Olivier Martin, menuisier compagnon du Tour de France, qui s'était intéressé à l'édifice le 7 décembre 1957, renseignement dont nous remercions J.-P. Faure.

⁹⁴ Doumane, *Kabylie*, 2004.

⁹⁵ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, 1893, p. 437.

En 1848, Carette en avait compté 136 dans la région de Bougie, dont 90 sur le seul *irzer* (torrent) Toudja⁹⁶. La source de Toudja, qui débite une eau très abondante (51 m³ par minute), débouche à l'air libre, au dessus d'un thalweg, dont la grande longueur (plusieurs kilomètres), la forte pente et le grand dénivelé avaient permis d'installer un grand nombre de moulins successifs. Une large partie de son eau avait été prélevée dans l'Antiquité pour être conduite vers *Saldæ* par l'aqueduc rendu célèbre, non par ses performances, mais par l'impéritie de ses constructeurs lors du percement d'un tunnel⁹⁷. La destruction de l'aqueduc à une date indéterminée rendit l'eau aux habitants du lieu. Elle leur fut à nouveau enlevée en partie lors de la construction d'un nouvel aqueduc à la fin du XIX^e siècle. En 1873, le partage de l'eau se fit à raison de 20 % pour l'aqueduc français et de 80 % pour le village et ses moulins⁹⁸.

L'emplacement des moulins était ordinairement choisi dans les ravins et au bord des rivières, avec parfois des chutes naturelles de 10 à 12 m de haut⁹⁹. Cependant, on en trouvait aussi avec des différences de niveau nettement plus réduites, ce qui montre la plasticité de la technique.

Le moulin kabyle traditionnel

Nous avons déjà vu la façade d'un moulin caractéristique, celui d'Imedghassen (fig. 1), toujours en activité. On peut suivre le processus décrit par Hanoteau et Letourneux (1893) sur un plan et une coupe théorique donnés en 1982 par Dallet (fig. 16), avec une partie du vocabulaire¹⁰⁰, deux articles d'Alilat en 2010 et Mouffok en 2014, et enfin une visite à Imeghdassen en mai 2014.

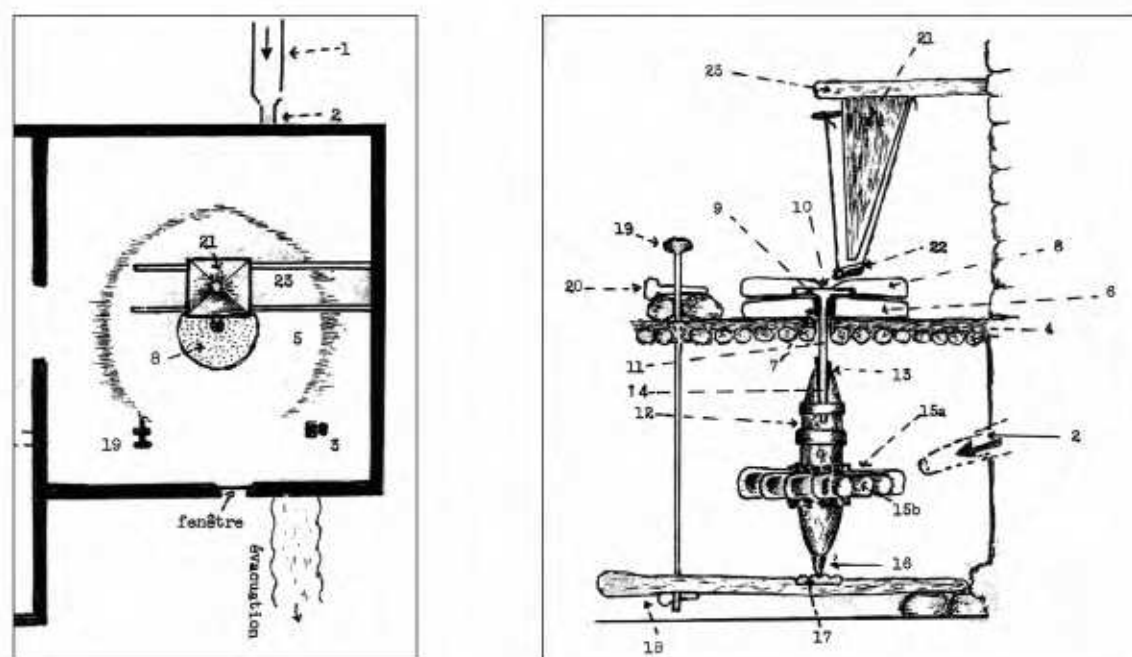


Fig. 16 : Le moulin kabyle. Plan et coupe.
D'après Dallet, *Dictionnaire*, 1982, p. 1047 et 1048.

⁹⁶ Carette, *Kabylie*, 1848, p. 280-281.

⁹⁷ *CIL*, VIII, 2728 = 18122 = *ILS* 5795 ; Laporte, *Aqueduc*, 1994.

⁹⁸ Laporte, *Aqueduc*, 1994, p. 715.

⁹⁹ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436.

¹⁰⁰ Le vocabulaire kabyle sera détaillé dans la notice à paraître « *tassirt ou aman* » [moulin hydraulique] de l'*Encyclopédie berbère*.

En amont, sur le ruisseau, un petit barrage, soit en fascines, soit en terre, élève le niveau de l'eau et la force à suivre un canal d'amenée (*tharga*). Au moment des crues, les eaux grossières emportent le barrage et reprennent leur cours naturel, sans pénétrer dans le canal et sans pouvoir endommager le moulin. Là aussi, le bâtiment du moulin, très simple, bâti en pierre sèche et couvert en *diss* (maintenant en tôle ondulée), comporte au rez-de-chaussée, la salle de meunerie proprement dite, d'une sècheresse relative (pour la production et la conservation de la farine), et en dessous la « chambre d'eau » exigüe qui abrite le moteur lui-même.

Le canal d'amenée entre dans la chambre d'eau sous le niveau du sol, et conduit les eaux à la partie supérieure de la buse inclinée à 45°; elle se composait jadis d'un ou de plusieurs corps d'arbres engagés les uns dans les autres. Ces troncs étaient creusés à la hachette, d'une large et profonde rainure en trapèze. Quand ce canal était taillé, on en fermait l'ouverture longitudinale au moyen d'une lame de bois, reliée au tronc d'arbre par des clayons ou des sarments¹⁰¹. À son extrémité inférieure, la partie terminale de la buse projetait l'eau directement sur le milieu des augets¹⁰² de la roue à pales de bois. Elle pouvait être fermée par un obturateur (*thalouiath ouseggan*), qu'on levait ou qu'on abaissait au moyen d'un levier (*aseggan*) que l'on manœuvrait de l'intérieur du moulin¹⁰³.

Le roudet lui-même mesurait de 0,60 m à 0,80 m de diamètre. Les pales étaient engagées dans l'arbre et y étaient maintenues par des coins. Dans certains exemplaires comme celui d'Imedghassen (fig. 17)¹⁰⁴, les pales étaient de simples rondins creusés chacun d'un méplat oblique (environ 45° par rapport au plan du roudet), parfois elles étaient creusées en auget sur les deux tiers de leur longueur à partir de l'extrémité extérieure.

Une variante avec roudet « en tulipe » est également attestée dans la même région, chez les Aït Koufi (Petite Kabylie) dans les années 1950 (fig. 18).

L'anille reliant l'axe à la meule tournante, était ici aussi un morceau de fer plat¹⁰⁵ avec en son milieu une mortaise rectangulaire, dans laquelle s'engageait le tenon terminant l'arbre. Elle n'était pas scellée dans la meule tournante, mais pénétrait seulement dans un logement réservé à cet effet à sa partie inférieure (fig. 4)¹⁰⁶.

Les meules étaient taillées dans le même grès que celles des moulins à bras, la meule fixe renflée en son milieu, et la meule tournante légèrement concave à la partie inférieure. Les surfaces en contact avec le grain étaient seulement piquetées, de manière



Fig. 17 : Imedghassen. L'ancien roudet en bois surmonté de l'arbre et de l'anille de fer qui s'encastrait dans la rainure située sous la meule tournante. Les deux parties haute et basse de l'arbre sont assemblées avec deux encoches alternées et opposées et maintenues par un anneau de fer. Cliché J.-P. Laporte, 2014.

¹⁰¹ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436.

¹⁰² *Ibid.*

¹⁰³ *Ibid.*

¹⁰⁴ Aujourd'hui, remplacé par une roue métallique, le roudet en bois d'Imedghassen a été conservé à titre de témoignage pour être montré aux nombreux visiteurs (fig. 17).

¹⁰⁵ 0,37 m de longueur, 0,04 m, de largeur et de 7 à 8 mm d'épaisseur.

¹⁰⁶ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436. Nous n'avons pas trace, dans la littérature consultée, d'une anille supérieure (c'est-à-dire au-dessus de la meule volante) en Afrique du Nord.

irrégulière. Elles devaient être « rhabillées », c'est-à-dire re-piquetées périodiquement pour leur redonner du mordant.

Le diamètre de la meule tournante variait suivant le volume de l'eau, et donc la puissance de la partie hydraulique. La meule d'hiver avait 0,80 m de diamètre, et celle d'été, 0,60 m. Cette meule, de 0,12 m à 0,14 m d'épaisseur, était percée en son centre d'un trou de 0,14 m d'ouverture (œillard), par lequel arrivait le grain¹⁰⁷. Là aussi, la distance séparant les meules est réglée en manœuvrant le levier de trempure¹⁰⁸.

La trémie est une pyramide inversée de cuir, ou de bois, ou un couffin de sparterie, percé à la partie inférieure et attaché à un cadre formé de deux (ou quatre) bâtons horizontaux. L'auget en bois, qui conduit le grain au centre de la meule tournante, est suspendu sous la trémie au moyen de petites cordes. Il est relié à un patin de bois qui frotte sur la partie supérieure de la meule tournante, dont les aspérités produisent des tressautements. Ces trépidations agitent l'auget¹⁰⁹.

La farine expulsée tangentiellement aux meules tombe dans une légère dépression ménagée autour de la meule inférieure. De petites balayettes de fibres végétales (*diss*) permettent de la rassembler en petits tas, ramassés ensuite avec des pelles en bois pour être ensachée ensuite.

Quand l'eau ne manquait pas, les moulins ordinaires pouvaient réduire en farine, dans les vingt-quatre heures, 64 doubles décalitres (1280 l.) de blé ou d'orge. Certains moulins allaient jusqu'à 100 et même 120 doubles décalitres par jour¹¹⁰.

Les moulins ne servaient pas seulement pour les céréales proprement dites blé et orge, mais aussi pour le sorgho, le maïs, la gesse, les fèves, les glands, gros éléments nécessitant un fort écartement des meules, contre le risque d'encrassement. Le travail moyen, en vingt-quatre heures, était de 50 doubles décalitres pour le sorgho et le maïs, de 80 pour la gesse, les fèves et les glands¹¹¹.

La mouture « à la grosse » était la seule en usage ; il n'existait pas de bluterie (permettant d'éliminer le son et de séparer la farine la plus fine)¹¹². Le réglage se faisait seulement par l'écartement des meules. La farine la moins fine était destinée aux animaux plutôt qu'à l'alimentation humaine.

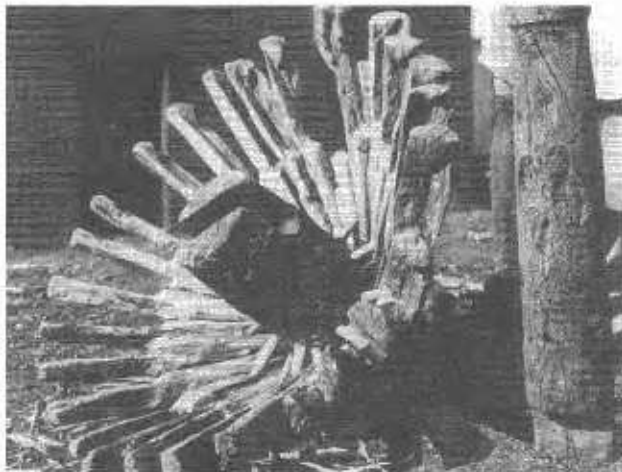


Fig. 18 : Le roudet d'un moulin des Aït Koufi. D'après Dallet, *Dictionnaire*, 1982, p.1048, photo 3.

La 'colonne' de droite est tout simplement la partie haute de l'axe, avec en bas le tenon qui s'encastrait dans la mortaise entaillant le sommet de la partie inférieure portant le roudet.

¹⁰⁷ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436.

¹⁰⁸ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436-437.

¹⁰⁹ Ce dispositif remplit les fonctions du babillard des moulins à roudet européens de l'époque, cf. Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436.

¹¹⁰ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 437.

¹¹¹ *Ibid.*

¹¹² Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 436.

La mouture se faisait toujours à façon. Le propriétaire du moulin prélevait le seizième de la farine produite. Lorsqu'il faisait exploiter son moulin par un meunier, il donnait à ce dernier le cinquième de ce qu'il prélevait lui-même (soit 1/80e du total)¹¹³.

La disparition des moulins traditionnels de Kabylie

Le grand nombre des moulins à farine hydrauliques traditionnels, omniprésents au milieu du XIX^e siècle, diminua ensuite rapidement devant la concurrence des farines industrielles. Après 1871, la confiscation des terres tribales de plaine, puis leur vente à des colons ou à de riches autochtones, détournèrent l'essentiel de la production céréalière vers la meunerie moderne. Malgré tout, dans l'actuelle wilaya de Bejaia, les moulins traditionnels restaient nombreux vers 1900 et même encore vers 1950. Ils connurent ensuite les mêmes difficultés qu'ailleurs (il n'en reste plus qu'un seul en fonctionnement, celui d'Imeghdassen). Jadis très nombreux dans la wilaya de Tizi-Ouzou, ils y ont aujourd'hui totalement disparu. Pendant la Guerre d'Algérie, la délimitation de zones interdites avait amené nombre d'abandons de moulins. Après 1962, le captage de nombreuses sources pour l'adduction d'eau dans les villages, l'attribution du commerce de la semoule à une société d'Etat (la SENSEMPAC), la fin de la céréaliculture de montagne (faute de bras et de rentabilité), et enfin l'essor des coopératives agricoles collectant les céréales, ont donné le coup de grâce à la meunerie artisanale. Par ailleurs, aujourd'hui, la population ne mange plus d'orge. Pour la confection de la galette et du couscous, tout le monde s'est rabattu sur les semoules de blé industrielles, blutées (débarrassées du son) et plus fines, présentes en force dans le commerce.

Une patrimonialisation en marche

Même lorsque tous les moulins ont disparu, leur souvenir demeure vivant, souvent à travers la toponymie. Ainsi, à Toudja, le « torrent des moulins », "ighzer n'tesyar", long de plusieurs kilomètres, traverse le village de haut en bas, entre jardins et cascades. Tout du long tournaient les moulins qui utilisaient successivement la même eau.

La prise de conscience par la population de l'intérêt de son histoire et de ses coutumes ancestrales débouche sur la patrimonialisation de ce type d'équipement artisanal. Ceci amène parfois à leur recensement, voire à la restauration de quelques-uns, à l'entrée d'un modèle réduit dans le « Musée de l'eau » de Toudja, et maintenant la célébration annuelle du dernier moulin de l'Akfadou, à Imeghdassen.

L'association bougiote Gehimab, qui a fondé et anime le Musée de l'Eau de Toudja, a convaincu les habitants du village de nettoyer et d'entretenir désormais le "chemin de l'eau". Plusieurs moulins ruinés ont déjà été dégagés des éboulis et de la végétation qui les avaient envahis.

2-3- Tunisie

Les moulins traditionnels tunisiens sont fort peu documentés à notre connaissance. On ne sait pas à ce jour à quel usage étaient destinés les nombreux barrages signalés sur des oueds du Cap Bon (14 barrages recensés sur le seul oued Bezirk¹¹⁴).

En revanche, deux remarquables moulins à roudet *antiques* sont attestés à Chemtou et à Testour, sur la Medjerda. Il est probable qu'il y en avait bien d'autres que et que seule l'insuffisance des prospections permet d'expliquer le petit nombre actuellement connu.

¹¹³ Hanoteau, *Kabylie*, 1893, p. 437.

¹¹⁴ Lassère, *Ubique populus*, 1977, p. 109.

Chemtou

Le moulin à roudet le plus spectaculaire a été signalé à Chemtou, immédiatement en aval du grand pont-barrage antique¹¹⁵. Correctement identifié par Saladin dès la fin du XIX^e siècle¹¹⁶, son fonctionnement a été étudié par Röder et Wilson en 1993 et 1995¹¹⁷.

Dans un même massif de maçonnerie et de grand appareil, il comportait trois roudets en parallèle (fig. 19).

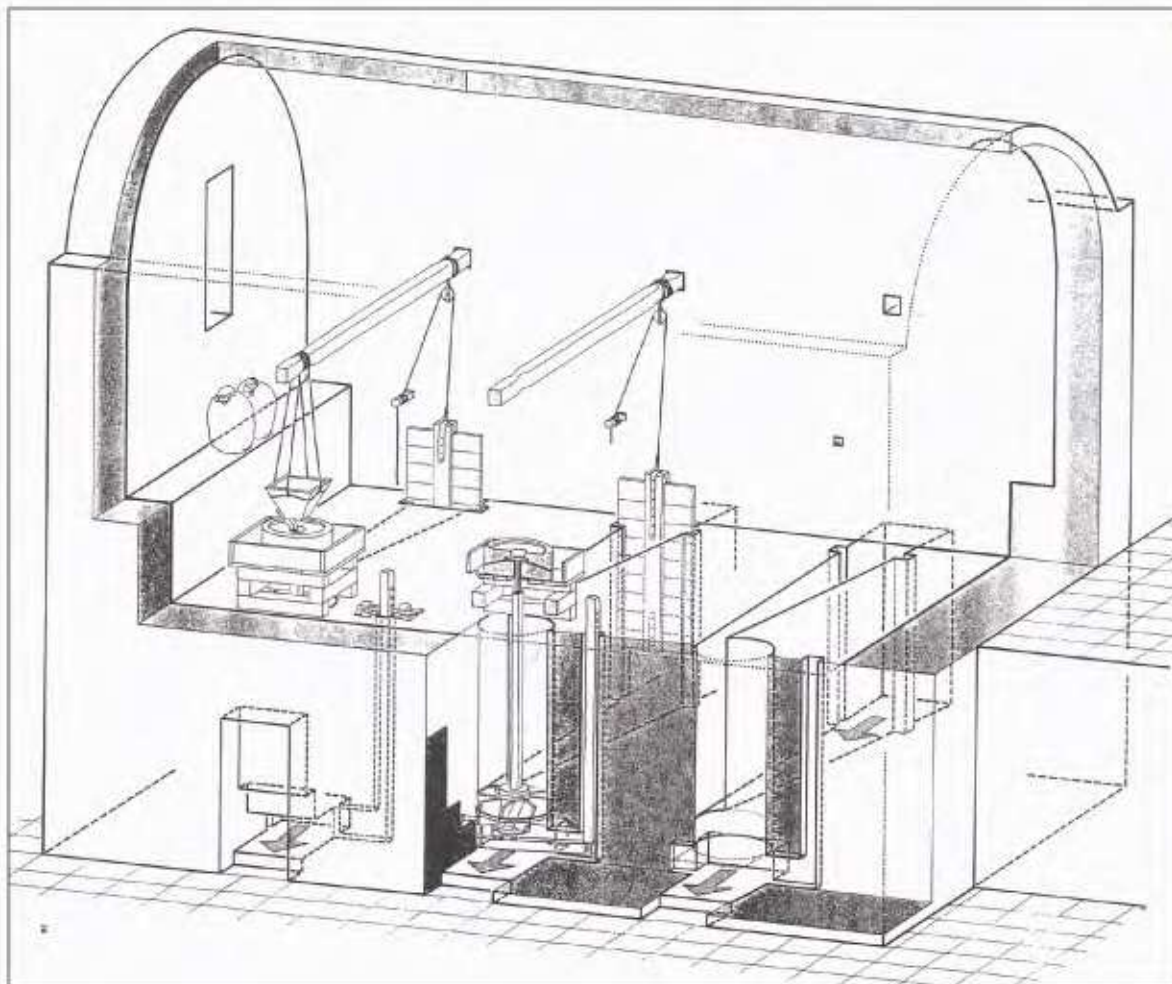


Fig. 19 : Vue axonométrique du moulin de Chemtou,
Restitution Wilson, *Water power*, 1995, p. 500, fig. 1. d'après J. Röder, *Turbinenmühle*, 1993.

Le logement vertical du levier de trempure est bien séparé du cylindre hydraulique, tandis que le passage du banc horizontal apparaît réservé en bas de la paroi de la cuve cylindrique (fig. 20).

Ce moulin a été attribué au III^e ou au IV^e siècle, datation qui découle de l'idée selon laquelle il aurait été construit après l'écroulement du pont, ce qui mériterait sans doute une sérieuse vérification archéologique.

¹¹⁵ Rakob, *Simitthus I*, 1993.

¹¹⁶ Saladin, *Chemtou*, 1892, p. 405 (plan) et 412 (identification comme moulin).

¹¹⁷ Röder, *Turbinenmühle*, 1993, p. 95-102. Wilson, *Water-power*, 1995, p. 501-502.



Fig. 20 : La cuve du roudet immergé de Chemtou. A droite l'extrémité du canal d'admission d'eau, en sifflet. A gauche, la partie supérieure à section carrée de la cheminée contenant le levier trempure, commandant le banc horizontal dont le passage apparaît à droite au fond de la tour circulaire, dont la partie haute a disparu. D'après Röder, Turbinenmühle, 1993, p. 22.

Testour

Un important moulin antique a été signalé à Testour¹¹⁸. Au lieu d'un barrage, le moulin était alimenté par des structures immergées dans le courant ; celles-ci conduisaient l'eau vers un canal de dérivation d'une centaine de mètres de long permettant d'exploiter une petite chute à son extrémité. Le « moteur » lui-même comportait deux roudets juxtaposés dont les canaux d'évacuation, en grand appareil, sont encore couverts de leurs dalles d'origine. L'ensemble mériterait une description plus précise.

Les dimensions et les dispositions semblables à celle du moulin de Chemtou pourraient suggérer une datation semblable¹¹⁹, certainement d'époque romaine.

3- Ancienneté du dispositif et histoire des origines

Les moulins à roudet étaient donc très nombreux en Afrique du Nord, au moins au Maroc et en Algérie. Il est frappant que les plus perfectionnés, ceux de Chemtou et de Testour (en Tunisie), soient aussi parmi les plus anciens connus. Ils n'étaient sans doute pas les premiers, ce qui pose aussitôt la question de l'origine, de l'ancienneté et de la diffusion de cette technique.

L'origine du moulin à roudet a été obscurcie par le grand nombre des hypothèses, chacun émettant la sienne. On ne peut que rester sceptique devant ces avis divergents, parfois péremptoires, et souvent peu fondés, faute notamment de datations solides.

¹¹⁸ Rakob, note annexée à l'article de J. et G. Röder (Turbinenmühle, 1993, p. 102 et pl. 86-87) sur le moulin de Chemtou, Rakob, Neufund, 1993, p. 286-287. Wilson, Water power, 1995, p. 504.

¹¹⁹ Imaginer un même architecte pour les deux moulins serait sans doute aller trop loin.

Sont-ils antérieurs ou postérieurs aux moulins à roue verticale ? Il est certain que les deux techniques ont été employées simultanément¹²⁰, mais leur origine est inconnue. Des considérations idéologiques ont également brouillé les idées, notamment lorsque l'on considérait que la mécanisation avait été négligée à l'époque romaine tant que l'esclavage avait fourni une main d'œuvre abondante, et que la plupart des moulins utilisaient l'énergie animale ou humaine. On sait aujourd'hui qu'il n'en est rien.

L'existence de moulins hydrauliques à roudet est certaine à l'époque romaine¹²¹. L'époque de la généralisation de cette technique est discutée. Ils sont nombreux en Orient et en Afrique du Nord dans les pays islamisés¹²², mais apparemment aussi, aux mêmes époques, dans l'Europe chrétienne, aussi est-il difficile de définir un éventuel ordre des priorités dans le temps, ce qui empêche à ce jour toute détermination de la date et du sens géographique de probables transferts de technologie¹²³.

Les cartes de répartition disponibles à ce jour ne reprennent par définition que les cas signalés d'installations extrêmement discrètes et difficilement reconnaissables à l'état de ruine. Comme souvent, on ne voit que ce que l'on connaît, et l'archéologie a été longtemps muette sur ce sujet, alors même que ce type de moulin est fort ancien.

Le bois a disparu, les meules ont souvent été récupérées. A lui seul, le plan de la pièce supérieure est peu parlant. En revanche, la présence en dessous d'un petit local ouvert sur un côté dans le sens de la pente, doit alerter : il peut s'agir d'une « chambre d'eau ». La présence d'une rampe à forte inclinaison semble un bon indice, mais tous les moulins n'en comportaient pas. Une « tour » maçonnée doit alerter sur une possibilité de moulin à roudet. Examiner les aqueducs, particulièrement favorables à l'installation latérale de moulins à puits, pourra permettre d'en trouver également¹²⁴. Il reste encore beaucoup de recherches à faire sur les moulins connus, et notamment des mesures à relever pour estimer les performances énergétiques des différentes formules hydrauliques employées¹²⁵.

Prendre les différentes questions à la base, avec notamment un meilleur recensement des lieux, des types et des datations réellement assurées, paraît nécessaire pour progresser notablement.

Au delà de passages ponctuels et rapides d'archéologues professionnels, on pourra sans doute compter sur les associations locales qui se soucient de patrimoine, de traditions et d'environnement.

Au-delà des aspects techniques et archéologiques, consulter les spécialistes des Arts et Traditions Populaires, les sociologues, les derniers meuniers, ou tout simplement les habitants qui s'en souviennent, pourra permettre d'aborder la question de l'insertion et du rôle des moulins dans les sociétés traditionnelles.

¹²⁰ Deux moulins antiques parallèles, l'un à roue horizontale, l'autre à roue verticale aux Martres-de-Veyre (Auvergne), Spain, Power, 2008, p. 47.

¹²¹ On en connaît maintenant en Gaule dès le II^e siècle après J.-C. La technique est donc antérieure.

¹²² Cressier, Resbalon, 1998, p. 162

¹²³ Des analyses linguistiques comparant les vocabulaires entre les régions devraient permettre de déceler certains de ces apports ou échanges.

¹²⁴ La partie la plus pentue de l'aqueduc de *Saldæ*, qui comportait certainement des dispositifs de rupture de pente, au moins sur la section L-M (Laporte, Aqueduc, 1994, p. 729-730), devrait notamment être examinée avec soin.

¹²⁵ Une piste nouvelle s'amorce avec la progression des études sur les meules, avec notamment les travaux de S. Longepierre, même si pour l'instant, la forme générale de ces objets ne permet pas, dans de nombreux cas, de distinguer si l'on est en présence d'une meule manuelle, à sang ou hydraulique. Longepierre, Meules, 2007 et 2012.

Annexe : Etat des connaissances en « molinologie »

Toute personne qui commence à s'intéresser à des moulins¹²⁶ se trouve immédiatement confronté à une bibliographie immense, très dispersée et très inégale, qui commence de plus à s'enrichir de reportages ou de témoignages vidéo sur internet. Cette situation s'explique par la constitution de la « molinologie », puisqu'il est convenu d'appeler ainsi cette spécialité. Elle ne s'est pas constituée d'emblée, mais par la confluence récente d'approches distinctes :

- celle d'ingénieurs comme Bélidor (1737) soucieux d'améliorer les rendements des machines hydrauliques de leur temps,
- celle des historiens des techniques,
- au XIX^e siècle, celle de chercheurs locaux à la recherche des coutumes et traditions qui disparaissaient peu à peu. Leurs successeurs se sont peu à peu mués en spécialistes des Arts et Traditions Populaires (avec la création du Musée de ce nom à Paris en 1937), puis en ethnologues.
- depuis la seconde guerre mondiale, des défenseurs du Patrimoine, qui recensent et parfois restaurent les moulins subsistants, au sein d'actives associations locales.
- depuis une trentaine d'années, des archéologues qui ont découvert et fouillé un certain nombre de moulins antiques et médiévaux, souvent de grande taille.

De grands progrès ont été accomplis, mais il reste, ici comme ailleurs, beaucoup à faire. La diversité des approches, le peu de communication entre les différentes filières, et au sein de chacune, rendent le tout peu lisible au premier abord. Le vocabulaire en particulier varie suivant les langues, les pays, les régions, les chercheurs, ce qui gêne les rapprochements.

La parution très récente (septembre 2016) d'un gros volume en deux tomes permet de mesurer l'état et les limites actuels des connaissances¹²⁷. En p. 840, une carte permet de constater l'état des signalements de moulins antiques en Europe et dans le monde méditerranéen. On remarque immédiatement l'étrange absence de tout moulin hydraulique antique en Maurétanie tingitane, en Hispanie, dans le nord-est de la Gaule et la rareté de ceux-ci en Maurétanie césarienne et en Proconsulaire. La carte de la page 842, qui cartographie les moulins hydrauliques médiévaux évoqués lors du colloque permet de comprendre pourquoi. L'essentiel des signalements provient de la Gaule et de la Grande-Bretagne. Si l'on rentre dans le détail, la technique spectaculaire du moulin à roue verticale (à aubes ou à augets) est largement privilégiée par la sélection (involontaire) des témoignages.

La carte de répartition des moulins connus comporte de larges taches blanches qui révèlent surtout l'insuffisance actuelle des prospections et des compilations. Elle reflète plus l'activité de chercheurs sélectionnés et peu nombreux que celle des moulins eux-mêmes. Elle devra être notablement complétée et précisée (notamment pour les types et les datations).

La technique du moulin à roue horizontale (roudet), par définition discrète puisque le mécanisme est caché dans un petit espace situé sous le moulin, semble largement sous-estimée¹²⁸. Encore récemment, la plupart des archéologues antiquisants ou médiévistes ignoraient même l'existence de ces dispositifs discrets et ne savaient donc tout simplement pas les voir¹²⁹.

Les moulins à roudet antiques sont bien attestés en Afrique du Nord par quelques exemplaires, mais la base des connaissances est vraiment très étroite : essentiellement les prospections de Ph.

¹²⁶ Ce qui fut mon cas en juin 2014.

¹²⁷ Jacotey et Rollier éd., *Archéologie*, 2016. A noter en pages 851-862, une esquisse de vocabulaire qui devrait, pour le futur, aider à une standardisation souhaitable des présentations.

¹²⁸ Un seul moulin à roudet, non identifié comme tel, mais indubitable, cf. ci-dessus, p. 84-85, fig. Moulay Idris.

¹²⁹ Ce fut encore mon propre cas il y a trois ans.

Leveau en Algérie autour de Cherchel dans les années 1970 et les travaux de Rakob et Röder des années 1990 à Chemtou et à Testour en Tunisie. Les centaines et centaines de moulins hydrauliques médiévaux d'Espagne et du Maroc, attestés tant par les textes que par des vestiges, sont apparemment ignorés. Il en va de même d'autres découvertes que nous évoquerons plus bas.

Cette ignorance, qui correspond à l'état actuel de la recherche, a deux causes essentielles :

- Le cloisonnement étroit entre les spécialités (géographiques, historiques, archéologiques, patrimoniales, etc.), et les bibliographies spécialisées de chacune, phénomène hélas répandu dans nos disciplines.

- L'ignorance assez générale de la technique des moulins à roudet. Ne pas connaître ce type d'équipement a eu pour conséquence de ne pas les chercher, de ne pas les identifier, et de ne pas en trouver¹³⁰.

On peut conclure de ces simples remarques que les discussions à propos de la plus grande ancienneté des roues verticales par rapport à celle des roues horizontales (ou inversement) ne reposent sur rien d'autre que sur des actes de foi, et sur nos ignorances. Commençons par des recensements plus complets, et à mieux faire remonter vers la bibliographie nationale et internationale ce qui a déjà souvent réuni par des passionnés au niveau local. On verra alors les découvertes de terrain se multiplier, et les cartes s'étoffer notablement, avec la disparition des larges taches blanches qui les caractérisent.

On peut citer quelques exemples déjà acquis. Nous avons vu plus haut le cas des centaines de moulins hydrauliques médiévaux du Maroc (fig. 7).

En Andalousie méridionale, trois types principaux de moulins à roue horizontale sont attestés dès le début du XIII^e siècle¹³¹ : le « *coriente* » lorsque le courant est suffisamment important pour compenser une faible différence de niveau. Les deux autres supposent une arrivée d'eau par une rampe (*rampa*) ou un puits (ou une tour, *cubo*¹³²) incliné ou vertical, c'est-à-dire une chute forcée. Le moulin à *cubo* vertical semble majoritaire, bien que dans certaines zones déterminées, comme au Portugal, la proportion puisse être inversée¹³³.

Pourtant bien étudiée, la France peut encore réserver des surprises. En 2000, C. Rivals a publié des tableaux et des cartes de répartition des types de moulins cités dans des statistiques départementales établies en 1809. Elles montrent, à l'échelle du pays, l'importance relative, à l'époque moderne, des trois grandes catégories de moulins : 61% de moulins à vent ; 33% moulins hydrauliques à roue verticale et 6 % seulement de moulins à eau à roue horizontale. À l'intérieur cette fois des dispositifs hydrauliques, les moulins à roue verticale dominent dans le Nord de la France et les moulins à roudet dans le sud¹³⁴. S'il est possible de définir des espaces propres à chaque technique, la séparation n'est jamais stricte et les deux types d'entraînement hydraulique peuvent coexister à courte distance. Mais les différences intra régionales sont considérables, avec une particularité notable dans le Massif central, où les fortes pentes sont nombreuses. La proportion de moulins à roue horizontale était en 1809 de 96,8 % pour le Cantal, et de 92,1% pour la Haute-Loire, alors que le département du Puy-de-Dôme présentait une proportion de ces mêmes moulins encore élevée, mais beaucoup plus équilibrée : 57,8 % de roues verticales et 42,2 % de roues horizontales.

¹³⁰ Ce fut mon cas lors de mes prospections en Kabylie dans les années 1970. Je me rappelle avoir vu un thalweg barré par un mur de maçonnerie antique longé par un puits vertical dont je ne compris pas la destination.

¹³¹ Cressier, Resbalon, 1998, p. 169. Toutefois, on ne voit pas ce qui autoriserait à attribuer à cette technique des origines moyen-orientales bien hypothétiques. Sur les aménagements hydrauliques de la région, C. Cressier, Maîtrise, 2006.

¹³² Cressier, Resbalon, 1998, p. 154. Dans le sud-est de la Péninsule ibérique, le mot *cubo* correspond à une chute forcée verticale de maçonnerie massive qui lui donne un aspect monumental.

¹³³ Cressier, Resbalon, 1998, p. 154.

¹³⁴ Rivals, *Moulin*, 2000, p. 194-200.

Des précisions techniques sont encore possibles à l'échelle locale. Il revient à une petite société historique d'une vallée du Nord Cantal d'avoir fait nettement progresser les connaissances, en publiant un important volume consacré aux moulins, essentiellement à roudet, de ses alentours¹³⁵.

Tache blanche sur les cartes précédemment citées, la Sardaigne¹³⁶ comptait en fait au moins 800 moulins hydrauliques soigneusement recensés et cartographiés par G. Piras¹³⁷. Les moulins, majoritairement à roudet, se trouvaient essentiellement au bord de ruisseaux proches des villages de montagne. La plupart ont été abandonnés après la seconde guerre mondiale. Les roues de bois n'ont pas résisté, mais, dans un atelier de menuiserie abandonné, S. Ganga en a trouvé des exemplaires taillés dans du bois de hêtre, qui attendaient d'être utilisés.

Le silence relatif du reste de l'Italie est dû d'abord au petit nombre de moulins hydrauliques identifiés, et l'absence parmi eux de moulins à roudet. Cependant, J.-P. Brun a signalé la découverte d'un exemplaire d'époque romaine sur un aqueduc alimentant la *villa Hadriana* par une équipe de l'Académie du Danemark à Rome¹³⁸, ce qui est de bon augure pour la suite des recherches dans la péninsule, pourvu que l'on s'en donne la peine.

En Roumanie, dans la vallée de Rudaria, R. Iancu a signalé 22 moulins sur à peine 4 km¹³⁹. Plusieurs d'entre eux ont été restaurés récemment suite à une mobilisation publique autour de ce patrimoine.

Il existait des moulins à roudet en Géorgie centrale, dans le Caucase, ainsi dans le village de Makarta (district de Gudamakari)¹⁴⁰. Une remarquable aquarelle de 1946, gravée et publiée en 1990 (fig. 21), montre, dans une forte pente, un moulin à roudet, au canon particulièrement développé.

Compte tenu de ce qui précède, on peut s'étonner que la fouille d'un moulin à roudet d'époque omeyyade ait pu donner lieu à la conclusion que cette technique ait été introduite en Syrie précisément à cette époque¹⁴¹. Cette conclusion ne pourrait valablement découler que

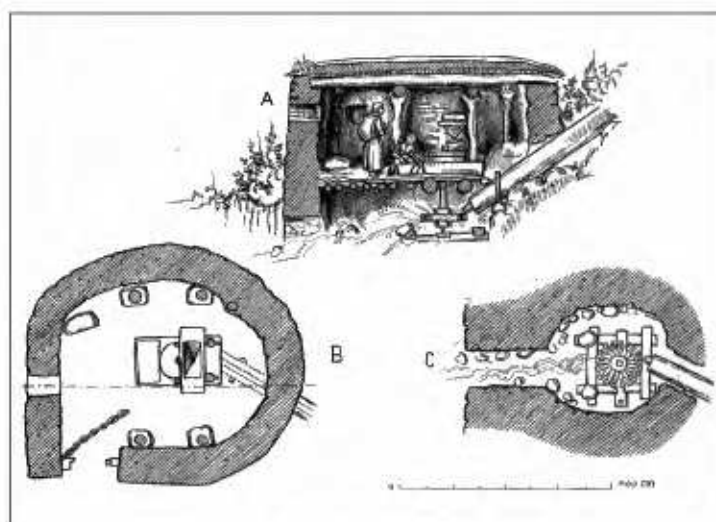


Fig. 21 : Un moulin à roudet de Mattara en Géorgie.
Encre et aquarelle de S. Bedukadzé, 1946, apud N. Brailashvili,
Etnografia Gruzii, 1990, Tiflis, planche 181.

¹³⁵ Tournebize et Bhaud, *Moulins*, 2009.

¹³⁶ Nous remercions chaleureusement S. Ganga et G. Piras des renseignements qu'ils nous ont fournis.

¹³⁷ Site internet <http://www.mulinidisardegna.it>. Le site comporte des fiches sur de nombreuses des installations hydrauliques, des photographies, des schémas ainsi que la bibliographie, etc.

¹³⁸ Brun, Italie, 2007b.

¹³⁹ Iancu, Conservation, 2005. Nous remercions A. de la Vernhe de ce renseignement.

¹⁴⁰ Gorge de l'Aragvi, (Encre et aquarelle de S. Bedukadzé, 1946), reproduite dans N. Bralashvili, *Etnografia Gruzii* (Ethnographie de la Géorgie), Tiflis, 1990, planche 181. Nous remercions J.-P. Faure de ce signalement.

¹⁴¹ Blanc, Genequand, Développement, 2007. Autre conclusion excessive, l'idée que non seulement la roue horizontale aurait été introduite à l'époque omeyyade, mais qu'elle aurait été utilisée d'abord avec des chutes d'eau obliques, avant l'introduction du système de la chute d'eau verticale et conduite forcée qui se serait généralisée plus tard à l'époque médiévale. Ce serait sans doute aller un peu vite en besogne.

d'une enquête de terrain beaucoup plus développée, sinon exhaustive ; ceci d'autant plus que les moulins installés dans des sites favorables (ces derniers finalement peu nombreux dans des zones déjà relativement arides) ont été sans doute reconstruits à plusieurs reprises au même endroit. Enfin, sur le plan des techniques, la période omeyyade (661-750), période de prise en main politique et militaire, ne constitue pas une rupture par rapport à la période byzantine.

Le moulin à roue horizontale et puits vertical existe dans l'Iran sassanide avant l'époque musulmane¹⁴², et plus anciennement encore en Palestine, au Liban et dans le sud de la Syrie¹⁴³. Plus près de nous dans le temps, des moulins à roudet traditionnels sont attestés plus encore à l'Est, au Yémen, jusqu'en Chine, ainsi au Tadjikistan¹⁴⁴, au Tibet, au Zanskar et au Ladakh¹⁴⁵.

Bibliographie

Sources

Édit de Dioclétien (éd. M. Giacchero, XV, 59, p. 168-169).

Libanius, Or. IV, 29.

Vitruve, *De architectura*, X, V. *De rotis aquariis et hydromylis*.

Imprimés

Alilat (Dj.), 2010 : « Le patrimoine ancestral en voie de disparition en Kabylie : Le dernier moulin à eau de l'Akfadou », *El Watan*, 20 février 2010.

Amouretti (M.-C.), 1986 : *Le pain et l'huile dans la Grèce antique, Évolution des techniques agraires d'Hésiode à Théophraste*, Centre de Rech. d'Hist. Anc. de Besançon, vol. 67, 1986, 350 p.

2004 : Découvertes archéologiques récentes sur les moulins à eau et pressoirs antiques en Provence, *Le Monde des moulins*, 8, avril 2004, p. 8-10. Disponible sur internet.

Amouric (H.), 1983 : De la roue horizontale à la roue verticale. Une révolution technologique en Provence ? *Provence historique*, 1983. Disponible sur Internet.

Baudrillart (A.), 1904 : Mola, dans *Daremberg et Saglio, Dictionnaire des antiquités*, III, 2 (1904,

rééd. 1969), p. 1960-1962.

Belidor Bernard Forest de, 1737 : *Architecture hydraulique*, t. I.

Berbrugger (A.), 1858 : Antiquités du cercle de Ténès, *Revue africaine*, 2, 1858, p. 270.

Blanc (P.-M.), Genequand (D.), 2007 : Le développement du moulin hydraulique à roue horizontale à l'époque omeyyade : à propos d'un moulin sur l'aqueduc de Bosra (Syrie du sud), *Syria, Revue d'art oriental et d'archéologie*, t. 84 (2007), p. 295 à 306.

Bouderbala (N.), Chiche (J.), Herzenni (A.), Pascon (P.), 1984 : *La question hydraulique. 1. Petite et moyenne hydraulique au Maroc*, Rabat, 1984, pp. 119-319.

Brailaschvili (N.), 1990 : *Ethnografia Gruzii* (Ethnographie de la Géorgie) en géorgien et en russe, Tiflis, 1990.

Brun (J.-P.), 2007 : Les moulins hydrauliques en Italie romaine, *Energie hydraulique et machines élévatrices d'eau dans l'Antiquité*, Collection du centre Jean-Bérard, Naples, 2007, p. 201-214.

2016 : Les moulins hydrauliques dans l'Antiquité, dans Jacotey et Rollier G. éd, 2016 *Archéologie*, t. I, p. 21-50.

Carbonero (M.-A.), Cressier (P.), Ekbati (L.), 1997 : Un ejemplo de transformacion radical et

¹⁴² Cressier, Resbalon, 1998, p. 163. Harverson, Water-mills, 1993, p. 149-177 et pl. 38-50.

¹⁴³ Cressier, Resbalon, 1998, p. 163. Harverson, Water-mills, 1993, p. 149-177 et pl. 38-50.

¹⁴⁴ Voir sur Internet un court mais remarquable reportage filmé sur un moulin à roudet en fonctionnement au village de Lanker, dans la vallée de Wakhan, au Tadjikistan.

¹⁴⁵ <http://www.fdmf.fr/index.php/documentation/histoire/285-histoire-d-anilles>. M. Harverson, Water-mills, 1993, p. 149-177 et pl. 38-50.

- planificada del paisaje agrario en la Edad Media : Tagma (Provincia de Chefchaouen, Marruecos), *Transformaciones agrarias en Andalucía oriental y Norte de Marruecos*, Madrid, 1997, p. 63-106. Article que la traduction et la transcription de l'arabe à l'espagnol très défectueuses ont hélas adonné de fautes à l'insu des auteurs, cf. Cressier, 1998, p. 154, n. 10.
- Carette (E.), 1848 : *Exploration scientifique de l'Algérie. Études sur la Kabylie proprement dite*, Paris, Imprimerie nationale, 2 volumes, 459 et 500 p.
- Chaker (S.) et Naït-Zerrad (K.), 2010 : Meules et moulins (Noms berbères), *EB*, XXXI, 2010, p.4959-4962.
- Chastagnol (A.), 1960 : *La Préfecture urbaine à Rome sous le Bas-Empire*, Paris, PUF, p. 311.
- Chiche (J.), 1984 : Description de l'hydraulique traditionnelle, dans Bouderbala N., Chiche J., Herzenni A. et Pascon P., *La question hydraulique. 1. Petite et moyenne hydraulique au Maroc*, Rabat, 1984, p. 119-319.
- Cressier (P.), 1998 : El Resbalon de Sitan. Observaciones sobre el molino hidráulico en Al-Andalus y Marruecos, dans *Tomàs Quesada Qusada. Homenaje*, Universidad de Granada, Faculta de Filosofia y Letres, 1998, p. 152-171.
- 2006 : *La maîtrise de l'eau en Al Andalus. Paysages, pratiques et techniques*. Casa de Velazquez, Madrid.
- Cresswell (R.), 1987 : Un moulin à eau dans le Haut Atlas marocain, *De la voûte céleste au terroir, du jardin au foyer*, Paris Éditions de l'École des Hautes Études en Sciences Sociales, 1987, p. 507-513. Roudet « en tulipe » des Aït Mizan.
- Dallet (J.-M.), 1982 : Tassirt ou aman [moulin hydraulique à roudet], *Dictionnaire kabyle-français*, SELAF, Paris, 1982, p. 1046-1047 (plan, coupe et vocabulaire).
- Devos (A.), 1998 : Les moulins hydrauliques au Maroc, *Moulins de France*, n° 35, juillet 1998, p. 4.
- Doumane (S.), 2004 : Kabylie : Economie ancienne ou traditionnelle, *Encyclopédie berbère*, 26 | Judaïsme – Kabylie, Aix-en-Provence, Edisud, 2004, p. 4034-4038.
- Ferroukhi, Vidal, Canillos, 2016 : Ferroukhi (M.), Vidal (L.), Canillos (Th.), Les moulins de Moulay Idris (Fès Maroc). De la fouille préventive à la détection des structures hydrauliques, dans *Archéologie des moulins hydrauliques, à traction animale et à vent des origines à l'époque médiévale et moderne en Europe et dans le monde méditerranéen*, Actes du colloque international, Lons le Saunier, du 2 au 5 novembre 2011, Presses Universitaires de Franche-Comté, t. I, 2016, p. 449-459.
- Gimpel (J.), 1975 : *La révolution industrielle du Moyen Age*, Paris, Seuil, 1975, p. 129-130.
- Gsell (S.), 1901 : *Monuments antiques de l'Algérie*, 2 t. 1905-1911 : *Atlas archéologique de l'Algérie*.
- Hanoteau (A.) et Letourneux (A.), 1893 : *La Kabylie et les coutumes kabyles*, réédition Bouchène, 2003, t. I, 455 p. Tassirt, p. 435-437.
- Harverson (M.), 1993 : Watermills in Iran, *Iran*, 31, 1993, p. 149-177 et pl. 38-50.
- Hess (U.), 1993 : Die römische Bagrada-Brücke, dans Rakob éd., *Simitthus I*, 1993, p. 83-94.
- Iancu (R.), 2005 : Conservation in situ du complexe de moulins à eau à roues horizontales du village de Rudaria (Roumanie), *Le monde des moulins*, 14, 2005, p. 8-9.
- Jacotey et Rollier (G.) éd, 2016 *Archéologie des moulins hydrauliques, à traction animale et à vent des origines à l'époque médiévale et moderne en Europe et dans le monde méditerranéen*, Actes du colloque international, Lons le Saunier, du 2 au 5 novembre 2011, Presses Universitaires de Franche-Comté, 2016, 2 t., 883 p.
- Laoust (É.), 1920 : *Mots en choses berbères*, Paris, Challamel, 1920, 531 p., 120 fig.
- Laporte (J.-P.), 1994 : Notes sur l'aqueduc de Saldæ (Bougie), *Africa romana*, t. XI, 1994 (1996), p. 711-762.
- à paraître : *Tassirt ou aman* [moulin hydraulique à roudet], *Encyclopédie Berbère*.
- Lassère (J.-M.), 1977 : *Ubique populus, Peuplement et mouvements de population dans l'Afrique romaine*, Paris, CNRS, 1977, 715 p.
- Leveau (Ph.) et Paillet (J.-L.), 1976 : *L'Alimentation en eau de Caesarea de Mauritanie et l'aqueduc de Cherchell*, Paris, L'Harmattan, 1976.
- Longepierre (S.), 2007 : L'apport des meules dans la connaissance des moulins hydrauliques romains en Languedoc, dans Brun J.-P. et

- Fiches, *Force hydraulique*, p. 167-183.
- 2012 : *Meules, moulins et meulière en Gaule méridionale du II^e s. au III^e s. ap. J-C.* (Préf. J.-P. Brun), éd. Monique Mergoil, 2012, 569 p.
- Mouffok (G.), 2014 : La mémoire de l'eau, la main des hommes, *Le Patrimoine de l'eau en Algérie*, 2014, p. 86-113 (p. 86-97). Le dernier meunier de l'Akfadou.
- Rakob (F.) éd., 1993 : *Simitthus 1, Die steinbruck und die antike Stadt*, Mainz, 1993, 103 p.
- 1993 : Der Neufund einer römischer Turbinenmühle in Tunisien, *Antike Welt*, 24, 4, 1993, p. 286-287.
- Rivals (Cl.), 2000 : *Le Moulin et le meunier*, Editions Empreintes, 2000.
- Rivière (Th.), 1978 : Aurès/Algérie, 1935-1936. Photographies de Th. Rivière. Suivi de Colonna (F.), *Elle a passé tant d'heures...*, Éditions de la Maison des sciences de l'homme, Paris, 1978, 218 p.
- Röder, 1993 : Röder (J.) et (G.), Die antike Turbinenmühle in Chemtou, dans Rakob, *Simitthus 1*, 1993, p. 95-102.
- Rozet (G.), 1935 : *L'Aurès, escalier du désert*, Alger, Baconnier, 1935, p. 161.
- Saladin (H.), 1892 : «Chemtou (Simitthus)», *Nouvelles archives des missions scientifiques et littéraires*, t. II, pp. 377-564.
- Schioler (T.), 1986 : *Power adjustment before James Watt*, Polhem. Tidskrift för Teknikhistoria, t. 4, p. 200, n° 4.
- Spain Robert, (2008) : The Power and Performance of Roman Water-mills. Hydro-mechanical Analysis of Vertical-wheeled Water-mills, *British Archaeological Reports. International Series 1786*, Oxford.
- Tournebize (J.) et Bhaud (M.), 2009 : *Les moulins du Nord-Cantal = Bulletin du Groupe de recherches Historiques et Archéologiques de la vallée de la Sumène*, n° 67-68-69, 2009, 215 p.
- Viollet (P.-L.), 2005 : *Histoire de l'énergie hydraulique. Moulins, pompes, roues et trubines de l'Antiquité au XX^e siècle*, Presses des Ponts et chaussées, 2005, p. 37-38.
- Wikander (Ö.), 1985 : Archaeological Evidence for Early Water-Mills. An Interim Report, *History of Technology*, 10, p. 151-179.
- 2000 a : The Water-Mill, dans Wikander Ö. éd., *Handbook of Ancient Water Technology, Technology and Change in History*, 2, Leiden: Brill, pp. 371-400.
- 2000 b : Industrial Applications of Water-Power, dans Wikander Ö. éd., *Handbook of Ancient Water Technology, Technology and Change in History 2*, Leiden : Brill, p. 401-410.
- 2000 c : *Handbook of ancient water technology*. Leyden / Boston/Köln, Brill, 2000.
- 2014 : Early Water-mills East of the Rhine, dans Karlsson L., Carlsson, S., Kullberg J., ΛΑΒΡΥΣ. *Studies presented to Pontus Hellström*, Boreas. *Uppsala Studies in Ancient Mediterranean and Near Eastern Civilizations*, 35, Uppsala, Uppsala Universitet, p. 205-219.
- Wilson (A.), 1995 : Water-power in North Africa and the development of the horizontal water-wheel, *Journal of Roman Archaeology*, 8, p. 499-510, (Compte rendu de Rakob, *Simitthus*, 1993, p. 508, n° 7).
- 1999 : Deliveries *extra urbem*: aqueducts and the countryside, *Journal of Roman Archaeology*, 1999, p. 314-331.
- 2000 : Mulini, *acquedottie assedi sul Gianicolo*, *Forma Urbis*, V, 2, febbraio 2000, p. 32-37.
- 2001 a : Water-Mills at Amida: Ammianus Marcellinus 18.8.11 (PDF), *The Classical Quarterly*, t. 51 (1), p. 231-236.
- 2001 b : The water-mills on the Janiculum, *Memoirs of the American Academy in Rome*, 45, 2001, p. 219-246.
- 2002 : Machines, power and ancient economy, *Journal of Roman Studies*, 92, 2002, p. 1-32.
- 2003 : Late antique water-mills on the Palatine, *Papers of the British School at Rome*, LXXI, 2003, p. 85-109.