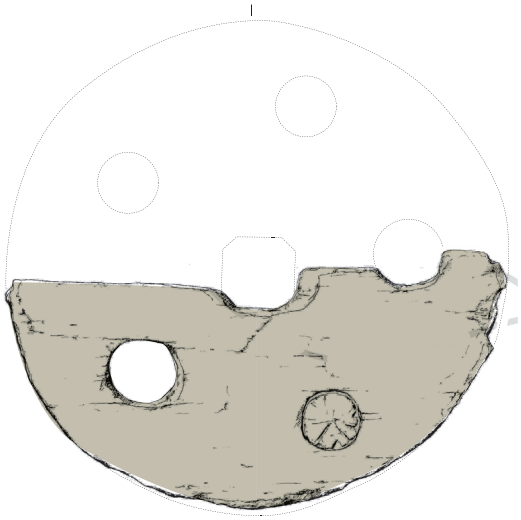
Préactes

Archéologie

des moulins hydrauliques, à traction animale et à vent, des origines à l'époque médiévale



Molinus, du latin *Molinum saxum*, pierre à moudre, de *Mola*, meule à moudre

Colloque international,
Lons-le-Saunier (centre diocésain de Montciel)
du 2 au 6 novembre 2011

Inrap · CHRONO ENVIRONNEMENT · Franche-Comté Conseil régional · Conseil Général Jura · cnrs · UFC Université de Franche-Comté · RÉSEAU FERRÉ DE FRANCE

Archéologie des moulins hydrauliques, à traction animale et à vent, des origines à l'époque médiévale

Colloque international, Lons-le-Saunier du 2 au 6 novembre 2011

Musée d'archéologie du Jura à Lons-le-Saunier
Inrap
Laboratoire Chrono-environnement

À l'issue des fouilles sur le tracé de la future ligne à grande vitesse (LGV) Rhin-Rhône, le bilan est riche pour l'histoire de la meunerie, en particulier antique et médiévale avec la découverte d'un moulin hydraulique antique à Burgille (Doubs) et des restes de moulins médiévaux à Thervay (Jura). Ces découvertes effectuées dans un espace restreint offrent l'occasion d'organiser un colloque international sur l'archéologie du moulin.

Présentation générale du colloque
Les recherches récentes, et notamment le développement de l'archéologie préventive, amènent à la multiplication de découvertes de vestiges de moulins, qu'ils soient antiques ou médiévaux. Ce colloque sera l'occasion de faire le point sur ce type de découvertes.

Cette rencontre sera subdivisée en deux temps, le premier consacré à des études de cas et le second à des présentations de synthèses. Les études de cas concerneront chacune des périodes chronologiques (antique et médiévale) et se feront sous la forme de présentations orales ou de posters.

Lors des présentations de synthèse, plusieurs thèmes transversaux pourront être abordés : les problèmes de détection des moulins lors des opérations archéologiques, l'évolution des systèmes hydrauliques et des mécaniques, ou les différents éléments constitutifs du moulin. La thématique des meules, souvent le principal témoin archéologique de l'évolution des techniques de transformation des céréales, vient immédiatement à l'esprit avec des questions à la fois d'ordre typo-chronologique et de choix des matières premières. Il s'agit aussi d'établir une première typologie des pièces en bois (roue, engrenages, pales, lanterne…) afin notamment de pouvoir mettre en place une esquisse des techniques de charpente et d'hydraulique. Les discussions restent de toute façon ouvertes sur d'autres questions : l'implantation du moulin, les aspects économiques, environnementaux, etc.

Organisation du colloque

Initiateurs

Musée d'archéologie du Jura à Lons-le-Saunier
Inrap
Laboratoire Chrono-environnement

Comité d'organisation

- Luc Jaccottey (Inrap Besançon, UMR 6249 Laboratoire Chrono-environnement, 9 rue Lavoisier 25000 Besançon) luc.jaccottey@inrap.fr
- Sylvie Lourdaux-Jurietti (Centre de conservation et d'étude René-Rémond, 133 rue René-Maire, 39000 Lons-le-Saunier) sylvie.lourdaux-jurietti@ville-lons-le-saunier.fr
- Jean-Luc Mordefroid (directeur du Musée d'archéologie du Jura, Centre de conservation et d'étude René-Rémond, 133 rue René-Maire, 39000 Lons-le-Saunier) jean-luc.mordefroid@ville-lons-le-saunier.fr
- Gilles Rollier (Inrap Sennecey-lès-Dijon, La rente du Bassin, rue Aristide Berges, 21800 Sennecey-lès-Dijon) gilles.rollier@inrap.fr

Conseil scientifique

- Alain Belmont (LARHRA, Université de Grenoble)
- Paul Benoit (professeur émérite, UMR 8589 – LAMOP, Université Paris I)
- Olivier Buchsenschutz (DR CNRS, AOROC, UMR 8546, ENS, Paris)
- Jean-Pierre Brun (DR CNRS USR 3133, directeur du centre Jean Bérard, Ecole française de Rome).
- Daniel Castella (Responsable recherche et publications du site et musée romains d'Avenches, Suisse)
- Marie-Agnès Gaidon-Bunuel (Conservateur Régional de l'Archéologie de Franche-Comté)
- Luc Jaccottey (Inrap, laboratoire Chrono environnement, UMR 6249, Besançon)
- Natalia Alonso Martinez (Université de Lleida, Espagne)
- Jean-Luc Mordefroid (directeur du Musée d'Archéologie du Jura à Lons-le-Saunier)
- Jean-François Piningre (Service Régional de l'Archéologie de Franche-Comté)
- Gilles Rollier (Inrap, UMR 5138, Lyon II)
- Stefanie Wefers (RGZM, Allemagne)

Soutiens financiers et logistiques

Conseil régional Franche-Comté
Conseil général du Jura
Ministère de la Culture, DRAC-SRA Franche-Comté
CNRS
Inrap
Ville de Lons-le-Saunier
UFC
Musée d'archéologie du Jura à Lons-le-Saunier
Réseau Ferré de France

Programme général

Mercredi 2 novembre (après-midi)
Accueil des participants
Conférence introductive

Jeudi 3 novembre
Les moulins antiques hydrauliques et à traction animale : Etudes de cas
Communications orales et session posters
Présidents de séances
Matin : moulins hydrauliques antiques : Tim Anderson & Hervé Richard
Après-midi : moulins hydrauliques et à traction animale antiques : Daniel Castella & Olivier Buschsenschutz

Vendredi 4 novembre
Les moulins hydrauliques et à vents médiévaux : Etudes de cas
Communications orales et session posters
Matin : moulins hydrauliques médiévaux : Alain Belmont & Jean-Luc Mordefroid
Après-midi : moulins hydrauliques et à vent médiévaux : Paul Benoit & Pierre Mille

Samedi 5 novembre
Conférence de clôture du colloque et principaux acquis
Communication de synthèse
Matin : synthèses antiques : Jean-Pierre Brun & Stefanie Weffers
Après-midi : synthèses médiévales : Marie-Agnès Gaidon-Bunuel & Annie Dumont

Dimanche 6 novembre
Excursion
- Visite des carrières de meules du Massif de la Serre
- Découverte du site du moulin de Thervay
- Visite de l'Abbaye d'Acey

Programme des communications

Mercredi 2 novembre

17 h - 18 h : Communication introductive
Jean-Pierre Brun (Collège de France, Directeur de recherches, USR 3133 Centre Jean Bérard CNRS-EFR),
Paul Benoit (Professeur émérite, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne/UMR 8589 LAMOP)

18 h 30 - 19 heures : Projection du film *Le moulin du Gravelon*

19 heures : Pot d'accueil

Jeudi 3 novembre 2011 : *Antiquité*

9 h - 10 h 20 : Moulins hydrauliques, études de cas

- Sylvie Deffressigne (Inrap), Christine Chaussé (Inrap), Gisèle Allenet-de-Ribemont (Inrap), Julian Wiethold (Inrap), C. Leroyer (CREAAH), Véronique Materne (CNRS). *Un moulin en bois de la I^e^ moitié du I^er^ siècle à Art-sur-Meurthe « L'Embanie » en Meurthe-et-Moselle*
- Olivier Simonin (Inrap), avec la collaboration de Luc Jaccottey (Inrap), Tatjana Gluhak (Universität J. Guttemberg Mainz). *Une villa, un moulin ? La meunerie hydraulique de la grande villa de Burgille (25)*
- Clément Hervé (Archéodunum). *Champlitte « Le Paquis » (70)*

10 h 20 - 10 h 40 : Pause

10 h 40 - 12 h : Moulins hydrauliques, études de cas

- Pierre Blanc (Site et Musée romain d'Avenches) et Daniel Castella (Site et Musée romain d'Avenches). *Les moulins hydrauliques d'En Chaplix et des Tourbières à Avenches (Suisse)*
- Caty Schucany et Ines Winet. *Le moulin de Cham/Hagendorn (canton de Zug, Suisse)*
- Pierre Harb (Service archéologique cantonal de Soleure). *Rodersdorf-Klein Bühl (canton de Soleure, Suisse), Moulin à eau romain*

12 h - 14 h : Pause repas

14 h - 15 h 20 : Moulins hydrauliques, études de cas

- Olivier Troubat. *Moulin pendu gallo-romain sur pont antique dans le lit de l'Allier à Vichy*
- Stefanie Wefers (Römisch-Germanisches Zentralmuseum). *The Late Antique and Byzantine workshop- and milling-complex in Hanghaus 2 of Ephesos (Turkey)*
- Klaus Grewe (RWTH Aachen University). *A relief of a water-powered stone saw mill on a sarcophagus at Hierapolis of Phrygia*
- Wolfgand Czysz (Bayer. Landesamt für Denkmalpflege Praktische Denkmalpflege : Archäologische Denkmäler). *Roman and early medieval watermills along the river Paar at Dasing (Bavaria, Southern Germany)*

15 h 20 - 15 h 40 : Pause

15 h 40 - 17 h : Moulins à traction animale, études de cas

- Natalia Alonso-Martinez (Université de Ledda), Dani López et Guillem Pérez. *Les meules rotatives sur socle du monde ibérique : caractéristiques et utilisation*
- Tim Anderson (LARHRA, Université de Grenoble). *Un premier bilan des moulins pompéiens dans la péninsule ibérique*
- Tatjana Gluhak (Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University Mainz), Luc Jaccottey (Inrap), Samuel Longepierre, Gilles Fronteau (URCA) et Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap). Etude typologique et pétrographique des meules de type Pompéi découvertes en France

Moulins antiques hydrauliques et à traction animale, études de cas. Session poster

- Michel-Alain Baillieu (Inrap), Vincent Bernard (CNRS), Vérane Brisotto (Inrap) et Laure Simon (Inrap). *Un moulin hydraulique d'époque gallo-romaine a Vannes (Morbihan, France)*
- Matthieu Poux (Université Lumière Lyon 2, UMR 5138) et coll. *Installations de meunerie antiques en région lyonnaise*
- Laurent Deschodt (Inrap). *Un aménagement hydraulique du V^e siècle ap. J.-C., à Étouvie (Amiens, Somme)*
- Stéphane Bleu (Inrap) et Odile Franc (Inrap). *Le moulin antique de la « ZAC de la Maladière » à Bourguoin-Jailleu*
- Catherine Bellon (Inrap). *Le site de la rue du Docteur Horand à Lyon : meules hydrauliques et aménagements*
- Thierry Argant, Cyril Bazillou, Cécile Chaze, Damien Tourgon (Archeodunum). *Un moulin rural antique dans la plaine du Forez ?*
- Sophie Galland (Inrap). Toul (Meurthe-et-Moselle) : étude de cas d'une meule hydraulique découverte dans un fond d'habitat du IV^e siècle

Vendredi 4 novembre 2011 : *Epoque médiévale*

9 h - 10 h 20 : Moulins hydrauliques, études de cas

- Olivier Bauchet (Inrap). *Détection des moulins hydrauliques en milieu fluvial*
- Louis Bonnamour (Musée Denon, Chalon-sur-Saône). *Les premiers moulins à nefs de la Saône et du Doubs (III^e – V^e siècles)*
- Dr. Des. Thomas Libert (archkonzept liebert). *Early Medieval Watermills and a Ship Landing Place from the River Schwarzach next to Großhöbing, Lkr. Roth, Mittelfranken, Bavaria*
- Yann Viau (Inrap). *Présentation des premiers résultats sur les vestiges des moulins hydrauliques de Notre Dame du Marillais, au Marillais (49) (VII^e - X^e siècle)*

10 h 30 - 10 h 45 : Pause

10 h 45 - 12 h : Moulins hydrauliques, études de cas

- Pascal Rohmer (Inrap), Pierre Mille (Inrap) et Luc Jaccottey (Inrap). *Le moulin d'Audin-le-Tiche (57) (IX^e siècle)*
- Olivier Bauchet (Inrap) et Luc Leconte (Inrap). *Les moulins médiévaux du cours de la Marne*
- Gilles Rollier (Inrap), Olivier Girarclos (CNRS), Luc Jaccottey (Inrap) et Pierre Mille (Inrap). *Les fouilles du moulin de Thervay : Evolution d'un site de meunerie de la période carolingienne à l'installation du domaine de l'abbaye cistercienne d'Acey (X^e - XII^e siècles)*

12 h - 14 h : Pause repas

14 h - 15 h 20 : Moulins hydrauliques, études de cas

- Daniel Pillonel et Nicole Plumettaz (Office et Musée d'archéologie de Neuchâtel). *Un moulin du XI^e siècle dans un ancien lit de la Thielle (Neuchâtel, Suisse)*
- Raphaël Durost (Inrap), Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap) et Gilles Fronteau (URCA). *Breviandes (Aube) « Les Naurades », un moulin hydraulique du XII^e siècle*
- M. Fondrillon, E. Marot (Service d'archéologie préventive de Bourges Plus), Christine Locatelli, Didier Pousset (LEB2d). *Un moulin hydraulique (fin XII^e – fin XIII^e s.) découvert à Bourges (Cher) : Données archéologiques et dendrochronologiques.*
- Cyrille Billard, Vincent Bernard, Y. Ledigol, C. Maneuvrier et G. Senecal. *Un moulin médiéval en contexte littoral à Pennedepie (Calvados)*

15 h 20 - 15 h 40 : Pause

15 h 40 - 16 h 40 : Moulins hydrauliques, études de cas

- D. Genequand (Service cantonal d'archéologie de Genève). *La meunerie hydraulique au début de l'époque islamique (VII^e - VIII^e siècle) au Proche-Orient : un état de la question*
- Mahfoud Ferroukhi (Inrap Méditerranée, Responsable d'Opération), Laurent Vidal (Inrap Méditerranée) et Thibaud Canillos (doctorant en Archéologie Université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement). *Les moulins de Moulay Idriss (Maroc)*

16 h 40 - 17 h : Moulins à vent, études de cas

- Alain Belmont (Larhra). *Le Moulin de Donzère (XVI^e siècle)*

Moulins médiévaux hydrauliques et à vent, études de cas. Session poster

- Louis Bonnamour (Musée Denon, Chalon-sur-Saône). *Les premiers moulins à nefs de la Saône et du Doubs (III^e - V^e siècles)*
- David Gucker (Inrap). *Le moulin carolingien de Dieulouard-Scarpone (Meurthe-et-Moselle)*
- Sophie Galland (Inrap), Marie Frauciel (Inrap) et Renée Lansival (Inrap). Prény et Hatrize (Meurthe-et-Moselle). *Etude de deux cas de fragments de meules hydrauliques en basalte ayant servi de calage dans des habitats médiévaux*
- Philippe Lorquet (Inrap) et Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap). *Indices d'un moulin carolingien à La Belle Eglise « Le Pré des Paillards » (60) (IX^e siècle)*
- Sébastien Gaime (Inrap). *Les sites de Clermont-Ferrand « Michelin, les Carmes » et « Billezois »*
- Véronique Guitton (Inrap Grand-Ouest, CReAHH - UMR 6566, Rennes). *Techno-typologie de bois de moulins altomédiévaux du Nord-Ouest : Colomby (50) « La Perruque » - Le Marillais (49) « Notre Dame »*
- Annie Dumont (DRASM). *Des vestiges de moulins pendants médiévaux dans la Loire à La Charité-sur-Loire ?*
- Paul Benoit (université Paris1- UMR 8589 LAMOP), Joséphine Rouillard (docteur en histoire médiévale), Philippe Fluzzin (directeur de recherches, UMR 5060 Laboratoire Métallurgies et Culture, Marion Béranger (ingénieur de recherches, UMR 5060 Laboratoire Métallurgies et Cultures). *La forge hydraulique de l'abbaye de Fontenay (Côte-d'Or)*
- Paul Benoit (université Paris1- UMR 8589 LAMOP), Florian Théreygol (chargé de recherches, UMR 5060 Laboratoire Métallurgies et cultures), David Jouneau (Inrap*). Le moulin à minerais et à scories de la mine de Pampailly (Rhône)*
- Paul Benoit (université Paris1- UMR 8589 LAMOP*). Le moulin médiéval des bains de Cefala Diana (Sicile)*
- Gilles Rollier (Inrap – UMR 5138). *Les moulins du Mâconnais à travers les chartes de l'abbaye de Cluny*
- Annie Bolle (Inrap). *Le parking du moulin du Milieu à Niort*

Samedi 5 novembre 2011 : *Synthèse et thèmes transversaux*

9 h - 10 h 30

- Olivier Bauchet (Inrap) et Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap). *Les meules de grand diamètre de l'établissement antique de Tremblay-en-France « Le Nouret »*
- Paul Picavet. *De grandes meules gallo-romaines à entrainement par le centre en grès découvertes dans le nord de la France et en Belgique. Aspects typologiques et techniques*
- Samuel Longepierre. *Les grandes formes de meules à grains. L'exemple des meules à sang et hydrauliques du Midi de la Gaule*

10 h 30 - 10 h 45 : Pause

10 h 45 - 12 h 15

- Luc Jaccottey (Inrap). *Meules hydrauliques et à traction animale antiques en Bourgogne/Franche-Comté*
- Akram Elkateb et Vincent Serneels (Département de Géosciences, Université de Fribourg). *Nouvelles données pétrographiques sur les meules « en basalte » de Suisse*
- Luc Jaccottey (Inrap), Olivier Buchsenschutz (CNRS, ENS), Florent Jodry (Inrap), Paul Picavet, Alexandre Polinski, Boris Robin. *Première esquisse d'une typologie des meules hydrauliques antiques en Gaule.*

12 h 15 - 14 h : Pause repas

14 h - 15 h 30

- Paul Benoit (Université Paris I) et Joséphine Rouillard (Université Paris I). *L'apport des textes à l'archéologie du moulin médiéval*
- Dr Adam Lucas (Science & Technology Studies Program, University of Wollongong, Australia). *Fulling Mills in Medieval Europe : comparing the manuscript and archéeological evidence*
- Pierre Mille (Inrap). *Les moulins hydrauliques mis au jour sur le territoire français - Evolution technique - VIII^e-XIV^e siècles*

- Christophe Cloquier (Doctorant en archéologie médiévale Université Paris I). *L'implantation des moulins hydrauliques médiévaux dans le bassin de la Somme première synthèse d'une approche archéologique et documentaire*

15 h 30 - 15 h 45 : Pause

15 h 45 - 16 h 45 : Pause

- Lucie Galusová *(Doctorante,* Department of Archaeology at University of West Bohemia) et Martina Maříková (Doctorante, Faculty of Philosophy and Art in Prague). *Archaeology of water mills in Bohemia.*
- Alain Belmont (Larhra), Luc Jaccottey (Inrap), Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap). *Les meules hydrauliques médiévales*
- Synthèse et acquis du colloque

Dimanche 6 novembre 2011 : *Excursion*

- Visite des carrières de meules du Massif de la Serre
- Découverte du site du moulin de Thervay
- Visite de l'Abbaye d'Acey

Mercredi 2 novembre
Communication introductive

Jean-Pierre Brun (Collège de France, Directeur de recherches, USR 3133 Centre Jean Bérard CNRS-EFR), Paul Benoit (Professeur émérite, université Paris 1 Panthéon-Sorbonne/UMR 8589 LAMOP)

Les moulins hydrauliques dans l'Antiquité

L'utilisation de l'énergie hydraulique a focalisé les débats entre historiens de l'Antiquité car c'est la première énergie non biologique que les hommes ont utilisée pour mettre en mouvement des machines. Les sources écrites antiques sont suffisamment claires pour qu'on ne puisse douter que les Anciens aient utilisé l'eau pour actionner des moulins mais la question est de savoir si l'emploi de l'énergie hydraulique a été suffisamment courant pour avoir un impact sur la vie économique ou s'il est resté marginal.

Dans un article de 1935 qui a fait longtemps référence, Marc Bloch avait avancé que le moulin à eau, « invention antique, est médiéval par l'époque de sa véritable expansion ». Durant le demi-siècle qui a suivi, d'autres hypothèses concernant les aspects mentaux et sociaux d'un prétendu « blocage des techniques » à l'époque antique ont été échafaudées sur cette brillante théorie mais, à partir des années 1980, les progrès de l'archéologie, surtout en France, en Suisse et en Allemagne, ont ébranlé cette conception. La connaissance archéologique reste toutefois très insuffisante car les vestiges de moulins ont été trouvés principalement là où les archéologues étaient attentifs à ces questions et informés sur l'importance de cette problématique. Il suffit de regarder une carte de distribution des découvertes pour remarquer que les concentrations sont liées à l'activité de tel ou tel chercheur. A contrario, dans la Péninsule Ibérique, en Italie, en Afrique du Nord et au Proche-Orient, à l'exception d'Israël, les moulins hydrauliques sont rares car les archéologues classiques ne s'intéressent guère aux vestiges de la production agricole et de la transformation des denrées.

Dans l'Antiquité, l'énergie hydraulique a été utilisée principalement pour actionner des moulins à grain, mais pas uniquement. Le mécanisme a été adapté au moyen d'une bielle pour mouvoir des scies mécaniques à marbre et au moyen d'un arbre à cames pour faire fonctionner des machines à broyer le minerai et probablement des écorces de chêne dans les tanneries. D'autres usages liés la métallurgie du fer sont probables, notamment en Ickam en Angleterre et à Marseille, et la question de l'utilisation des moulins à fouler les étoffes est posée par des inscriptions.

Les roues motrices des moulins peuvent être soit verticales, soit horizontales. Les premières sont les mieux attestées par les textes antiques et par l'archéologie bien que leur mécanisme, complexe avec le renvoi des forces à 90° par des engrenages, les ai longtemps fait considérer comme des développements plus tardifs que les roues motrices horizontales qui transmettent directement la force aux meules par l'intermédiaire d'un axe vertical. En fait, il semble que l'invention des deux systèmes soit à peu près contemporaine, au début de l'époque hellénistique, et que leur développement a connu des voies parallèles en fonction des conditions climatiques locales et des besoins. Les moulins à roue verticale étaient mieux adaptés à des utilisations variées et ont été préférés dans les grandes installations qui laissent des vestiges bâtis plus aisés à interpréter pour l'archéologue. Les moulins à roue horizontale ont pu être assez largement diffusés dans les installations rurales mais leur moindre emprise au sol, leur dispersion et l'utilisation de structures en bois en rendent la perception difficile ; le plus ancien exemple sûrement daté est celui de la villa de Taradeau dans le Var qui remonte au IIe siècle.

L'archéologie des moulins commence à peine à fournir des réponses aux problématiques ouvertes dans l'Entre-deux-guerres, lorsque le rapide développement des techniques modernes a poussé des historiens à s'interroger sur les techniques antiques et médiévales en France, notamment dans le sillage de l'école des Annales. Cinq grandes questions sont désormais posées.

– quel est le champ d'application de l'énergie hydraulique dans les domaines agricoles avec l'irrigation, de la transformation des denrées alimentaires avec le broyage des grains, de l'industrie avec la métallurgie, les matériaux de construction, la tannerie et peut-être le textile ?

– quelle est la diffusion géographique des moulins, selon quelle chronologie et quelles contraintes orographiques ou climatiques ? L'étude des vestiges de meules permet-elle une approche suffisamment large et chronologiquement assez précise ?

– quelle est la chronologie de l'apparition et de l'utilisation courante des divers types, notamment des moulins à roue horizontale ou verticale ?

– quelle sont les différences entre les moulins implantés dans les campagnes et dans les villes, tant d'un point de vue technique que d'un point de vue économique ?

– quelle est la place réelle de l'utilisation de l'énergie hydraulique dans l'économie antique par rapport aux énergies biologiques, en particulier quelle est l'évolution du rapport entre les moulins à sang et les moulins hydrauliques ?

Tels sont les chantiers qui nous attendent durant les prochaines décennies. La documentation nouvelle qui sera présentée durant ce colloque constituera sans nul doute une étape dans la résolution de ces questions, mais ces réponses resteront partielles car nous sommes loin d'atteindre, que ce soit du point de vue chronologique, technique ou géographique, une masse critique d'informations archéologiques susceptible de se substituer à des séries d'archives qui, au Bas Moyen Âge et au début des Temps Modernes, peuvent offrir une vision fiable des phénomènes.

Les moulins médiévaux

Si les travaux historiques sur les moulins médiévaux sont relativement anciens, puisque Marc Bloch publia son célèbre article des Annales en 1935, le moulin est maintenant pris en compte dans toutes les études, aussi sur les villes que sur les campagnes médiévales ; l'archéologie du moulin médiéval, est quant à elle demeurée longtemps en retard. Les Actes des XXIes Journées internationales d'Histoire de l'Abbaye de Flaran, Moulins et meuniers dans les campagnes européennes (IXe-XVIIIe siècle), publiés en 2002, ne citent les fouilles de moulins que dans l'introduction de Georges Comet. Dans l'ouvrage publié sous la direction de Paolo Squatriti, Working with water in medieval Europe. Technology and ressource-use, publié en 2000, la part faite aux fouilles de moulins s'avère, hormis dans la contribution de Colin Rynne consacrée à l'Irlande, bien mince : quelques exemples pour l'Angleterre et la France, rien ailleurs.

A cela plusieurs raisons. La première tient sans doute au fait que bien des moulins de l'époque médiévale ont connu une longue vie, que leur activité a perduré jusqu'au XIXe, voire au XXe siècle et que les vestiges médiévaux sont masqués, et souvent détruits, par les reconstructions et les aménagements nécessités par une activité pluriséculaire. S'ajoute un autre facteur défavorable, l'emplacement même de ces moulins dans des zones souvent humides peu favorables aux travaux générateurs de fouille. En Angleterre, les fouilles d'établissements monastiques, comme à Bordesley ou à Fountains, ou de résidences princières ainsi à Old Windsor et à Tamswoth, ont mis au jour des moulins.

Cependant, le développement de l'archéologie préventive a permis la fouille de moulins de plus en plus nombreux, que ce soit à l'occasion de défrichements systématiques comme ce fut le cas en Irlande, ou à l'occasion de grands travaux autoroutiers ou ferroviaires, ou même d'aménagements urbains comme en France. Si la fouille des moulins de Thervay présente un cas exceptionnel par la quantité et la qualité de l'information recueillie, elle s'inscrit dans une suite de fouilles, menées principalement par l'INRAP et qu'on peut faire débuter en 1995, avec l'opération menée à Audin-le-Tiche.

Les questions qui se posent au moment où débute cette réunion sont multiples. Il convient d'une part de faire un point beaucoup plus précis sur les fouilles de moulins. Cet état de la recherche effectué, il conviendra de mettre en regard les données obtenues par les fouilles et celles qui proviennent d'autres sources : les sources écrites d'abord, qui fournissent des localisations et surtout une approche économique, sociale et technique ; l'iconographie ensuite, malgré les difficultés que présente ici plus qu'ailleurs peut-être la copie de modèles stéréotypés ; l'ethnologie encore, dont l'apport est particulièrement important dans les régions ou les pays où la révolution énergétique commencée au XVIIIe siècle a tardé plus qu'ailleurs à détruire l'équipement meunier traditionnel comme le montrent les exemples du Portugal, de la Sicile ou de la Corse ; l'archéologie enfin, qui outre les fouilles offre tous les moyens de la prospection et de l'étude du bâti.

Il sera alors possible de mieux évaluer l'apport des fouilles dans la connaissance du moulin médiéval, des techniques qu'il met en œuvre, de sa place dans l'économie et la société aux époques médiévales et modernes. Ce qui conduira peut-être à remettre en cause, en ce qui concerne le moulin, les grandes divisions académiques de l'histoire.

Projection du film
Le moulin du Gravelon

Jeudi 3 novembre 2011
Antiquité

Moulins hydrauliques : communications orales

- *Un moulin en bois de la I^ere^ moitié du I^er^ siècle à Art-sur-Meurthe « L'Embanie » en Meurthe-et-Moselle.* Sylvie Deffressigne (Inrap), Christine Chaussé (Inrap), Gisèle Allenet-de-Ribemont (Inrap), Julian Wiethold (Inrap), C. Leroyer (CREAAH), Véronique Materne (CNRS)

Présentation du site et du contexte d'implantation
Le site est installé sur la commune d'Art-sur-Meurthe, le long de la rive droite de la Meurthe sur la plaine alluviale actuelle. En bordure du décapage se trouve un chenal aménagé de couloirs faits de clayonnages qui appartiennent à des aménagements de berge en relation avec un ou plusieurs biefs. Certaines couches ont piégé des rejets de mobilier (céramique, faune, bois…) datables de La Tène D et du II^er^ - III^e^ siècle de notre ère. Cet aménagement a été décapé sur 60 m de longueur, mais il se poursuit de part et d'autre de notre exploration.
Description du chenal et du moulin
Dans l'une des couches du paléo-chenal, se trouve une petite structure construite sur pilotis elle même bordée par des ensembles très complexes de piquets et de clayonnages très bien conservés et qui suivent le tracé du chenal.
Politis d'une plate-forme de moulin à eau, bief d'amenée d'eau et canal de fuite
Le moulin se compose d'un ensemble de piquets installé à près de 3 mètres de la berge nord du paléo-chenal à environ 1,80 m du centre du canal et qui couvre une surface d'environ 12 m^2 en formant un rectangle de 2,70 par 3,50 m (deux rangées de 8 et 9 piquets placés pratiquement en opposition et distantes de 0,90 m). Le long de ces piquets se lit en négatif les traces d'un clayonnage. Piégées dans une couche supérieure gisent des tuiles entières, plates à rebords qui ont pu servir à couvrir cette construction.
Les bois du moulin
Légèrement plus en amont (17 m) dans le chenal, se trouve un impressionnant « vrac » de bois travaillés (365 bois) qui correspond certainement au démantèlement du moulin. Au sein de ces bois, se relève la présence de pales et de piquets. La très grande majorité des bois découverts sont des piquets droits de section circulaire, certains sont refendus et d'autres possèdent des extrémités en biseau simple ou double voire appointies. Leur diamètre varie de 15 à 30 mm avec une prédominance entre 20 et 25 mm et ils sont simplement ébranchés (clayonnages ?). 18 éléments appartenant à des planches de chêne de section quadrangulaire sont longs jusqu'à 1,07 m. Deux d'entre eux munis d'un tenon à l'extrémité constituent les restes de pales du moulin. On compte également un alluchon seul reste actuellement identifié comme appartenant au mécanisme.
Les canaux
Sur les 60 m fouillés du chenal de nombreux restes de piquets alignés reliés entre eux par du clayonnage ont été mis au jour ; Les longs couloirs constitués de piquets et de clayonnages sont certainement associés au moulin. En amont ils servent sans doute de bief d'amenée d'eau, destiné à réguler le débit et en aval de canal de fuite.
Nous avons donc affaire à un moulin construit entièrement en bois dont il ne reste en place que les pilotis de la plateforme. On entend par plateforme le lieu abritant la chambre de mouture et le mécanisme. Cette infrastructure semble donc correspondre aux sous-bassements du moulin et elle devait permettre de « rattraper » la dénivelée due à la pente du chenal pour pouvoir installer la construction à l'horizontal. D'après les restes le moulin comporte une roue verticale à aube et à pales droites. Les parois de la plateforme sont sans doute bâties en matériaux légers (clayonnages et torchis). Cette roue devait avoir un fonctionnement dit « au fil de l'eau », sans dénivelée. Le moulin semble avoir fonctionné dans le courant de la première moitié du Ier siècle de notre ère, mais sa durée de vie n'a pas pu être évaluée.
Environnement du moulin
La palynologie signale de très grandes quantités de pollens de céréales à son niveau. Leur présence en abondance est propre aux aires de battages ou de mouture. La carpologie indique que le cours d'eau est bordé de prairies et d'une petite formation arborée comprenant l'aulne et des arbustes héliophiles. La diversité des adventices de cultures ou des rudérales doit être mise en relation avec la proximité d'un habitat ou la présence de parcelles cultivées dans l'environnement proche du cours d'eau. L'étude sédimentaire signale que les canaux créés se sont envasés soit après l'abandon du moulin, soit que l'envasement a provoqué l'abandon du moulin.

- *Une villa, un moulin ? La meunerie hydraulique de la grande villa de Burgille (25)* Olivier Simonin (Inrap), avec la collaboration de Luc Jaccottey (Inrap) et Tatjana Gluhak (Universität J. Guttemberg Mainz) :

Fouillés à l'occasion des travaux de la ligne ferroviaire à grande vitesse Rhin-Rhône, trois bâtiments relevant de la *pars rustica* de la grande *villa* de Burgille (25) révèlent un ensemble d'activités agricoles et artisanales. Changeant de fonction tout au long de l'occupation du domaine, soit du I^er^ au IV^e^ siècle, les bâtiments remaniés accueillent dans la première moitié du IV^e^ siècle une meunerie hydraulique.
Détectée à la faveur de nombreux fragments de meules en basalte présent sur le site, l'existence de l'installation de meunerie est confirmée par un ensemble de structures au caractère souvent ténu. La discrétion des vestiges du moulin, qui tient ici pour une part à des phénomènes postérieurs d'érosion, renvoie également à un aménagement initial d'ampleur limitée.
L'implantation opportuniste du moulin, soit l'intégration de la machine à un édifice préexistant peut témoigner tout autant d'un souci de limitation de l'investissement que de la mise en œuvre d'une routine technique ne s'accompagnant d'aucune mise en scène ou valorisation symbolique.

- *Champlitte « Le Paquis » (70).* Clément Hervé (Archéodunum)

Une fouille préventive a été menée entre mars et mai 2011 à Champlitte (Haute-Saône) sur une surface d'environ un hectare. Elle a confirmé l'existence, entrevue lors de prospections et de tranchées exploratoires, d'occupations de l'époque gallo-romaine et du haut Moyen-Âge.
Encore en cours d'élaboration, les données récoltées mettent en évidence plusieurs phases d'occupation durant la période antique. La phase principale, de grande ampleur, s'articule autour d'une cour sans doute quadrangulaire, mesurant au minimum 120 m de côté, et bordée de voies de circulation s'apparentant à des rues. L'unique construction maçonnée découverte sur cette « place » est un *fanum* dont seules subsistent les fondations. A l'extérieur se développent des bâtiments dont la plupart des murs ont été récupérés. Leur plan exact reste à définir.
Antérieures à cet aménagement du site, des structures à vocation artisanale ont été mises au jour. Une construction semi-enterrée bordée de murets a notamment été découverte. En partie hors emprise de la fouille, elle a été détruite par un édifice postérieur et son plan exact n'est pas connu. Posés sur son fond argileux et scellés par une couche de démolition, des fragments de meules hydrauliques semblent attester la fonction de la construction. Des éléments métalliques les accompagnaient, un crampon en fer étant d'ailleurs toujours fixé à l'une des meules.
Une canalisation passant à proximité évoque également l'existence d'un moulin. Aucun lien direct n'a toutefois pu être établi avec la structure excavée. Le comblement de cette canalisation contenait en outre de nombreuses scories, suggérant une certaine diversité des activités artisanales.

- *Les moulins hydrauliques d'En Chaplix et des Tourbières à Avenches (Suisse).* Pierre Blanc (Site et Musée romain d'Avenches) et Daniel Castella (Site et Musée romain d'Avenches)

Les fouilles conduites en 1990/1991 et en 2007 à la périphérie nord-est d'*Aventicum*/Avenches, capitale de la cité des Helvètes, ont permis de mettre au jour deux installations de meunerie hydrauliques antiques, aménagées dans la plaine s'étendant entre la ville et le lac de Morat.
Le premier moulin découvert (*En Chaplix*) se situe à une cinquantaine de mètres à l'ouest de la voie dite du nord-est sur la berge d'un ancien bras de rivière. Plusieurs dizaines de bois appartenant à l'infrastructure du moulin et à deux états successifs de son canal de fuite ont été conservés. L'emprise de la meunerie proprement dite n'excède pas 4,70 m de côté. La dendrochronologie a permis de situer le fonctionnement du moulin entre 57/58 et 80 ap. J.-C.
Le second moulin (*Les Tourbières*) se situe à environ 200 m au nord-ouest du précédent, au voisinage d'un canal navigable aménagé au II^e^ s. ap. J.-C. Là encore, les principaux éléments observés sont les bois (montants, pieux et planches) appartenant aux soubassements de la meunerie et à son canal de fuite. Les dimensions du moulin et des bois utilisés pour sa construction sont particulièrement imposantes. L'installation a été en fonction entre environ 150 et 180 ap. J.-C.
Les deux moulins ont livré toute une série de fragments de meules de grand diamètre (env. 60-80 cm), pour la plupart en basalte, roche volcanique dont l'extraction est très vraisemblablement à situer dans le Massif central français. Les moulins sont sans doute à rattacher à un vaste domaine agricole établi aux portes de la ville.

- *Un moulin hydraulique du III^e siècle apr. J.-C. à Cham-Hagendorn (canton de Zoug, Suisse) – Des vestiges archéologiques de conservation exceptionnelle.* Caty Schucany et Ines Winet, responsables du projet de recherche du site de Cham-Hagendorn (fouilles 1944, 2004, 2004), Museum für Urgeschichte (n) Zug et Kantonsarchäologie Zug.

En 1944, on a fouillé à Cham un moulin hydraulique, daté du III^e siècle apr. J.-C., dont les bois étaient remarquablement conservés, notamment des éléments de roues et du mécanisme du moulin. C'est un des premiers moulins hydrauliques antiques découverts en Europe. En 2003 et 2004, une fouille préventive a permis d'explorer les alentours de ce moulin, en particulier les vestiges d'un canal d'amenée surélevé. Un projet de recherche (2009-2012), mené par les auteurs, prépare la publication de ces vestiges exceptionnellement préservés. Durant ce colloque, nous allons en présenter les principaux résultats, relatifs la construction du moulin ainsi qu'à sa datation et à son insertion dans son cadre régional.

- *Rodersdorf-Klein Bühl (canton de Soleure, Suisse), Moulin à eau romain.* Pierre Harb (Service archéologique cantonal de Soleure)

En aval de la forge se trouvait un moulin à eau. Après Cham-Hagendorn dans le canton de Zug et Avenches-en-Chaplix dans le canton de Vaud, il s'agit du troisième moulin à eau découvert en Suisse. Le canal en pierre était long de quatre mètres et large de 30 à 40 cm. Comme le montrent quelques clous en fer trouvés sur place, ses parois étaient à l'origine recouvertes d'un coffrage en planches.
Dans sa partie supérieure, le canal était très en pente et la différence de niveau atteignait 1,5 mètre. Ce qui correspond au diamètre maximal de la roue à eau si l'on admet qu'il s'agissait d'une installation mue au-dessus. Pour une amenée d'eau par le milieu ou l'arrière, la roue aurait pu être plus grande, environ 2,1 mètre d'après la pente et l'emplacement exact du moulin (voir plus loin). Cette dimension correspond très bien aux restes des trois roues en bois trouvées à Cham-Hagendorn. Un deuxième segment de canal, une meule hors usage en place secondaire et deux couches superposées de dépots calcaires sont des indices pour une installation à plusieurs phases de construction. L'amenée d'eau était sans doute assurée par un canal en bois dont rien ne subsiste. En amont du moulin, l'eau passait par une écluse rectangulaire à deux vannes servant à contrôler le débit d'eau et dévier l'eau excédentaire dans un déversoir à l'est du canal. En aval de celui-ci, l'eau s'écoulait librement dans un fossé allant en s'élargissant.
Le moulin en soi était situé dans une fosse de deux mètres sur trois creusée dans le talus à côté du canal. L'emplacement exact était marqué par quatre trous de poteaux formant un carré de 1,5 mètre de côté. Il ne reste rien d'autre de la construction en bois, à part de nombreux objets et fragments en fer provenant de la couche inférieure de cette fosse. Sont à remarquer des cornières en fer longs de 7 cm dont l'autre extrémité était forgée en forme de clou à la verticale. Des cornières identiques ont été découvertes dans le moulin romain près d'Avenches. Elles sont de toute évidence typiques des moulins à eau romains, même si leur usage précis reste à éclaircir.
Le diamètre de la meule mentionnée ci-dessus est de 70 centimètres et, de par sa taille, elle appartient à un moulin mécanique. Elle est taillée dans une roche rouge dont il existe localement des gisements dans la région de Bâle. L'autre meule, dont un fragment important a été découvert dans la couche de déchets de la forge, est, avec 44 cm, nettement plus petite et faisait partie d'un moulin à main romain. Cette meule est en basalte et provient probablement du Massif Central ou de la région de l'Eifel. D'autre petits objets attribuables sans équivoque au moulin sont rares et n'apportèrent jusqu'à présent aucune information utile à la datation. Stratigraphiquement, le moulin à eau est plus ancien que la forge qui, elle, par les céramiques trouvées, date de la 1re moitié du premier et du début du second siècle de notre ère. Jusqu'à présent, peu de moulins à eau romains sont connus, car ils se trouvaient le plus souvent en dehors de la zone d'habitat et furent de ce fait souvent ignorés lors des fouilles. Il est probable cependant qu'ils aient été bien plus nombreux qu'on ne le supposait, comme le montre l'exemple de la villa romaine de Rodersdorf.

- *Moulin pendu gallo-romain sur pont antique dans le lit de l'Allier à Vichy.* Olivier Troubat

Historique de la découverte
Les vestiges du moulin ont été découverts en 2007, lors d'un relevé archéologique subaquatique d'un pont de bois antique, trouvé peu avant. Un pré-relevé a été fait alors. Deux campagnes supplémentaires ont été menées depuis sur le site : un sondage a été réalisé en 2008-2009, et en janvier 2011 des prélèvements pour datation au radiocarbone ont été effectués, qui ont permis de dater ce moulin dans la période 130-250 après J.-C.
Apports principaux du moulin de Vichy
Il s'agit à ce jour, de l'unique exemple de moulin antique de rivière ou fleuve à fort débit (l'Allier a un cours semblable et le même débit que la Loire à leur réunion). C'est le premier moulin pendu sur pont antique trouvé en France, les trois autres étant à Chesters Bridge et Willowford en Angleterre et à Chemtou en Tunisie (Castella, Moulin Avenches… p. 24 et 27). Enfin, une des meules montre une technique d'entraînement inédite sur les moulins hydrauliques.
Description
En aval de la culée rive droite du pont, des blocs taillés parallélépipédiques de grande taille et plusieurs meules ou fragments de meules forment deux groupes distincts. A l'ouest, dans l'alignement des pieux en eau de la culée, plusieurs blocs sont percés de cavités « techniques ». Deux d'entre eux portent encore chacun huit cavités identiques, ménagées symétriquement par quatre sur deux faces opposées. Il pourrait s'agir de supports de calage pour des bois. Les exemples trouvés par ailleurs laissent penser aux supports d'un axe horizontal d'un objet en mouvement. Une ou des roues d'entraînement hydraulique, ou d'autres éléments, peuvent être envisagés.
Onze meules, fragments de meules et pièces de basalte sont présents sur le site, sur une zone très concentrée. Une meule dormante et une courante ont été reconstituées, avec un diamètre de 0,87 m et un poids d'origine estimé de 120 à 130 kg. La meule dormante témoigne d'une technique inédite de mécanisme d'entraînement par le haut, puisqu'elle n'est pas transpercée de part en part. Quatre pièces de basalte pourraient être des crapaudines destinées à accueillir des axes verticaux. Une meule non terminée se trouve à l'écart avec d'autres blocs constituant une construction distincte. A la zone principale des meules et à la zone de la meule isolée correspondent deux zones de concentrations importantes de tuiles à rebord. La situation de pieux de soutien de la chambre de meunerie est visible. Les vestiges du moulin montrent une construction en bois et pierre sur culée, profitant de l'accélération du courant au débouché d'un pont de bois. Le pont et son moulin se situent devant la ville antique de Vichy, sur l'important axe Lyon-Poitiers. Il comprenait plusieurs tours de meules et probablement plusieurs roues d'entraînement. Le canal de fuite est présent en aval. Un autre bâtiment, lié au moulin était construit sur la rive, où était entreposé une meule en cours de fabrication. Les deux bâtiments étaient couverts d'une toiture en *tegulae*/imbrice, dont les fragments très denses ont été retrouvés à l'emplacement des deux bâtiments. Ces fragments montrent une unité réelle de cette couverture, faite avec une pâte semblable et apparemment à une seule époque et non réparée. Cette homogénéité se retrouve également dans les datations radiocarbone réalisées.

- *The Late Antique and Byzantine workshop- and milling-complex in Hanghaus 2 of Ephesos (Turkey).* Stefanie Wefers (Römisch-Germanisches Zentralmuseum)

In Late Antique and Byzantine times a water-powered workshop- and milling-complex had been built into the ruins of the so-called Hanghaus 2 in Ephesos. Once a luxury dwelling in the centre of Ephesos, the house was destroyed most probably by earthquakes in the third quarter of the 3rd century AD. Shortly after this devastating event the workshop- and milling-complex had been installed.
Hanghaus 2 was excavated between 1967 and 1986 by the Österreichisches Archäologisches Institut (ÖAI) whose main concerns were the antique dwellings. The workshop- and milling-complex situated along the western front of Hanghaus 2 and in large part on top of the antique remains was also uncovered during the excavations. Due to a cooperation of the ÖAI and Österreichische Akademie der Wissenschaften (ÖAW) with the Römisch-Germanisches Zentralmusuem (RGZM) it is possible to investigate the whole water-powered complex.
A total of eight waterwheels connected to a chute were built into the ruins of Hanghaus 2, using the remains of antique walls where possible. The eight waterwheels produced power for an equal number of production units. Numerous millstone fragments point out that, amongst other machines, mills were in use processing cereals to make flour. Based on the evidence of the remaining walls, it is possible to assign the workshops to different phases and to highlight a modification of the waterwheel constructions.

- *A relief of a water-powered stone saw mill on a sarcophagus at Hierapolis of Phrygia.* Klaus Grewe (RWTH Aachen University)

On the necropolis north of Hierapolis in Phrygia, left and right of the road, now asphalted, towards the 'Frontinus Gate', numerous tombs and sarcophagi are equipped with countless inscriptions and, fewer in number, with a relief. The stone cover of one of the sarcophagi shows a relief of a technical contraption, together with an inscription. The relief represents a water powered twin stone saw mill. Dated 2nd half of the 3rdc. AD, the relief offers new information about occurrence and technicalities of water powered saw mills in Roman times.
Not many drawings or images of technical constructions or machinery have been preserved from classical times. Only in few cases is has been possible to reconstruct the functioning of a technical contraption by means of a description or illustration of the ancient engineer or designer, both for large constructions and for manual tools alike. The modern engineer has no choice but to extract data from the often limited and incomplete remains of the ancient construction or apparatus to decipher the code or plan of the design. This led Th. Mommsen, when confronted with an inscription on the funerary monument for Nonius Datus, describing the construction of a tunnel for the aqueduct at Saldae (Algeria), to delegate this problem, as he writes: "es wird vielleicht ein verständiger Ingenieur unserer Epoche aus dem Bauwerk selbst dasjenige zu lösen wissen, was uns im Bericht seines römischen Vorfahren unverständlich bleibt".
The Hierapolis relief provides important new information about technicalities involved in the mechanism of the water powered saw mill, which requires the conversion of rotary motion into linear motion. Undisputed remains of water powered stone saw mills have survived at Ephesos, and at Gerasa, Jordan, both dating from 6 th or early 7 th c. AD. In the following the Hierapolis relief is discussed in regard of historical aspects, relating to the stone saw mills of Ephesos and Gerasa.

- *Roman and early medieval watermills along the river Paar at Dasing (Bavaria, Southern Germany).* Wolfgand Czysz (Bayer. Landesamt für Denkmalpflege Praktische Denkmalpflege: Archäologische Denkmäler)

The wooded hills east of the Lech in the 6th Century AD have been settled by the Alamanni. Among the early medieval villages in the Bavarian border area is one of the old Tegisinga-Dasing east of Augsburg. In January 1993, below the old town during excavation of a huge underground car-park (11 290 square meters) sharpened wooden posts were excavated in depth of 4,50 m, beneath medieval river beds; because of roman pottery finds, the remains initially were held for a Roman bridge. Millstone and buckets of water wheels soon showed that these were three water mills that were built on the old river meanders.
The oldest water mill dates from Roman times (dendrodated in the years 102/113) with a pair of basalt-millstone around 500 km away from the Mayen area. The mill has probably existed only briefly in Trajan and soon disappeared again. 600 years later the best preserved water mill was build in the Merovingian period. About 500 piles of the well preserved water mill could be dated using dendrochronology as well. Tree-ring series began in the winter of 696/697 AD with river regulation works and the construction of a weir. Building construction began in the year 744; 780 there was a major renewal and reconstruction. One year after the overthrow of Duke Tassilo III. last repairs on supporting posts were made in April/May 789. Little later, the mill fell victim to a flood disaster and was buried under more than a meter of sand and gravel.
The third water mill, which was discovered during the expansion of the excavation in 1994, dates from the Carolingian period. Viewed from the village, the mill was in a meander on the opposite, eastern river-side, 25 m downstream and only accessible via a 6 m long wooden bridge that can be dated to the group of the third water mill in the year 846. After no repair data exists on the building-posts, the mill did not existed very long. At that time the old river bed shifted its course on the eastern edge of the valley, until finally, in medieval times, there are only shallow floodings, periodically covering with fine silt layers; the area than was sealed with clay. Protruding posts were still visible for a long time.
From the Merovingian water mill over 325 millstone fragments of grinders were discovered, from which we can trace the paths of millstone trade: The heavy millstones were transported on the old, but still functioning Roman roads over land or were brought by raft and boat on the river Lech. Rocks from the Brenner and the Silvretta massif and Vorarlberg probably came as cargo with ice of the Inn-glaciers into the area of Rosenheim, where they were shaped into millstones. In botanical discoveries (fruits, seeds, pollen), the meadows and woods in the area are visible, even, what was the early medieval millers planted in his vegetable garden. Bones reveal what animals he kept as pets, a mill dog and a cat were also present.
Dasing turned out as a remarkable monument of history, combining the ancient tradition of Mediterranean-technology with the first trials of mechanical energy gain in the Germanic middle ages.
A poster presentation provides information on a project to record and research of millstone quarries in Bavaria.

Moulins à traction animale : communications orales

- *Les meules rotatives sur socle du monde ibérique : caractéristiques et utilisation.* Natalia Alonso-Martinez (Université de Ledda), Dani López et Guillem Pérez

L'état actuel de la recherche semble indiquer que l'origine des meules rotatives manuelles pourrait se situer dans le contexte du monde ibérique pendant la période ibérique ancienne (550-400 av. de la n.è.). Le fonctionnement de ces meules, certainement manuelles, est rotatif ou semi-rotatif, avec l'opérateur assis sur le sol comme on peut observer encore actuellement dans les enquêtes ethnographiques.
Néanmoins, à partir du IV^{e} et III^{e} siècles avant notre ère, on trouve dans quelques sites des régions valenciennes et catalanes des structures interprétés comme des bases ou des supports de ce type de meule et que pourraient indiquer des aires réservées pour moudre. Ces structures faites en pierre et en terre, de forme tronconique ou cylindrique ont un diamètre approximé d'1 m et une hauteur d'entre 30 et 50 cm. Elles se trouvent au centre de pièces fermées, permettant une rotation complète (comme dans le cas des moulins pompéiens) sans-doute effectuée par un ou deux individus (ou par un animal ?). Ce type de rotation permet d'appliquer une force plus importante sur des meules plus grandes et plus lourdes. Dans quelques sites, comme Tossal de Sant Miquel (Llíria, València), seules des grandes meules (approx. 60 cm de diamètre) sont associés avec ces bases.

- *Un premier bilan des moulins pompéiens dans la péninsule ibérique*. Tim Anderson (LARHRA, Université de Grenoble)

Le moulin du type Pompéi reste encore mal connu dans la péninsule ibérique. Fernández de Avilés, ancien directeur du musée archéologique national, a identifié trois exemplaires (Málaga, Córdoba et Girona) en 1946 dans un rapport publiée plus d'un demi-siècle plus tard (Berrocal 2007). A l'heure actuelle seul une quinzaine d'autres exemplaires sont connues et rares sont ceux qui ont bénéficié dans les publications avec dessin, photo et détermination pétrographique.
En outre, dans la littérature règne une confusion entre des véritables meules de type Pompéi (avec catillus en forme de sablier) et un autre type de moulin à traction animale ou humaine. Ce deuxième type, bien représenté à Volubilis (Maroc), est constitué d'un catillus bas, en forme d'anneau et à section en « D » (appelé « anneau broyeur »). L'origine de la confusion vient du fait que les deux moulins partagent le même type de meule gisante (meta) de forme conique ou en cloche. Donc l'identification de « pompéienne » uniquement selon leur meule gisante pour des moulins à, par exemple, Conimbriga (Portugal) ou à Numancia (Soria), ne peut pas être assurée. Ces moulins auraient pu être munis des « anneaux broyeurs » et pas des catilli en forme de sablier.
Nos recherches dans des collections des musées du sud de la péninsule n'ont identifié que peu de véritable pompéiens. On signale des exemples, vraisemblablement de imporations en roche volcanique à Murcia, Málaga, Estepona, Tarragona) et un ébauche à Baelo Claudia (Cádiz) en roche locale (« ostionera »). Des recherches récents sur ce type de moulin en France (L. Jaccottey et S. Longepierre) montre une forte distribution surtout des importations le long de la Vallée du Rhône. Cependant, le type Pompéi n'apparaît pas être tsi répandu en Hispanie romaine. L'état de la recherche actuel suggère plutôt le moulin du type « Volubilis », avec son « anneau broyeur », comme le moulin préféré par les meuniers de la péninsule (autant pour le pain que pour l'huile). Ce type de moulin serait le successeur d'une longue tradition des moulins de typologie semblable hérités de la tradition indigène de la Culture Ibérique protohistorique.

- *Etude typologique et pétrographique des meules de type Pompéi découvertes en France*. Tatjana Gluhak (Institute of Geosciences, Johannes Gutenberg University Mainz), Luc Jaccottey (Inrap), Samuel Longepierre, Gilles Fronteau (URCA) et Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap)

Un premier recensement des meules de type Pompéi au niveau du territoire français a montré que ce type de pièces, bien que relativement peu courant existait sur l'ensemble du territoire national. Elles sont certes principalement présentes dans la province de Narbonnaise où les exemplaires découverts sont systématiquement façonnées dans une roche volcanique à cristaux de leucites dont l'origine italienne est avérée. Hors de la partie méridionale de la France, d'autres meules pompéiennes ont put être identifiés. Elles sont fabriquées soit dans des grès locaux (grès triasiques ou de Fosses-Belleu), soit dans des roches volcaniques sans cristaux de leucites dont l'origine n'est pas connue.
L'analyse géochimique de ces roches volcaniques devra permettre de connaître l'origine de ces meules et combinée à l'étude typologique de pouvoir proposer des zones de productions de ce type de moulins à traction animale, typiques de l'époque antique.
Dans la Gaule, la zone de diffusion des meules des meules en roche volcanique de l'Eifel recoupe celle des meules du Massif Central. Basé sur une analyse pétrographique l'étude vise à distinguer les zones d'exportation des meules Pompéiennes des deux régions.
Une vaste base de données géochimique vaste des carrières de meule antiques de la région de l'Eifel permet une détermination de provenance détaillée d'une meule jusqu'à la carrière exacte. La détermination de la provenance des meules du Massif Central est plus difficile parce que les sites d'extraction sont pour l'instant inconnus. Les chercheurs doivent donc se référer bibliographie sur les études géochimiques pour tenter de définir l'origine des artefacts aussi précisément que possible.
Dans les analyses que nous avons réalisées trois meules pompéiennes pourraient provenir des carrières de l'Eifel, deux des carrières de meules d'Orvieto en Italie et les autres aux laves du Massif Central et, probablement, le Cantal ou le Languedoc.
Combiné avec les études de provenance précédentes de meules de la France les résultats indiquent trois sites d'extraction différents dans le Massif Central (où Volvic a évidemment joué seulement un rôle secondaire) et probablement, dans le Cantal et le Languedoc.

Moulins hydrauliques : session poster

- *Un moulin hydraulique d'époque gallo-romaine a Vannes (Morbihan, France).* Michel-Alain Baillieu (Inrap), Vincent Bernard (CNRS), Vérane Brisotto (Inrap) et Laure Simon (Inrap)

Une surveillance de chantier menée à Vannes (capitale de la cité gallo-romaine des Vénètes d'Armorique) a révélé les vestiges d'un moulin hydraulique en bois, avec puits d'engrenage et coursier (vestiges de plusieurs poutres assemblées formant un quadrilatère, long canal, présence de pales et autres pièces de bois). Il est daté de la deuxième moitié du I^er^ s. p. C.
Un travail pluridisciplinaire est en cours, afin d'aborder différents aspects de cette installation, en vue de restituer son fonctionnement (pièces de bois, matériel de mouture, mobilier céramique et *instrumentum*).

- *Installations de meunerie antiques en région lyonnaise.* Matthieu Poux (Université Lumière Lyon 2, UMR 5138 Archéologie et Archéométrie) et coll.

Les fouilles préventives et les recherches consacrées au territoire colonial de Lugdunum livrent régulièrement des indices d'une production céréalière destinée à la consommation locale et à l'exportation des surplus. Moins bien reconnues sont les structures dédiées à son stockage et à sa transformation à grande échelle et ce, aussi bien en milieu urbain que dans les campagnes. Alors que la question des entrepôts lyonnais vient faire l'objet d'une synthèse récente (M. Monin, à paraître), l'identification d'installations de meunerie aux abords de la colonie, à Vaise (rue du docteur Horand) ou Quai Saint-Vincent (rue Bouteille), s'appuie sur des vestiges qui sont soit inédits, soit atypiques ou mal caractérisés. En milieu rural, l'existence d'un petit moulin hydraulique rattaché à des thermes a été suggérée sur le site de la *villa* de Saint-Romain-de-Jalionas à l'est de Lyon et plus récemment, sur celui de la *villa* de Saint-Laurent-d'Agny, aux antipodes du territoire. Ce dernier site a bénéficié d'une fouille exhaustive, qui permet d'aborder l'étude et l'interprétation des vestiges dans leur contexte : celui d'une *culina*, associée à une probable arrivée d'aqueduc et à d'autres indices suggérant la présence d'une petite installation de meunerie à caractère culinaire et domestique.

- *Un aménagement hydraulique du V^e^ siècle ap. J.-C., à Étouvie (Amiens, Somme).* Laurent Deschodt (Inrap)

A l'aval d'Amiens, la très basse terrasse d'Étouvie, en rive gauche de la Somme, est constituée de dépôts alluviaux holocènes. Un chenal y était individualisé pendant la période gallo-romaine et au début de la période médiévale. En 1996, des fouilles réalisées en tranchées ont permis l'observation de plusieurs structures dans un chenal actif : une large fosse à comblement de blocs de craie, un alignement de pieux doublé par un muret et un pavage de silex. Un soin particulier a été apporté au levé de la stratigraphie. La sédimentation postérieure à ces structures varie considérablement de l'amont vers l'aval et ne redevient homogène qu'avec le comblement final du chenal, au cours de la période médiévale. Les pieux sont datés par dendrochronologie du V^e^ siècle après J.-C. Cet ensemble est interprété comme vestige d'un moulin gallo-romain.

- *Le moulin antique de la « ZAC de la Maladière » à Bourguoin-Jailleu.* Stéphane Bleu (Inrap) et Odile Franc (Inrap)

Le secteur de La Maladière fait manifestement l'objet d'un découpage foncier des terres à la fin du Ier s. ap. J.-C., accompagné par un développement important de l'hydraulique agricole. On creuse de longs fossés parcellaires et on dérive, à partir de la Bourbre, de nombreux canaux. Un moulin est construit sur la rive droite de la rivière (après l'hiver 86). Les dernières réfections apportées au bief du moulin sont faites au moyen de pal-planches débitées pendant l'automne 110/hiver 111, et rien ne prouve le fonctionnement du moulin au-delà du IIe s. ap. J.-C. Après l'abandon du bief du moulin, le signal pollinique montre que la ripisylve se régénère. Pendant le Bas-Empire survient une phase hydrologique de très haute énergie, qui entraîne l'épandage d'importantes nappes de galets dans le lit majeur de la rivière, venant sceller définitivement plusieurs canaux. Le rôle de l'engravement dans l'abandon définitif des structures hydrauliques reste un point à préciser, mais il apparaît que les structures n'étaient déjà plus entretenues lors de la crise hydrosédimentaire du Bas-Empire (Franc *infra*) (3 ou 4 figures, dont 2 plans et dont 2 figures couleur)
Il est clair qu'une telle structure ne se dressait pas seule dans la campagne. Ainsi des fouilles menées sur une vaste superficie permettraient probablement de révéler tout un ensemble de structures situées à proximité immédiate : moulin, biefs, entrepôt (?), celliers (?) et ou des salles de pressurages, voire même des habitations, pourquoi pas. Même s'il est avant tout destiné à fournir en farine la population d'une villa, il alimente peut-être occasionnellement des circuits commerciaux de l'agglomération secondaire de Bergusium… En effet, ne peut-il faire parti en réalité de la pars rustica d'une villa située non loin de là et vouée à la production de vin, d'huile et de céréales… Ainsi, l'image que les archéologues et les historiens se faisaient d'un moulin, il y a encore quelques années, sont profondément bouleversée et sont donc en train de changer radicalement. L'apport des chantiers de fouille récents montre que les moulins hydrauliques sont beaucoup plus complexes qu'on ne le supposait…

- *Le site de la rue du Docteur Horand à Lyon : meules hydrauliques et aménagements :* Catherine Bellon (Inrap)

Au nord de l'agglomération lyonnaise, la vaste plaine de Vaise (9e arrondissement), en rive droite de la Saône, est bordée à l'est et au sud par le Plateau lyonnais, dont les versants sont échancrés par des vallons (pentes de 25 à 38 %) accueillant des ruisseaux depuis le néolithique. A l'emplacement de l'actuelle rue du Docteur Horand (n° 9), une fouille a permis en 1993 de mettre au jour une dizaine de meules en basalte, ainsi que quelques aménagements qui attestent l'existence d'une meunerie hydraulique dont l'abandon est à situer à la charnière des Ier/IIe s. ap. J.-C. (bassins, fossés, plate-forme de travail).
En périphérie de *Lugdunum*, dans un contexte où les ressources aquifères étaient une véritable opportunité, il s'agit là d'un témoignage qui semble-il, demeure unique.

- Un moulin rural antique dans la plaine du Forez ? *Thierry Argant, Cyril Bazillou, Cécile Chaze, Damien Tourgon (Archeodunum)*

Dans le cadre de l'aménagement d'un lotissement sur la commune de Veauche, au sud-est de la plaine du Forez, dans la Loire, une opération d'archéologie préventive a été réalisée à l'automne 2010. Celle-ci a permis de mettre en évidence une occupation rurale de La Tène finale, puis antique, sans hiatus apparent, à proximité immédiate d'un petit cours d'eau, le Volvon. Pour cette dernière période, les vestiges se concentrent sur une surface assez restreinte autour d'un enclos globalement carré, couvrant une surface d'environ 200 m^2.
A l'intérieur de celui-ci, une pièce excavée accueille un important radier composé de gros blocs, mesurant 5,80 m par 3 m (18 m^2). Il est délimité au nord par un mur constitué de massifs disjoints de gros blocs et dalles de granite à plat, situés à une altitude constante. Au sud, deux rangées d'énormes blocs délimitent un espace d'une cinquantaine de centimètres de large, dont le fond est occupé par des fragments de *tegulae* disposés à plat, évoquant un système de canalisation. A l'extrémité de cette structure, deux gros blocs sur chant orienteraient celle-ci vers le sud, en direction de deux grands fossés. L'un d'eux présente un surcreusement à parois verticales assez profond et étroit à la base duquel se trouve une canalisation exécutée à l'aide d'imbrices emboîtées les unes sur les autres sur deux rangées.
Avec d'autres structures annexes, dont certaines suggèrent la présence d'un aqueduc et d'une structure de stockage, se dessinent ainsi les éléments de ce qui pourrait se révéler être un moulin hydraulique à roue verticale, essentiellement composé d'une architecture en bois, dont il ne reste aucun témoignage. La présence d'un *catillus* un peu particulier fragmentaire, trop grand pour appartenir à un moulin à bras, et d'une crapaudine, viendraient à l'appui de cette hypothèse, qui demeure toutefois assez précaire faute d'éléments flagrants. Installé dans la première moitié du I^{er} siècle de notre ère, ce possible moulin est abandonné à la fin du siècle suivant et s'insère dans un contexte rural où les indices d'occupation antique se concentrent sur les piémonts des Monts du Lyonnais, autour de Saint-Galmier, à moins de trois kilomètres du site.

- *Toul (Meurthe-et-Moselle) : étude de cas d'une meule hydraulique découverte dans un fond d'habitat du IV^e siècle.* Sophie Galland (Inrap)

Cité Leucque (*Tullum Leucorum*) la ville antique de Toul représente le premier état d'habitat urbain. Elle est localisée sur une ancienne terrasse de la Moselle à 250 m d'altitude à l'extérieur d'une boucle de la rivière bordant la ville à l'Est.
La cité s'est dotée d'une enceinte et d'imposants aménagements de circuits hydrauliques en détournant notamment l'Ingressin (affluant de la Moselle) de son cours initial afin d'alimenter la ville intra-muros.
C'est lors des travaux de reconstruction d'après guerre qu'un *catillus* entier a été découvert dans le quartier Sud-Ouest, à l'extrémité de la rue Muids des blé actuelle. Il est issu de niveaux très perturbés et superficiels qui correspondent à un fond d'habitat du IV^e siècle, date présumée de l'édification de l'enceinte romaine sous le régime de l'empereur Valentinien 1er (364-375), voire de la fin du III^e siècle.
Ce *catillus* en basalte de type Eifel de Rhénanie-Palatinat (Allemagne) mesure 62 cm de diamètre. La face supérieure d'aspect conique s'ouvre sur un œil circulaire de 13,8 cm de diamètre. Cette face est également aménagée de deux paires de logements d'anilles situées à la base du cône. Des traces d'oxydes de fer sont nettement visibles sur le flanc de la pièce, elles correspondent à un négatif de cerclage de 3 cm de large environ.
Cette meule n'est pas isolée, en effet, grâce aux découvertes successives de 9 pièces on peut retracer les activités de meunerie hydraulique attestées à Toul depuis l'usage de la meule à grain rotative manuelle à celui des meules hydrauliques de l'Antiquité puis du Moyen-Âge, un bel exemple de continuité.

Vendredi 4 novembre 2011
Epoque médiévale

Moulins hydrauliques : communications orales

- *Détection des moulins hydrauliques en milieu fluvial.* Olivier Bauchet (Inrap)

Depuis une quinzaine d'années, des prospections subaquatiques sont effectuées dans le cours de la Marne dans le cadre d'un projet de prospection diachronique établi par le Groupement de recherches archéologiques subaquatiques. Un bilan de cette expérience peut aujourd'hui être dressé sur l'étude de la meunerie fluviale. Ce travail est marqué par la pluridisciplinarité de la méthode. Le dépouillement des sources historiques occupe une partie importante de la recherche menée au préalable (textes et plans anciens). Cette documentation apporte des indices topographiques qui peuvent être confrontés à la microtoponymie. L'analyse parcellaire permet également de repérer d'anciens îlots rattachés à l'une des berges auprès desquels des moulins se trouvaient souvent associés. Les anciens profils en long et en travers dressés au cours du XIX^{e} siècle offrent aussi de précieux indicateurs. Confrontés à des relevés plus récents, ils permettent d'estimer un premier état de conservation.
A partir des indices recueillis sont orientées les prospections subaquatiques. Le repérage de ce type d'aménagements peut aussi être réalisé lors de mise en chômage de la rivière, exondant une partie des berges et les abords des îles. Ces deux méthodes ont permis de mettre en évidence une quinzaine de sites meuniers s'inscrivant dans une fourchette chronologique qui s'étend du Moyen-Âge à l'époque contemporaine. Les vestiges conservés sont souvent cantonnés aux abords des berges et des îles, le chenal navigable ayant le plus souvent subit des dragages. Mais d'autres zones peuvent être considérés comme des réservoirs archéologiques comme les bras inaccessibles à la navigation et ceux qui ont été comblés pour être rattachés à la terre ferme.

- *Les premiers moulins à nefs de la Saône et du Doubs (III^{e} - V^{e} siècles).* Louis Bonnamour (Musée Denon, Chalon-sur-Saône)

La plupart des auteurs qui ont traité des moulins sur bateaux, considèrent que l'origine de ces derniers, remonte à l'année 536 à l'occasion du siège de Rome par les Wisigoths.
Les premiers moulins hydrauliques sont aujourd'hui attestés dés le premier siècle de notre ère ; il paraît surprenant que l'on ait dû attendre 5 siècles pour que germe l'idée d'installer un tel mécanisme sur un bateau.
Observons que dans la région de Verdun-sur-le Doubs (Saône-et-Loire), tant sur le Doubs que sur la Saône, l'amplitude des grandes crues peut dépasser 8 m. et que pour les périodes historiques, les seuls moulins mentionnés, à l'exception de très rares moulins pendants, sont tous des moulins à nefs.
Plusieurs découvertes archéologiques me conduisent à poser le problème de l'origine de ces moulins :
– Dans le Doubs prés de Verdun-sur-le-Doubs, une drague a remonté une paire de meules hydrauliques attribuables au III^{e} siècle, meules vraisemblablement associées à un fer de moulin ainsi qu'à une lanterne. Le bois de cette dernière est actuellement en cours de datation.
– Du pont de Mâcon provient une meule dormante rigoureusement identique à celle de Verdun-sur-le-Doubs.
– La fouille subaquatique des ponts romains de Chalon-sur-Saône, nous a permis d'observer la présence entre deux piles, d'un aménagement de blocs apparenté à un barrage de moulin. Un important mobilier céramique et métallique, en grande partie attribuable au début du V^{e} siècle, a été recueilli entre les blocs. Une meule hydraulique attribuable au Bas-Empire ou à l'époque mérovingienne, provient de ce secteur précis.

- *Early Medieval Watermills and a Ship Landing Place from the River Schwarzach next to Großhöbing, Lkr. Roth, Mittelfranken, Bavaria.* Dr. Des. Thomas Libert (archkonzept liebert)

The construction of the high-speed line Nürnberg-Ingolstadt, Bavaria, made possible large scale archaeological excavations in the years 1995-2001. Two of these sites unearthed waterlogged features and findings, including over 3000 early medieval timber logs. One site revealed a ship landing place, first dated in the early 9th century and often remodelled. On the second site the remains of ten watermills were discovered, succeeding one another during 6th to 9th century. It also included structures of mill dams, ponds and channels. Some of the features belong to the so far oldest known early medieval mill in Europe. Remains of mill structures from 11th and 12th century were found at the same dig. These discoveries of early medieval hydraulic systems and technics show the high standard of milling technology even in non-roman areas. The mills were mostly grain mills, as the collected millstones show. The millstones were of local production.
The unearthed features demonstrate at the same time first ecological problems in the valley arising due to human use of resources. The parallelism of construction phases on both excavation sites might be caused by periodical floods which made it necessary to rebuild the structures.
Through linking the ceramic finds of early medieval times with the construction phases it was possible to gain dendrochronologicaly based datings for them.
All this together with numerous collected wood artefacts of daily life offer us not only a view of technical possibilities but also of early medieval living. The research results together with the evidence of other nearby archaeological sites, written sources and still operating mills show a continuity of milling at the river Schwarzach next to Großhöbing from 6th century to today.

- *Présentation des premiers résultats sur les vestiges des moulins hydrauliques de Notre Dame du Marillais, au Marillais (49) (VII^{e}-X^{e} siècle).* Yann Viau (Inrap)

Ces vestiges ont été découverts lors de la réalisation de sondages entre 2006 et 2009 (dans le cadre du PCR « Des Ponts de Cé à l'Estuaire, interaction homme/milieu » sous la dir. de A. de Saulce, SRA Pays de la Loire). Daté entre le VIII^{e} et le début du X^{e} siècle, le mobilier bois, abondant et façonné, a été retrouvé au sein d'un bief comblé, partiellement décelé. Le contexte hydrographique particulier (confluence Evre/Loire) a très vraisemblablement incité l'installation de ce type d'aménagement, et ce, au pied de l'abbaye de St-Florent-le-Vieil. Le mobilier se caractérise essentiellement par de nombreux éléments de machinerie (jante de roue, rouet, pales) associés à des pièces de construction (pieux, planches). La présence d'activités connexes telle que la pêche est attestée par le biais d'une nasse partiellement conservée. Des pêcheries ont par ailleurs été relevées à quelques centaines de mètres en aval, installées dans le lit du fleuve. Enfin, la circulation des biens et des personnes, contemporaine de l'activité meunière est avérée par la fouille d'une embarcation monoxyle à parties assemblées datée du IX^{e} siècle, installée légèrement en aval des restes de moulins.
La présentation essayera de dresser une première esquisse des caractéristiques mécaniques de la meunerie hydraulique alto-médiévale du Marillais. On mettra également en avant la présence de l'abbaye de St-Florent-le-Vieil et son rôle dans l'implantation et l'utilisation des ressources naturelles de ce secteur.

- *Le moulin d'Audin-le-Tiche (57) (IX^e siècle).* Pascal Rohmer (Inrap), Pierre Mille (Inrap) et Luc Jaccottey (Inrap)

Du moulin d'Audun-le-Tiche, sans doute exclusivement construit en bois, ne subsistent que des éléments d'infrastructure, dont la conservation est due à un milieu hygromorphe et qui trahissent au moins deux états de construction.
Au premier état, daté par dendrochronologie de 840, appartiennent les fondations de la plate-forme. Le moulin a pu fonctionner sans bief, car il était possible d'installer une roue au cours de l'eau en faisant l'économie de la construction d'un canal d'amenée.
Le second état voit une seconde construction, datée de 851 par dendrochronologie.
Divers bois flottés, dont des aubes, datés de 969 par dendrochronologie attestent l'existence d'une ou plusieurs installations de meunerie situées en amont, conformément à un schéma classique à l'époque carolingienne.
La compréhension de l'organisation des structures n'est pas aisée car la fonction d'un nombre conséquent de pieux et piquets n'a pu être déterminée. D'autre part, leur implantation n'est sans doute pas conforme à la réalité car certains d'entre eux ont sans doute disparu du fait de crues ou de remplois après l'abandon du site.
La présence de fibres de chanvre et de lin, conjointe à celle des maillets de bois et à des aménagements particuliers (les bassins), tout concorde à conclure que le teillage des fibres végétales constituait l'une des activités du moulin, sinon la principale. La seconde activité consistait en une meunerie classique de céréales, grâce aux meules horizontales en basalte.
La durée de vie d'une telle installation fut peut-être d'une centaine d'années, à en juger par les datations dendrochronologiques. Celle-ci paraît considérable au regard de la fragilité apparente des structures, mais il faut tenir compte des opérations d'entretien et de réparations sans doute multiples qu'elle nécessitait. Quoi qu'il en soit, le site est abandonné en 950, soit volontairement, dans un contexte économique qui nous échappe, ou encore en conséquence d'une modification du régime des eaux.

- *Les moulins médiévaux du cours de la Marne.* Olivier Bauchet (Inrap) et Luc Leconte (Inrap)

La Marne appartient à la catégorie des cours d'eau majeurs caractérisé par une assez forte amplitude saisonnière des débits conjugué à une faible pente. Ces deux principales caractéristiques vont conditionner la technologie du moulin, que ce soit sur le moteur hydraulique qui est nécessairement mobile, la structure qui le supporte (flottante ou fixe), que sur la canalisation du flux.
Quelques rares textes évoquent leur existence à partir du XI^e siècle. Les mentions deviennent nombreuses au siècle suivant mais elles ne garantissent pas un développement de ces équipements à cette période. Seul le recours à l'archéologie peut apporter des éclairages nouveaux sur la genèse de ces installations.
Le site majeur a été découvert lors de prospections à Méry-sur-Marne (Seine-et-Marne), où une concentration de pieux et de pierres côtoyaient plusieurs fragments de meules et une anille. Son analyse n'a pu être approfondie en raison d'un dragage opéré en 2009. Toutefois, des éléments de datations (^{14}C et céramique) recueillis au préalable ont permis de situer cet ensemble autour du XI^e siècle. Trois autres sites (Changis-sur-Marne, 2 sites à Ussy-sur-Marne, La Ferté-sous-Jouarre) apportent des renseignements sur la configuration des digues ou déversoirs édifiés entre le XII^e et le XIII^e siècle. Les autres vestiges retrouvés à ce jour appartiennent à des moulins pluriséculaires qui ont fonctionné jusqu'au XIX^e siècle, pour lesquels il est difficile d'identifier, s'ils existent encore, les vestiges médiévaux.

- *Les fouilles du moulin de Thervay : Evolution d'un site de meunerie de la période carolingienne à l'installation du domaine de l'abbaye cistercienne d'Acey (X^e - XII^e siècles).* Gilles Rollier (Inrap), Olivier Girarclos (CNRS), Luc Jaccottey (Inrap) et Pierre Mille (Inrap)

Les fouilles de Thervay mettent en évidence deux installations hydrauliques qui se succèdent avec discontinuité entre le VIII^e siècle et le troisième quart du XII^e siècle. Les pièces appartenant aux deux moulins (éléments de la roue, meules) présentent des caractéristiques qui permettent d'envisager qu'il y a sur le même site une augmentation du double des puissances des machines. Ce doublement des capacités est permis grâce à des modifications du moteur hydraulique qui ne peut bénéficier d'un accroissement substantiel de l'énergie fournie par le petit ruisseau du Gravelon.
Il est remarquable de constater que l'évolution du site meunier semble répondre aux modifications socio-économiques qui caractérisent les campagnes médiévales entre le IX^e siècle et le XII^e siècle.
L'évolution du site des moulins de Thervay pourrait être symptomatique des modifications du paysage entre la période carolingienne, l'économie banale et la prise en main du territoire par les moines de l'abbaye cistercienne d'Acey dans le courant du XII^e siècle.
Le passage d'une organisation carolingienne à l'économie féodale pourrait être marqué par un abandon du moulin correspondant sensiblement à la séquence placée entre les milieux du X^e et du XI^e siècles. Or cette période est considérée comme un moment important de mutations du Moyen Âge occidental qui se concrétise finalement par la mise en place du réseau associant villages, paroisses et châteaux. L'abandon du site de moulin pourrait éventuellement traduire un repli plus ou moins long de l'économie locale avant son redéploiement.
Le second moulin se met en place entre 1054 et 1074 très vraisemblablement dans la mouvance du pouvoir de la nouvelle seigneurie de Thervay. Le texte de 1127 relatif à l'attribution de droits d'usage aux religieux du Val Saint-Jean signale l'existence de deux hameaux ou villages, Athé et le Colombier, dont la mouture des céréales pouvait dépendre assez directement du moulin.
La donation de territoires à l'abbaye d'Acey et la mise en place de la grange du Colombier marque une troisième période qui se traduit par la disparition des communautés d'Athé et du colombier et par l'abandon définitif du site de meunerie, qui n'apparaît plus en adéquation avec l'économie de faire-valoir direct développée par les moines blancs.

- *Un moulin du XI^e siècle dans un ancien lit de la Thielle (Neuchâtel, Suisse).* Daniel Pillonel et Nicole Plumettaz (Office et Musée d'archéologie de Neuchâtel)

Réalisée en 1996-1997, une opération de sauvetage a mis au jour divers aménagements médiévaux localisés à l'intérieur d'un paléochenal de la Thielle, rivière qui s'écoule entre les lacs de Neuchâtel et de Bienne. Parmi ces vestiges datés entre le milieu du X^e et le milieu du XII^e siècle, un moulin, une pêcherie fixe et des renforcements de berges témoignent d'une intense exploitation de ce cours d'eau. Des analyses stratigraphiques ont permis de comprendre le contexte de ces installations, en reconstituant la morphologie du chenal, la dynamique de la rivière, ainsi que l'évolution du tracé au cours du temps.
Construit dans le lit moyen, le moulin est attesté par plusieurs indices archéologiques, entre autres, un bief, des fragments de meules, des alignements de pieux et de concentrations de trous de pieux, ainsi que de nombreux bois ouvragés, dont des éléments d'engrenage. L'étude de ces pièces techniques, retrouvées en nombre, a permis d'obtenir des informations importantes sur le fonctionnement mécanique du moulin et sur les méthodes adoptées lors de la réparation des rouages partiellement détruits par une avarie. La répartition de ces divers vestiges permet de déterminer l'emplacement du bâtiment de manière relativement précise. Quelques outils et objets domestiques en fer découverts dans le bief témoignent par ailleurs des activités sans doute liées à l'installation meunière. Bien qu'il ne reste que peu de vestiges architecturaux, il est possible de présenter des modèles de reconstitution de ce moulin, probablement monté sur pieux et daté de la fin du X^e ou du début du XI^e siècle.

- *Breviandes (Aube) « Les Naurades », un moulin hydraulique du XII^e siècle.* Raphaël Durost (Inrap), Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap) et Gilles Fronteau (URCA)

L'étude d'une partie de cette occupation est faite sur le tracé d'une bretelle d'accès à la rocade sud-est de l'agglomération troyenne, d'une largeur réduite à 18 m. Les vestiges consistent en pieux de chêne fichés dans la moitié nord d'un chenal de la Seine. Son lit se comble à partir de la période antique, et est curé environ dix siècles plus tard sur une de ses moitiés, afin d'alimenter le moulin. Les aménagements de ce dernier se manifestent par quatre alignements de pieux perpendiculaires au courant, et par un affouillement en aval immédiat. Les poteaux correspondent manifestement à la retenue d'eau dont la vanne semble à l'origine de l'affouillement. La datation dendrochrologique de trois des pieux est homogène : elle situe l'abatage des arbres durant la première décennie du XII^e siècle.
Le bâtiment abritant le mécanisme de mouture proprement dit n'a pas laissé de traces. L'abondance de fragments de meules découverts en aval des pieux ne laisse pourtant aucun doute sur la vocation du site. Le module de ces 224 fragments varie de moins de 10 cm à plus de 30 cm. Sur ces 224 fragments, la présence de surfaces actives, rattachent sans conteste ce mobilier à des fragments de meules rotatives. Le matériau utilisé est une meulière caverneuse, issue de la transformation des niveaux calcaires de Brie ou de Beauce, et indique que ces pièces ont fait l'objet d'une importation.
L'affouillement provoqué par le dénivelé de la vanne a également favorisé la pêche de poissons friands de courant. En effet, une dizaine de blocs de craie artificiellement rainurés gisent à cet endroit, après s'être détachés des nasses qu'ils lestaient. La découverte d'une chaussure complète en cuir, prise sur les berges de cet affouillement, est peut-être à mettre en rapport avec l'installation ou la récupération d'une de ces nasses.
Malgré une date de création au XII^e siècle, aucun des moulins mentionnés dans les archives de ce siècle ne semble correspondre à celui-là. Les mentions contemporaines montrent par ailleurs une profusion de moulins installés le long des bras secondaires de la Seine. Celui découvert semble modeste. Bien que les fragments de meules puissent appartenir à près de quatre individus, le plan des pieux montre un abandon rapide de la machine, sans aucun réaménagement.
L'intérêt du site est multiple : un plan cohérent presque sans aucun remaniement, de nombreuses études environnementales (palynologie, carpologie, mallacologie, géomorphologie, lames minces), et l'attestation d'une activité de pêcherie en aval du moulin, activité fréquemment mentionnée avec les moulins hydrauliques dans les sources historiques, mais rarement démontrée par l'archéologie.

- *Un moulin hydraulique (fin XII^e - fin XIII^e s.) découvert à Bourges (Cher) : Données archéologiques et dendrochronologiques.* M. Fondrillon, E. Marot (Service d'archéologie préventive de Bourges Plus), Christine Locatelli, Didier Pousset (LEB2d)

Les fouilles préventives de la ZAC *Avaricum* à Bourges ont mis en lumière le développement d'un quartier urbain du début du I^er siècle ap. J.-C. jusqu'à nos jours. Vers la fin du XII^e s., ce quartier se densifie et s'organise en lotissement autour de deux éléments majeurs que sont l'Yévrette, modeste rivière alors canalisée, et un moulin qui s'installe sur son cours.
L'état de conservation des vestiges est exceptionnel : si les éléments verticaux et le mécanisme ont été récupérés probablement durant le seconde moitié du XIII^e s., toutes les poutres de l'infrastructure sont parfaitement conservées et encore en place (platelage partiellement conservé, coursier intact, pale *in situ*…) : il a donc été possible d'étudier finement les vestiges découverts et de procéder à leur échantillonnage systématique afin de comprendre le fonctionnement de ce moulin.
La collaboration entre archéologues et dendrochronologues a déjà permis d'en saisir le plan et d'en restituer les différents rythmes de construction/réfection/abandon. L'étude des différentes données recueillies se poursuit actuellement et devrait permettre d'analyser les techniques mises en œuvre et les contraintes mécaniques, peut-être d'en restituer les élévations disparues, du moins de cerner le fonctionnement de cette structure durant ces différentes phases d'activité. Ainsi, en considérant les données techniques et mécaniques de la structure, et en intégrant les données archéologiques du quartier artisanal environnant, on évoquera les hypothèses possibles de destination de ce moulin et son impact sur le développement économique de ce secteur urbain.

- *Un moulin médiéval en contexte littoral à Pennedepie (Calvados).* C. Billard, V. Bernard, Y. Ledigol, C. Maneuvrier et G. Senecal

Le littoral de la commune de Pennedepie (Calvados) a connu une forte érosion entraînant un recul de la ligne de rivage de plusieurs dizaines de mètres en près de 30 années. Cette érosion explique, au début des années 1980, la mise au jour d'une importante construction de pierre et surtout de bois, qui n'a cessé de se dégrader jusqu'à aujourd'hui. Celle-ci est situé sur l'estran actuel dans le lit d'un ruisseau appelé « la Rivière de Pennedepie », à l'emplacement de son exutoire dans la zone externe de l'estuaire de la Seine.
Le site, remarquablement conservé avec ses structures en bois, n'a malheureusement pas donné lieu à une intervention à la hauteur de son intérêt scientifique. C'est seulement en 2003 qu'une datation ^{14}C a permis d'assurer l'ancienneté de ces vestiges. Quelques sondages d'ampleur très réduite ont également été réalisés en 2005. Par conséquence, cette présentation s'attache à regrouper les informations acquises pendant plus de 20 ans sur le moulin lui-même ainsi que sur son environnement.
L'édifice comprend deux poutres équarries, de plus de 10 m de longueur, d'environ 40 cm de côté, qui sont disposées parallèlement à l'axe du ruisseau. Des planches viennent s'appuyer sur ces deux poutres en reposant sur un chanfrein. Deux planches plus épaisses délimitent la structure à la fois aux deux extrémités de la plate-forme, tandis qu'une troisième prend place au centre. A l'ouest, la plate-forme et sa poutre horizontale porteuse est calée par une série de gros blocs de travertin reliés entre eux par des agrafes métalliques et jointoyés au plomb. D'autres blocs de travertins partent obliquement au nord et au sud. Côté est, un nouveau plancher disposé en pente vient s'appuyer contre l'une des deux grandes poutres axiales. L'altitude du plancher de base de l'édifice est située à +2,78 m NGF, ce qui suppose une construction régulièrement exposée durant les moyennes et grandes marées.
Plusieurs éléments en bois sont apparus dans l'environnement du moulin : les pieux marquant l'emplacement du bief, des conduites monoxyles. L'érosion littorale a également mis au jour sur une vaste surface des structures en creux complexes, creusées aux dépens du marais littoral et formant des sortes de bassins communiquant avec l'estran.
Le mobilier céramique trouvé sur le site et 3 datations radiocarbone situent le fonctionnement de ce site au XI^{e}-XII^{e} s., tandis qu'une datation dendrochronologique place l'abattage d'une des poutres du moulin entre 1181 et 1201.
Plusieurs hypothèses peuvent être avancées quant à la fonction de ce réseau complexe de fosses (en lien avec la production de sel ou avec un travail de préparation des peaux ou des draps). Si l'identification de la structure découverte sur la plage de Pennedepie comme moulin hydraulique ne pose pas de réel problème, le fonctionnement de cette installation, sous le niveau des plus hautes mers, soulève davantage de questions. En l'absence d'éléments de meules, l'hypothèse d'un moulin à foulon est d'autant plus probable que l'on sait que le moulin à blé de Pennedepie, attesté dès 1260, était situé plus en amont sur le ruisseau de Saint-Georges et qu'il existait ailleurs – sans doute plus en aval – un moulin à foulon ou « molin foulerez » qui n'est pas localisé avec précision mais qui ne pouvait se situer qu'en amont du moulin à blé.
Si la structure découverte sur la plage de Pennedepie s'avérait être un moulin à fouler, il s'agirait là de la première découverte du genre en France et peut-être en Europe. Rappelons que la datation dendrochronologique place cette structure à l'extrême fin du XII^{e} s., alors que la première mention d'un moulin à fouler au nord des Alpes n'apparaît qu'à la fin du XI^{e} s.

- *Colomby, « La Perruque » (Manche) : Un moulin à eau du XI^e siècle dans son paysage.* Vincent Bernard (CNRS, UMR 6566 CReAAH, Rennes), David Aoustin (Univ. Rennes 1, UMR 6566 CReAAH, Rennes), J. Deshayes (Pays d'Art et d'Histoire, Valognes), F. Epaud (CNRS, UMR 6173 CITERES-LAT, Tours), C. Hallavant (Terrae-Univ. Toulouse II, UMR 5608 TRACES, Toulouse), L. Lespez (MC Univ. Caen, UMR 6554 LETG-GEOPHEN, Caen)

Parmi les moulins hydrauliques ruraux à roue verticale datés du premier Moyen Âge, celui de Colomby (Manche) appartient à la catégorie des grands modèles de plus de 50 m^2 établis sur de puissants radiers de chêne. Comparable d'un point de vue de la conception architecturale et mécanique aux moulins de la fin du XII^e- début XIII^e s. que l'on retrouvera de part et d'autre de La Manche, comme celui de Pennedepie (Calvados) présenté dans ce colloque, ou celui de Greenwich Wharf découvert récemment à Londres au bord de la Tamise, il n'en demeure pas moins plus ancien de deux siècles. En effet, si une phase de restauration (ultime ?) permet d'estimer son démantèlement et son abandon dans les premières années du XII^e s., sa fondation quant à elle est datée par dendrochronologie de 1001/02, pour une durée d'utilisation avoisinant donc un siècle.
Si cette apparente brièveté contraste quelque peu avec la robustesse des structures, ni son implantation ni son arrêt brutal ne sont dus au hasard. Implanté dans une courbe du Merderet qui marque la limite entre deux seigneuries pré ducales, le bief, creusé *ex nihilo* sur 150 m de long et 7 m de large en moyenne, atteint une profondeur de 2 à 3 m. Son emplacement de même que la monumentalité de l'ouvrage manifeste clairement l'autorité de son propriétaire.
Dans le bief, l'absence de restes organiques autres que ceux liés à la meunerie – ou la pêche – implique le contrôle du débit de l'eau en amont du moulin ainsi qu'un nettoyage des berges, comme le suggèrent des signaux dendrologiques liés au pâturage et à l'émondage.
La seconde campagne de fouille qui se déroulera en juillet 2011 sera l'occasion de préciser le contexte paléoenvironnemental autour du moulin en déterminant par exemple le degré d'ouverture des versants, les cultures pratiquées, éventuellement les céréales moulues, en évaluant l'adéquation entre bois d'œuvre sélectionnés et pollens d'arbres, et enfin en suivant le creusement, puis le colmatage du fond de vallée sur une séquence sédimentaire couvrant environ quatre siècles, du XI^e au XIV^e s. Il s'agira également de compléter le plan du bâtiment et de sa machinerie, ainsi que l'aménagement du coursier et des vannes.

- *La meunerie hydraulique au début de l'époque islamique (VII^e - VIII^e siècle) au Proche-Orient : un état de la question.* D. Genequand (Service cantonal d'archéologie de Genève)

Cette communication se propose de faire un état de la question sur la meunerie hydraulique au Proche-Orient durant la période de transition entre Antiquité tardive et époque médiévale. Il va s'agir d'abord de présenter un groupe de moulins hydrauliques d'époque omeyyade, dont plusieurs ont pu être fouillés ou réétudiés récemment (Bu rā/Khirbat al-Khawām, Qa r al- ayr al-Sharqī, Qa r al- ayr al-Gharbī, Khirbat al-Mafjar, Ma'ān/al- ammām), et de les replacer dans leur contexte proche-oriental. On abordera ensuite le problème des choix technologiques qui ont été effectués pour adapter la meunerie hydraulique à des régions avec de très faibles ressources en eau (approvisionnement en eau, configuration des systèmes hydrauliques souvent très étendus, mise en mouvement et position de la roue). On montrera finalement comment ces moulins témoignent d'une industrialisation croissante de certaines activités économiques dans les régions rurales et comment les adaptations techniques faites au début de l'époque islamique ont durablement marqué la meunerie hydraulique au Proche-Orient.

- Les moulins de Moulay Idri*ss (Maroc).* Mahfoud Ferroukhi (Inrap Méditerranée, Responsable d'Opération), Laurent Vidal (Inrap Méditerranée) et Thibaud Canillos (doctorant en Archéologie Université de Franche-Comté, UMR 6249 Chrono-environnement)

La communication que nous nous proposons de faire, portera sur les résultats du partenariat Inrap/Insap lors de la fouille archéologique préventive sur le site de *Moulay Idriss* (2008), agglomération d'époque musulmane située à une dizaine de kilomètres au sud-ouest de la ville de Fès au Maroc, mise en péril par la construction du tronçon d'autoroute reliant Fès à Taza.
Après une présentation générale de la fouille, la communication traitera d'une prospection archéologique dont l'objectif était de délimiter l'extension du site et d'assurer la détection de moulins hydraulique, ainsi que de la fouille de l'une de ces structures.
Cette prospection effectuée à l'aide d'un GPS, a consistée en un relevé au réel de tous les artefacts archéologiques observés. Elle a permis la création d'un SIG sur support ortho-photographique et cadastral, pour l'élaboration de cartes présentant la répartition spatiale des artefacts identifiés sur la zone de prospection. Ces cartographies donnent une idée sur les limites et les potentielles structures archéologiques présentes sur le site de *Moulay Driss*.
La présentation se verra renforcer par une étude de cas concrète, la fouille sur une surface d'environ 300 m², d'une structure hydraulique matérialisée de prime abord par un point haut fortement concrétionnée, présentant au moins quatre traces d'un système d'écoulement d'eau. Il est d'ailleurs probable que cette installation n'était pas isolée, mais qu'elle faisait partie d'un réseau, comme semble l'indiquer les données de prospection.

Moulins à vent : communications orales

- *Le Moulin de Donzère (XVI^e siècle).* Alain Belmont (Larhra)

Si les fouilles archéologiques de moulins hydrauliques antiques et médiévaux ont effectué un bond de géant au cours de ces 10 à 20 dernières années, force est hélas de constater qu'il n'en a pas été de même pour les moulins à vent. A l'échelle nationale, et sous réserve des chantiers qui auraient pu être menés très récemment, le nombre de sites fouillés se compte sur les doigts des deux mains et sur l'ensemble, l'époque Moderne et les moulins-pivot de la moitié nord de la France se taillent la part du lion. Centrée sur la fouille récente d'un moulin-tour construit en vallée du Rhône au milieu du XVI^e s., la communication montrera les acquis scientifiques de l'opération, mettra en exergue les indices permettant de distinguer un moulin à vent d'un banal colombier ou d'une tour fortifiée et évoquera les problématiques potentiellement porteuses des plus riches moissons à venir.

Moulins hydrauliques : session posters

- *Prény et Hatrize (Meurthe-et-Moselle) : étude de deux cas de fragments de meules hydrauliques en basalte ayant servi de calage dans des habitats médiévaux.* Sophie Galland (Inrap,) Marie Frauciel (Inrap) et Renée Lansival (Inrap)

Le premier fragment de meule est issu d'un ensemble de mouture exhumé lors de la fouille préventive réalisée sur la commune de Prény « Tautecourt » en 2002. Dans ce corpus, deux fragments d'un même catillus en basalte de Mayen (Allemagne) appartenant à une meule rotative hydraulique d'un diamètre de 80 cm ont été découverts en réemploi comme pierres de calage enfouies dans deux poteaux distincts appartenant à un habitat carolingien. L'œil circulaire de 20 cm de diamètre est associé à des logements d'anille.
L'étude d'un second fragment de catillus, en basalte de type Eifel de Rhénanie-Palatinat (Allemagne) issu également d'une opération de fouille préventive menée en 2009 présente certaines similitudes : roche meulière, diamètre de l'oeil de 20 cm, forme du logement d'anille. Le pourtour de la meule érodé ne permet pas de restituer un diamètre précis, celui-ci avoisine 70 cm de diamètre.
Ces deux individus sont issus de sites polyphasés, pour le premier (Prény) la fourchette basse de datation remonte à l'Antiquité, le second quant à lui provient d'une structure isolée datée par deux tessons du bas Moyen Âge XIII^{e}-XV^{e} s. Or il s'agit d'une structure isolée située au cœur d'un habitat rural comprenant deux grandes périodes : une phase mérovingienne VI^{e}-VII^{e} s. et une phase principale IX^{e}-XII^{e} s. La datation la plus haute que l'on puisse retenir est donc la séquence VI^{e}-VII^{e} s.
Ces deux sites sont respectivement distants de quelques centaines de mètres (Orne) à plusieurs kilomètres (Rupt-de-Mad) des cours d'eau où les activités de meunerie sont attestées dans les archives depuis le Moyen-Âge et sur les cartes anciennes.
Lorsqu'il a été question de collecter des informations sur les moulins hydrauliques médiévaux ou antiques ces deux sites ont été les premiers à être traités. Il y a donc de grandes probabilités pour que le corpus de meules hydrauliques s'étoffe rapidement.

- *Le moulin carolingien de Dieulouard-Scarpone (Meurthe-et-Moselle).* David Gucker (Inrap)

L'agglomération secondaire gallo-romaine de *Scarponne* était une étape routière particulièrement importante au carrefour des voies reliant Reims à Metz et Lyon à Trèves, mentionnée sur la table de Peutinger sous le nom de *Scarponna*. La ville antique, implantée à la limite des cités leuque au sud et médiomatrique au nord est installée sur le lieu stratégique d'un franchissement de la Moselle. Au haut Moyen Âge, Scarpone devient le chef-lieu du *pagus Scarponensis* et la résidence du comte, puis les évêques de Verdun établissent vers l'an mil un puissant château à Dieulouard.

C'est lors de l'exploitation d'une nouvelle gravière au lieu-dit « Sur le vieux pont », en mai 2005, qu'un premier pont a été découvert fortuitement par la pelle de dragage. Localisé à la sortie nord-est de l'agglomération antique, il est implanté sur un ancien chenal de la Moselle inconnu à ce jour. Il est constitué d'une vingtaine de gros pieux en chêne à pointe équarrie, de 0,30 à 0,40 m de diamètre, conservés sur 2,50 m de haut. Ceux-ci forment une concentration isolée qui correspond vraisemblablement aux pieux de fondation d'un pont entièrement en bois. Ces pieux ont fournit une date dendrochronologique de 1109 de notre ère (date d'abattage). Les travaux réalisés ont également mis au jour 850 blocs de pierre taillée à proximité du pont en bois. Ces blocs architecturaux ont été découverts à 6 m de profondeur, en deux points distincts, séparés d'une dizaine de mètres. Ils appartiennent à deux piles d'un pont en grand appareil constitué de blocs correspondant pour partie à des réemplois d'époque gallo-romaine et notamment des monuments funéraires. La première pile du pont en pierre reposait sur des poutres équarries en chêne. L'étude dendrochronologique des poutres qui peuvent correspondre à la plate-forme de fondation ainsi que les analyses ^{14}C des queues d'aronde en chêne, qui assurent le réglage temporaire des assises, tendent à prouver que les piles ont été construites dans la seconde moitié du IX^{e} siècle.

A quelques mètres au nord-est de la première pile, l'extraction a permis la découverte isolée de six meules en basalte de Eifel. Ce lot comporte trois meules tournantes et une meule dormante très bien conservées. Elles ont un diamètre compris entre 0,85 et 0,88 m et une épaisseur de 0,13 m pour la meule dormante et de 0,24 m pour les meules tournantes. Les trois meules tournantes comportent un œillard proéminent sur leur face supérieure et le logement de l'anille est visible sur la face inférieure. Les anilles n'ont pas été découvertes lors du dragage. Une estimation de leur aspect peut néanmoins être suggérée par la forme de leur logement. Leur profil en croix appelé aussi anille à quatre bras devait être constitué dans la partie centrale par une pièce de section quadrangulaire entrainée par la fourche et le petit fer. Les deux autres meules dormantes découvertes, plus fragmentaires, avaient néanmoins conservé un fragment de l'axe en métal calé par un élément en bois. Cet élément en bois dénommé boîtard est constitué d'un bloc de bois, taillé dans du saule. Il bouche le trou central de la meule inférieure et permet le passage de l'axe en fer (petit fer), cylindrique en cet endroit, qui sert de pivot à la meule supérieure. L'analyse ^{14}C d'un des éléments en bois a fourni une date comprise entre 683 et 879 après J.-C. L'analyse du deuxième élément confirme cette datation en fournissant une date comprise entre 686 et 882 après J.-C. La concordance de ces datations permet de supposer l'existence d'un moulin à eau à trois tournants contemporain au pont carolingien.

Les éléments constituant l'architecture du moulin sont très limités. Le suivi de l'extraction à proximité du premier pont ont permis de mettre en évidence environ 80 pieux de 10 à 15 cm de diamètre, qui pouvaient constituer les éléments d'un batardeau ou d'un barrage contre le courant. Ces pieux pourraient également être mis en relation avec une pêcherie ou l'architecture du moulin. Dans ce second cas, ils peuvent être associés à un bief ou canal de dérivation pour contraindre les eaux de la Moselle vers la roue du moulin. La date la plus récente fournie par leur étude dendrochronologique se situe peu après 1105 de notre ère, ce qui confirme que leur mise en œuvre est bien contemporaine de celle du premier pont.

- *Indices d'un moulin carolingien à La Belle Eglise « Le Pré des Paillards » (60) (IX^e siècle).* Philippe Lorquet (Inrap) et Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap)

Le moulin carolingien de Belle Eglise (Oise) a été reconnu anciennement (en 1994) lors de la réalisation d'un diagnostic archéologique (évaluation) préalable à l'exploitation d'une gravière dans la vallée de l'Esches et a conduit à la constitution d'une réserve archéologique partielle. En l'absence d'une réelle campagne de fouille, le site est incomplètement reconnu et le mobilier de l'opération de diagnostic incomplètement étudié. Une datation dendrochronologique fiable des structures découvertes par Vincent Bernard (Civilisations atlantiques et archéosciences, Université de Rennes) et un certain volume de mobilier en bois, céramique, métallique recueilli sont néanmoins disponibles. A la lumière de découvertes plus récentes, il apparaît qu'il y a un intérêt à retourner vers le mobilier pour revoir les interprétations formulées à l'époque. Depuis la publication de l'annonce de la découverte dans la Revue Archéologique de Picardie, les datations dendrochronologiques ont pu être précisées par Vincent Bernard en se référant à des courbes très complètes disponibles plus au nord (Allemagne, Belgique), ce qui permis de faire remonter le moulin de Belle Eglise au tout début du IX^e s. Quelques pièces de bois se révèlent être des pales de la roue du moulin, d'autres restent énigmatiques. La portion fouillée correspond probablement à la fin du bief d'amont, il est principalement matérialisé par des palplanches assemblées bord à bord. Le contexte stratigraphique éclaire le fonctionnement hydrique entre la petite rivière et le bief du moulin. Des éléments topographiques et stratigraphiques évoquent l'aménagement d'une chute d'eau de faible hauteur dans le bief, sans doute juste avant la roue du moulin. Des fragments de meules sont issus de ce canal dont un fragment important a pu être étudié par Stéphanie Leparreux-Couturier ce qui permet d'approcher la technologie mise en œuvre pour la machine de mouture.

- *Les sites de Clermont-Ferrand « Michelin, les Carmes » et « Billezois ».* Sébastien Gaime (Inrap)

Dans le cadre d'une étude sur l'habitat rural en Auvergne, la reprise des données des fouilles et l'analyse des vestiges, a permis de mettre en évidence deux sites avec des moulins potentiels :
– l'étude des bois par Pierre Mille a permis de réinterpréter le site de Billezois comme un moulin : présence de tenons d'aube. Le site comprend une retenue d'eau et des conduites permettant d'acheminer l'eau. Le moulin était surement dans le champ voisin. Bien que n'ayant pas fouillé le moulin lui-même les vestiges correspondent aux aménagements connexes et me semblent intéressant pour être présenté.
– le site de Michelin les Carmes à Clermont-Ferrand correspond vraisemblablement à une plate-forme aménagée en berge de la Tiretaine pour supporter un moulin. La corrélation des vestiges découverts avec l'étude d'archives permet ici une lecture des vestiges dans ce sens.

- *Des vestiges de moulins pendants médiévaux dans la Loire à La Charité-sur-Loire ?* Annie Dumont (DRASM)

Des prospections menées dans le chenal de la Loire entre les commune de La Charité-sur-Loire (Nièvre) et La Chapelle-Montlinard (Cher), ont permis de découvrir un ensemble de vestiges tous datés entre les XII^e et XIV^e s. Il s'agit de structures liées au fleuve : un pont construit en 1249 (analyse dendrochronologique C. Lavier), six ensembles de piquets correspondant à d'anciennes pêcheries fixes et quatre massifs de piles constituées de pierres et de pieux. Ces bases de piles, très érodées, ont été datées par ^{14}C des XII^e-XIII^e s. On sait, grâce aux archives du prieuré clunisien de La Charité, qu'un moulin pendant a existé sous le pont de cette ville jusqu'en 1520, date à laquelle un pont en pierre est construit et le moulin supprimé en raison des risques qu'il pouvait représenter pour la solidité de l'ouvrage. Au regard de ces découvertes, on peut supposer que d'autres moulins ont existé, en dehors de ceux qui étaient liés au pont, afin d'exploiter de façon optimale le courant de la Loire. On peut imaginer un bâti en bois sur pilotis, édifié sur une pile formée de pierres maçonnées dont il ne nous reste aujourd'hui que la base, la force érosive du courant de la Loire ayant tout emporté. Deux de ces piles, construites à une vingtaine de mètres l'une de l'autre, sont complétées par une digue destinée à dirigée l'eau vers l'une d'elle et par une ligne de piquet parallèle à la berge médiévale côté rive droite, aménagement destiné à faciliter l'accès à la Loire d'une part, et l'abordage et l'appontement d'un bateau d'autre part.
Ces structures nécessitaient un apport en bois important et régulier, et elles ne pouvaient appartenir qu'à un détenteur de droits d'exploitation sur les forêts environnantes. Dans le cas de La Charité, les religieux du prieuré possédaient à la fois des droits liés au fleuve (pêche, moulins) et aux forêts, ce qui fait d'eux les probables maîtres d'œuvre de ces structures.

- Techno-typologie de bois de moulins altomédiévaux du nord-ouest : Colomby (50) « La Perruque » - Le Marillais (49) « Notre Dame ». *Véronique Guitton (Inrap Grand-Ouest, CReAHH - UMR 6566, Rennes)*

La grande variété des bois retrouvés sur les moulins altomédiévaux de Colomby (50) « La Perruque » et du Marillais (49) « Notre-Dame du Marillais », permet, sur de mêmes ensembles, des comparaisons d'ordre technologique. Des éléments du bâti ainsi que divers types de pièces appartenant au mécanisme hydrologique ont effectivement été identifiés. Selon la catégorie des objets (engrenages, pales, branche, cales, coins, déchets, chevilles, encoche, éléments horizontaux, perches, pieux, piquets, planches, madriers…), des sélections ont été opérées. Elles répondent à des choix techniques de mise en œuvre et des sources d'approvisionnements en matière ligneuse. Le façonnage des éléments aux fonctions et sollicitations mécaniques multiples s'appuie sur des débits et des taxons spécifiques. Ces informations nous renseignent donc sur une part importante des procédés d'élaboration des moulins au haut Moyen Âge et en conséquence, sur l'artisanat du bois de cette période.

BERNARD V. (dir.), BARRACAND G., CLAVEL B., COUTURIER Y., DESHAYES G., EPAUD F., LE DIGOL Y. et LEPETZ S. (coll.), 2011 - Colomby, « La Perruque » (50) Rapport de fouille programmée 07 juin - 02 juillet 2010, SRA-DRAC Basse-Normandie, 91 p.
MARCIGNY C., BERNARD V., GIAZZON D., GUITTON V., PALLUAU J.-M. et VIPARD L., Août 2009, Colomby (Manche) Sablière de Flottemanville – Bocage. RFO, Inrap Grand-Ouest, SRA-DRAC Basse-Normandie, 72 p.
VIAU Y. et FILLON D. En cours**:** Notre-Dame du Marillais (49), Campagne 2008 *In :* De Saulce A. (dir.), *PCR Des Ponts de Cé à l'Estuaire, interactions homme/milieu de la Loire et de ses affluents* ».

- *La forge hydraulique de l'abbaye de Fontenay (Côte-d'Or).* Paul Benoit (université Paris1- UMR 8589 LAMOP), Joséphine Rouillard (docteur en histoire médiévale), Philippe Fluzzin (directeur de recherhces, UMR 5060 Laboratoire Métallurgies et Culture, Marion Béranger (ingénieur de recherches, UMR 5060 Laboratoire Métallurgies et Cultures)

L'abbaye cistercienne de Fontenay, fondée en 1118 par saint Bernard, se situe au confluent de deux ruisseaux, le ru de Fontenay et le ru Saint-Bernard. Ils apportent l'eau nécessaire à la vie des moines et une énergie suffisante pour actionner plusieurs roues de moulin, sur un bief longeant au sud de l'abbaye un bâtiment connu par la tradition sous le nom de Forge.
Les recherches archéologiques menées depuis une trentaine d'années ont permis de découvrir à quelques centaines de mètres de l'abbaye l'existence d'un petit gisement de minerai de fer d'excellente qualité, exploité par les moines. Des travaux d'aménagement ont mis également au jour des scories de réduction du minerai de fer à proximité immédiate de l'abbaye.
Sept établissements scolaires de différents pays de l'Union Européenne, réunis dans un programme européen Comenius autour du Lycée professionnel Eugène Guillaume de Montbard, ont entrepris la construction d'un marteau hydraulique correspondant à celui qu'utilisaient les moines au Moyen Âge. A cette occasion, une fouille a été effectuée dans la Forge. Le bâtiment ayant servi au XIX^{e} siècle à abriter une papeterie, aucune structure appartenant à un marteau hydraulique n'est apparue, mais les substructions d'une machine à papier. En revanche, la fouille a livré une quantité importante de déchets métallurgiques médiévaux provenant de l'oxydation des battitures de forge.
Depuis 2008, une roue de 5 m de diamètre met en mouvement un marteau d'environ 80 kg qui a servi au forgeage de fer provenant de réductions expérimentales en procédé direct.

- *Le moulin à minerais et à scories de la mine de Pampailly (Rhône).* Paul Benoit (université Paris1- UMR 8589 LAMOP), Florian Théreygol (chargé de recherches, UMR 5060 Laboratoire Métallurgies et cultures), David Jouneau (Inrap)

La mine de Pampailly (Brussieu, Rhône) passe, au milieu du XV^e^ siècle, pour la plus productive des mines d'argent du royaume de France. La remarquable documentation écrite issue de la saisie par le roi des biens de Jacques Cœur, un moment propriétaire de la mine, signale l'existence d'au moins un moulin à minerais, au milieu du XV^e^ siècle, sur l'un des ateliers de traitement du minerai, le martinet de Brussieu.
La fouille d'un autre martinet de l'exploitation, le martinet du Vernay, a mis au jour les vestiges d'un moulin enfoui sous une épaisse couche de colluvions sur un canal d'amenée à forte pente dérivé d'un bief capté à 600 m en amont.
Une rupture de pente, créant une chute d'eau d'une hauteur de plus de deux mètres, a permis l'installation d'une roue de moulin. Au pied de la chute, la fouille a dégagé un muret qui reposait sur un plancher, accompagné de meules de forte épaisseur mais de faible diamètre. Sous le plancher, la fouille a mis au jour une fosse où s'étaient accumulés des sables. Un examen visuel montre qu'il s'agit de résidus du broyage de produits qui proviennent de deux étapes de la chaîne opératoire. Les résidus les plus identifiables contiennent de la baryte et du quartz et un peu de galène, vestiges du minerai de plomb argentifère et de sa gangue. Le remplissage contient aussi des couches de tous petits fragments de scorie broyée, signe d'un retraitement des scories pour récupérer les billes de métal incluses. Si l'état de conservation des bois empêchait toute dendrochronologie, le radiocarbone a donné des résultats qui, croisés avec les textes, datent le plancher du moulin de la fin du XIV^e^ siècle ou du début du XV^e^, soit avant l'intervention de Jacques Cœur sur le site.

- *Le moulin médiéval des bains de Cefala Diana (Sicile).* Paul Benoit (université Paris1- UMR 8589 LAMOP).

A environ 25 km au sud de Palerme, le moulin de Cefala Diana utilisait au Moyen Âge les eaux qui s'échappaient d'un établissement thermal. Situé sur la pente de la terrasse alluviale qui domine la petite rivière qui passe au pied de l'édifice, le moulin bénéficiait d'un approvisionnement régulier en eau et d'une chute d'eau largement suffisante. Les résultats présentés ici proviennent de trois brèves campagnes effectuées en 2005, 2006 et 2007.
Le moulin fonctionnait avec une roue horizontale qui recevait l'eau sous pression par une canalisation incluse dans une maçonnerie. L'eau sortait des bains par un conduit qui alimentait un réservoir s'étendant tout au long de la façade ouest du bâtiment. Un bref coursier maçonné aboutissait à une conduite fermée de pente très forte. Pour contenir cette canalisation sub-verticale, il a fallu construire un massif en maçonnerie, appuyé à la pente.
La salle de la roue est bâtie en contrebas du massif qui contient la canalisation. Sa voûte est percée d'un orifice pour faire passer l'arbre vertical. La roue était de dimensions modestes, 1,30 m à 1,40 m de diamètre. Au-dessus de la salle des roues, et la dépassant largement vers l'ouest, s'étend la salle des meules.
Ce moulin s'inscrit dans une double tradition :
– celle des moulins à roue horizontale méditerranéens alimentés par un puits inclus dans une maçonnerie de section quadrangulaire ou plus ou moins cylindrique, parfois accolée, parfois détachée du relief comme on en rencontre de nombreux exemples autour de la Méditerranée ;
– celle des moulins placés à la sortie des eaux des bains selon un modèle connu dans le monde romain.

- *Les moulins du Mâconnais à travers les chartes de l'abbaye de Cluny.* Gilles Rollier (Inrap – UMR 5138)

Les moulins de l'abbaye de Cluny, d'une exploitation des installations carolingiennes vers une gestion raisonnée de l'équipement hydraulique du Mâconnais.
Les chartes de l'abbaye de Cluny fournissent pour la région du Mâconnais de nombreuses mentions de moulins hydrauliques. Cette documentation permet de saisir à partir du début du Xe siècle le processus qui va amener l'abbaye à devenir un maître absolu des capacités de la rivière Grosne. Les moines acquièrent les machines hydrauliques, avec ou sans autres possessions, des mains de laïcs. Au début de la période, dans les environs chronologiques de la fondation de l'abbaye, il apparaît que les rivières sont déjà bien équipées en moulins. Dès la première moitié du Xe siècle, le lit de la Grosne situé en amont de l'abbaye possède un nombre équivalent de machines à celui que donne au XVIIIe siècle pour le même secteur la carte de Cassini. Cependant, les moulins ne sont pas nécessairement situés à l'emplacement des moulins modernes. Une partie des moulins installés sur la Grosne dans la première moitié du Xe siècle au plus tard ne va pas persister. Les causes de ces abandons sont à trouver dans la transformation de l'habitat aux Xe et XIe siècles à laquelle participe grandement l'abbaye de Cluny, dans l'organisation du réseau des doyennés, dans l'action volontaire des moines et dans une nouvelle répartition des machines qui favorise les installations implantées à l'origine dans les lieux où la rivière trouve son meilleur potentiel hydraulique.

- *Le parking du moulin du Milieu à Niort.* Annie Bolle (Inrap)

Le parking du moulin du Milieu à Niort : activités artisanales et industrielles entre le XVe et le XXe siècles
La fouille du Parking du Moulin du Milieu a été réalisée en 2009 sur une île de la Sèvre Niortaise. La toponymie du site fait référence au Moulin du Milieu représenté sur plusieurs plans anciens de Niort et mentionné dès le milieu du XIIIe siècle dans les comptes d'Alphonse de Poitiers.
A partir du XIIe siècle, Niort devient la principale place commerciale du sud du Poitou, notamment en contrôlant la circulation sur la Sèvre. Le donjon construit par Henri II est entouré d'une enceinte percée de deux portes, l'une d'elle, la « porte de fer » ouvrant sur le Fort-Foucault, qui surveillait la circulation sur la Sèvre et protégeait l'entrée du port du grenier. Le Moulin du Milieu est construit entre le Fort-Foucault et le donjon, à proximité du port du grenier.
En 1241, la ville passe dans l'apanage d'Alphonse de Poitiers qui fait construire une halle pour accueillir les marchandises débarquées au port du Grenier. On y entrepose le blé, le sel, le vin et les draps produits dans la région proche de Niort et destinés à un commerce qui s'étend jusqu'en Flandre et en Angleterre.
La faible profondeur et le débit moyen de la Sèvre ont permis la construction de moulins à blé et à draps. Alphonse de Poitiers fait construire de nouveaux moulins sur lesquels il perçoit des droits, à sa mort en 1271, Niort compte sept moulins à blé et à draps.
Les tanneurs s'installent également sur les rives de la Sèvre. A partir du XIIe siècle, le travail de la peau devient une des principales activités de la ville. La chamoiserie se développe et des roues à chamois remplacent les roues à drap et à blé des anciens moulins.
Le Moulin du Milieu se situe au cœur de l'essor économique lié à la révolution industrielle, notamment par l'installation d'une fonderie. C'est en bord de Sèvre que se concentre la zone industrielle de Niort, attirant de très nombreux ouvriers.
Exemple rare dans la région Poitou-Charentes d'archéologie industrielle, la fouille du moulin du milieu retrace un pan de l'histoire moderne de la ville et du milieu ouvrier. La dernière activité du site, la faïencerie des frères Gautier a livré une très grande quantité de moules, ratés de cuisson, outils et essais divers (écriture, dessin, couleur).
La fouille a permis d'étudier la mise en place naturelle d'un îlot sur la Sèvre et les aménagements qui ont permis l'installation d'artisans, notamment de tanneurs. Différents états de quais et du moulin ont pu être observés, le moulin médiéval attesté par les sources écrites, a été totalement détruit par les remaniements postérieurs, l'état le plus ancien observé est daté du XVe siècle.

Samedi 5 novembre 2011 : Synthèse et thèmes transversaux

Antiquité

- *Meules de grand diamètre de l'établissement antique de Tremblay-en-France « Le Nouret ».* Olivier Bauchet (Inrap) et Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap)

Deux fouilles préventives, réalisées en 1991 et 1997 sur la commune de Tremblay-en-France « Le Nouret » (Seine-Saint-Denis), ont permis de mettre au jour une partie des vestiges d'un vaste établissement rural antique occupé de la période augustéenne au début du V^{e} siècle de notre ère.
La découverte, en position secondaire, dans des contextes d'abandon du III^{e} siècle, d'une dizaine de meules de grand diamètre (de 55 à 82 cm), permet d'envisager l'existence d'un moulin à système sur cette occupation. Un aqueduc enterré, dégagé sur plus de 200 m de long, alimentait l'établissement. Si les zones fouillées n'ont manifestement pas permis d'observer de structures liées à une meunerie hydraulique, l'hypothèse qu'une telle structure ait pu exister a proximité doit être examinée.
Le réexamen des meules et l'analyse de l'aqueduc, à la lumière des nouvelles avancées de la recherche, permet de jeter un nouveau regard sur ce site.

- *De grandes meules gallo-romaines à entrainement par le centre en grès découvertes dans le nord de la France et en Belgique. Aspects typologiques et techniques.* Paul Picavet

La récente étude des meules issues de seize sites gallo-romains du Nord-Pas-de-Calais, de Picardie et de Belgique a permis la distinction, sur ce territoire formant partie de la Gaule Belgique, de deux types de moulins de grandes dimensions à entrainement par le centre. Si les analyses pétrographiques complètes ne sont pas en mesure d'être présentées (étude en cours), l'observation macroscopique de la roche peut être associée aux caractères morphologiques et techniques des meules pour différencier les deux types de *catillus*.
Le premier, taillé dans un grès feldspathique grossier dit « Arkose d'Haybes », est d'aspect cylindrique et massif, avec une face supérieure en couvercle ; sa face active, rayonnée, est creusée d'un logement d'anille par-dessous en double queue d'aronde. Le second, en grès grossier beige de provenance encore indéterminée, présente une forme très plate, avec une face active non rhabillée, et un logement d'anille rarement conservé qui pose encore problème.
Les structures accueillant l'activité de meunerie dans le nord de la Gaule n'étant pas connues, c'est à partir de ces observations que des systèmes d'entrainement adaptés à la morphologie des meules pourront être proposés. Il s'agira aussi d'attirer l'attention des archéologues sur la récurrence de ces moulins sur les sites étudiés.

- *Les grandes formes de meules à grains. L'exemple des meules à sang et hydrauliques du Midi de la Gaule.* Samuel Longepierre

À l'issue d'une thèse de doctorat consacrée aux moulins rotatifs à grains présents dans le Midi de la Gaule entre le deuxième âge du Fer et le haut Moyen-Âge, nous avons proposé une classification de ces outils qui repose sur une typologie des éléments relatifs à leur mode d'entraînement (multiples logements d'anille, de manche ou de perche notamment) et une autre rassemblant les grandes formes de meules. Cette seconde typologie, celle qui des deux nous occupe ici, se fonde sur l'analyse des meules du Languedoc et de la Provence, mais touche plus largement le pourtour méditerranéen et la Gaule continentale, car plusieurs de ces meules trouvent leur origine dans d'autres régions que les nôtres. Nous l'avons conçue comme un ensemble de formes élémentaires qui, associées entre elles, donnent un nombre élevé de combinaisons. Seuls certains de ces assemblages caractérisent les meules que nous avons étudiées, alors que d'autres devraient pouvoir décrire celles d'autres régions.
Nous souhaitons présenter le principe de base de cette typologie, puis l'illustrer en montrant les grandes formes de meules à sang et hydrauliques reconnues à ce jour pour l'Antiquité dans le Midi de la Gaule. Ces formes peuvent tenir à des raisons fonctionnelles, mais aussi à des raisons culturelles, comme nous le verrons. Certaines ont été utilisées très longtemps, d'autres se rattachent au contraire à une époque particulière. Elles définissent parfois des moulins qui sont issus d'une aire géographique précise, l'Italie notamment, et dont la diffusion a gagné, dans un second temps, une échelle plus vaste.

- *Meules hydrauliques et à traction animale antiques en Bourgogne/Franche-Comté.* Luc Jaccottey (Inrap)

La reprise de l'ensemble des collections archéologiques de ces deux régions a amené à la découverte de toute une série de meules dont le diamètre trop important permet d'exclure un entrainement à bras. Ces meules sont principalement de deux types : les premières présentent une conicité assez forte, une surface supérieure du catillus parallèle à la surface active et un système d'entrainement le plus généralement par anilles crampons. Les secondes plus plates, sont typologiquement plus proches des meules à main. Le premier groupe peut sans problème être rattaché à des meules hydrauliques, proches de celles découvertes sur le site d'Avenches en Suisse. Elles sont quasiment systématiquement en roche volcanique. Le second lot, évoque plutôt des meules à traction animale. Elles sont toujours façonnées dans des grès locaux.
L'inventaire de ces objets montre que les indices de la présence de moulins ont bien plus abondants que ne le laissent supposer les fouilles, où un seul moulin a été clairement identifié. En effet, il apparaît que les aménagements hydrauliques ou de moulins à traction animale semblent se développer à partir du deuxième siècle de notre ère à la fois au niveau des agglomérations secondaires et des villas.

- *Nouvelles données pétrographiques sur les meules « en basalte » de Suisse.* Akram Elkateb et Vincent Serneels (Département de Géosciences, Université de Fribourg)

Au cours de l'époque romaine, plusieurs gisements de roches volcaniques vaccuolaires ont été exploités pour la production de meules, en Allemagne, en France et en Italie. Une partie de ces gisements ont été identifiés et caractérisés du point de vue pétrographique. D'autres carrières ne sont toujours pas localisées.
Sur le territoire de la Suisse actuelle, des meules en roches volcaniques ont été identifiées sur plusieurs sites d'époque romaine. Au cours des dernières années, des échantillons représentatifs provenant des moulins Avenches-Les Tourbières et Rodersdorf-Klein Büel ont été étudiés et viennent s'ajouter à ceux d'Avenches-En Chaplix. Les résultats de ces études seront présentés et remis dans le contexte du marché des meules de l'époque romaine.

- *Première esquisse d'une typologie des meules hydrauliques antiques en Gaule.* Luc Jaccottey (Inrap), Olivier Buchsenschutz (CNRS, ENS), Florent Jodry (Inrap), Paul Picavet, Alexandre Polinski, BorisRobin

Depuis la publication des moulins antiques d'Avenches (Castella 1994) et la mise en évidence de meules hydrauliques antiques à forte conicité, les études régionales commencent à se généraliser à l'image de celles conduites dans le Languedoc (Longepierre 2007) ou les Pays-de-la-Loire (Polinski 2009). Ce type de meules, le plus souvent en roches volcaniques, est maintenant reconnu sur l'ensemble du territoire français et de la Suisse, avec parfois quelques variantes typologiques régionales.
Le but de cette présentation commune, sera tout d'abord de tenter de dresser une première carte de ce type d'objet. Il sera ensuite nécessaire d'évaluer d'éventuelles évolutions chronologiques ou régionales.

Moyen-Âge

- *L'apport des textes à l'archéologie du moulin médiéval.* Paul Benoit (Université Paris I) et Joséphine Rouillard (Université Paris I)

Les sources écrites ne manquent pas pour l'étude des moulins médiévaux, mais leur qualité comme leur quantité varient avec les siècles. Avant l'époque carolingienne, il faut compter surtout sur des chartres et des diplômes, malgré leur manque de précision. A l'époque carolingienne, les polyptyques fournissent de multiples données, qui bien interprétées renseignent sur la géographie de l'équipement des campagnes en moulins. A partir du XI^{e} et surtout du XII^{e} siècle, les chartes qui se multiplient donnent des indications sur la localisation, le statut juridique et économique du moulin, les statuts des seigneurs et des tenanciers. A la fin du Moyen Âge apparaissent des baux beaucoup plus précis et des comptes qui fournissent des renseignements sur la nature des réparations et donc sur le bâtiment et les mécanismes du moulin, mais aussi sur leur rapport. Avec l'époque Moderne, les prisées et les procès-verbaux de visites, à l'occasion des renouvellements de baux et de procès, sont de plus en plus précis, alors qu'au XVIII^{e} siècle une littérature technique apporte une nouvelle vision de l'histoire des moulins.
Ces documents présentent un intérêt majeur pour l'archéologie. Il n'y a pas lieu de développer ici les apports conjoints des textes et des prospections indispensables pour comprendre les capacités énergétiques d'une région, mais de voir en quoi les textes et les fouilles s'éclairent mutuellement. Dans bien des cas, les sources écrites permettent d'appréhender le contexte juridique, économique et social dans lequel le moulin a fonctionné, en particulier le seigneur dont dépend le moulin ainsi que la personne qui l'a affermé. Par ailleurs les textes peuvent indiquer les multiples usages que le moulin a pu connaître au cours de son histoire, le passage d'un moulin à blé à un foulon ou à un moulin à papier, tandis que la fouille éclaire précisément un moment de l'activité. Enfin la chronologie fournie par les textes et par le mobilier et les structures, en particulier grâce à la dendrochronologie, s'éclairent mutuellement. Les sources écrites renseignent sur la provenance des matériaux utilisés, ainsi que sur la durée de vie des mécanismes et la fréquence de leur remplacement.

- *Fulling Mills in Medieval Europe : comparing the manuscript and archéeological evidence.* Dr Adam Lucas (Science & Technology Studies Program, University of Wollongong, Australia)

This paper provides a brief overview of the current knowledge concerning medieval fulling mills, but is primarily focused on eliciting further information and speculation from conference attendees about recent archaeological finds and manuscript evidence from medieval France and other parts of Continental Europe. The author will present various illustrations of fulling mills from the late medieval and early modern periods and compare them with medieval accounts of their construction, maintenance and repair. This evidence suggests that fulling mills were simply conventional watermills with the same waterfeed and drive mechanisms as grain mills, but which substituted right-angled gearing and millstones with cam-operated trip-hammers and fulling troughs. Although there were at least two different designs of fulling mill (a fact which is readily apparent from the extant illustrations), it may well be the case that others may know of fulling mills which had significantly different designs and layout, as the medieval French terms for 'fulling mill' showed considerable regional variation. Through this paper, it is hoped that more light might be shed on this interesting problem, and that some opportunities for scholarly collaboration with the author may arise.

Moulins à foulon dans l'Europe médiévale : en comparant le manuscrit et les preuves archéologiques

Ce document fournit un bref aperçu des connaissances actuelles concernant médiévale moulins à foulon, mais est principalement axé sur l'obtention d'informations supplémentaires et des spéculations de participants à la conférence sur les récentes découvertes archéologiques et les preuves manuscrites de la France médiévale et d'autres parties de l'Europe continentale. L'auteur présentera diverses illustrations de moulins à foulon de la fin des périodes médiévale et début des temps modernes et de les comparer avec des comptes médiévale de leur construction, d'entretien et de réparation. Cette preuve suggère que moulins à foulon étaient simplement moulins conventionnels avec les mêmes waterfeed mécanismes d'entraînement de moulins à grain, mais qui a substitué des engrenages à angle droit et pierre moulins avec cames exploité marteaux et des bac de foulon. Bien qu'il y ait au moins deux conceptions différentes du moulin à foulon (un fait qui est évident à partir des illustrations existantes), il peut bien être le cas que d'autres puissent connaître des moulins à foulon qui avait des différentes, comme les termes français médiéval pour 'moulin à foulon' a montré d'importantes variations régionales. Grâce à ce papier, il est à espérer que davantage de lumière pourrait être faite sur cet intéressant problème, et que certaines des possibilités de collaboration scientifique avec l'auteur peuvent survenir.

Biographical Information
Dr Adam Lucas is a lecturer in the Science and Technology Studies Program at the University of Wollongong, Australia. His research on the history of premodern and early modern science and technology has gained international recognition, primarily through his work on water- and wind-power in the Middle Ages. He recently took over Brill's 'Technology and Change in History' series as co-editor with Steven A. Walton (Pennsylvania State University).

- *Les moulins hydrauliques mis au jour sur le territoire français, Evolution technique, VIII^e^-XIV^e^ siècles.* Pierre Mille (Inrap)

A partir des 11 sites français qui ont livré des vestiges de moulins hydrauliques nous avons tenté de retracer leur évolution technique entre le VIII^e^ et le XIV^e^ siècle. Ces découvertes peu nombreuses faites uniquement sur la moitié nord de la France ne concernent que des moulins à roues verticales dite en dessous. A ce jour et à notre connaissance aucun moulin à roue horizontale ni à roue verticale en dessus daté de l'époque médiévale n'a été mis au jour et fouillé.
A la lumière des pièces de moulins recueillis sur ces 11 sites, on constate que si le principe du mécanisme de transmission reste le même durant tout le Moyen Âge, un seuil technologique est franchi à l'époque féodale entre le X^e^ et le XII^e^ siècle. L'amélioration technique se fait sur les pales qui devenues des aubes assemblées autorisent l'augmentation des dimensions des mécaniques. Durant la période qui va suivre, l'accroissement constant des diamètres des roues et des largeurs des pales entraine de fait l'augmentation progressive et durable de la puissance des moulins meuniers. Mais il convient de nuancer ce tableau général, car les besoins des différentes communautés qui composent le terroir médiéval étant très variés se côtoieront encore longtemps grands et petits moulins.

- L'implantation des moulins hydrauliques médiévaux dans le bassin de la Somme première synthèse d'une approche archéologique et documentaire. *Christophe Cloquier (Doctorant en archéologie médiévale, Université Paris I)*

Plus vaste bassin fluvial naturel au nord du bassin de la Seine, le bassin de la Somme fut largement équipé en moulins hydrauliques durant le bas Moyen Âge. Comme d'autres bassins fluviaux de France, il n'a pas échappé à une multiplication des constructions, principalement avérée pour la ville d'Amiens à partir du XII^e^ siècle.
À cette époque, le bassin de la Somme présentait des particularités hydrographiques et morphologiques particulièrement favorables à la multiplication des implantations meunières tout en conservant les capacités d'implantations d'autres équipement fluviaux et surtout la navigabilité du fleuve. Contrairement à d'autres bassins fluviaux océaniques, il n'était pas connu pour ses excès hivernaux ou estivaux mais il était réputé pour ses eaux calmes et propices à toutes les formes d'exploitation. Logiquement, il fut équipé, au maximum de ses possibilités motrices, par des populations riveraines ecclésiastiques et laïques, de la source à l'embouchure ; le zonage le plus représentatif se situant toutefois en aval de la ville de Péronne, sur les parties moyenne et inférieure, soit un tronçon de cent vingt kilomètres de long jusqu'au débouché maritime au niveau de la baie.
Jusqu'à présent, le bassin de la Somme n'avait fait l'objet d'aucune synthèse relative aux équipements ou aux aménagements fluviaux alors qu'il offre des perspectives de recherches archéologiques et documentaires particulièrement intéressantes et inexploitées. Manifestement équipé en fonction de ses caractéristiques, il offrit une force motrice largement exploitée durant le bas Moyen Âge mais qui reste encore à appréhender pour les siècles antérieurs.

- *Archaeology of water mills in Bohemia.* Lucie Galusová (Doctorante, Department of Archaeology at University of West Bohemia) et Martina Maíková (Doctorante, Faculty of Philosophy and Art in Prague)

Contribution is divided into two thematic parts.
The first part provides information about archaeological research of water mills in Bohemia and Moravia and also introduces methods of researching features powered by water in the area mentioned and also cooperation with other sciences.
The second part presents the latest researches of deserted mill construction in the region of Tachov in west Bohemia. Occasionally, other sites are mentioned for comparison. The Tachov region was continuously settled from the High Middle Age until half of the 20th century when the German inhabitants were displaced and in consequence of which vast destruction of villages and their agricultural hinterlant occurred. These uniquely preserved situations provide significant source of information for research of lots in time of long continuation form Middle Age until present.
Anthropogenic relief features of water works deserted in period from Middle Age until the 20th century are researched via destructive and non-destructive methods. Research is focused on remains of Middle Age water works, development of lots of water-powered structures with continuity until the Middle Age and detection of mill works on terrain. Results of non-destructive research are verified in chosen cases via small-scale sondage.
Simultaneously, questions of distribution of the water works in landscape and their relation to the Middle Age residential units in the region observed are researched.

- *Les meules hydrauliques médiévales.* Alain Belmont (Larhra), Luc Jaccottey (Inrap), Stéphanie Lepareux-Couturier (Inrap) :

La connaissance de la chronotypologie des meules a énormément progressé, cet obscur objet d'un déplaisir scientifique avéré il n'y a pas seulement dix ans, a eu droit à des yeux de Chimène et s'est confirmé d'une première importance. Les corpus rassemblés ont permis de dégager des chronotypologies suffisamment précises pour que le simple examen d'une pièce permette d'en cerner une datation. Le découpage artificiel des disciplines n'a pas abouti aux mêmes fruits pour la période ultérieure. Lors même que les sites de production et d'utilisation ont tout autant été fouillés, et que la documentation écrite offre des informations à foison, et alors que l'évolution de ce « matériel ingrat » a été bien plus spectaculaire durant la période médiévale, l'information reste parcellaire et éclatée.
A partir de fouilles de meulières et des corpus mobiliers et textuels, les auteurs de cette communication proposeront une première synthèse destinée à dégager les principales lignes de force des outils de mouture entre le V^{e} et le début du XVI^{e} s.

Synthèse et acquis du colloque : *Jean-Paul Jacob (président de l'Inrap)*

Dimanche 6 novembre 2011 : excursion

- Visite des carrières de meules du Massif de la Serre
- Découverte du site du moulin de Thervay
- Visite de l'Abbaye d'Acey

• Visite des carrières de meules du Massif de la Serre

Les formations de grès du massif de la Serre ont été exploitées très tôt, en raison de leur très bonne aptitude à la mouture. En effet, la structure grenue des grès grossiers se prête bien à la réduction des céréales en farine. De plus, la Serre étant le seul petit pointement granitique et gréseux au sein du Jura à dominante calcaire, ses matériaux ont été particulièrement recherchés et exploités.
Les recherches en cours dans le massif ont amené à la découverte de plus d'une quinzaine de carrières de meules dont les plus anciennes peuvent être datées du Néolithique ou de la Protohistoire. Elles ont également permis la découverte de toute une série de carrières de grandes meules circulaires en grès datant des époques médiévales et contemporaines. Des sondages ont été conduits sur ces carrières d'époques historiques dans le but de préciser les techniques mises en œuvre pour l'extraction des meules ainsi que la chronologie des extractions.
L'ensemble des extractions de la Serre sont de petites carrières correspondant le plus souvent à des exploitations limitées dans le temps. Ce n'est qu'à partir de l'époque moderne que la dimension des carrières semble devenir plus importante, répondant certainement à un besoin plus pressant. Les carrières sont le plus généralement implantées en bordure du plateau gréseux qui domine la Serre et où le grès affleure.

Les extractions de meules médiévales/modernes, le cas d'Offlanges

L'extraction en quinconce de meules de 0,85 à 1,10 mètre de diamètre montre qu'il existait pour cette carrière une volonté de rationaliser l'exploitation. La technique d'extraction est toujours la même : après avoir tracé le pourtour de la meule sur le sol (à l'aide d'un charbon de bois placé au bout d'une ficelle), une tranchée est ouverte tout autour de la future meule à l'aide d'un pic de carrier. Un premier segment en arc de cercle est creusé dans un sens, puis un second segment dans le sens inverse rejoint le premier.
De grandes barres métalliques étaient glissées dans des encoches pour décoller la meule du socle rocheux en faisant levier. Des comparaisons peuvent être faîtes avec les carrières médiévales des Ecouges dans les Alpes ou celles d'Ecromagny dans la région des Milles Etangs.

• Découverte du site du moulin de Thervay

Du moulin carolingien au moulin banal

Le site des moulins hydrauliques médiévaux est situé à 30 kilomètres à l'ouest de Besançon, sur la commune de Thervay, dans le Jura. L'opération archéologique réalisée à l'occasion des travaux de la ligne à grande vitesse Rhin-Rhône a permis l'étude d'installations de meunerie hydraulique mises en place au sud de la commune, en fond de vallée, sur l'actuelle bordure occidentale du Gravelon.
Situés sous un important apport de colluvions d'une épaisseur de l'ordre de 1,50 m et résultant de l'érosion des pentes, les moulins sont repérés dans le contexte d'un ancien chenal colmaté. D'une largeur moyenne de 6 m, le chenal traverse la fouille selon un tracé légèrement courbe.
La répartition des vestiges, dont 359 pièces en bois, principalement en chêne, est complexe et ne peut se concevoir sans envisager la présence de deux installations de meunerie successives. La difficulté d'approche du site est liée en particulier à la question du flottage des bois dans le cadre d'une activité fluviatile plus ou moins intense.
Le moulin carolingien est mis en évidence sur la berge occidentale de l'ancien chenal. Il pourrait s'agir d'une construction de plan quadrangulaire de 2,40 m de côté cantonné par quatre pieux. L'affectation du bâtiment comme moulin hydraulique est confirmée par la présence de fragments de meules et par des bois flottés dans l'ancien chenal caractérisés par des éléments de roue et d'engrenage. Les aubes observées sont de petites pales monoxyles comportant une partie quadrangulaire de 0,20 à 0,25 m de côté et un tenon qui était assemblé à la courbe de la roue où des mortaises étaient ménagées. La pièce la plus remarquable est composée d'un deux disques d'une lanterne à cinq fuseaux. Les datations radiocarbone et dendrochronologiques permettent de proposer l'hypothèse d'une installation établie entre le VIIe siècle et le IX^{e} siècle, qui disparaît après 936.
Le second ensemble est identifié directement sous et dans les argiles et limons formant la fin du colmatage du chenal. Une série de pieux plantés à partir d'un aménagement empierré de la berge permettent la localisation de la construction. Le canal où se trouvait la roue devait se placer à l'est de l'empierrement, mais, malheureusement, le calibrage du ruisseau en 1976 a détruit les vestiges éventuels de ce côté du site. L'association d'un marteau de moulin, de nombreux fragments de meules extraites des grès du massif de la Serre permet d'identifier avec précision une zone de rebut du rhabillage des meules directement au sud de l'emplacement supposé du moulin.
189 pièces en bois peuvent être directement associées au mécanisme ou à la charpente de la machine hydraulique. Ils correspondent à des gros bois, des vestiges de l'engrenage (alluchons et fuseaux), des courbes de roues et des aubes. Contrairement aux exemplaires monoxyles du moulin carolingien, les aubes sont constituées de deux pièces, une pale et un tenon, assemblées avec deux chevilles. Elles étaient implantées dans des courbes composées de plusieurs cintres de section quadrangulaire et munies à intervalle régulier de mortaises permettant la mise en place des tenons des aubes et des rayons de la roue. Plusieurs roues semblent se succéder au cours de la vie du moulin, avec comme tendance une augmentation du diamètre des courbes et de la dimension des aubes. La dernière roue du moulin, restituable, comportait 28 ou 30 aubes sur une courbe de 1,90 m de diamètre reliée à l'arbre moteur par quatre rayons.
Les datations qu'il est permis d'obtenir à partir des analyses radiocarbone et dendrochronologiques placent la construction du moulin vers 1054. Le site de meunerie aurait fait l'objet de réaménagements vers 1130. L'installation hydraulique disparaît définitivement après 1169.

• Visite de l'Abbaye d'Acey

Un contexte historique et archéologique bien présent

Le sud du territoire de Thervay, où se trouve le site des moulins présente la particularité d'être documenté tant par les textes médiévaux que par les opérations d'archéologie préventive réalisées lors des travaux de la ligne à grande vitesse Rhin-Rhône.
L'ancienneté de l'occupation est attestée dès l'âge du bronze final au « clos du Colombier ».
Durant l'Antiquité, les pentes calcaires sont exploitées avec la mise en place d'une batterie de cinq fours à chaux dans le courant du dernier tiers du premier siècle après J.-C. Les bas de pente sont occupés par deux établissements agricoles : le premier fouillé en 2007 au lieu-dit « Entre deux Vies », qui perdure du Ier au IIIe siècle après J.-C. et le second repéré à une centaine de mètres au sud-est du site des moulins médiévaux.
Les sites d'habitats contemporains du moulin carolingien ne sont pas encore repérés archéologiquement. Le seul indice tangible correspond à un puits, retrouvé à l'est des fours du Ier siècle, dont le comblement est daté entre le VIIIe et le IXe siècle grâce au radiocarbone. L'habitat associé à ce puits se situe certainement dans des parcelles proches non étudiées. Il semblerait que cet habitat ait été abandonné au profit d'un site situé plus en hauteur au lieu-dit « Varétier » et connu des textes médiévaux sous le toponyme d'« Athée ». Au bas de la pente, au lieu-dit « Au clos du Colombier », un tesson daté du haut Moyen Âge a par ailleurs été découvert dans le comblement d'une fosse médiévale. Il s'agit certes, d'un infime témoin, mais qui pose déjà la question de l'origine et de la localisation du hameau nommé « Le colombier » dans les textes du XIIe siècle
En 1128, l'archevêque de Besançon consacre une basilique dédiée à saint Baptiste, au profit d'une communauté érémitique autonome. Les religieux s'installent à proximité de Thervay, sur les hauteurs peu hospitalières du massif de la Serre, sans doute en limite des terres cultivées par les hameaux du « Colombier » et d'« Athée ». L'implantation de cette église doit être recherchée au lieu-dit « Val Saint-Jean ». Les religieux vont bénéficier de donations des seigneurs de Thervay dont le lieu de pouvoir a récemment été repéré sous la forme d'une motte castrale établie sur la rive droite du « Gravelon » à quelques 500 m du site du moulin construit vers 1054-1074. Ce moulin, associé vraisemblablement à la banalité seigneuriale, permettait aux hommes d'« Athée » et du « Colombier » de moudre leur blé.
Vers 1134, les religieux du « Val Saint-Jean » adhèrent à l'ordre cistercien. Cette affiliation amène d'autres donations, dont celles de la famille de Thervay qui remet à la nouvelle abbaye d'Acey le moulin de « Noveth » qui pourrait bien correspondre à l'installation fouillée en 2008.
L'abbaye d'Acey implante sa première grange à proximité du hameau du « Colombier » dont le toponyme même servira à la désigner. Si un pourpris délimitant la grange est mentionné en 1171, les hameaux du « Colombier » et d'« Athée » disparaissent totalement de la documentation écrite au-delà de cette date. Cette disparition signe peut-être la désaffectation du site de meunerie qui n'apparaît pas adapté à l'économie de faire-valoir direct mis en place par les moines blancs.

Notes

Notes