



www.Denis-Cailleaux.com

Denis CAILLEAUX

*Maître de conférences d'Histoire de l'art et
d'Archéologie du Moyen Age*

Université de Bourgogne (Dijon)

UMR 5594 - ARTEHIS

Titre de l'étude :

Comment les cisterciens inventent l'usine

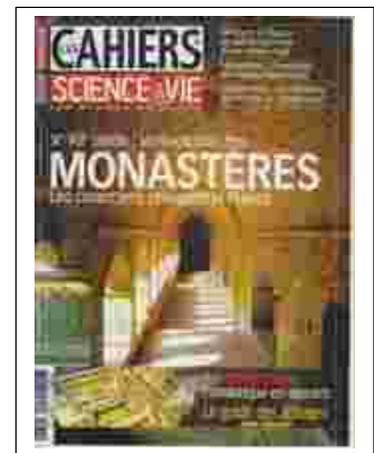
Auteur : Denis CAILLEAUX
Maître de conférences d'Histoire de l'art et d'Archéologie du Moyen Age
Université de Bourgogne (Dijon)
UMR 5594 - ARTEHIS

Contact : denis-cailleaux@noos.fr
denis.cailleaux@u-bourgogne.fr

Edition : Publié dans
Les Cahiers de Science & Vie,
n° 78, décembre 2003, p. 86-92

Document web : Copie du texte publié. Format PDF
Date du document initial : 2003
Date de révision du document : non révisé

Pour citer ce document :
CAILLEAUX (Denis)
« Comment les cisterciens inventent l'usine »,
Les Cahiers de Science & Vie, n° 78, décembre 2003, p. 86-92.

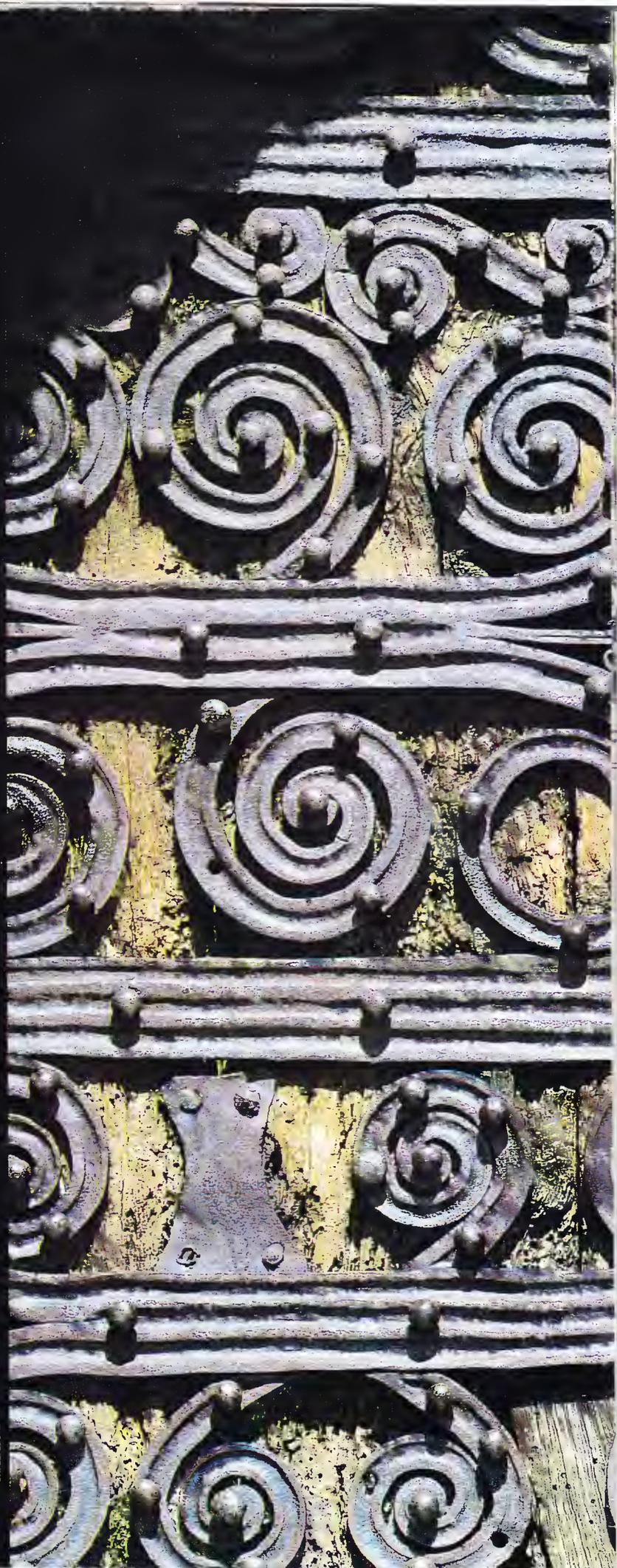


Pour façonner le fer en objets utiles à leur consommation, les moines cisterciens ont installé des forges. Parfois gigantesques, telle celle de l'abbaye de Fontenay...

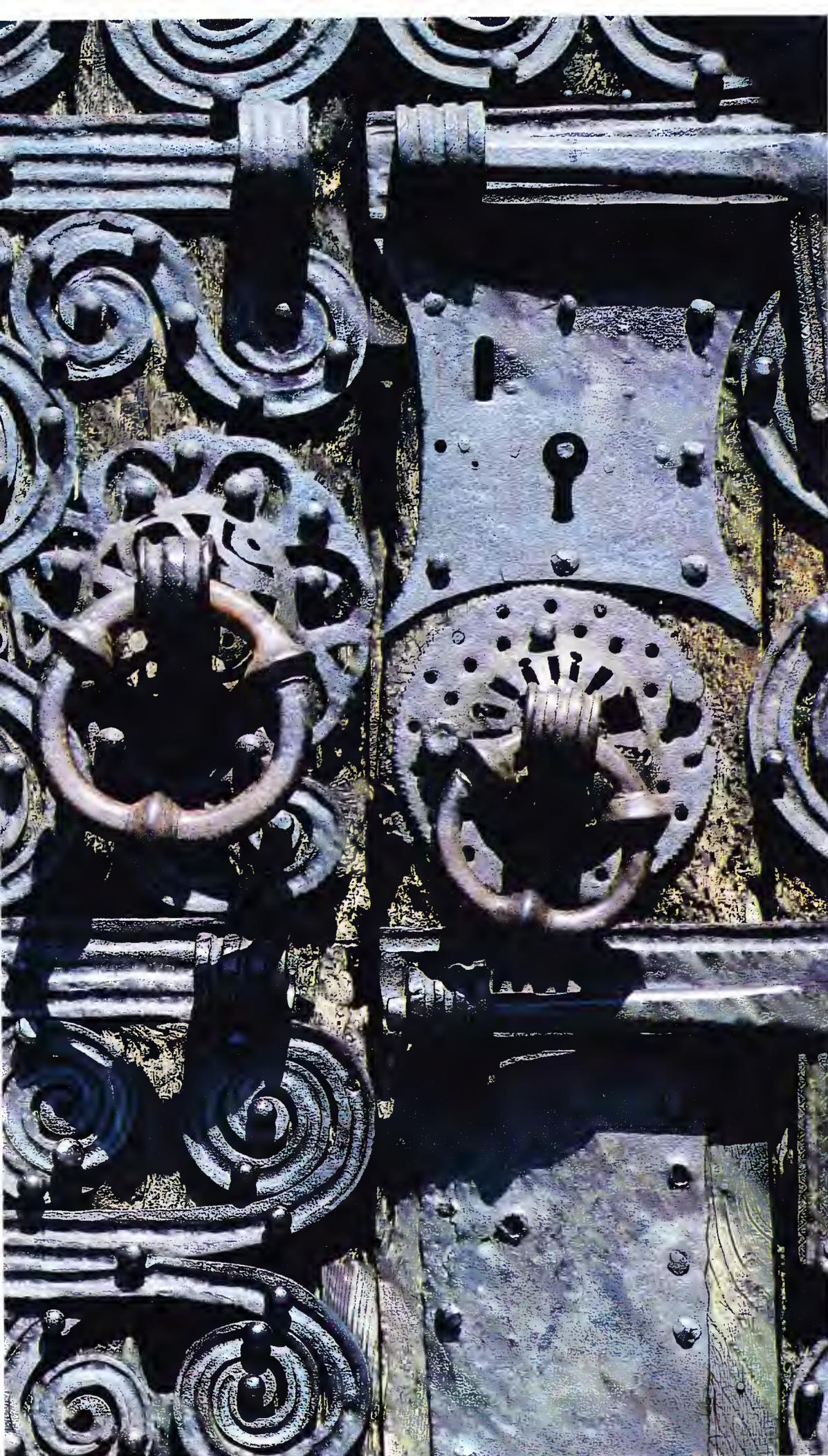
Par Denis Cailleaux

Comment les cisterciens inventent l'usine

L'abbaye cistercienne de Fontenay, en Bourgogne, conserve un bâtiment du Moyen Âge qui témoigne de l'activité sidérurgique des moines blancs aux XII^e et XIII^e siècles. Cet édifice, traditionnellement appelé « la Forge », est le plus imposant local industriel médiéval conservé en Europe. C'est aussi la plus ancienne « usine » parvenue jusqu'à nous, si l'on retient la définition de ce mot donnée par le dictionnaire Larousse: « *Établissement industriel où, à l'aide de machines, on transforme*



CH. LEFEBVRE



Précieux métal

Respectant la Règle de saint Benoît qui leur prescrit de fabriquer eux-mêmes ce dont ils ont besoin, les cisterciens vont se pencher avec dévotion et compétence sur la sidérurgie. De fait, les besoins en fer des abbayes et de leurs dépendances étaient grands : pour les outils (pioches, pelles, haches, etc.), mais aussi pour la construction (clous, barres métalliques pour les vitraux, « pierre armée »...). Le surplus dégagé étant vendu. (Porte romane de la chapelle de la Trinité à Prunet-et-Belpuig, Pyrénées orientales.)

des matières premières ou semi-ouvrées en produits finis. » En effet, la forge de Fontenay fut bâtie il y a huit siècles pour abriter des machines destinées à façonner des lingots de fer.

Le bâtiment industriel de Fontenay se trouve à l'intérieur de l'enclos de l'abbaye, à 50 m au sud de l'espace claustral. C'est un grand édifice de plan rectangulaire, orienté est-ouest, long de 53,30 m et large en moyenne de 13,50 m, élevé sur deux niveaux. Le rez-de-chaussée est divisé en quatre salles et l'étage forme deux vastes pièces indépendantes, séparées par un vide qui correspond au volume d'une salle du niveau inférieur qui monte jusqu'aux combles. La face arrière du bâtiment, à l'opposé de l'abbaye, est longée par un canal maçonné



En quelques décennies, les cisterciens passèrent de l'artisanat à l'industrie, produisant en quantité et améliorant la qualité...

pourvu d'une chute d'eau.

L'aspect actuel du bâtiment résulte des travaux de restauration menés au début du XX^e siècle par le banquier Édouard Aynard, propriétaire de l'abbaye, qui fit disparaître toutes les adjonctions modernes créées à Fontenay au cours du XIX^e siècle pour le fonctionnement d'une papeterie industrielle. Une étude archéologique, réalisée de 1983 à 1991, a montré que la forge de Fontenay présentait à l'origine une disposition autre que celle que nous connaissons. Dans les dernières décennies du XII^e siècle, les moines avaient édifié deux corps de bâtiments indépendants, placés près du canal qui longe l'abbaye au sud. Le premier, à l'est, était un moulin muni d'une roue à aubes mise en mouvement par une chute d'eau. Le second, à l'ouest, était composé d'une vaste salle abritant deux cheminées monumentales et d'un local annexe. Au début du XIII^e siècle, probablement, le moulin et le bâtiment des cheminées furent reliés par une grande salle voûtée d'ogives. La destination de cette

construction était assurément à usage industriel, comme l'atteste la présence des grandes cheminées, d'un conduit d'aération et, sous le dallage, d'un caniveau d'évacuation des eaux. La tradition qui désignait ce bâtiment comme une ancienne forge fut confirmée par la découverte de scories de fer dans la périphérie du monastère.

Huit siècles plus tôt

La disposition de la forge de Fontenay, dans son état du début du XIII^e siècle, permettait aux forgerons de disposer d'un très vaste atelier, aménagé avec soin. Les grandes cheminées, peut-être ventilées par des soufflets hydrauliques, servaient à réchauffer les loupes de fer qui étaient portées au martelage dans la salle du moulin. Là se trouvait un marteau actionné par une roue. La grande salle pouvait abriter des ouvriers ou servir de lieu de stockage pour les matières. La petite salle, à l'extrémité ouest, était probablement équipée d'une autre machine hydraulique. Située à la limite de l'enceinte

claustrale, la forge était accessible depuis l'abbaye pour les moines et les convers. Des ouvertures dans la façade arrière permettaient à d'autres ouvriers, venus de l'extérieur, d'entrer dans le bâtiment sans franchir la clôture.

Le bâtiment industriel de Fontenay témoigne de l'intérêt que les cisterciens portaient au travail du fer. Les moines des temps anciens, du haut Moyen Âge ou de l'époque carolingienne, ne s'étaient intéressés au fer qu'à travers les droits ou taxes qu'ils pouvaient prélever sur sa production et sa transformation, percevant des « dîmes » sur les forges et les ateliers des artisans qui leur procuraient les lingots de métal, les socs de charrue ou les outils nécessaires à leurs besoins. Les moines blancs de Cîteaux développèrent une autre politique: produire le fer par eux-mêmes, pour satisfaire leurs besoins mais aussi pour vendre.

Le travail du fer ne fut que l'un des aspects des activités artisanales pratiquées dans les monastères cisterciens. Les premiers moines blancs faisaient des tuiles



Un plan maintes fois refondu

La forge que l'on peut voir aujourd'hui (ci-dessous) dépasse les 50 m de longueur. Elle est distribuée sur deux niveaux : le premier comporte quatre salles à la suite contre deux à l'étage. La partie avant correspond en partie à l'ancien bâtiment ouest du XII^e siècle et en abrite toujours les grandes cheminées (ci-contre). Ce bâtiment fut relié au XIII^e s. au moulin, plus à l'est, par une grande salle pouvant servir au stockage ou à abriter les ouvriers.

et des carreaux, tissaient des draps et les teignaient, tannaient le cuir... Cela dans le strict respect des prescriptions de la Règle de saint Benoît, qui recommandait aux moines de fabriquer de leurs mains ce qui était nécessaire à la communauté. En quelques décennies, les cisterciens passèrent de l'artisanat à l'industrie, produisant en quantité, améliorant la qualité, établissant des circuits de distribution. La sidérurgie fut un des domaines où ils s'investirent particulièrement. Ils y modifièrent considérablement les pratiques traditionnelles, en mécanisant

certaines étapes du travail du fer. Un texte de 1332 atteste les différentes destinations du métal fabriqué par les religieux de Cîteaux. À cette date, les moines jouissaient de divers droits dans la forêt de Bellesvevre, en particulier ceux « de faire charbon pour leurs forges, de faire fer en leur fonderie de La Charité pour leur usage, pour l'usage de leurs granges, pour vendre, pour donner et pour faire toute leur bonne volonté et leur profit » (1). Ainsi, au début du XIV^e siècle, les moines étaient à la fois producteurs et marchands de fer.

1 - Transcription actualisée.



mais l'histoire de la sidérurgie cistercienne était alors déjà ancienne de près de deux siècles. Depuis les années 1140, les moines blancs pratiquaient

Scories et ferriers

Les traces de la sidérurgie ancienne se manifestent dans le paysage par la présence de scories éparses sur le sol ou concentrées en amas appelés « ferriers ». Les scories sont les résidus des opérations de réduction du minerai de fer dans des bas foyers, selon le procédé « direct », mis en œuvre par les sidérurgistes jusqu'à la diffusion des hauts fourneaux. Dans le procédé de réduction « direct », le minerai de fer est placé par couches alternées avec du charbon de bois dans

un fourneau d'argile muni de tuyères pour la ventilation à l'aide de soufflets et surmonté d'une cheminée. Lorsque la température de fusion est atteinte, vers 1 300 °C, le métal forme une masse pâteuse et spongieuse (la loupe) qui se dépose au fond du foyer. Les résidus de la fusion encaissant du minerai, charbon de bois, fragments des parois du four et fondants (destinés à faciliter la réduction) sont évacués par la gueule du four qui est alors percé et

s'écoulent sur l'aire de chauffe. Ces résidus, ou « coulures », et d'autres provenant de l'intérieur du foyer sont de formes diverses : plaques, nodules, billes... Ils s'accablent et forment des amas, ou « ferriers », qui atteignent parfois des dimensions considérables. Les scories furent utilisées à toutes les époques pour recharger les routes ou amender les terres agricoles. Elles trouvèrent surtout un nouvel usage à la fin du

XIX^e siècle et jusqu'à la Seconde Guerre mondiale comme additif aux minerais réduits dans les hauts fourneaux de Lorraine et du Nord. En quatre années, de 1925 à 1929, le seul département de l'Yonne exporta près de 470 000 tonnes de scories vers le Luxembourg, la Belgique et l'Allemagne. Cette exploitation intensive fit disparaître de nombreux témoignages archéologiques de la sidérurgie ancienne, tant antique que médiévale.

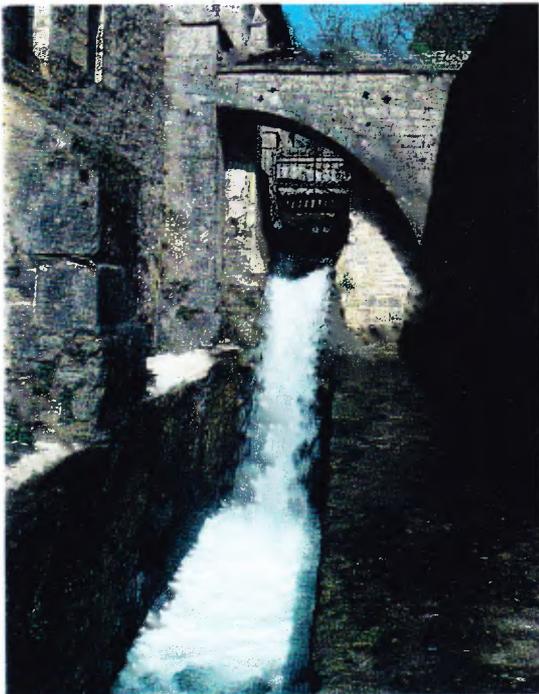
l'extraction du minerai de fer qu'ils réduisaient dans des bas fourneaux établis dans les forêts, là où se trouvait le charbon de bois utilisé comme combustible. Le métal tiré des foyers – appelé la « loupe » – était ensuite apporté à la forge bâtie près d'un cours d'eau où de lourds marteaux actionnés par une roue hydraulique façonnaient des lingots ou des objets. Une partie du métal était utilisée par les moines pour leurs besoins, une autre était proposée à la vente.

De gros besoins

L'abbaye et ses dépendances avaient besoin de fer pour l'outillage. Dès les premiers temps de l'ordre, il fut nécessaire de disposer des pics, pelles, pioches ou haches indispensables aux travaux d'aménagement des sites, pour les terrassements ou la mise en valeur des terres agricoles. La construction des édifices demandait aussi du métal pour les outils des ouvriers – carriers, maçons ou couvreurs – et pour le bâtiment: clous pour les charpentes et les couvertures, barres métalliques pour les vitraux, plaques de fer pour les serrures... Avec le XIII^e siècle, la demande de fer fut plus impor-

À l'aube d'une nouvelle ère

À la fin du XII^e siècle, la « zone industrielle » de l'abbaye de Fontenay était répartie dans deux corps de bâtiments placés le long d'un petit canal. Le bâtiment Est (en partie disparu) était un moulin à eau; à l'intérieur, des marteaux actionnés par une roue hydraulique façonnaient les lingots.



Fer : les moines en quête de minerais

Pour les besoins de leurs forges, les cisterciens n'ont cessé de prospecter le minerai de fer. Outre les actes qui en témoignent, on a retrouvé les vestiges d'une mine à quelques centaines de mètres seulement de la grande abbaye de Fontenay, en Bourgogne.

Par Denis Cailleaux

Les moines cisterciens ont pratiqué, du XII^e au XIV^e siècle, la production du fer à grande échelle, édifiant des bâtiments industriels de dimensions considérables pour abriter soufflets et martinets actionnés par la force hydraulique. Mais si les moines possèdent les installations et les outils les plus performants de leur époque pour produire en quantité, il leur faut avant tout disposer des gisements. Pour cela, ils obtiennent de leurs bienfaiteurs la donation de terres riches en « mine de fer », des droits d'usage ou des concessions d'exploitation. Des actes qui rapportent de telles donations – ou parfois des achats – ont été conservés dans les cartulaires des abbayes, en particulier dans ceux des monastères du nord de la Bourgogne et de la Champagne méridionale. Ainsi, dès 1143, Pontigny a reçu l'autorisation d'extraire du minerai de fer en forêt d'Othe et que, au milieu du XII^e siècle, seize abbayes au moins y ont développé une activité sidérurgique. En Franche-Comté, dans les Ardennes, en Lorraine, en Ile-de-France ou en Berry, les cisterciens se sont aussi consacrés à la production du fer. Les cartulaires montrent que des communautés (Clairvaux...) n'ont pas hésité à constituer des domaines éloignés de l'abbaye mère afin de disposer de « granges sidérurgiques ». Dès 1157, Clairvaux a reçu en donation une forge située à Wassy, en Champagne, à une cinquantaine de kilomètres de l'abbaye, ainsi que les droits d'usage nécessaires pour l'approvisionner en minerai et en bois. À partir de 1168, Clairvaux a créé une forge dans la forêt de La Chaume, dans le sud de la Haute-Marne actuelle, où les cisterciens de Longuay en possédaient déjà une et où ceux d'Auberive sont venus les rejoindre en 1169. Les sources historiques attestent que les

cisterciens, depuis les années 1150 jusqu'au milieu du XIV^e s., n'ont cessé de se consacrer à la prospection minière. Ils ont exploité des gisements de surface, comme à Wassy ou en forêt d'Othe où des lentilles d'hématite oolithique dans un encaissant argileux provenant de la décomposition de la craie étaient facilement accessibles. Les mineurs les exploitaient à ciel ouvert – dans les fosses évoquées dans les chartes – ou au moyen de puits peu profonds. L'outillage était simple – des pelles, des pics, des fourches... – selon l'inventaire des mineurs employés par l'abbaye de Cherlieu en 1349. Les cisterciens ont aussi pratiqué l'exploitation souterraine, comme le montre le récit d'une révolte en 1316 des ferrons du Pays d'Othe qui coupèrent les cordes des mineurs de la grange de Pontigny à Sévy pour faire obstacle aux travaux des moines. Pendant longtemps, aucune trace archéologique de telles exploitations souterraines n'avait été repérée, jusqu'à la découverte du site des « Munières » dans les bois qui surplombent l'abbaye de Fontenay, en Bourgogne, à environ 300 m au nord-ouest des bâtiments monastiques. C'est en 1980 que l'Équipe d'histoire des mines et de la métallurgie, dirigée par le professeur Paul Benoît, a repéré ce site sur lequel plusieurs campagnes de fouilles ont été menées. Les vestiges ont permis d'appréhender un des gîtes exploités par les cisterciens. Il a été possible de déterminer la nature du gisement, la composition du minerai mais aussi les conditions du travail minier, les problèmes rencontrés pour l'extraction et les solutions apportées. Le site a été découvert grâce à la toponymie et aux prospections systématiques des alentours de l'abbaye lors d'un déboisement à nu réalisé par l'Office national des forêts.

Les cartes topographiques signalent à cet endroit une dépression appelée le champ des Munières, toponyme pouvant avoir plusieurs origines dont l'altération du terme « minières ». La visite a révélé la présence d'excavations grossièrement circulaires, bouchées presque entièrement, mais encore entourées de bourrelets de déblais interprétables comme des haldes, c'est-à-dire des déchets d'extraction. Des fragments de minerai trouvés en surface ont confirmé la nature géologique du lieu. Le site se trouve sur les plateaux du jurassique moyen qui, en de nombreux endroits, ont fourni du fer à la métallurgie traditionnelle. Les travaux de dégagement des cavités ont permis de trouver quinze puits, dont une dizaine alignés dans une bande de 20 m de large sur près de 100 m de long, qui s'enfoncent dans des faciès oolithiques puis bioclastiques. Huit des puits, profonds de 3 à 5 m n'atteignent pas le gîte et sont dits « aveugles ». Leurs ouvertures présentent des formes grossièrement carrées ou en amande. Un autre puits donne accès à une excavation qui a vraisemblablement contenu du minerai, exploité jusqu'à épuisement et le puits voisin s'enfonce dans une tranchée où une fissure a conservé du minerai. La fouille de trois autres puits et la découverte d'une ouverture en pente douce ont permis d'accéder à une cavité beaucoup plus importante. Même si aucune trace de travail humain ne peut être discernée avec certitude, il s'agit assurément d'une mine. Très étroite – elle atteint rarement 1 m de large –, elle se développe sur une centaine de mètres de long. Le peu de hauteur ne permet à un homme de se tenir debout qu'en de rares endroits. La fouille du site des Munières a été l'occasion de comprendre le mode d'exploitation pratiqué à cet endroit. Les puits ont été taillés pour atteindre des cavités naturelles emplies de minerais, le gîte n'étant qu'une cavité karstique remplie d'un minerai de fer venu depuis la surface. La topographie de la mine permet de comprendre la structure de l'exploitation qui s'allonge sur une fracture. La mine se divise parfois en galeries annexes supérieures ou inférieures. Ainsi, dans le puits n° 1, une galerie s'enfonce vers le nord sur une trentaine de mètres pour atteindre une dizaine de mètres de profondeur, puis elle s'ouvre, à l'ouest, sur une fissure encore plus grande qui se développe vers le bas. La galerie sud, depuis le puits n° 1, s'étend sur environ 25 m



L'exploitation du site de Munière fournissait un minerai de fer de bonne qualité et facile à extraire, répondant ainsi aux contraintes techniques de l'époque.

puis se dédouble. De là, une branche aboutit au jour dans le puits n° 4, et une autre s'élargit vers l'ouest et plonge jusqu'à atteindre, par deux ouvertures insuffisantes pour le passage d'un homme, le puits n° 3. Celui-ci, le plus profond du site, mesure 11 m et donne accès au secteur le plus bas de la mine. Les mineurs qui ont exploité le gîte n'ont laissé que de rares traces d'outils; ceux-ci semblent avoir été des sortes de ciseaux à tranchant plat et des pointerolles communément utilisées dans les exploitations souterraines. Les mineurs, une fois le gîte atteint, ont évité de creuser dans le calcaire dur et se sont employés à vider les cavités naturelles remplies de minerai, probablement en utilisant des crochets attachés à des bâtons et des houes. Si les opérations d'abattage ne présentaient pas de grandes difficultés une fois le gîte atteint, il était par contre compliqué de circuler dans ces cavités à peine aménagées. Les ouvriers devaient souvent ramper pour progresser, tirant un sac ou un récipient chargé de minerai jusqu'à atteindre un puits. De là, minerai et stérile étaient hissés à la surface. La méthode de prospection minière peut aussi être restituée. L'affleurement, qui correspond à la tranchée dans laquelle s'ouvre le puits 15, est à l'origine de l'exploitation du gisement. Les mineurs ont ensuite cherché à atteindre d'autres gîtes souterrains par des puits creusés sur des fractures: puits en amande lorsque l'excavation est effectuée sur l'axe d'une fracture, puits carré lorsqu'il est creusé au contact de deux accidents. Le puits était abandonné si l'on voyait qu'il ne permettrait pas d'accéder aux fractures dans lesquelles le minerai s'était infiltré. Le site des Munières fut probablement exploité

sur une courte durée. On peut estimer à 250 à 300 m³ environ le contenu de la mine de Fontenay, ce qui peut correspondre à une année de travail à plein temps pour une équipe de quelques hommes. La mine de Fontenay n'a pu approvisionner des fours de réduction en minerai que brièvement et, pour alimenter régulièrement les bas fourneaux des sidérurgistes, de telles exploitations ont dû être multipliées.

Les petites exploitations du type de celle étudiée aux Munières fournissaient un minerai de bonne qualité (hématites, goethites), facile à extraire avec des moyens limités, mais peu abondant. Elles répondaient parfaitement aux contraintes de la production médiévale: les fours de réduction à capacité réduite ne pouvaient en effet ingurgiter des masses importantes de minerai. Ceux-ci devaient être de haute teneur et, surtout, faciles à réduire.

Les informations archéologiques manquent pour préciser à quelle époque le gîte des Munières a été exploité, mais il est probable que ce fut au temps de la grande époque de la sidérurgie cistercienne, c'est-à-dire entre 1150 et 1350. Les mineurs étaient alors vraisemblablement des convers du monastère ou des manouvriers du voisinage salariés par les moines.

Le minerai tiré du site des Munières était transporté à peu de distance pour être réduit dans des bas fourneaux établis dans la forêt, à proximité des meules de charbon de bois qui fournissaient le combustible nécessaire à l'opération. Ensuite, les « ferrons » portaient à l'abbaye les « loupes » de fer qui étaient travaillées à la forge pour devenir des lingots ou des objets manufacturés.

À lire

- Catherine Verma, *Les Mines et les forges des cisterciens en Champagne méridionale et en Bourgogne du Nord – XI^e-XV^e siècle*, A.E.D.E.H., Paris, 1995.
- Paul Benoît et Denis Cailleaux, *Moines et métallurgie dans la France médiévale*, études réunies, A.E.D.E.H., Paris, 1991.

tante encore lorsque les cisterciens, reconstruisant leurs bâtiments, utilisèrent la technique de la « pierre armée », qui consistait à renforcer de fer les ogives des voûtes, les arcs-boutants...

Les premiers temps du développement de l'ordre cistercien correspondent à une époque, la seconde moitié du XII^e siècle, où les formes du pouvoir connaissaient un profond changement. Jusqu'alors fondées sur la domination des hommes et la possession des terres, elles passaient désormais aussi par l'argent. La monnaie était devenue un agent économique essentiel et les moines devaient en disposer pour obtenir les biens qu'ils ne produisaient pas, acquérir de nouvelles terres ou acheter certaines installations, comme

craient. La production du métal était d'ailleurs réalisée dans des « granges sidérurgiques », annexes des abbayes, placées sous la direction d'un convers « maître de la grange ». L'activité de ces établissements n'était pas seulement industrielle, mais aussi agro-pastorale et les convers-forgerons étaient aussi bergers et laboureurs.

À la fin du Moyen Âge, dans la production du fer comme dans les autres « industries » cisterciennes, les moines furent contraints de changer de forme d'exploitation. La crise de recrutement des convers, le coût plus élevé des salaires ajoutés aux difficultés engendrées par les guerres, la dépression économique et les épidémies les obligèrent à délaissier la gestion

résidus divers, qu'il fallait frapper à chaud pour l'expurger des éléments indésirables et donner au métal la cohésion requise pour la fabrication d'objets. Pendant plusieurs millénaires, cette opération de « battage » du fer était faite à la force des bras des forgerons. Sa mécanisation, à partir du XII^e siècle, fut un progrès considérable ; permettant d'économiser la main-d'œuvre et de produire plus et plus vite.

Les martinets étaient utilisés dans certaines abbayes cisterciennes dès la seconde moitié du XII^e siècle. Clairvaux disposait probablement d'une telle machine, dès 1135, lorsque saint Bernard en était l'abbé. En Angleterre, les fouilles de l'abbaye de Bordesley ont révélé les structures en bois d'un moulin hydraulique de la fin du XII^e siècle qui actionnait un martinet. À Fontenay, à Preuilley, à Fontaine-Jean, à la Bussière et dans d'autres abbayes encore des édifices bâtis à la fin du XII^e siècle ou dans les premières décennies du siècle suivant étaient assurément destinés à abriter les machineries de « moulins à fer ».

Les cisterciens sont longtemps passés pour être les « inventeurs » du martinet. Si rien, en réalité, ne permet d'affirmer qu'ils furent à l'origine du moulin à fer, on peut affirmer qu'ils lui donnèrent un développement considérable, favorisant sa diffusion auprès des sidérurgistes voisins des abbayes qui en étaient dotées.

Les moines blancs ne se contentèrent pas d'adopter de nouveaux outils pour produire du fer, ils transformèrent aussi l'espace de travail, élevant des bâtiments spécifiquement conçus pour une production de masse. Le bâtiment industriel de Fontenay est l'un des seuls à nous être parvenu dans son état médiéval, mais il en existait de semblables dans de nombreuses autres abbayes. Conçus à la fin du XII^e siècle pour être de véritables usines à fer, ils furent transformés en greniers ou en granges lorsque la sidérurgie cistercienne déclina. ■

Le moulin à fer, ou martinet, est utilisé dans les abbayes cisterciennes dès le XII^e siècle

des moulins. Pour se procurer des deniers, les moines se firent marchands, fabriquant plus qu'il n'était nécessaire à leurs besoins pour commercialiser une part de leurs productions. Dès 1168, les moines de Clairvaux vendaient du fer. Ceux de Vaultuisant le faisaient aussi en 1188. Les sommes ainsi recueillies servaient aussi, probablement, à payer des ouvriers laïques qui travaillaient au service des moines. On possède peu d'informations à leur sujet, mais il est possible que le « maître » qui dirigeait la forge des moines à Wassy en 1236 ait été un salarié. On est assuré, par contre, que l'abbaye d'Auberive rémunérait un « serviteur » dès 1218 à Cussey. Malgré le recours à des employés salariés, les forges cisterciennes des XII^e et XIII^e siècles étaient exploitées selon le mode du « faire-valoir direct » : les religieux assuraient eux-mêmes la gestion des installations. Il n'est pas certain – et même peu probable – que les moines « de chœur » aient participé au travail, mais des convers s'y consacraient

directe et à confier leurs établissements à des fermiers. À partir du milieu du XIV^e siècle, les cisterciens ne travaillaient plus aux forges et s'ils vendaient encore du fer, c'était seulement celui que leur procuraient les loyers des forges payés en nature par les fermiers.

Les cisterciens furent parmi les premiers à « mécaniser » la production industrielle, utilisant la force motrice de l'eau pour mettre en mouvement des foulons à draps, des pilons à broyer l'écorce ou des marteaux à cingler le métal. Les « moulins à fer », aussi appelés « martinets », étaient composés d'une roue actionnant un arbre muni de cames qui soulevaient un lourd marteau. Celui-ci, libéré de la came, retombait sous l'effet de son poids et s'abat-tait sur la loupe de fer chaude placée dessous. Ce travail de martelage était nécessaire pour transformer la loupe issue du foyer de réduction en un lingot utilisable. Lorsqu'elle était extraite du bas fourneau, la loupe de fer formait une masse de métal spongieuse, mêlée de scories et de

A lire

- Paul Benoît, « L'industrie cistercienne (XII^e-première moitié du XIV^e siècle) », dans *Monachisme et technologie dans la société médiévale du Xe au XIII^e siècle*, Cluny, 1994, p. 51-108.
- Paul Benoît et Karine Berthier, « L'innovation dans l'exploitation de l'énergie hydraulique d'après le cas des monastères cisterciens de Bourgogne, Champagne et Franche-Comté », dans *L'innovation technique au Moyen Âge*, Errance, Paris, 1998, p. 58-65.
- Denis Cailleaux, « La salle du moulin à la forge de l'abbaye de Fontenay », dans *L'Hydraulique monastique*, CREAPHIS, Grâne, 1996, p. 401-411.