

I PC10-1 Notice complémentaire indiquant les modalités d'exécution des travaux

Les interventions sur les moulins sont de deux ordres :

- la restauration de la matière, essentiellement de la maçonnerie, pour sa conservation ;
- un projet de restitution du volume initial du MAV1 qui répond à la question de la protection des murs maçonnés, à la demande de retrouver un silhouette « signal » et qui accompagne d'un nouvel usage avec ses différentes composantes : fonctionnement / sécurité / accès.

Restauration et conservation des vestiges maçonnés

Le premier type d'intervention concerne la restauration des maçonneries. Comme énoncé au préalable, le projet des deux moulins sera différent :

- Le plus grand moulin présente des maçonneries plus complètes et donc en meilleur état : la majorité des parements est en place ; les problématiques se situent essentiellement sur les lacunes, les arrachés conséquences à la récupération des pierres de tailles (jambage) et la perte de protection des éléments en saillis (arases, décroché du plancher, empochements et cavités intérieures) ; la restauration va permettre de retrouver les continuités de parement, de consolider les maçonneries bientôt protéger et de retrouver une cohésion de mur afin de réceptionner la nouvelle toiture et le nouveau plancher ;
- Le petit moulin, MAV2, est mal bâti et mal fondé et cela dès ses origines. Les vestiges de ses élévations sont aujourd'hui très lacunaires, ses abords et sols ne sont pas dégagés : un projet de remontage et d'utilisation n'est pas pertinent. Il s'agit de définir un projet de consolidation et de conservation et d'intégration dans le paysage.

Une quantité non négligeable de moellons, appartenant aux moulins, sortis pendant les fouilles, se trouvent autour des édifices ; ils seront triés et réutilisés pour la restauration et le complément des maçonneries.

I Moulin à vent 1

Les interventions de conservation sur les maçonneries de MAV1 se feront en suivant les limites des découvertes archéologiques :

- le niveau d'arases sera complété pour retrouver l'altimétrie reconnue du fût (dernière pierre en place, à 624 cm du sol) ;
- les ouvertures, fenêtres et porte, seront rebâties avec la pose de linteaux en bois, des jambages et appuis en pierre de taille ; les arrières-linteaux seront en bois
- les parements intérieurs seront refaits dans la continuité de ceux existant en consolidant les fourrures au moyen de coulis ;
- les parements seront traités avec des biocides afin d'éliminer les végétaux, en plusieurs passes. Un nettoyage sera nécessaire, des essais seront réalisés afin de définir l'intervention la plus efficace sur des encrassements le plus indurés ;
- un resuivi complet des joints sera fait ; en cas de matière encore en bon état, ceux-ci seront conservés, les nouveaux viendront juste en complément.

I Moulin à vent 2

L'approche pour ce moulin est une restauration en conservation et une mise en scène de la ruine.

Le tracé complet au sol du moulin est aujourd'hui flouté, notamment sur sa moitié sud à cause végétation, les tassements et roulement de pierres. Le passage de la porte n'est pas reconnaissable aujourd'hui. Les niveaux de sols actuels, extérieurs et intérieurs, sont beaucoup plus hauts que ceux de fonctionnement du moulins (réserve archéologique, éboulement du mur, protection des arases). Ce qui rajoute de la perte de visibilité.

Le tronçon d'arase au nord a gardé son élévation, plusieurs hauteurs, avec les pathologies décrites ci-dessus.

L'objectif est donc double : consolider les maçonnerie encore en élévation, qui sont en souffrance et redonner une lecture de l'emprise du moulin.

Nous proposons des approches différenciées sur les parements : à l'extérieur, les brèches sont parfaitement délimitées et compléter le parement dans la continuité de l'existant permettra aisément de retrouver une protection des murs, sans invention. Par contre, à l'intérieur, le faciès du remplissage existant empêche une reconstruction cohérente, car trop aléatoire : il est proposé de rester sur un complément « remplissage » sans aller jusqu'au parement. A noter que la surface à remonter en parement, sur la partie haute des ruines, serait plus importante que l'existant.

Au droit des arases, nous proposons de les « redessiner » : l'idée est de simplifier le profil accidenté actuel des arases, où l'eau serait plus facilement évacuée : des gradins seront dessinés au plus près des arases existantes en réutilisant les moellons désolidarisés pour offrir des lignes nettes. Des démontages / remontages seront nécessaires vu la piètre qualité de certains tronçons. Un complément en moellons sera réalisé sur les parties sud, afin de « fermer » le périmètre du moulin, l'entrée sera ainsi marquée, sur quelques niveaux d'assises. Les moellons utilisés seront ceux du site, il n'y aura pas dans la mesure du possible, de compléments extérieurs. Les arases seront protégées avec un béton de site, avec des gros agrégats et une couleur de mortier proche des murs existants. Cette couche sacrificielle et exogène a plusieurs fonctions : protéger les maçonneries contre les entrées d'eau, mais également contre les dégradations faites par le public quand il monte sur les murs et dessiner des lignes avec un lit de mortier à la fois indentifiable et fondue avec les maçonneries existantes.

La difficulté majeure va être de définir le niveau d'intervention pour conserver un maximum de matière archéologique tout en assurant la pérennité des ruines. Un travail fin avec l'entreprise sera mené, l'objectif étant de rester dans le volume de matière existante, au sol et en élévation. Une période d'essais importante sera organisée afin de trouver les bons dosages.

Une partie du sol intérieur a été laissée en réserve archéologique : il est proposé de se positionner sur un niveau intermédiaire, en réalisant un déblais/remblais, d'une épaisseur environ de 60 cm. La partie haute de la réserve archéologique correspond à des remblais tardifs, liés au chute du mur, sur une hauteur de 1.20 m environ. Les creux seront comblés, en vérifiant bien que les poussées de terre soient équilibrées entre l'intérieur et l'extérieur des murs. Le principe d'enfouissement contrôlé reste le meilleur moyen de conserver des maçonneries sensibles. Bien que la porte soit marquée au droit des murs, la hauteur intermédiaire proposée ne permet pas un accès dans le moulin (+40 cm au-dessus du sol existant). La compréhension du moulin est totalement possible depuis l'extérieur, ce qui permettra de protéger les vestiges. Une communication devra accompagner ce parti pris conservatoire.

Intégration d'un nouvel usage dans un moulin, entre restitution et évocation

La solution étudiée est l'installation d'un aérogénérateur d'électricité dans le MAV1. L'objectif est de respecter les composantes existantes du moulin actuel, tout en intégrant une nouvelle technologie, qui permettra un nouvel usage, en totale autonomie. La cible assumée par les différents partenaires n'est pas de rechercher un rendement maximum, mais bien d'adapter une nouvelle technologie à un monument historique avec un maximum d'intégration.

Nous proposons le projet suivant :

- l'enveloppe extérieure, la silhouette traditionnelle sont respectées et esthétiquement, il s'agit bien d'une restitution, dans la limite des connaissances archéologiques. Tout ce qui concerne le fût est connu, et ces dispositions seront strictement conservées. Le niveau d'arase est conservé.

Pour la toiture, nous avons travaillé par analogie, en nous rapprochant des modèles drômois (Pierrelate ou Donzère), avec une pente autour de 60°, pour limiter la prise au vent de la couverture qui sera réalisée en longue planches de mélèze, bois local, protégées par des couvres joints. L'égout sera débordant pour une meilleure gestion d'évacuation des eaux pluviales. Une tôle perforée intégrée sous l'égout empêchera les volatiles de rentrer. La charpente sera réalisée en bois, son dimensionnement découlant de la forme extérieure, le chêne sera privilégié pour sa pérennité. L'épis sera dessiné en cuivre, posé au-dessus d'une jupe en plomb permettant la protection de la toiture. La question du paratonnerre est posée, car les équipements électroniques doivent être protégés. Le système à poser doit répondre à la contrainte forte d'une toiture mobile.

- Les ailes seront composées de vergues (structure principale des ailes), fixées à la tête de l'arbre moteur. Les vergues portent des verrons articulés, qui portent eux-mêmes les lames.

Les verrons sont actionnés par une tringle, permettant le déploiement ou la fermeture des lames. Les planches en bois seront protégées par un traitement au sel de bore.

Le dimensionnement des ailes est directement lié à la production d'électricité. La solution présentée ici prend en compte :

- La hauteur d'arase dite archéologique ;
- La sécurité de personnes : le site autour du moulin sera libre d'accès et le moulin fonctionnera sans surveillance. Malgré la mise en place d'une signalisation adaptée et du marquage d'un périmètre de sécurité autour du moulin. Nous avons travaillé avec un intervalle de hauteurs libres sous ailes comprises entre 290 cm (ailes complètement déployées) et 220 cm (ailes complètement repliées) ; à savoir que quand les ailes tourneront, elles évolueront autour d'une hauteur libre de 240 cm (2/3 environ), car le mécanisme ne permet pas un déploiement total, et quand les ailes sont repliées, elles ne sont plus mobiles. Une dizaine de secondes permet le passage de la position dépliées à fermées.

Il n'est pas imaginé que le moulin MAV1 soit laissé ouvert au public, il sera organisé des ouvertures sur demande ou lors d'occasions particulières, sous la responsabilité de la mairie. Les aménagements suivants accompagneront ce projet :

- il est proposé de remettre en place les morceaux de dallages qui ont été retrouvés lors des fouilles archéologiques. La surface sera complétée avec une grave stabilisé à la chaux pour éviter de créer des sols étanches. Le niveau d'usage repéré lors des fouilles ne sera pas restitué, pour éviter la marche et simplifier l'entrée dans le moulin.
- le plancher et l'escalier seront recréés en bois. Ils seront portés par une poutre principale et une poutre secondaires, en réutilisant les empochements des anciennes poutres des meules. La première marche de l'escalier sera créée en pierre de taille, sur laquelle les limons de l'escalier s'appuieront.
- les ouvertures seront fermées pour des questions de contrôle d'accessibilités et également pour éviter les entrées d'eau. Il s'agira d'installer des menuiseries en chêne.

La question du traitement de la brèche est sensible : celle-ci fait partie de l'histoire récente du bâtiment, elle ne doit pas être gommée mais nous ne pouvons pas la laisser ouverte pour les raisons édictées ci-dessus. Nous proposons donc de fermer la brèche en retrait des deux nus des parements, intérieur et extérieur, une maçonnerie de 50 centimètres, sur laquelle sera réalisé un enduit rustique : le contraste des finitions, enduit et parement rejointoyé, permettra de comprendre cette volonté de marquer un vestige.

Le cahier des charges du système d'aérogénération est le suivant. La production d'électricité sera assurée au moyen du Procédé MMM dont le prototype « Moulin de la Fée » a déjà été reproduit au Grand moulin des Places à Saint-Mars-du-Désert (44).

- Respecter la forme et l'esthétique d'un moulin à vent d'aspect traditionnel.
- Orientation de la coiffe par information station météo.
- Ailes, ensemble rotor de 13 ml de diamètre, système sur base « Berton-Mortier »
Largeur de 8 planches, fixation par 4 verrons, articulation sur 4 demi-vergues axiales sécuritaires.
- Concept spécifique permettant l'automatisation totale :
Mécanique et système de régulation en conséquence, avec multiplicateurs par courroies/engrenages et sécurité mécanique.
- Châssis support avec arbre à « double roulement » et inclinaison adaptée.
- Centrale hydraulique et auxiliaires pour commande automatique des ailes.
- Programmation informatique automate avec régulation adéquate (Grafcets spécifiques pour concept mécanique).
- Sauvegarde ultime en autonomie intégrale.
- Bloc injection réseau synchrone.
- Coffret d'adaptation et de sécurité ultime.
- Quatre équerres de retenue de la coiffe (chemin de roulement spécifique).
- Application du contrat d'entretien à réaliser sous la responsabilité du maître d'ouvrage.
- Contrat de maintenance annuel à assurer par les entreprises.
- Apposition d'une plaque « Procédé MMM » sur machinerie et protection visuelle du système régulation (gravé).

Le procédé « MMM » est déposé à l'Institut National de la Propriété Industrielle (INPI) sous les numéros 097720, 239626 et 406888 à 406892. Il demeure la propriété du concepteur ou de ses ayants droit. Les documents, plans, schémas et informations ne peuvent pas être utilisés sans l'accord écrit de celui-ci ou de ceux-ci.

A chaque remise accordée de documents, chaque entreprise concernée contracte un dossier confidentiel utilisé ponctuellement pour une réalisation ou une maintenance déterminée et sans divulgations extérieures.

Aménagement extérieur

Le site est actuellement tapi d'un couvert végétal raz, adapté au climat. Des murgers ou des tas d'effondrement des murs du moulins (MAV2) ponctuent le site, proches des moulins.

Il nous semble qu'il ne faut pas perturber l'équilibre paysager existant car :

- Le site est destiné à être laissé libre, avec un minimum d'entretien ;
- Les dispositions actuelles sont adaptées aux besoins, à savoir un accès facilité et lisible et des zones libres et ouvertes au sud pour des événements ponctuels ;

Les besoins d'intervention se situent :

- Le marquage de la zone de sécurité autour de MAV01 ;
- Faire comprendre naturellement que le MAV2 n'est pas un promontoire mais un objet qu'il faut respecter ;
- Implanter une signalétique explicative.

Un talus (environ + 80 cm) délimite le MAV1 sur près de sa moitié et cela correspond presque à la zone de course des ailes. Nous proposons donc de reculer la mise à distance actuelle sur la crête du talus. Nous proposons de rester sur le même type de marquage, poteaux bois battus dans le sol reliés par une corde en chanvre.

Un des carrés de fouille est encore visible au sud du moulin MAV2 ; le sol est composé d'une « fausse calade », décomposition naturelle de plaque de calcaire. Cette zone a l'avantage d'être plane, avec un sol stabilisé, d'être positionnée avec une vue possible sur les deux moulins et d'être dans le prolongement du chemin d'accès.

Cet emplacement est idéal pour installer une table signalétique, il servira d'appel pour le visiteur, qui sera canalisé vers ce lieu plutôt que sur le moulin MAV2. Comme déjà évoqué, les abords immédiats du MAV2 seront retravaillés pour aider à faire émerger les arases, sans toutefois faciliter l'accès.

Il est nécessaire d'installer un coffret de branchement électrique, en limite de parcelle. L'alimentation de ce coffret correspond à l'alimentation électrique et est donc à gérer directement entre le maître d'ouvrage et le concessionnaire. La mairie souhaite l'installer derrière le panneau signalétique existant, à l'ouest du site. L'arrivée des réseaux se fera en tranchée, à 40 cm de profondeur environ et pour limiter les longueurs de celles-ci, un percement sera réalisé en souterrain pour faire rentrer les réseaux dans le moulin. Des regards sont prévus.

