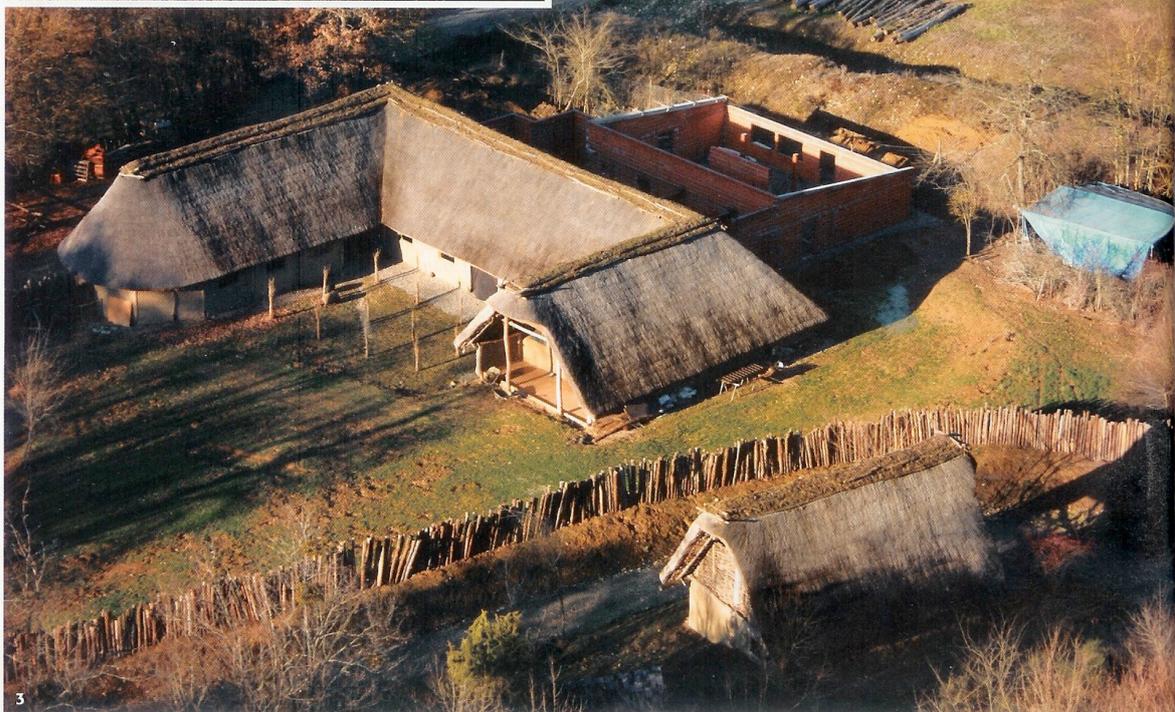


Renaissance de techniques

Réactualiser des techniques constructives de 2 000 ans d'âge, montrer qu'elles sont encore valides et peuvent apporter des réponses en terme d'HQE, tels étaient les impératifs de ce chantier d'exception.



constructives gauloises



Sur la rive droite de la Garonne, entre Toulouse et les premiers contreforts des Pyrénées, à flanc de coteau, s'élève le village gaulois de Saint-Julien (Haute-Garonne). Expérience unique en Europe par son ampleur, cet « archéosite » abrite, sur 9 hectares, une reconstitution de l'habitat gaulois du deuxième âge du fer (- 500 av. JC à 52 av. JC). La quinzaine de bâtiments (sur dix-huit prévus) est protégée d'un côté par le fleuve, de l'autre par une falaise et, lorsqu'il n'existe aucune protection naturelle, par un rempart en pieux doté d'une porte fortifiée pour l'accès principal. L'habitat est regroupé le long d'un cheminement et

forme un véritable village avec toutes les activités de l'époque. Chaque ouvrage a été construit en tenant compte des données archéologiques les plus récentes et les bâtiments reposent sur des modes constructifs s'approchant au mieux des hypothèses des historiens : matériaux, emplacements, proportions... Un travail impressionnant qui a exigé deux ans de recherches, sachant que les témoignages laissés ne sont guère significatifs : il se résument le plus souvent à des trous de poteaux et à des traces d'implantation au sol.

Concilier tradition et normes ERP

En autoconstruction depuis une dizaine d'années, le site est ouvert au public depuis l'été 2004. Jean-Luc Blanchard et Patrick Wiroth, créateurs du projet, sont regroupés au sein de l'association Archéosite gaulois de Saint-Julien. Dès le début, ils perçoivent la problématique du bâtiment d'accueil (1) qui doit à la fois correspondre au thème du lieu et aux normes régissant les ERP de 5^e catégorie en termes de sécurité incendie, d'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite, d'ouvertures, de rejets de fluides, des normes sanitaires cuisines... L'enjeu du projet ►►

1. LES PIEUX EN ACACIA sont ancrés dans le sol à des profondeurs variant de 1 à 3 m. Ils reprennent tous les efforts latéraux dus aux descentes de charges de la toiture et contreventent toute la structure.

2. LE PAVILLON DU GARDIEN a été construit selon les mêmes critères que les habitations gauloises du site. Habillé à l'intérieur d'un doublage bois sur une structure rapportée dans laquelle passent les fluides, les matériaux utilisés l'isolent naturellement. Seul écart à la tradition, des ouvertures plus importantes.

3. VUE AÉRIENNE du site (Dots. DR.)

L'AVIS DE L'EXPERT

« L'Archéosite possède une identité remarquable, un rôle économique et culturel, en permettant un développement urbain et social durable »

DIDIER HILAR,
architecte dplg

« La conception des lotissements actuels souffre du manque de fondement de nos villes : la rue, la place, le bâtiment public, les lieux d'activités... Elle ne tient plus compte de l'optimisation des surfaces de parcelles, sans identification de lieux d'échanges ou de rencontres, sans intégration d'espaces liés à une activité publique. L'Archéosite gaulois offre une réponse à cette constitution urbaine en milieu rural. Elle propose notamment : la requalification

d'un territoire (le support historique et économique) par l'accueil d'activités (les « maisons » de métiers et le bâtiment d'accueil), le développement d'activités internes et leur rapport d'échange avec la commune et le département (synergie économie/culture). Ce n'est pas une création ex nihilo : elle résulte d'un ensemble de faits urbains, historiques et porte les éléments qui font la permanence de la Ville. À l'heure où les territoires urbains s'étendent, le paysage rural subit une altération évidente tant par l'implantation des surfaces loties que par l'absence de références culturelles

des habitations projetées. L'Archéosite possède une identité remarquable, un rôle économique et culturel tout en permettant une évolution, voire un développement urbain et social durable. Ne s'agit-il pas aujourd'hui de concevoir le lotissement comme un hameau ouvert, un lieu d'échanges (le centre d'un cercle qui s'auto-développe tout en se liant avec sa périphérie) plutôt que de consommer un espace disponible où le premier réflexe de l'habitant est d'implanter sa clôture pour délimiter son espace privé et ainsi se détacher du lien social? »

14 cibles pour maîtriser l'impact du bâtiment de l'accueil (ERP) sur l'environnement (*)

CIBLES ET SOUS-CIBLES	OBJECTIFS DU CHANTIER EN FONCTION DE LA CIBLE
Cibles d'écoconstruction	
Cible 1 : relations harmonieuses des bâtiments avec leur environnement immédiat	
Utilisation des opportunités offertes par le voisinage et le site.	Homogénéité de l'ensemble accueil et groupement d'habitations et intégration au site.
Gestion des avantages et désavantages de la parcelle.	Contraintes plus fortes qu'une simple gestion : le projet s'insère dans la parcelle par un jeu d'adaptations mutuelles (relief, condition climatique, circulation en place, végétation, talus...).
Organisation de la parcelle pour créer un cadre de vie agréable.	Le projet utilise le relief naturel pour s'ouvrir sur le paysage : vue sur la Garonne, soleil couchant sur la terrasse. La végétation crée un équilibre avec le bâti à échelle humaine. Le plan d'eau vient parfaire l'équilibre de l'ensemble avec les éléments fondamentaux de la nature : terre, air, végétal et feu.
Réduction des risques de nuisances entre le bâtiment, son voisinage et son site.	Emplacement éloigné du parking isolant le village des nuisances automobiles. Protection et dissimulation par la végétation naturelle. Mise en retrait de la cuisine collective, seul élément du projet susceptible de générer des nuisances.
Cible 2 : choix intégré des produits, systèmes et procédés de construction	
Adaptabilité et durabilité des bâtiments.	Pérennité de matériaux utilisés depuis la nuit des temps et dont les enjeux actuels proposent une utilisation future de plus en plus pertinente.
Choix des procédés de construction.	D'après recherches historiques sur les procédés de construction du 2 ^e âge du fer.
Choix des produits de construction.	Matériaux de construction de la structure et de l'enveloppe exclusivement à l'état brut et naturel trouvés sur place : bois, terre et paille.
Cible 3 : chantiers à faibles nuisances	
Gestion différenciée des déchets de chantier. Réduction des bruits de chantier, des pollutions de la parcelle et du voisinage. Maîtrise des autres nuisances de chantier.	Matériaux trouvés sur le site, travail manuel très peu mécanisé, absence quasi totale de déchets, simplicité de la gestion des approvisionnements et simplicité de stockage. Recyclage des déchets de construction effectués sur place, notamment les déchets de bois pour le flambage des pieux.
Cibles d'écogestion	
Cible 4 : gestion de l'énergie	
Renforcement de la réduction de la demande et des besoins énergétiques.	Addition des matériaux choisis avec mode de chauffage adapté : poêle de masse ou chauffage par le sol associés à l'inertie des murs en terre et de l'isolation du toit de chaume.
Renforcement du recours aux énergies satisfaisantes au niveau environnemental.	Bois pour le chauffage et appoint solaire pour électricité et chauffage de l'eau. Possibilité de mettre en place la géothermie.
Renforcement de l'efficacité des équipements énergétiques.	—
Utilisation de générateurs propres lorsqu'on a recours à des générateurs à combustion.	—
Cible 5 : gestion de l'eau	
Gestion de l'eau potable.	L'eau potable du réseau collectif n'est utilisée que pour la boisson et les nécessités de l'espace de restauration.
Recours à des eaux non-potables.	Pompage des eaux de la Garonne pour les bornes incendie. Récupération des eaux de pluie pour utilisation sanitaire (toilettes) et eaux de lavage du restaurant dans le strict respect des règlements sanitaires.
Assurance de l'assainissement des eaux usées.	Système d'assainissement autonome adapté à l'utilisation.
Aide à la gestion des eaux pluviales.	Création d'un plan d'eau pour récupérer les eaux de pluie issues du drainage des bâtiments alentour. Gestion des EP sur l'ensemble du site cheminement absorbant, bassins d'orage, mare de rétention, noues...
Cible 6 : gestion des déchets d'activités	
Conception des dépôts de déchets d'activités adaptée aux modes de collecte actuels et futurs probables.	Suivant norme ERP catégorie 5 : poubelle réfrigérée à l'intérieur et poubelle extérieure avec tri sélectif.
Gestion différenciée des déchets d'activités adaptée au mode de collecte actuel.	Respect du tri sélectif organisé par la commune, notamment les déchets recyclables. Les déchets issus du pôle d'accueil et restauration sont triés de manière plus stricte : matières organiques stockées en réfrigérateur.
Cible 7 : gestion de l'entretien et de la maintenance	
Optimisation des besoins de maintenance.	Accès zone technique et approvisionnement alimentaire à proximité de l'entrée.
Mise en place de procédés efficaces de gestion technique et de maintenance.	Création d'une zone fluide de cheminement technique (pompiers, maintenance...) et d'approvisionnement alimentaire.
Maîtrise des effets environnementaux des procédés de maintenance.	Dissimulation et protection des poubelles. Sol des circulations maintenance traité comme cheminement du village.
Cibles de confort	
Cible 8 : confort hygrométrique	
Permanence des conditions de confort hygrothermiques.	Maintenue par les propriétés de la terre des murs et par une ventilation adaptée.
Homogénéité des ambiances hygrothermiques.	Obtenue par les propriétés intrinsèques des matériaux de construction.
Zonage hygrothermique.	Séparation cuisine et salle de restauration par un mur en terre.
Cible 9 : confort acoustique	
Correction acoustique.	Obtenue par les qualités intrinsèques des matériaux : le sol massif du restaurant empêche la résonance au plafond, la chaume capture le bruit et assure une ambiance sonore douce.
Isolation acoustique.	Les matériaux utilisés sont à la fois absorbants et isolants en raison de leur massivité et de leur inertie.
Affaiblissement des bruits d'impact et d'équipements.	Un mur en terre sépare la cuisine de la salle du restaurant. La toiture chaume ne transmet pas les bruits d'ambiance par voisinage d'un volume à l'autre.
Zonage acoustique.	Cloisonnement de la zone bruyante (cuisine) réalisé par un mur plein.

Cible 10 : confort visuel :	
Relation visuelle satisfaisante avec l'extérieur.	Typologie très marquée par les toitures très recouvrantes. Le confort visuel de l'espace restaurant, la salle et la terrasse, est généré par la relation duale de l'espace ouvert à l'espace clos.
Éclairage naturel optimal en termes de confort et de dépenses énergétiques.	Optimisé par l'orientation des ouvertures de l'édifice.
Éclairage artificiel satisfaisant en appoint de l'éclairage naturel.	Systématisation des ampoules basse consommation.
Cible 11 : confort olfactif :	
Réduction des sources d'odeurs désagréables.	Stockage des déchets organiques dans poubelles réfrigérées. Compostage des déchets végétaux à distance correcte des cheminements des visiteurs et du personnel.
Ventilation permettant l'évacuation des odeurs désagréables.	Ventilation réalisée par un réseau de gaines sous le toit de la cuisine pour l'évacuation de l'air vicié de la cuisine et du restaurant. Le conduit d'évacuation est situé sous les vents dominants.
Cibles de santé	
Cible 12 : conditions sanitaires	
Création des caractéristiques non-aériennes des ambiances intérieures satisfaisantes.	Surfaces de travail résistantes et facilement nettoyables en accord avec les exigences ERP catégorie 5.
Création des conditions d'hygiène.	Marche en avant dans la cuisine, cheminement différent du sale et du propre en accord avec les exigences ERP catégorie 5
Facilitation du nettoyage et de l'évacuation des déchets d'activités.	Tri des déchets, poubelles réfrigérées.
Facilitations des soins de santé.	Pièce de repos dans le local du personnel avec une « boîte » à pharmacie.
Création de commodités pour les personnes à mobilité réduite.	Les aménagements nécessaires aux personnes à mobilité réduite sont prévus : rampe d'accès et rayon de giration dans les toilettes et espaces communs...
Cible 13 : qualité de l'air	
Gestion des risques de pollution par les produits de construction.	La quasi-totalité des matériaux utilisés pour la construction sont bruts et naturels, c'est-à-dire non-transformés. Le risque de pollution dû à leurs émanations ou à leur combustion est minime voire nul. Le traitement du bois ne contient ni arsenic ni bore. En ce qui concerne la cuisine, ce sont les normes de sécurité incendie relatives aux ERP de catégorie 5 qui s'appliquent, notamment pour la pollution de l'air due à la combustion des matériaux.
Gestion des risques de pollution par les équipements.	Système d'aération par hotte adaptée à l'activité prévue.
Gestion des risques de pollution par l'entretien ou l'amélioration.	Facilité d'accès aux gaines d'évacuation des fluides de la cuisine pour un entretien régulier.
Gestion des risques de pollution par le radon.	Ventilation naturelle.
Gestion des risques par l'air neuf pollué.	Associé à une ventilation. Le nombre des ouvertures est supérieur à celui qu'exige la sécurité incendie. Une aération rapide par l'ensemble des ouvertures limite les risques.
Ventilation pour la qualité de l'air.	L'accent est mis sur la ventilation naturelle qu'autorise la forme de pente des chaumières. Elle est complétée par une VMC d'appoint.
Cible 14 : qualité de l'eau	
Protection du réseau de distribution collective d'eau potable.	—
Maintien de la qualité de l'eau potable dans les bâtiments.	Filtration
Amélioration éventuelle de la qualité de l'eau potable.	—
Traitement éventuel des eaux non-potables utilisées.	—
Gestion des risques liés aux réseaux d'eaux non-potables.	—

(*) Source : « L'expérience gauloise à l'ordre du jour », travail de fin d'études de Raphaël Beigbeder, stagiaire aux ateliers de Mondaut, sous la direction de Didier Hilar.



1. LA PANNE FAÏTIÈRE, de la taille d'un chevron, est « flottante » et repose sur le chevronnage.

2. LES CHEVRONS DE LA CHARPENTE sont chevillés aux pannes sablières intermédiaires, elles-mêmes chevillées à la partie supérieure des poteaux. Les remplissages en torchis assurent l'étanchéité. (Docs. Didier Hilar.)



» est donc de conserver une organisation et un bâti gaulois tout en répondant aux critères du XXI^e siècle. Pour Didier Hilar, architecte de l'Archéosite : « La construction gauloise entre, par définition, dans le cadre d'une démarche HQE. Il s'agit de montrer à quel point ces bâtiments sont dans l'actualité et peuvent être sources d'inspiration puisqu'ils répondent sans faillir aux quatorze cibles de la démarche HQE ». Et

ce grâce à l'utilisation de trois matériaux trouvés sur place, à savoir le bois, la terre et la paille (voir encadré). La cible 3 de la démarche qui concerne la nuisance de chantier est un exemple significatif : le projet fait référence puisqu'il n'y a aucun transport de matériel et matériaux. Ces derniers sont trouvés sur le site, d'où une simplicité d'approvisionnement et de stockage. En outre, le travail est très peu mécanisé et les déchets quasi-

ment inexistant dans la mesure où tout est utilisé et qu'il n'y a aucun emballage. Après plusieurs ébauches, le bâtiment de l'accueil, d'une superficie totale de 380 m², se compose de trois bâtiments d'une largeur de 7,4 m et en forme de U, enserrant la terrasse du restaurant. L'orientation et la proportion du bâtiment ont été choisies en fonction des solstices d'été et d'hiver de telle sorte que la terrasse offre un ensoleillement »

Sur les chantiers

►► maximal toute l'année (exposition sud-ouest).

La cuisine sera construite à l'arrière, hors de la vue des visiteurs, dans un bâtiment à part, sur un mode constructif actuel répondant à la démarche HQE. Le projet initial la prévoyait à l'intérieur du bâtiment gaulois. Si, sur le plan technique, le projet était envisageable, il n'a pu franchir l'étape économique.

Structure poteaux-poutres en acacia

Cela dit, l'ensemble de l'ERP (sécurité incendie comprise) rentre parfaitement dans le cadre de la réglementation. Le bâtiment est donc quasiment réalisé à l'identique des constructions du village, selon les critères du 2^e âge du fer. C'est-à-dire une structure bois-poteaux-poutres en acacia, couplée à un système de murs avec poteaux porteurs, clayonnage, torchis, finition enduit terre et une charpente recouverte de chaume.

Vu sa superficie, l'accueil bénéficie d'une structure à trois nefs. Cette dernière correspond davantage à un bâtiment de cette dimension (voir encadré), à l'instar des grands ouvrages celtiques dans lesquels étaient traitées les récoltes.

La construction a débuté par une stabilisation du terrain et par un drainage périphérique. Les eaux sont évacuées par un réseau souterrain vers un plan d'eau, dont le trop-plein se déverse en contrebas, dans la Garonne.

Passée cette étape, la structure porteuse est mise en place. Après abattage dans la forêt voisine, les acacias sont ébranchés et écorcés. Une opération indispensable pour éviter le développement des moisissures et de la vermine à l'interface écorce/aubier. Les pieux obtenus - 35 à 40 cm de circonférence pour les plus gros et 8 m de hauteur maximale - sont ancrés dans le sol sur une profondeur d'environ 2 m. Les trous sont réalisés mécaniquement, par fonçage. Avant leur mise en place, la base des pieux est brûlée afin de les rendre imputrescibles. Cette opération de flambage, qui nécessite un quart d'heure par pieu, est effectuée avec les écorces récupérées. Toute la partie enterrée, ainsi que



AU SOL, DES DALLES BÉTON coulées sur hérisson remplacent la terre battue que les Gaulois utilisaient.
(Doc. Didier Hilar.)

50 cm hors sol, est concernée. Les pieux en place, la terre est damée autour, de manière à éviter tout tassement ultérieur. Une technique extrêmement efficace puisque c'est la seule partie des ouvrages gaulois qui a été préservée jusqu'à nos jours.

La même opération est répétée sur toute la périphérie du bâtiment pour la mise en place des murs porteurs avec des pieux d'une circonférence de 20 à 25 cm sur une hauteur hors sol de 2,50 m. Sur ces derniers, disposés tous les 2,50 m, prennent place les sablières basses en rondins de même nature. Véritable chaînage, elles recevront à terme les chevrons de la couverture qui y trouveront appui. Elles sont assemblées aux poteaux par tenons et mortaises.

L'étape suivante consiste à monter la charpente. Les entrails sont chevillés en partie haute des pieux et reçoivent les pannes sablières intermédiaires. Les assemblages sont réalisés à l'aide d'une cheville métallique comportant un rond à béton de 10 mm : l'une des rares entorses au mode constructif gaulois. À noter qu'au deuxième âge du fer, les principaux assemblages bois étaient connus : tenon et queue d'aronde. Ils ont été utilisés pour les autres constructions du site, mais dans ce cas, une cheville métallique a permis de raccourcir les délais.

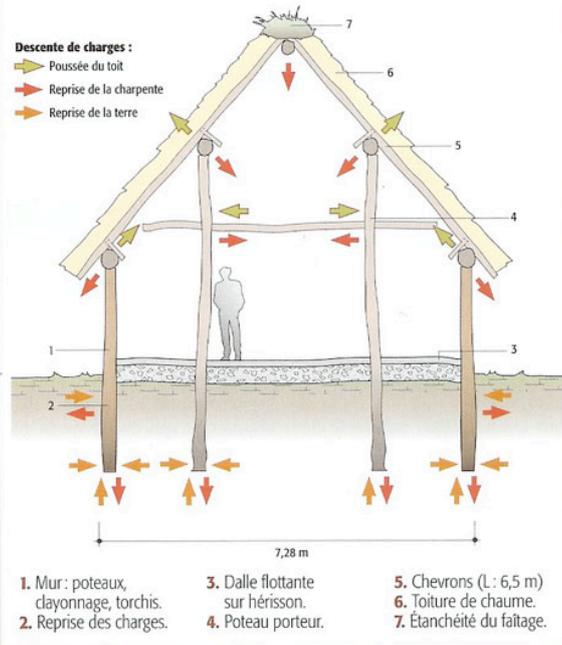
Charpente à faitière « flottante »

Les constructions gauloises ou celtiques, véritables maisons à ossature bois, sont constituées de une, deux ou trois nefs. Dans d'autres modes constructifs, la toiture repose sur la structure extérieure.

Compte tenu de sa superficie, le bâtiment de l'accueil du village présente une structure à trois nefs, mieux adaptée à de larges espaces intérieurs. La charpente repose sur deux alignements de poteaux intérieurs espacés de 3,50 m, auxquels sont assemblés des entrails, le tout reprenant une grande partie des charges de la charpente. Les pannes sablières intermédiaires chevillées à la partie supérieure des poteaux reprennent les charges de la charpente. Ainsi, la panne

faitière, de la taille d'un chevron, est « flottante » dans la mesure où elle ne reprend qu'un minimum de poussée. Globalement, les pieux confèrent à la structure toute sa stabilité en reprenant tous les efforts latéraux dus aux descentes de charge de la toiture et la contreventement. Le reste n'est que « remplissage ».

Dans ces constructions, les proportions du bâtiment dépendent en grande partie de la longueur des arbres trouvés sur place et particulièrement de la longueur des chevrons de la couverture. Ici, la longueur maximale de 6,5 m pour les chevrons impose un module de largeur du bâtiment de 7,20 m, avec une pente de couverture à 150%.



Enveloppe : des céréales cultivées sur place

Le chevronnage, constitué de rondins en châtaignier de petites sections (maxi 20 cm), d'un écartement maximum de 56 cm à la base, prend appui sur les sablières hautes et basses. Les chevrons sont maintenus en bas par une cheville bois en appui sur la sablière basse et cloués sur la panne sablière intermédiaire. Dans la partie haute, ils sont assemblés avec la faitière. Cette dernière, de petite section, est libre.

Le liteauage en châtaignier, lié sur les chevrons, reçoit la



MATÉRIAU PRINCIPAL DE LA CONSTRUCTION, le bois est à la fois un élément de structure, de fondation, de charpente et de couverture. Ce sont ces qualités intrinsèques (flexion, compression, tension et résistance aux agressions climatiques) qui permettent une telle profusion. Toutes les parties sont utilisées, du cœur à l'écorce.
(Docs. Didier Hilar.)

À la recherche de partenaires

Entièrement financé par des fonds privés, des dons et les collectivités locales, l'Archéosite de Saint-Julien est à la recherche de partenaires industriels du bâtiment pour mener à bien la fin du projet. Tout particulièrement le challenge de la construction de la cuisine collective. Contact : Jean-Luc Blanchard, Mairie, 41220 Saint-Julien. Tél : 05 61 87 16 38, fax : 05 61 97 41 94, archeositegaulois@tiscal.fr.

couverture chaume. Cette dernière provient de céréales (seigle) cultivées sur place. Toutes les étapes nécessaires à la conception des boudins de paille ont été réalisées sur site : égrainage, passage du peigne... Un travail rigoureux, de longue haleine, qui doit permettre la conception de gerbes (javelles) de 1,30 à 1,80 m de longueur. Elles sont mises en place en commençant par le bas et les rives, puis progressivement jusqu'au faitage en les superposant avec un pureau représentant environ 1/5^e de leur longueur. Elles sont fixées aux liteaux à l'aide d'un fil de fer – à l'époque, le lien était végétal – et l'ensemble est resserré avec un battoir ou un rateau de telle sorte qu'aucune paille ne dépasse pas de plus de 3 cm de la gerbe.

Au faitage, l'étanchéité est obtenue par la mise en œuvre d'une couche de terre stabilisée. Laquelle est maintenue par des rondins de châtaignier fixés à l'image d'une paire de ciseaux de part et d'autre du faitage. La terre en place est ensuite stabi-

lisée par des végétaux (sédums). Encore utilisées de nos jours, ces techniques de couverture assurent une étanchéité parfaite, tout en procurant isolation et confort, été comme hiver, sans ajouts supplémentaires.

Placés dans l'alignement des poteaux de structure, les parois sont constituées d'un clayonnage de branches de noisetier formant l'armature sur laquelle est mis en place le torchis. Ce dernier est constitué de terre et de paille trouvées sur place. Mélangé dans un grand pétrin de boulanger recyclé pour l'occasion, il est mis en œuvre à la main par projection. Après le torchis, un enduit à base de terre et de sable est appliqué, à l'intérieur comme à l'extérieur. Comme il existe toujours un phénomène de retrait, les finitions ne seront réalisées que l'année suivante. Les ouvertures sont conçues le plus simplement du monde, avec linteau et tableau. À l'arrière du bâtiment, leurs dimensions (3 m) autorisent l'accès à la cuisine par un sas.

Au sol, la terre battue n'est pas

envisageable, comme dans les autres constructions du site, car incompatible avec l'accessibilité des handicapés. Les concepteurs ont donc opté pour une dalle béton coulée sur un hérisson, de 15 à 20 cm et teinte dans la masse, la seconde entorse au mode constructif gaulois. Sa teinte terre verte est en harmonie avec l'environnement.

L'ensemble de la construction répond à tous les critères de confort thermique, sans isolation rapportée. La climatisation s'avère superflue, la conception du bâtiment avec sa couverture basse empêche, en effet, le soleil de frapper directement les parois.

St. M. ■

1. Ce bâtiment regroupera à terme une salle de restauration de 150 places, une cuisine collective, des sanitaires, une boutique de souvenir et un espace culturel.

Les intervenants

- **Maître d'ouvrage :** Association ArchéoSite gaulois de Saint-Julien (31).
- **Maître d'œuvre :** Didier Hilar, architecte dplg conseiller HQE (31).