

da

PARCOURS
JEAN-FRANÇOIS MADEC

RÉALISATIONS
COMBAS
PHILIPPE MADEC & ASSOCIÉS
PROJECTILES

TECHNIQUES
LA SALLE DE BAINS,
UN NOUVEAU SANCTUAIRE
DURABLE ?

DOSSIER /
UN AUTRE CONFORT
THERMIQUE
EST-IL
POSSIBLE ?





Page de gauche, en haut : le mur de pisé émerge des vignes du Domaine Brown Cantenac.
En bas : la charpente en bois massif du chai central, initialement prévue en BTC.

Ci-contre : plan-masse avant et après transformation du complexe hôtelier.



À gauche : plan-masse en 2020
Hors travaux : A
Démolitions : D
Réhabilitations : R

À droite : plan-masse en 2024
Réhabilitations : 1 à 4
1. Cuvier aile sud et locaux personnels et techniques en R+1
2. Cuvier et chai aile nord et bureaux en R+1
3. Chai chalet et salle de dégustation en R+1
4. Passage couvert

Extensions : 5 à 9
5. Halle technique
6. Halle vendange
7. Chai sud-est
8. Cuvier central
9. Chai central

Cuvier, chai, halle de vendange du Château Cantenac Brown, Gironde

Architectes : Atelier Philippe Madec & Associés

Photographies : Luc Boegly

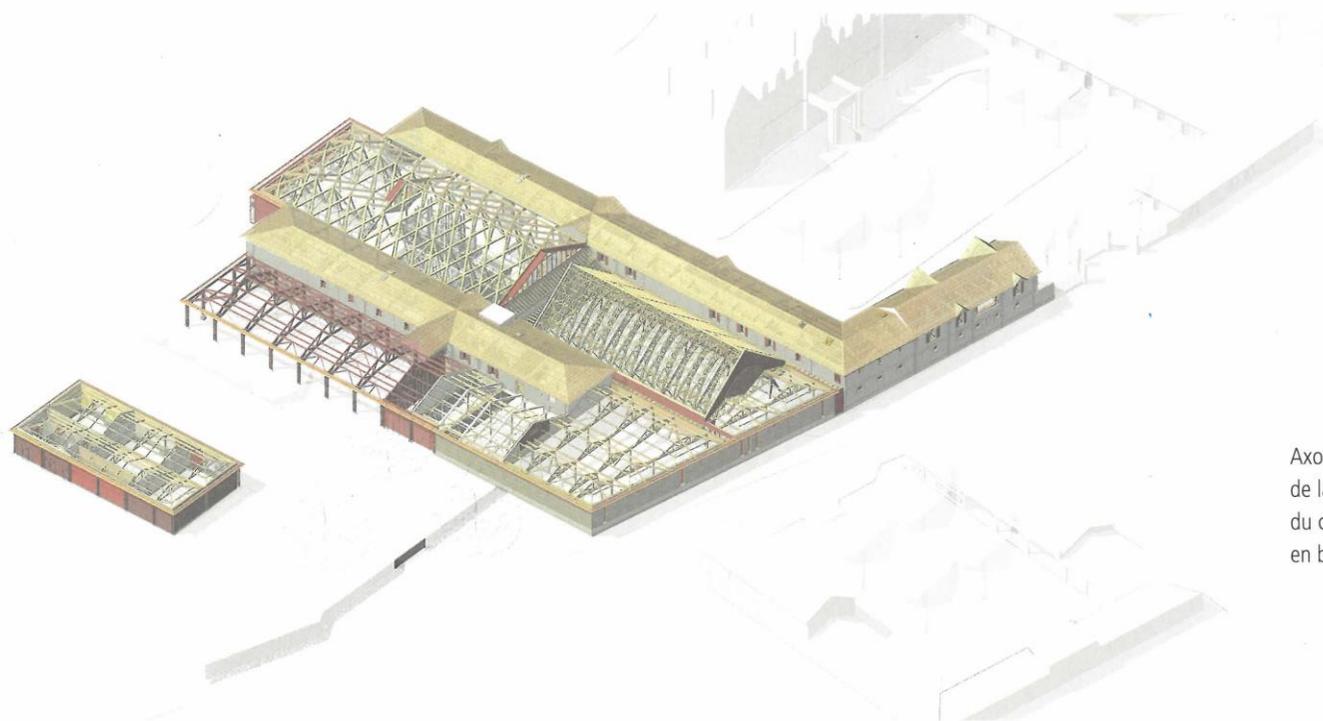
La commande passée à Philippe Madec pour la restructuration complète du chai d'un grand cru du Médoc a donné l'opportunité d'appliquer au projet les nombreuses vertus environnementales dont se réclame l'architecte de la Frugalité heureuse. Si les moyens et les exigences hors normes de la commande sont très loin de la frugalité, ils ont offert une rare opportunité d'expérimenter des processus qui ont pu évoluer radicalement au gré des études, aboutissant à une stratégie d'hybridation qui apparaît comme la véritable vertu de cette prestigieuse réalisation. Nous avons demandé à Jean-Marc Weill, l'ingénieur structure de ce projet, de nous raconter l'aventure de ce long processus de conception et, en introduction, à Philippe Madec de préciser les intentions qui ont fondé son travail. EC

« L'architecture du nouveau chai du Château Cantenac Brown installe une série d'actions viticoles : les vendanges, la fabrication du vin, sa maturation et sa dégustation. Ces temporalités sont accueillies dans des spatialités fonctionnelles et poétiques, des atmosphères, des ambiances qui facilitent le travail des femmes, des hommes et du vin, silencieuses et tempérées, aux lumières adaptées. La halle des vendanges porte une couverture lourde pour protéger le raisin et les vendangeurs des fortes chaleurs; grande ouverte et décollée de la façade existante, elle est traversée d'un courant d'air bienvenu. La charpente en bois massif, recouverte de peinture rouge à la farine, s'appuie sur des poteaux doublement moisés pour gagner un statut de colonne, se poursuit en entrant simplement moisé et s'affine en contrefiche simple, se réduisant en trois, puis deux puis une pièce. Le cuvier s'étend horizontalement sous les ailes de l'ancien hôtel et s'élève en double hauteur pour accueillir les cuves élévatoires.

En partie basse, dans la hauteur des cuves en inox, la strate est métallique : la structure est en métal galvanisé pour résister à l'agressivité du vin et aux usages industriels. En partie haute, la charpente est en bois massif, son dessin en losange et en V. La lumière zénithale et venue des tympans remplit les lieux.

Le chai s'étend aussi horizontalement sous les ailes de l'ancien hôtel, et s'élève en une voûte sereine pour apaiser l'espace. De géométrie parabolique, celle-ci est conçue à partir d'une double suite de Fibonacci sur la base du nombre d'or pour réduire la longueur des pièces droites de bois massif au fur et à mesure qu'elles atteignent le sommet afin de produire l'effet de courbe. Les murs périphériques en pisé, l'isolation en liège et le bardage intérieur en briques de terre crue apportent une atmosphère très sereine, qu'augmente la couleur rouge des rares vitrages. »

Philippe Madec Architecte & APM



Axonométrie éclatée de la transformation du complexe hôtelier en bâtiments vinicoles.

Éloge de l'hybridation

par Jean-Marc Weill

UN PROCESSUS DE CONCEPTION NON LINÉAIRE

L'activité de construire s'engage bien avant le moment où, sur le site, quelqu'un trace les limites de la bâtisse et implante les ouvrages. Il a fallu d'abord choisir parmi toutes les ressources possibles lors des phases de développement du projet. Il ne s'agit pas là seulement de faire l'inventaire des moyens disponibles, parfois il faut aussi les inventer. Cette démarche inventive accompagne depuis toujours l'action de bâtir, elle se caractérise aujourd'hui par la réalisation de systèmes constructifs hybrides.

L'hybridation dépasse la simple adaptation ponctuelle. On constate qu'elle fonctionne sur le principe de la transformation, voire de la genèse de nouveaux systèmes constructifs. Elle émerge de l'interaction entre différents systèmes, différents contextes et de la cohabitation d'acteurs – artisans ou industriels – qui n'ont pas les mêmes logiques de travail. Dans ce sens, les connaissances ne peuvent pas être transférées sans être remodelées. S'ajoutant à l'omniprésence des problématiques environnementales et aux exigences de performances contemporaine, l'hybridation devient inévitable. C'est pourquoi les structures du nouveau chai de Can-

tenac Brown sont hybrides. Elles sont la réponse à trois questions qui se sont superposées tout au long du projet : celle des ressources, celle du contexte et celle de la performance. Répondre à chacune de ces questions, c'est décrire la complexité, parfois les errances et les retours en arrière, les méandres d'une conception menée pas à pas, dans cet univers non encore consolidé des structures réutilisées, hybrides et biosourcées qui avance et recule et parfois s'arrête en chemin faute d'indicateurs suffisamment consolidés.

Dans ce projet, l'expérimentation intègre la restructuration partielle de constructions existantes sans valeur patrimoniale explicite mais avec une valeur mémorielle, la mise en œuvre de béton dit « bas carbone », des ouvrages en charpente métallique à résistance de forme ; l'utilisation de la terre crue sous forme de briques et de pisé et la redécouverte des potentialités de la conception des structures en bois massif gouvernées par les limites de leur débit en longueur et en section.

L'INNOVATION TECHNOLOGIQUE DU PROJET :

UN RETOUR VERS LES MATÉRIAUX DE RENCONTRE

L'évolution historique, nous dit Yves Bréchet lors d'une conférence donnée au

Collège de France en 2013, traduit une évolution non seulement des matériaux disponibles, mais aussi de la relation de l'homme aux matériaux, passant successivement du « matériau de rencontre » au « matériau optimisé », puis à la « compétition entre matériaux optimisés », et enfin à la « construction du matériau sur mesure ». À l'inverse, la conception des structures du projet de ce nouveau chai illustre le retour vers les matériaux de rencontre (principalement la maçonnerie en terre et en pierre et le bois massif ou reconstitué) qui ont précédé la révolution industrielle de la fin du XIX^e siècle et ses matériaux emblématiques que sont l'acier et le béton armé. Ce retour vers les matériaux de rencontre tout en utilisant aussi les matériaux sur mesure est emblématique de situations couramment rencontrées aujourd'hui. Cette superposition des systèmes constructifs, dans un environnement technique, réglementaire et analytique qui n'est pas encore totalement consolidé, est illustrée de trois récits de matérialité qui ont accompagné le développement du projet : le projet dans son territoire ; le cuvier, structure en bois massif en équilibre sur une charpente métallique ancrée sur une infrastructure en béton bas



Plan de rez-de-chaussée

carbone; le chai ou l'histoire d'une voûte en bois qui remplaça une voûte en terre et d'un mur en pisé autoporteur.

LE PROJET ET SON TERRITOIRE, LA QUESTION DES RESSOURCES

La question des ressources s'exprime par l'invention de moyens disponibles pour construire (la réutilisation), la recherche d'associations possibles (terre de site, pisé et briques de terre crue) et l'inventaire d'un savoir hétérogène : conserver et renforcer des fragments de l'existant. L'intégration du projet sur son territoire ne se résume pas à la seule fabrication du vin. La décision est prise de conserver une partie des constructions existantes et de produire localement la matière première nécessaire pour la réalisation du pisé.

Une enquête historique a permis de reconnaître deux grandes périodes de construction : certaines annexes du château datent des années 1950, tandis que d'autres bâtiments datent plutôt des années 1990, ceci incluant les deux bâtiments centraux démolis pour permettre la réalisation du chai et du cuvier (zones D et E du plan, voir p. 93).

Si les façades en maçonnerie et en béton armé sont conservées comme témoignage de ce qui précède mais aussi par souci

de limiter le volume de gravats à enlever, l'hypothèse retenue consiste à utiliser les structures de reprise mises en œuvre entre les façades conservées pour reconstituer la stabilité d'ensemble des constructions existantes. Une fois l'ensemble des planchers démolis, les façades conservées passent donc du statut de façade porteuse à celui de façade autoporteuse. Ce qui justifie de les conserver n'est pas leur rôle comme structure, mais l'économie de moyens à mettre en œuvre pour transformer la construction en site occupé. Dans le même esprit, les fondations des ouvrages démolis sont autant que possible conservées et arasées fin d'optimiser les mouvements de terre dans l'emprise des ouvrages conservés.

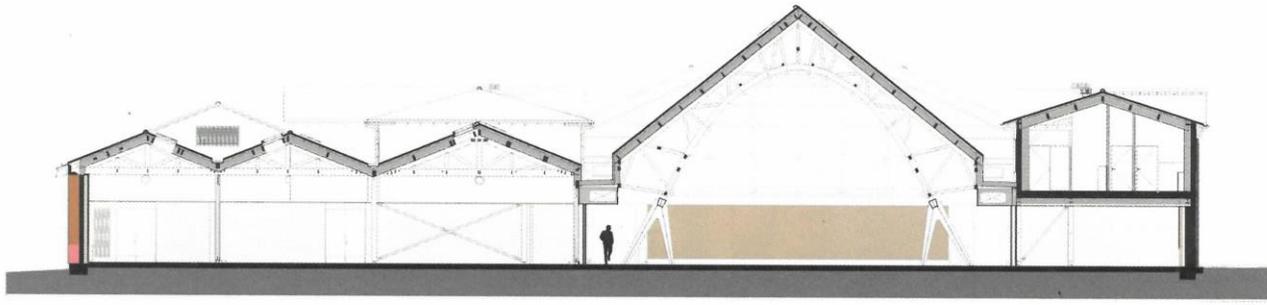
La pierre naturelle est présente dans tous les bâtiments du domaine, en soubassement, en poteau, en chaînage et en modénature. C'est la pierre blanche calcaire qui a servi à construire Bordeaux, « la ville de pierre ». La pierre utilisée sera celle du réemploi des pierres existantes ou proviendra de ressources locales comme les carrières de pierre en Nouvelle-Aquitaine. Les premiers essais de pisé ont été réalisés à partir des terres argilo-graveleuses du site. Fut ensuite envisagé d'exploiter

la terre de la carrière d'Avensan exploitée par CEMEX, à environ 8 kilomètres. Finalement, c'est dans la carrière de Doyeux Sablières Montponnaises à Montpon-Ménéstérol, à 100 kilomètres du site, que les qualités requises ont été trouvées.

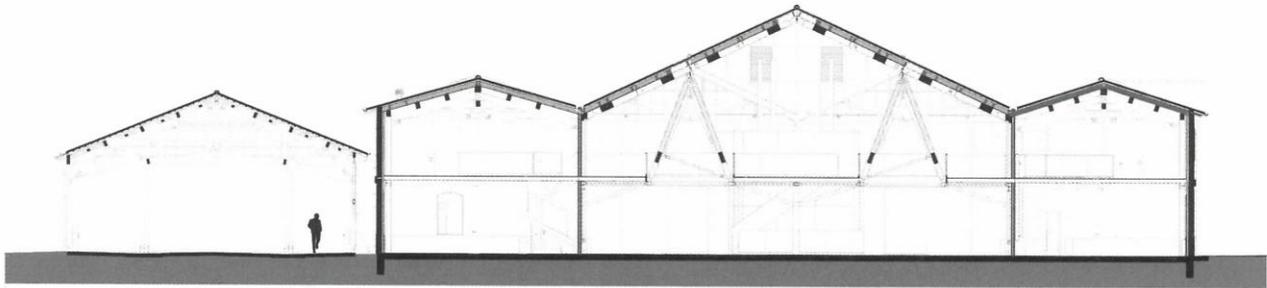
LE CUVIER OU LA QUESTION DU CONTEXTE

Le cuvier s'implante entre les deux ailes existantes de l'ancien hôtel. Il s'étend également, de part et d'autre, au sein de l'aile sud et de l'aile nord. Il se déploie sur un espace en double hauteur avec un réseau de coursives et de passerelles. Celles-ci, en caillebotis et portées par les cuves en inox, donnent accès aux ouvertures hautes des cuves et permettent leur remplissage. Pour créer cet espace double hauteur au sein de l'existant, le plancher haut du rez-de-chaussée dans l'ensemble des ailes des bâtiments 1 et 2, le long du cuvier, a été démoli.

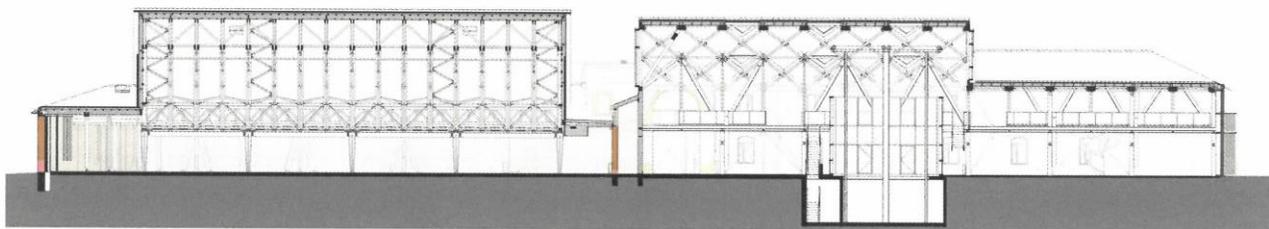
La charpente en bois massif qui constitue la couverture du cuvier est constituée d'une nappe en losange libre en son milieu. Elle s'appuie ponctuellement sur des ensembles triangulés en poutres et fermes treillis de section pyramidale. Le dimensionnement des sections en bois massif s'est fait en se limitant à des sections courantes assemblées par boulon-



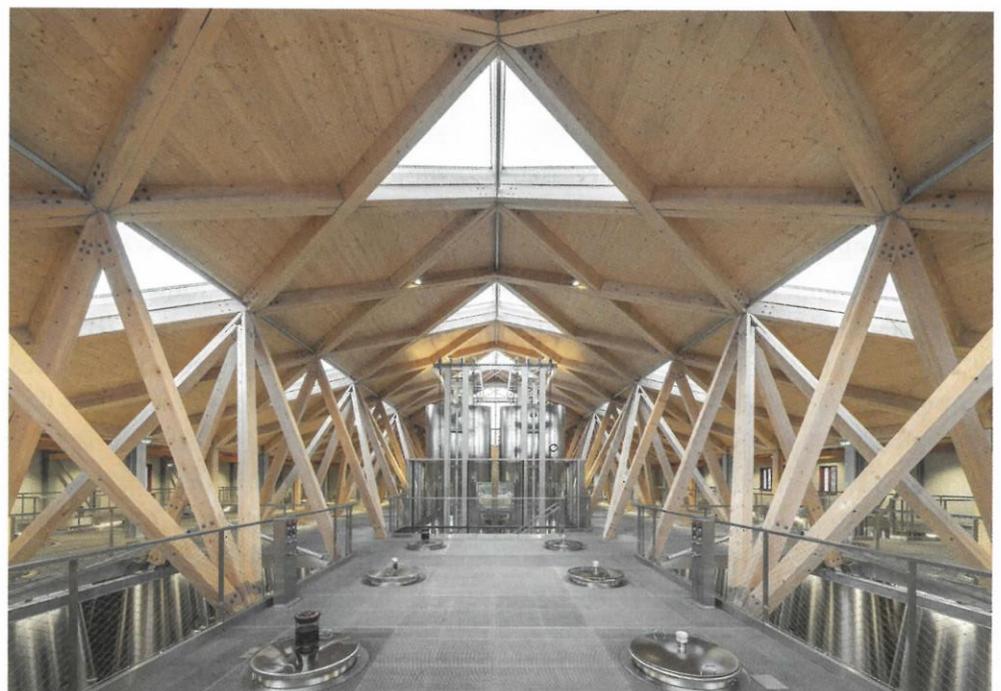
Coupe transversale sur les chais

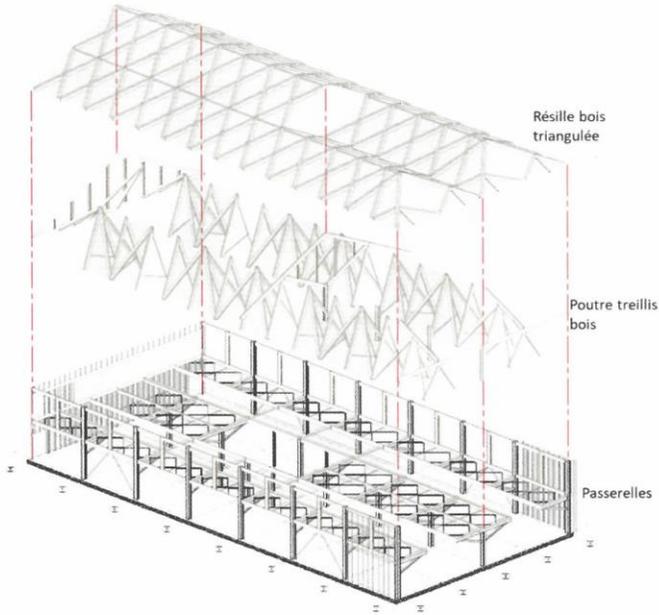
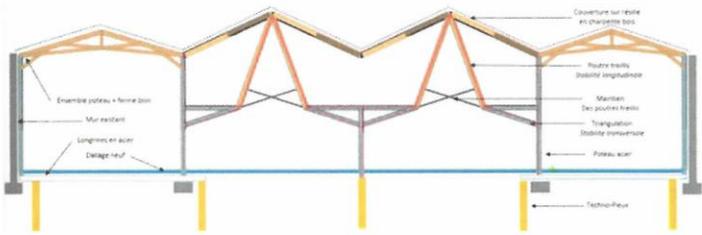


Coupe transversale sur les cuiviers et, page de droite, principe structurel de ces mêmes cuiviers



Coupe longitudinale des chais aux cuiviers





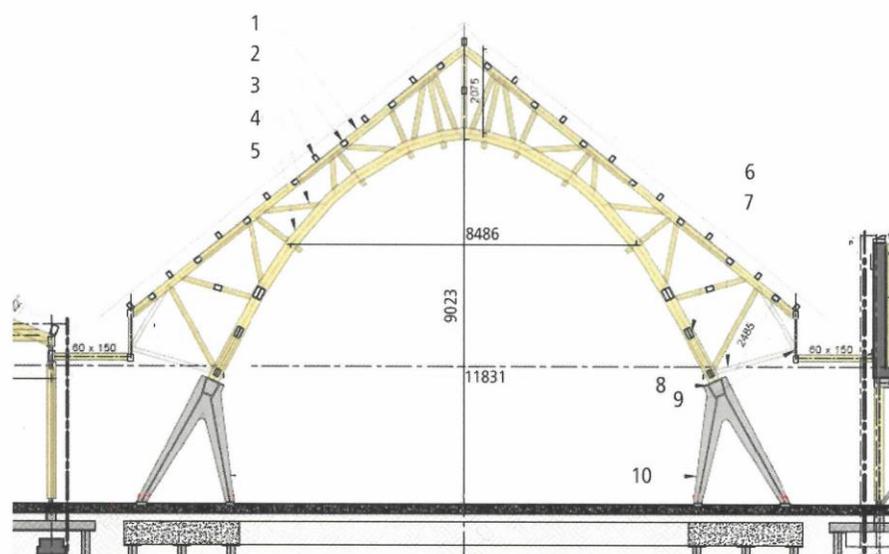
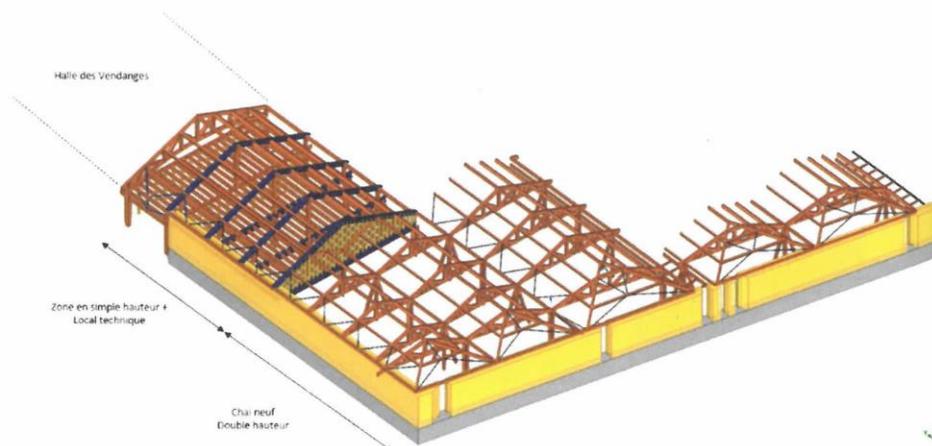
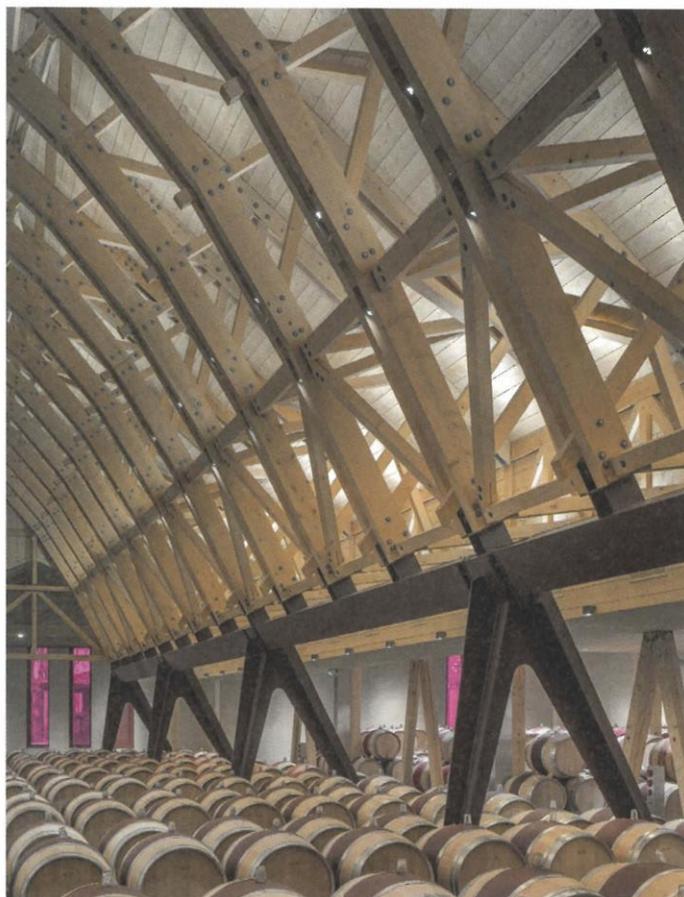
Page de gauche, en bas : vue du cuvier vers le jardin arrière et vue en partie supérieure au-dessus des cuves. La charpente en bois massif qui constitue la couverture du cuvier est constituée d'une nappe en losange libre en son milieu. Elle s'appuie ponctuellement sur des ensembles triangulés en poutres et fermes treillis de section pyramidale. En partie inférieure, la structure du cuvier est en acier galvanisé.

Ci-dessus, en haut : principe de restructuration par corsetage intérieur de la structure existante conservée.

En bas : vue éclatée des trois couches structurelles du cuvier : la structure métallique inférieure, la structure tridimensionnelle en bois massif intermédiaire et la nappe de couverture.

Colonne de droite, en haut : jonction entre la halle de vendanges en bois peint à la peinture rouge à la farine et le chai en pisé avec le soubassement en pierres. Au milieu : fenêtres du chai dans le mur de pisé. En bas : vue du cuvier et de la halle de vendange depuis le parc. On aperçoit le château à gauche.





Coupe structurelle du chai central

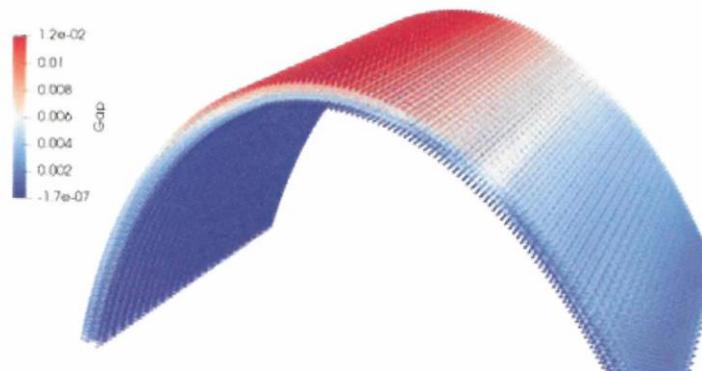
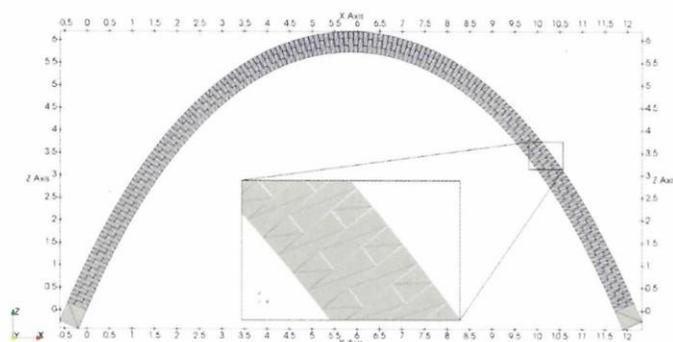
1. Arbalétrier ferme 2 x 60 x 200 (h)
2. Contreventement toiture 120 x 120 (h)
3. Panne 100 x 150 (h)
4. Diagonales ferme 120 x 120 (h)
5. Entrait ferme 2 x 120 x 280 (h)
6. Poutre tridimensionnelle 2*120 x 200 (h)
7. Maintien poutre treillis bois 100 x 100 (h)
8. PRS acier appuis charpente bois
9. Poutre treillis bois
10. Piètement en acier section cruciforme variable

Ci-dessus : la charpente en bois massif de petite section s'appuie sur des PRS eux-mêmes fondés sur du béton.

À droite, en haut : axonométrie de la charpente bois auto-contreventante des chais et du mur en pisé auto porteur.

Ci-dessous : deux coupes d'études de faisabilité de la charpente en briques de terre crue finalement abandonnée au profit de bois massif.

A G : section du modèle aux éléments discrets
A D : ouverture des joints dans le modèle aux éléments discrets



nage. En partie inférieure, la structure du cuvier est en acier galvanisé et s'implante selon la géométrie des cuves tout en portant la charpente bois. Elle est fondée sur une infrastructure en béton bas carbone.

LA QUESTION DE LA PERFORMANCE

La recherche de la performance enseigne que le concepteur travaille dans le cadre d'un savoir qui évolue en parallèle, que les solutions techniques disponibles sont une série d'informations provisoires. Ce chai est l'histoire d'une voûte en briques de terre crue qui a finalement été remplacée par une voûte parabolique en bois, et celle d'un mur extérieur massif en pisé stabilisé par une charpente bois. Dans sa version initiale en terre, la toiture du chai était habillée d'une couverture en tuile en appui sur une charpente bois mais qui ne pouvait pas s'appuyer sur cette fine voûte en briques de terre à cause de l'effet problématique d'un chargement dissymétrique. Le chai construit aujourd'hui est une voûte en charpente bois, presque en petit bois, dessinée en référence au travail de Philibert Delorme et, selon Philippe Madec, « conçue à partir d'une double suite de Fibonacci sur la base du nombre d'or pour réduire la longueur des pièces droites de bois massif au fur et à mesure qu'elles atteignent le sommet afin de produire l'effet de courbe ». L'analyse de la voûte de terre crue a été menée avec le bureau MiMeTICS Engineering et a relevé tout au long de plusieurs mois d'analyse la très grande difficulté de circonscrire le risque de fissuration d'un matériau par essence peu ductile mis en œuvre sur un support relativement souple. En phase d'appel d'offres, compte tenu de la persistance de cette divergence, la réalisation d'une voûte en brique de terre crue a donc été abandonnée au profit d'une voûte en petits bois. Pour les murs en pisé, le bureau d'ingénierie Intersections, en charge des études d'exécution, décrit ainsi sa mise en œuvre : « Les murs d'enceinte du chai en façade sud et est résultent de la compaction d'une terre argilo-graveleuse équilibrée et non stabilisée à l'aide d'un fouloir pneumatique, et ce, sur des couches successives d'environ 7 cm. Ils reçoivent la charpente bois de couverture en tête de mur et sont

doublés par l'intérieur par un complexe d'isolation liège et de briques de terre crue compressées (BTC). » Le pisé prend place sur des murs de soubassements en pierre de Frontenac d'une hauteur de 86 cm. Cela permet d'assurer une garde d'eau pour protéger les murs des remontées capillaires et des intempéries. L'épaisseur des murs est de 50 cm pour une hauteur de 3,2 mètres.

La charpente à pans inclinés se prolonge en rive pour former un débord de toiture. La conception des ouvrages en pisé et des parties attenantes permet de n'exposer aucune partie des ouvrages à une stagnation d'eau. L'adage qui veut qu'un ouvrage en pisé soit pourvu de bonnes bottes et d'un bon chapeau est respecté. Le pisé structurel n'est cependant pas encore un matériau reconnu par les normes françaises – et encore moins européennes – pour ses qualités structurelles. Le dimensionnement est réalisé selon l'annexe D de l'Eurocode 0 (dimensionnement assisté par l'expérimentation), ainsi que les livres *Construire en pisé : Prescriptions de dimensionnement et de mise en œuvre* de CRAterre et *Construire en terre crue* de Christof Ziegert et Ulrich Röhlen (Le Moniteur). Compte tenu de l'absence de cadre réglementaire consolidé, nous avons décidé de rendre la charpente bois auto-contreventante afin de créer un fonctionnement redondant avec le mur en pisé pour s'assurer de la maîtrise du comportement d'ensemble du volume construit. « L'approche pseudo-empirique adoptée ici (bien que basé sur l'Eurocode 6) assimile globalement le fonctionnement de l'ouvrage à un mur "poids", explique Intersections. C'est la précontrainte naturelle gravitaire du mur qui en assure sa stabilité vis-à-vis de la flexion dans les deux directions du plan. »

RESSOURCE, CONTEXTE, PERFORMANCE :

QUELLE LEÇON TIRER DE CETTE EXPÉRIENCE ?

Aujourd'hui, la construction en tant que forme technique apparaît comme la forme provisoire d'une position qui l'a emporté sur les autres ou comme l'équilibre précaire qui peut s'établir à un instant T entre plusieurs positions. Ce domaine est aujourd'hui soumis à une vitesse de transformation et de remise en question inhabi-

tuelle, presque incontrôlable. Nous connaissons tous la raison de cette situation...

À un moment d'hypernormalisation et d'hypperrégularisation, c'est le singulier, le local du projet qui émerge. De cette hypothèse naît une nouvelle pratique méthodologique : l'hybridation des connaissances et des métiers. C'est un processus complexe dont les articulations engagent l'ensemble des acteurs de l'acte de construire et pour lequel trois questions fondamentales se posent : comment analyser et concevoir les systèmes constructifs hybrides ? Comment y intégrer la question du confort, de la réversibilité et de la maintenance ? Quelle stratégie de réhabilitation et de réemploi adopter ?

L'hybridation dépasse la simple adaptation ponctuelle. On constate, pour la construction du nouveau chai de Cantenac Brown, qu'elle fonctionne sur le principe de la transformation, voire de la genèse de nouveaux systèmes constructifs. Elle émerge de l'interaction entre différents systèmes, différents contextes, différents types d'intervenants. C'est pourquoi les connaissances ne peuvent pas être transférées sans être remodelées. L'hybridation devient alors inévitable. L'hybridation des systèmes constructifs ne peut pas être exclusivement rattachée aux matériaux dits bio ou géosourcés au détriment de tous les autres. Elle se borne simplement à chercher comment positionner le bon matériau au bon endroit selon les projets et leurs contextes de production. ■

[Maîtrise d'œuvre : atelier Philippe Madec & Associés, architectes ; Stéphane Faure, économiste ; Ingérop Bordeaux, ingénieurs ; Le Sommer Environnement ; Amàco accompagnement mise au point construction terre ; C&E architecture et ingénierie (Jean-Marc Weill), structure – Maîtrise d'ouvrage : SCEA Château Cantenac Brown – Entreprises : Spie Batignolles, gros œuvre ; Murari, pisé ; SFBTP, briques de terre crue ; Intersections ingénierie BET EXE, BTC et pisé ; Gessey, pierre ; Juste, Degas Environnement Bois Charpente métallique et bois ; Calder Ingénierie, BET EXE charpente – Programme : réhabilitation de l'ancien complexe hôtelier existant en un bâtiment vinicole comprenant les nouveaux chai et cuvier du domaine – Bureau de contrôle : Alpes Contrôles Bordeaux – Surface : 5 236 m² (surface de restructuration), 9 191 m² (château + chai) – Coût : 19,3 millions d'euros HT – Calendrier : projet, 2020-2021 ; livraison, janvier 2024]