

# L'ÉCOLE AUX 6 000 BOTTES DE PAILLE

Groupe scolaire Louise Michel et  
Boulodrome à Issy-les-Moulineaux

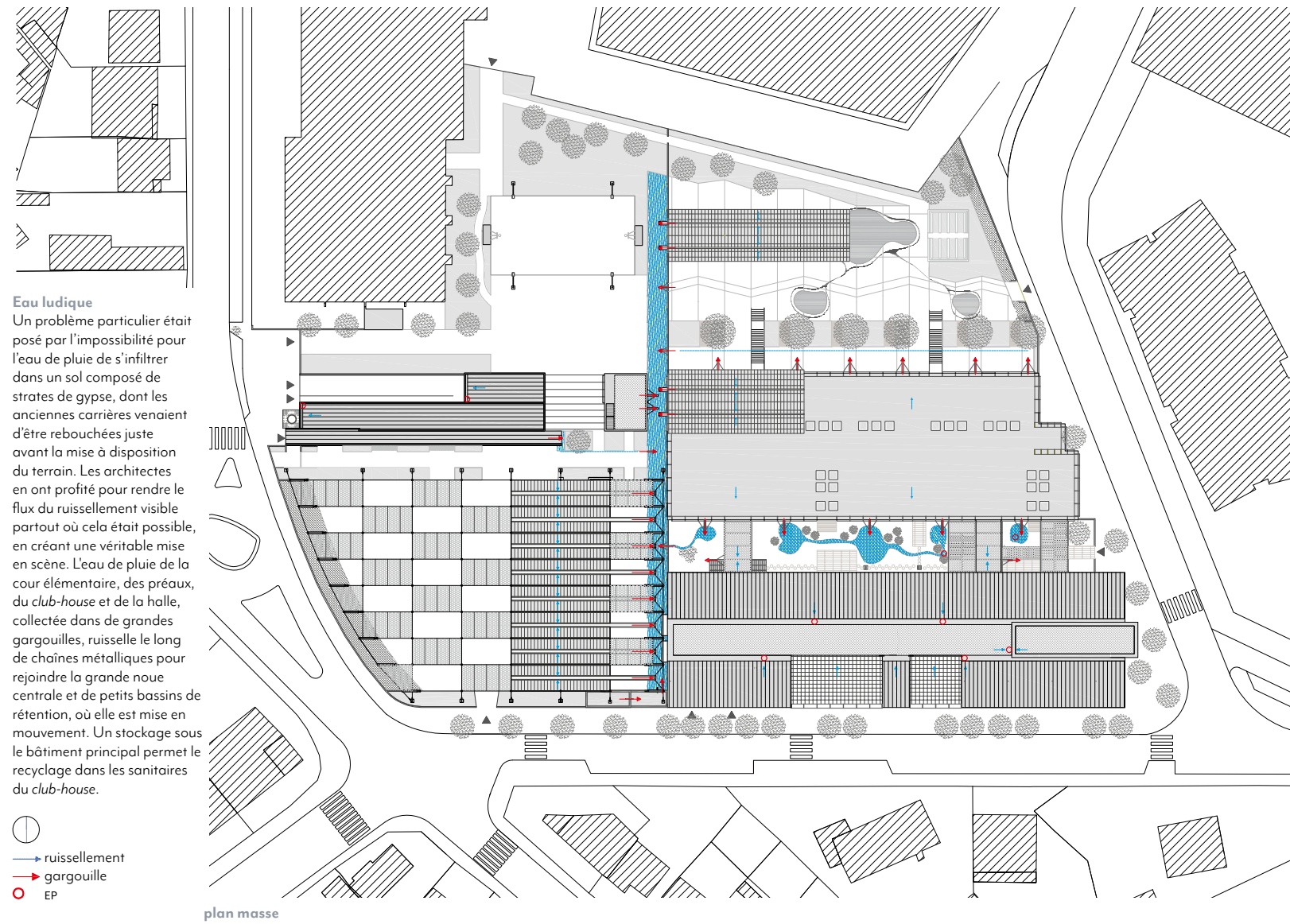
**Au fort d'Issy-les-Moulineaux, le nouveau complexe scolaire conçu par Sonia Cortesse et Bernard Dufournet a permis de valider deux importants principes de l'écoconstruction : la maîtrise de la migration de vapeur dans les matériaux biosourcés au lieu du blocage habituel par un pare-vapeur, et l'entrée officielle de la paille dans le panel des isolants. Une référence qui fait déjà école...**

texte : hartmut hering  
photos : michel bulté, olivier wogenscki,  
satob, sonia cortesse  
plans et illustrations : adsc, gaujard  
technologies



**Bandes colorées**  
Les bardages en douglas du groupe scolaire Louise Michel ont été lasurés avec un jeu de couleurs.





Le groupe scolaire Louise Michel s'inscrit dans le réaménagement du fort d'Issy-les-Moulineaux. Au départ, c'était un projet comme les autres, avec un programme classique, une approche selon les quatorze cibles HQE et un petit privilège accordé au bois, que les collectivités aiment introduire depuis quelques années dans leurs attentes de qualité environnementale. C'est pour leurs solutions fonctionnelles sur un terrain très exigu et l'esthétique architecturale de leur proposition que Sonia Cortesse et Bernard Dufournet ont remporté le concours en 2007. Les mesures écologiques proposées étaient une surprise pour le

maître d'ouvrage, la Société d'économie mixte d'Arc de Seine, qui les a toutefois accueillies avec bienveillance tant que le respect des réglementations était assuré ou que des avis techniques faisaient foi pour les assureurs.

**Une école « sans béton »**

Le programme est complexe : une école élémentaire en R+2, dont la cour de récréation se situe sur le toit de la maternelle en rez-de-chaussée, qui dispose d'un jardin, d'une douve et d'un cours d'eau pour une pédagogie accompagnée ; un boulodrome sous une halle et un espace de jeu extérieur. Dès l'esquisse,

l'architecte Sonia Cortesse, pionnière du développement durable à la française, a plusieurs réflexes : « Un outil pédagogique agréable, un bâtiment sain, une structure en bois, des matériaux écologiques. » Le résultat est fidèle à ces principes et l'immeuble est « sans béton » mis à part les dalles de fondation et la couverture de la maternelle, qui est en bois-béton collaborant sur bac acier, avec un garde-corps en acier. La structure poteaux-poutres en lamellé-collé supporte des planchers en panneaux de bois massif contrecollé KLH. Toitures et façades, qui participent au système porteur, sont constituées de caissons en

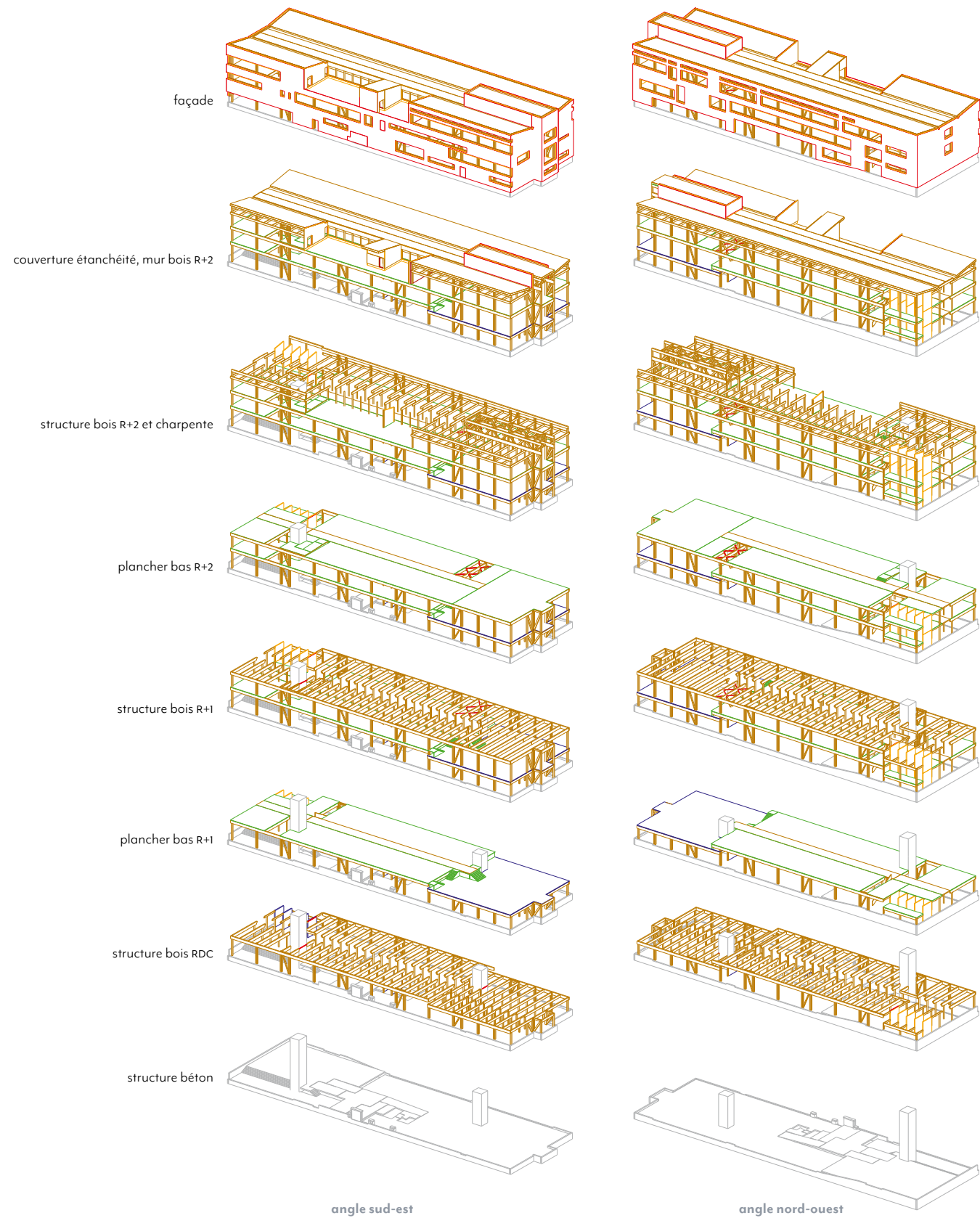


**Paille en bottes**  
Les quelque 6 000 bottes de paille qui isolent ce bâtiment ont été produites dans la région toulousaine, tout près de l'usine du constructeur SATOB.



**Approche industrielle**  
Les équipements de SATOB, spécialiste de l'ossature bois, comprennent un portique à commande numérique sur lequel les panneaux de façade ont été fabriqués avec une précision au millimètre. L'épaisseur de l'isolant est de 36 centimètres en façades et en toiture.





Processus efficace La trame très régulière et rigoureuse de la structure en poteaux-poutres va de pair avec une préfabrication conséquente, qui favorise un montage très précis et rapide des structures, façades et toitures.



Confort phonique Afin d'améliorer la performance acoustique, les planchers sont lestés par le système Fermacell® (un résilient en fibres et une double épaisseur de plaques de fibroplâtre). Les plénums, également en Fermacell, font écran thermique.

## L'opportunité de créer une référence utilisant la paille dans un projet public d'envergure s'est vite imposée.

bois dont les cavités sont remplies de paille. L'opportunité de créer une référence utilisant ce matériau dans un projet public d'envergure s'est vite imposée. Ce produit connexe de l'agriculture se renouvelle annuellement, est disponible partout et affiche, outre ses qualités isolantes, un bon bilan carbone. Ses techniques d'application sont encore peu répandues et la maîtrise en préfabrication n'existait pas encore à cette échelle. Son emploi dans un mur en bois se heurte encore souvent à des réticences, surtout en ce qui concerne la résistance au feu et le comportement hygrométrique.

### Construire en bois et paille

En 2007, l'utilisation de la paille dans un établissement scolaire était une première pour laquelle la viabilité restait à établir, notamment la sécurité

incendie. En l'absence de référentiel réglementaire, le bureau de contrôle attaché au projet, SOCOTEC, a demandé que le CSTB soit consulté pour avis. Chercher des solutions reproductibles en préfabrication demandait un certain délai. Or le temps, généralement trop court pour la conception d'un projet, était ici disponible ! Le groupe scolaire et le boulodrome s'inscrivent en effet dans la reconstruction du fort d'Issy, qui compte quelque 1120 logements. À l'époque du concours, les transactions immobilières n'étaient pas terminées et le terrain, ancien site militaire et cible de bombardements en 1870, devait être dépollué. L'équipe a profité des 18 mois ainsi dégagés pour réaliser, notamment, l'essai au feu (voir encadré). Une laborieuse procédure d'Appréciation technique d'expérimentation (ATEX) a également été engagée pour faire

admettre le principe de composition de façade à structure bois communément appelée « paroi perspirante ». La juxtaposition « panneau dérivé du bois + montant d'ossature + isolant en paille + panneau dérivé du bois » constitue une suite de matériaux facilitant la migration et l'évacuation de la vapeur d'eau vers l'extérieur, au lieu d'enfermer l'humidité derrière le pare-vapeur prévu dans les DTU. Encore peu reconnue en France, cette pratique est essentielle dans les murs à base de matières biogènes : en situation d'humidité cumulée et stagnante, ils seraient fragilisés, ce qui pourrait être néfaste à terme pour l'immeuble. Le système proposé ici a fait l'objet d'une simulation avec Wufi, logiciel d'appréciation du comportement hygrométrique des constructions.

### Et l'énergie ?

L'étanchéité à l'air répond aux exigences du standard maison passive. Le niveau énergétique de l'époque, BBC, est amélioré de 20 % et les performances du groupe scolaire (8 kWhep/m².an pour



le chauffage) sont bien en deçà de la valeur imposée par la RT 2005 en vigueur au moment du concours. Ces excellents résultats s'expliquent notamment par l'isolation très conséquente et par une maîtrise détaillée des ponts thermiques. Les fenêtres sont à triple vitrage dans des cadres en mélèze. Une ventilation double-flux performante tempère l'air neuf. Le besoin résiduel, très faible, est couvert par le plancher chauffant du rez-de-chaussée, relié à un réseau local sur pompe à chaleur alimentée par de l'eau à 27 °C puisée à 600 mètres de profondeur. Une volonté du maître d'ouvrage inscrite au programme.

### Confort assuré

Le souhait de favoriser la lumière naturelle rencontre des réglementations imposant en milieu scolaire un coupe-feu entre la circulation et les classes. Ces parois ont donc été réalisées en vitrage spécial, dont le coût est élevé. À l'étage supérieur, l'inclinaison de la toiture augmente la surface vitrée des salles. Pour la maternelle en rez-de-chaussée, des puits de lumière qui débouchent sur la toiture servant de cour de récréation assurent un complément d'éclairage naturel. Sur cet équipement livré en septembre 2013, la régie est en train de finaliser les réglages pour la ventilation et la lumière. Le processus est toujours plus long que prévu, mais le confort est au rendez-vous. Deux procédures d'Appréciation technique d'expérimentation ont été engagées pour ce projet : l'une a validé le principe de « paroi perspirante » ; l'autre, qui concerne une construction légère en bois avec une étanchéité béton pour le toit-terrace/cour de récréation, a été abandonné suite à la résistance que la démarche a suscitée. Malgré ce parcours semé d'embûches Sonia Cortesse se réjouit : « Le bâtiment apporte beaucoup de solutions inhabituelles pour un résultat très agréable à vivre. » ★

### Pour en savoir plus

- Une école en paille à Issy : l'école Louise Michel, film de Michel Bulté pour Issy tv, sur YouTube.  
- Vidéo de l'essai au feu au cstb sur le site de Gaujard technologies (bet-gaujard.com), rubrique réalisations/éducation, groupe scolaire d'Issy-les-Moulineaux.



Filiales d'Arbonis l'entreprise Fargeot a fourni le bois lamellé-collé et l'entreprise Ducloux en a réalisé le montage, ainsi que celui des façades et toitures.

### FICHE TECHNIQUE

**Adresse :** 18 rue du Docteur Zamenhof, Issy-les-Moulineaux (Hauts-de-Seine).

**Programme :** école primaire de 9 classes, école maternelle de 5 classes, galeries de liaison, boulodrome de 24 pistes avec club-house et halle de jeu.

**Maîtrise d'ouvrage :** SEMADS (Société d'économie mixte d'Arc de Seine).

**Architectes :** ADSC Sonia Cortesse (mandataire) et Bernard Dufournet (associé).

**Bureaux d'études :** Gaujard technologies Scop (structure bois), Tekhne Ingénierie (structure béton), ICR LBE (fluides), Alhyange (acoustique), ADSC (HQE), Socotec (bureau de contrôle).

**Entreprises bois :** Fargeot (lamellé-collé), SATOB (ossature bois/paille) et Ducloux (montage) appartenant au groupe Arbonis.

**Calendrier :** concours 2007, travaux novembre 2011 à septembre 2013.

**Surfaces :** 3 823 m<sup>2</sup> SHON (R+2) et parking 29 places (primaire), 1 385 m<sup>2</sup> SHON (maternelle), 280 m<sup>2</sup> (club-house), 480 m<sup>2</sup> (halle de jeu).

**Coût de l'opération :** 14,7 millions d'euros HT (école 12,2 millions d'euros, boulodrome 2,5 millions d'euros), comprenant dépollution du terrain, construction du local à ordures ménagères avec collecte pneumatique et chaufferie collective.

**Système constructif et matériaux :** poteaux-poutres bois avec planchers en bois massif contrecollé, façades et toitures en ossature bois isolées par bottes de paille, toiture-terrace accessible en bois-béton collaborant.

# LA PAILLE ET LE FEU



L'emploi d'une isolation en paille dans des immeubles d'envergure doit beaucoup au charpentier Olivier Gaujard, qui nous a résumé ce long processus : « Il y a cinq ans, alors que le groupement de maîtrise d'œuvre étudiait la faisabilité pour ce projet, tout convergeait à faciliter un pas en avant important : la formation du Réseau français de la construction paille (RFCP), les premières Assises de la construction paille à Eymoutiers, la formulation de règles professionnelles, les premières applications dans de petits équipements publics ou semi-publics, la notion de "paille support d'enduit", la solution d'encapsuler la paille dans des caissons à ossature bois. La protection en cas d'incendie restait un dernier frein à débloquent. Les échanges menés à l'époque avec le CSTB ont abouti à un essai sur un prototype à l'échelle 1. À l'issue de cet essai réalisé au CSTB à Paris, le feu s'est éteint normalement et la paille

dans les caissons ne s'est pas enflammée. Les résultats positifs ont amené le Comité d'étude et de classification des matériaux et éléments de construction par rapport au risque d'incendie (CECM) à prononcer un avis favorable. Par ailleurs, le chef du Bureau de la réglementation incendie et des risques courants au ministère de l'Intérieur, Jean-Pierre Petiteau, a reconnu que, dans ce contexte où tous les matériaux sont combustibles, le risque incendie n'est pas aggravé. Cet essai sert depuis de référence pour des immeubles en R+2 avec une même configuration, et il est reproductible par analogie dans d'autres réalisations. » Cette expérimentation a coûté plus de 68 800 euros, somme qui n'était pas inscrite au budget et qu'il fallait financer. Le BET Gaujard technologies, qui participe en PACA aux échanges autour des matériaux renouvelables, a obtenu une aide régionale assortie d'une subvention FEDER. À l'époque, le Conseil régional

venait de créer les 21 Pôles régionaux d'innovation et de développement économique solidaire (PRIDES), dont l'un concerne la construction bois. L'intérêt de cette collectivité territoriale s'explique par une directive européenne qui venait d'interdire de brûler l'excédent de paille après la moisson, et notamment celle du riz de Camargue. L'aide obtenue, qui couvrait 70 % de la somme requise, a été complétée par tous les membres du groupement de maîtrise d'œuvre au prorata des honoraires de chacun. Le BET Gaujard technologies, maître d'œuvre de l'essai incendie, stipule alors dans une convention avec la région PACA que le résultat des essais est libre de droits et entre dans le domaine public. L'emploi de ce matériau isolant biosourcé s'étend déjà en région parisienne dans d'autres équipements scolaires, comme à Montreuil-sous-Bois et Rosny-sous-Bois.