



(R)éveillons nos pratiques

MÉTROPOLE

GRAND

LYON

Matériaux bio et géosourcés **Quels enseignements issus de 17 programmes** **immobiliers de la Métropole de Lyon ?**

Webinaire – 10 avril 2025

Sommaire

Mot d'introduction, par Béatrice Couturier, Métropole de Lyon

Enseignements transversaux, par Claire Vilasi et Nicolas Emin, Ville & Aménagement Durable

Focus sur les 4 modes constructifs : Pierre structurelle, Ossature bois, Blocs de chanvre, Bloc de Terre Comprimée

Avec les témoignages de :

- *Nobouko Nansenet, WYSWYG, sur les Logements collectifs Le Cèdre à Lyon 3 (pierre structurelle)*
- *Sarah Viricel, LIEUX FAUVES, sur le Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons (bois-paille)*
- *Sandrine Gonon, LIPSTICK XANADU sur la Maison des Compagnons du Devoir à Brignais (blocs de béton de chanvre)*
- *Vianney Charmette et Marjolaine Roche, VURPAS ARCHITECTES sur le Groupe Scolaire Samuel Paty à Tassin la Demi-Lune (BTC)*

Conclusion par Vincent Piotrowski, Métropole de Lyon

Mot d'introduction



Plateforme des acteurs du BTP

Cycle de webinaires :
Rénover et construire avec les
filières locales, c'est possible !



Lancée fin 2021 avec pour ambition de :

- mobiliser tous les acteurs de la chaîne de valeur du bâtiment et des travaux publics afin de développer **une communauté collaborative** au regard du développement durable et de la réduction de l'empreinte carbone de nos aménagements et constructions

Ressources produites entre 2022 et 2023 sur la thématique matériaux bio/géosourcés :

- Une **étude** du potentiel de développement des filières biosourcées et géosourcées sur le territoire élargi de la Métropole de Lyon
- Des **livrets techniques** Paille, Chanvre, Pierre et Bois
- Une série de **webinaires** « Rénover et construire avec des matériaux bio et géosourcés »
- Des **fiches de retours d'expériences** de projets de la Métropole.



Nouvelle ressource 2024:

- Étude confiée à Ville & Aménagement Durable « **Analyse transversale d'un panel de programmes immobiliers de la Métropole de Lyon, construits avec des matériaux bio et géosourcés** » :
 - à partir des remontées de terrain,
 - analyse des contraintes, points de vigilance, conditions de réussite.



Enseignements transversaux



Méthodologie

- **Entretiens ouverts de mars à sept. 2024** : solutions techniques mises en œuvre, montage de projet, approvisionnement, filières mobilisées, cadre assurantiel, réglementaire, normatif, etc.
- **4 modes constructifs** étudiés :

Ossature bois (mur/façade)		Bloc de béton de chanvre	
Pierre structurelle		Bloc de terre comprimée (BTC)	

Chiffres clés :

- **17** opérations étudiées :
 - 5 équipements publics
 - 9 bâtiments de logements
 - 1 bâtiment tertiaire
 - 2 bâtiments mixtes
- **34** acteurs interviewés



Structuration du rapport

Table des matières

Edito.....	3
Introduction.....	4
Fiche d'identité des projets	7
Enseignements transversaux.....	14
FACTEURS AYANT FACILITE LA MISE EN ŒUVRE DE MATERIAUX BIO ET GEOSOURCES	14
COMMENT RENFORCER L'INTEGRATION DES MATERIAUX BIO ET GEOSOURCES ?	15
Pierre structurelle.....	30
POINTS CLES ISSUS DES ENTRETIENS	30
CONTRAINTES TECHNIQUES SPECIFIQUES	32
Ossature bois (mur/façade)	36
POINTS CLES ISSUS DES ENTRETIENS	36
CONTRAINTES TECHNIQUES SPECIFIQUES	39
Bloc de béton de chanvre	49
POINTS CLES ISSUS DES ENTRETIENS	49
CONTRAINTES TECHNIQUES SPECIFIQUES	52
Bloc de Terre Comprimée (BTC).....	57
POINTS CLES ISSUS DES ENTRETIENS	57
CONTRAINTES TECHNIQUES SPECIFIQUES	60
Annexes	64
Fiches de retour d'expérience.....	64
Glossaire des principaux acronymes	65

De nombreux témoignages des acteurs des projets et de la filière !

ANALYSE TRANSVERSALE PROGRAMMES IMMOBILIERS EN MATERIAUX BIO ET GEOSOURCES DE LA METROPOLE DE LYON

Mars 2025

FOCUS SUR L'UTILISATION DE MATERIAUX BIOSOURCES / GEOSOURCES (S. 411)	
LEVIERS	APPROCHE EN COUT GLOBAL / RENSEIGNEMENTS POSITIFS
• Créer des chaînes de la ZAC autour d'un point de vue environnemental et technique • Une maîtrise d'ouvrage associée : conseil et suivi en matière d'impact carbone, environnement, mise en œuvre de matériaux biosources, pour la construction durable, des intervenants • Une réduction de l'empreinte carbone des bâtiments, avec une approche particulière : l'impact carbone du constructeur, suivi tout au long du processus de réalisation • Un accompagnement et un accompagnement en matière de mise en œuvre des matériaux biosources • Travaux de formation et de sensibilisation des acteurs de la filière	• Une prise en compte de l'ensemble du cycle de vie des matériaux biosources, de la conception à la mise en œuvre, en passant par la construction, l'entretien et la déconstruction • La qualité de l'ouvrage pour les occupants • Une réduction de l'empreinte carbone des bâtiments • Une réduction de l'impact carbone des matériaux biosources, de la conception à la mise en œuvre, en passant par la construction, l'entretien et la déconstruction • L'usage de la filière biosources pour les constructions
CONDITIONS DE REPRODUCTIBILITÉ	
• Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'ouvrage très impliquées pour accompagner l'opération sur des aspects aussi techniques que matériels (matériaux biosources) mais sur des aspects simples • Acteurs de la filière : une prise en compte des acteurs locaux, mais aussi des acteurs de la filière biosources pour que les biens répondent aux critères techniques • Un accompagnement technique et technique pour la construction en pierre massive pour les acteurs de la filière biosources • Carrières de pierre et de matériaux biosources pour des plus réactives et plus durables en matière d'accompagnement des filières de la filière • Développer la pierre traditionnelle pour le complexe à mettre en œuvre	

BUREAU D'ENTRÉE INDUSTRIELLE HYDROSCAND CONSTRUCTION GENAS	
MAÎTRISE D'ŒUVRE	MAÎTRISE D'ŒUVRE
• Architecte et paysagiste - Architecte • Bâtimentier - Bâtimentier • Bureau de conseil - Bâtimentier	• Architecte et paysagiste - Architecte • Bâtimentier - Bâtimentier • Bureau de conseil - Bâtimentier
ENTREPRISES	ENTREPRISES
• Constructeur général - CMC Production Construction • Entreprise générale - Bâtimentier Construction	• Constructeur général - CMC Production Construction • Entreprise générale - Bâtimentier Construction

En annexe :
Des fiches REX
détaillées

Enseignements – approche générale

- Disposer de **documents cadres cohérents et adaptés** aux contraintes du terrain (réglementations nationales ou locales, cahier des charges de ZAC, référentiels locaux, etc.)

« Parmi les leviers permettant de réaliser ce projet ambitieux (collège Katia Krafft) : une **volonté politique** affirmée de la part de la MOA, se traduisant par une approche de qualité environnementale sur l'ensemble du projet avec par exemple l'exigence d'atteindre le **niveau 3 du label bâtiment biosourcé.** »

Etamine

Enseignements – approche générale

- Disposer de **documents cadres cohérents et adaptés** aux contraintes du terrain (réglementations nationales ou locales, cahier des charges de ZAC, référentiels locaux, etc.)
- Renforcer la **structuration globale de la filière** (de la fourniture à la mise en œuvre) et mieux la mettre en visibilité

« Les carrières ne sont ***pas encore suffisamment organisées*** pour suivre la demande et doivent ***s'industrialiser*** pour être plus réactives et performantes en prix. »

Richard Construction

Enseignements – approche générale

- Disposer de **documents cadres cohérents et adaptés** aux contraintes du terrain (réglementations nationales ou locales, cahier des charges de ZAC, référentiels locaux, etc.)
- Renforcer la **structuration globale de la filière** (de la fourniture à la mise en œuvre) et mieux la mettre en visibilité
- Développer les **solutions techniques** par les fournisseurs pour mieux maîtriser l'équation économique des projets et répartir les risques

*« Il est nécessaire que les fournisseurs travaillent des solutions techniques et un cadre réglementaire pour faciliter la mise en œuvre de ce type de matériaux, notamment sur des ERP ou des projets de grande ampleur. Les **responsabilités doivent être partagées** entre les acteurs de la construction. »*

Lipstick + Xanadu

Enseignements – approche générale

- Disposer de **documents cadres cohérents et adaptés** aux contraintes du terrain (réglementations nationales ou locales, cahier des charges de ZAC, référentiels locaux, etc.)
- Renforcer la **structuration globale de la filière** (de la fourniture à la mise en œuvre) et mieux la mettre en visibilité
- Développer les **solutions techniques** par les fournisseurs pour mieux maîtriser l'équation économique des projets et répartir les risques
- Opérer un **changement d'échelle** dans la prescription (intégration dans des projets d'envergure)

« Sur le collège Katia Krafft de Vénissieux, comptant près de **3 400 m² de COB** et sur une fenêtre de livraison très courte, il n'a pas été possible de se fournir intégralement auprès des acteurs locaux. »

Etamine

Enseignements – approche générale

- Disposer de **documents cadres cohérents et adaptés** aux contraintes du terrain (réglementations nationales ou locales, cahier des charges de ZAC, référentiels locaux, etc.)
- Renforcer la **structuration globale de la filière** (de la fourniture à la mise en œuvre) et mieux la mettre en visibilité
- Développer les **solutions techniques** par les fournisseurs pour mieux maîtriser l'équation économique des projets et répartir les risques
- Opérer un **changement d'échelle** dans la prescription (intégration dans des projets d'envergure)
- Améliorer la **sensibilisation et la formation** de tous les acteurs (réappropriation de savoir-faire et formation à de nouvelles techniques spécifiques, acculturation de la MOA...)



Formation proposée par Vicat pour le Biosys BCE

Enseignements – approche générale

- Disposer de **documents cadres cohérents et adaptés** aux contraintes du terrain (réglementations nationales ou locales, cahier des charges de ZAC, référentiels locaux, etc.)
- Renforcer la **structuration globale de la filière** (de la fourniture à la mise en œuvre) et mieux la mettre en visibilité
- Développer les **solutions techniques** par les fournisseurs pour mieux maîtriser l'équation économique des projets et répartir les risques
- Opérer un **changement d'échelle** dans la prescription (intégration dans des projets d'envergure)
- Améliorer la **sensibilisation et la formation** de tous les acteurs (réappropriation de savoir-faire et formation à de nouvelles techniques spécifiques, acculturation de la MOA...)
- **Mieux mettre en visibilité le cadre normatif et réglementaire** et faciliter son adaptation aux nouvelles techniques quand nécessaire

« Pour l'opération d'Ampère (logements en bois paille livrés en 2014), **les Règles professionnelles de la construction paille** avaient été publiées et validées en amont. Il n'y alors pas eu de sujet technique ni assurantiel sur le bois-paille, bien que ce fut une première pour GrandLyon Habitat »

GrandLyon Habitat

Enseignements – approche générale

- Disposer de **documents cadres cohérents et adaptés** aux contraintes du terrain (réglementations nationales ou locales, cahier des charges de ZAC, référentiels locaux, etc.)
- Renforcer la **structuration globale de la filière** (de la fourniture à la mise en œuvre) et mieux la mettre en visibilité
- Développer les **solutions techniques** par les fournisseurs pour mieux maîtriser l'équation économique des projets et répartir les risques
- Opérer un **changement d'échelle** dans la prescription (intégration dans des projets d'envergure)
- Améliorer la **sensibilisation et la formation** de tous les acteurs (réappropriation de savoir-faire et formation à de nouvelles techniques spécifiques, acculturation de la MOA...)
- **Mieux mettre en visibilité le cadre normatif et réglementaire** et faciliter son adaptation aux nouvelles techniques quand nécessaire
- **Faire valoir les qualités** de ces matériaux (en termes environnementaux, sociaux, pédagogiques...)



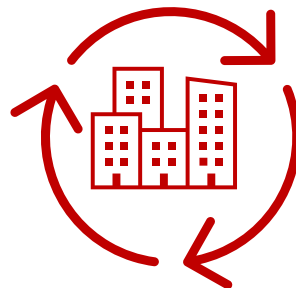
Pose de la première botte de paille par le Conseil Municipal de la Jeunesse - Collège Katia Krafft

Enseignements – approche projet

Disposer d'une **équipe compétente** (de la fourniture à la mise en œuvre) OU **a minima volontaire** pour étudier ces solutions constructives

Accroître la vigilance lors de la mise en œuvre et le suivi de chantier

Vigilance sur les interfaces, la gestion des différents intervenants, avantage de la préfabrication, intérêt d'une mission complète confiée à la MOE...



Anticiper l'intégration de ces matériaux dès le montage du marché

Marché de base et option, labels garantissant un approvisionnement local...

Maîtriser l'économie du projet par une conception adéquate

Compatibilité entre la conception architecturale et la technique constructive, le bon matériau au bon endroit, optimisation et rationalisation structurelle...

Accroître la vigilance en conception pour éviter toute sinistralité qui créerait de la défiance de la part du MOA pour ces matériaux

Focus Ossature bois



Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Anticipation des portées et conception selon les trames adaptées**
- **Vigilance interfaces**
entre les gros œuvre/maçonnerie et le lot construction bois
- Prise en compte de la **sécurité incendie**
- ++ **Construction bois/remplissage paille**
(confort d'été, gymnases, dimensionnement bottes de paille, formation pro-paille...)

Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Anticipation des portées et conception selon les trames adaptées**
- **Vigilance interfaces** entre les gros œuvre/maçonnerie et le lot construction bois
- Prise en compte de la **sécurité incendie**
- ++ **Construction bois/remplissage paille** (confort d'été, gymnases, dimensionnement bottes de paille, formation pro-paille...)



APPROVISIONNEMENT

- **Anticipation** si volumes de bois importants
- **Bois-paille : filière paille se structurant**, avec réelles capacités de préfabrication de caissons bois paille mais difficultés d'approvisionnement pour projets volumineux
- **Marché allemand en concurrence**, filières allemandes plus développées
- Enjeu de **massification du bois local et des bois dépérissants** (épicéa scolyté, sapin sec, etc...)
- Vigilance en **bois local** (trame structurelle, planning...)

Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Anticipation des portées et conception selon les trames adaptées**
- **Vigilance interfaces** entre les gros œuvre/maçonnerie et le lot construction bois
- Prise en compte de la **sécurité incendie**
- ++ **Construction bois/remplissage paille** (confort d'été, gymnases, dimensionnement bottes de paille, formation pro-paille...)



APPROVISIONNEMENT

- **Anticipation** si volumes de bois importants
- **Bois-paille : filière paille se structurant**, avec réelles capacités de préfabrication de caissons bois paille mais difficultés d'approvisionnement pour projets volumineux
- **Marché allemand en concurrence**, filières allemandes plus développées
- Enjeu de **massification du bois local et des bois dépérissants** (épicéa scolyté, sapin sec, etc...)
- Vigilance en **bois local** (trame structurelle, planning...)



CHANTIER

- **Préfabrication** : chantier facilité et qualité de réalisation
- **Organisation du chantier** différente
- **Allotissement en clos couvert favorable** pour modules complets préfabriqués
- Nécessité **collaboration entreprises** des lots maçonnerie/gros œuvre et lot charpente
- Manque **d'entreprises générales compétentes** à la fois sur le bois et le béton

Contraintes spécifiques



Construction bois-paille
(façade et toiture) en
zone PPRT : c'est
possible !

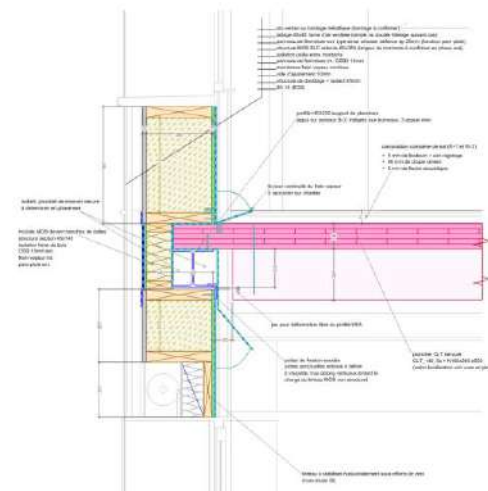
***Groupe scolaire du
bois du Fort – Feyzin***



Contraintes spécifiques

Gestion des ponts thermiques en COB avec remplissage paille

Collège République Katia Krafft – Vénissieux



Contraintes spécifiques



Extension en murs
ossature bois,
remplissage chaux-
chanvre et enduit à la
chaux

***Ecole Saint-Exupéry
– Villeurbanne***



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons

Fiche d'identité

- Complexe sportif comprenant une salle omnisport, une salle de boxe et une salle de musculation
- MOA : Ville de Saint-Fons
- MOE : Lieux FAUVES/ Tekhnê (architecte mandataire) ; Arborescence (structure bois) ; DPI (structure béton) ; Tribu (environnement) ; Strem (fluides) ; Peutz (acoustique) ; Safege Suez (VRD) ; Denizou (économiste)
- B Contrôle : Qualiconsult
- Entreprises : Fontanel (terrassement gros-œuvre) ; SDCC (structure bois) ; Asten (façades vêtues ; couverture étanchéité) ; Thalmann (menuiseries extérieures – occultations)
- SDP : 2 247 m²
- Coût travaux : 3,9 M€HT
- Livraison : décembre 2022



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons

Caractéristiques distinctives

Charpente bois : Portée de 25m dans la grande salle et Porte à faux de 4m30.

Façades Ossature Bois. Isolation bottes de paille. Bardage Polycarbonate. Parement intérieur lames bois

Mur béton net lasuré pour le socle sur rue

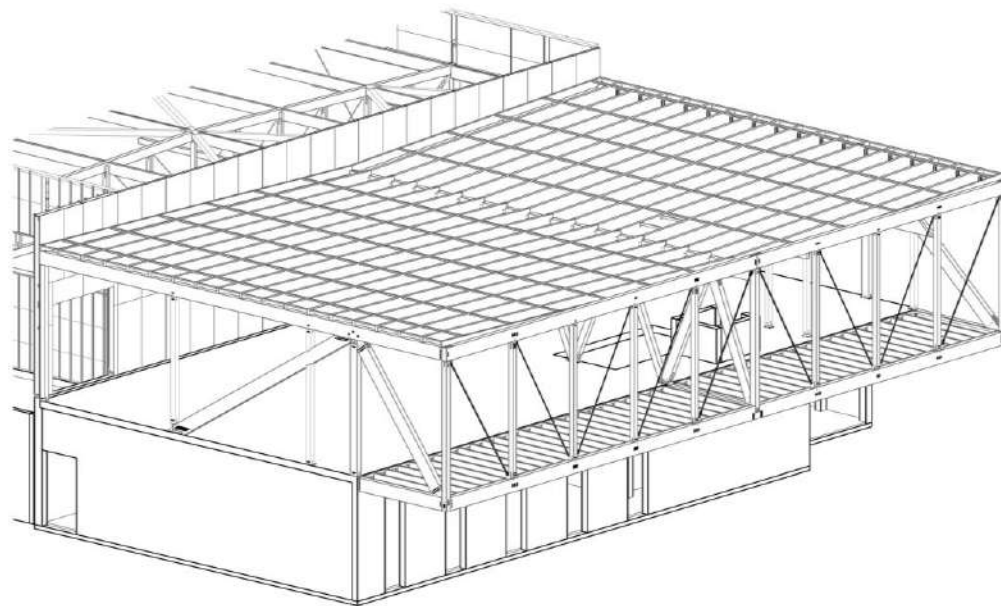
Toiture : Bac acier support de laine de roche haute densité

Essences de bois : Charpente Epicéa. Parements intérieurs Epicéa ou sapin. Bardage Douglas.

Efficacité énergétique :

Les besoins de chauffage évalués par STD s'élèvent à 52,7 kWh/m2.an

Eclairage naturel abondant. Protection solaires fixes

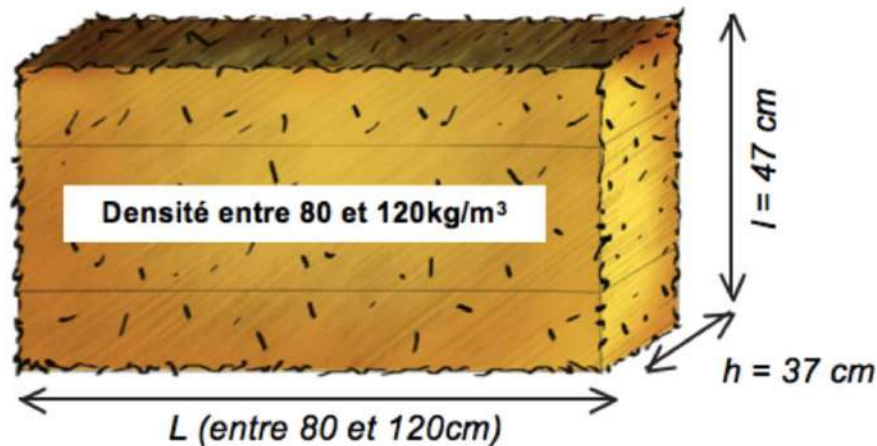


FOCUS PAILLE

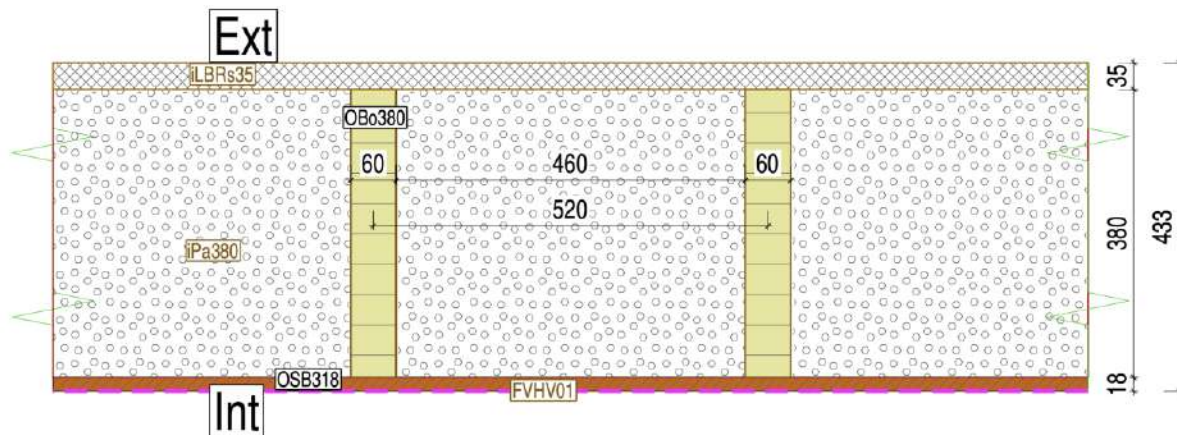
Leviers

- une ressource décarbonée, renouvelable annuellement, locale, un complément d'activité pour les agriculteurs, recyclable.
- Un matériau hygrothermique et sain (pas d'émission de COV ni de fibres fines)
- Un matériau économe
- Des structures élancées portées par des poteaux de 37cm : une épaisseur disponible pour l'utilisation des bottes de paille
- Pas de surcoût si bien conçu, notamment en préfabrication.

Dimensions et densité d'une botte de paille



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



OB01 Complexe mur ossature bois isolée paille					
N°	Description des couches		Commentaires	épaisseur	poids
Lot Bois ou	iLBRs35	Isolant Laine de Bois rigide surdensifiée ext. [$\lambda=0,047$ W/(mK)]	LB, $\rho=240$ kg/m ³ / Type Air ou Dry /	35 mm	0,08 kN/m ²
	iPa380	Isolant Paille entre montants [$\lambda=0,052$ W/(mK)]	Pa, $\rho=100$ kg/m ³ / / ép	380 mm	0,31 kN/m ²
	OBo380	Ossature bois (60x380) e.520mm	GL24 / FBD ép.35mm sur ép. montants /	380 mm	0,22 kN/m ²
	OSB318	Panneau OSB3	OSB3 / / ép	18 mm	0,12 kN/m ²
	CTBX18	Panneau CTB-X	CTB-X / /	18 mm	0,11 kN/m ²
	FVHV01	Frein-vapeur Hygro-variable (Sd variable 0,25 -> 25m)	Membrane / pour panneaux / rouleaux /		0,01 kN/m ²
		Divers			0,05 kN/m ²
Poids total du OB01 :					0,79 kN/m ²

REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons

Système non porteur de caisson bois à remplissage bottes de paille

Préfabrication en atelier de charpente ou par un atelier fournisseur.

Pose du pare pluie et du pare vapeur.

Dimensions données par la botte de paille et par le calepinage des parois.

Géométries diverses possibles mais plus ouvragées



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons



Problématiques

- Une nécessité d'être formé aux règles Pro Paille. Pour la MOE en conception et suivi de réalisation. Pour les entreprises.
- La paille craint l'eau, donc les intempéries de chantier = nécessite un phasage rigoureux pour l'enchaînement du lot charpente et du lot couverture. Ainsi qu'une protection appropriée pendant le transport et le stockage avant pose.
- Lorsque acrotère : une attention particulière au raccord Toit / Mur avec des pare-pluie renforcés.
- Un emploi de la paille plutôt vertical pour ne pas surenchérir la structure étant donné les longues portées spécifiques aux gymnases.

Perspectives

- Une montée en compétence des entreprises aptes à réaliser ce système
 - Un acteur local de préfabrication
- Une diversification des programmes adoptant l'isolation bois paille
 - Scolaire (Feyzin, St Cyr, Fontaines...)
 - Logistique (Recycleries...)
 - Logements ?
- L'évolution de la réglementation incendie à suivre de près

REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons

Gymnase de Creys Mepieu : Bois Paille en géométrie non orthogonale



REX : Complexe sportif Mohamed Ali à Saint-Fons

Ecole du fort à Feyzin : Bois Paille en zone PPRT



Focus Bloc de béton de chanvre



Points clés issus des entretiens



MÉTROPOLE
GRAND LYON



CONCEPTION

- **Travail de calepinage rigoureux**, en cohérence avec les contraintes du produit
- **Se référer aux textes normatifs existants** (Atec, ATEx A, etc.) et aux domaines d'application liés
- La **formation** et **les échanges** avec les fournisseurs pour monter en compétence
- **Besoin de concevoir des détails spécifiques** pour adapter la mise en œuvre aux contraintes des projets



APPROVISIONNEMENT



CHANTIER

Points clés issus des entretiens



MÉTROPOLE
GRAND LYON



CONCEPTION

- **Travail de calepinage rigoureux**, en cohérence avec les contraintes du produit
- **Se référer aux textes normatifs existants** (Atec, ATEEx A, etc.) et aux domaines d'application liés
- La **formation** et les **échanges** avec les fournisseurs pour monter en compétence
- **Besoin de concevoir des détails spécifiques** pour adapter la mise en œuvre aux contraintes des projets



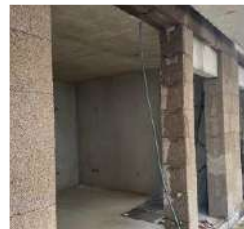
APPROVISIONNEMENT

- **Grande disponibilité de la ressource chanvre** à l'échelle du territoire français + avantages agricoles de la culture (régénération des sols en rotation de culture)
- Positionnement sur le marché de produits **blocs de chanvre préfabriqués** : Biosys avec un Atec (région BFC), Isohemp avec un ATEEx A (Belgique)
- **Opportunités de développement de filières locales** : chanvrières, productions de blocs préfabriqués, etc.



CHANTIER

Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Travail de calepinage rigoureux**, en cohérence avec les contraintes du produit
- **Se référer aux textes normatifs existants** (Atec, ATEEx A, etc.) et aux domaines d'application liés
- La **formation** et les **échanges** avec les fournisseurs pour monter en compétence
- **Besoin de concevoir des détails spécifiques** pour adapter la mise en œuvre aux contraintes des projets



APPROVISIONNEMENT

- **Grande disponibilité de la ressource chanvre** à l'échelle du territoire français + avantages agricoles de la culture (régénération des sols en rotation de culture)
- Positionnement sur le marché de produits **blocs de chanvre préfabriqués** : Biosys avec un Atec (région BFC), Isohemp avec un ATEEx A (Belgique)
- **Opportunités de développement de filières locales** : chanvrières, productions de blocs préfabriqués, etc.



CHANTIER

- **Mise en œuvre exigeante** : besoin d'une manutention et découpe soignée, respect du calepinage
- **Pose sèche**, avec montage rapide si découpes limitées
- **Stockage adapté** pour limiter le risque lié à l'humidité
- Besoin de **formation des entreprises** à ces nouvelles techniques
- **Développement de nouveaux métiers** et possibilité d'intégrer un **volet insertion**

Contraintes spécifiques



Mise en œuvre du
Biosys BCE en
logement collectif de
2^{ème} famille (R+3)

***La Maison de la
Diversité – Lyon 4***



REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais



REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

L'équipe

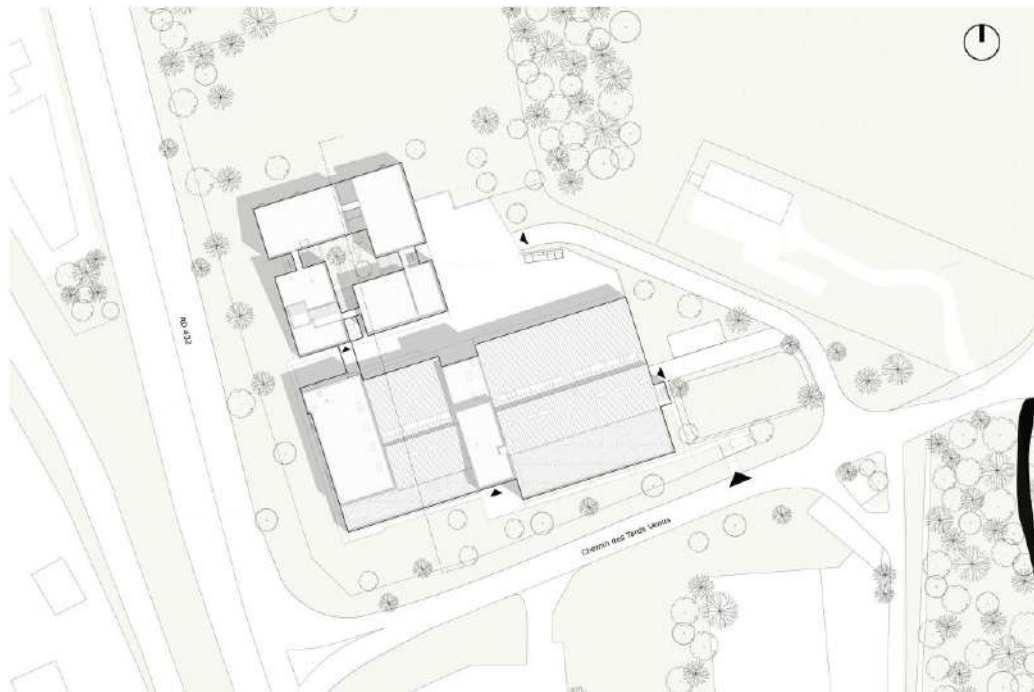
- **MOA** : Les Compagnons du Devoir et du Tour de France (MOA) ; SFHE - Arcade-VYV Promotion (MOD)
- **MOE** : Lipstick + Xanadu (architecte) ; TEM Partners (BE structure) ; New Energie Concept (BE fluides) ; TEM Partners & BET Philippe (économiste) ; Génie Acoustique (BE acoustique) ; C2i Conseil (VRD) ; Wabi-Sabi (paysagiste)
- **BE Contrôle** : BTP Consultants
- **Entreprises** : Mazaud (gros-œuvre), Vaganay (charpente bois), ABFaçade (enduit à la chaux)



- Surface : **9 960 m²**
- Coût travaux : **18 M€**
- Livraison : **février 2025**

REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

Le projet



DONNÉES SUR LE PROJET :

Surface terrain : 18 060 m²

Surfaces (SP) : 9 960 m²

Atelier (A) : 5 151 m²

Hébergement (B) : 4 809 m²

Montant de travaux : 18 M€ HT

Livraison : Février 2025

Centre de formation

le siège administratif de l'association
les salles de classe
les ateliers de formation 4 pôles.

Centre d'hébergement

126 chambres de 200 lits
Les espaces de vie avec une zone d'étude, un réfectoire, une cuisine collective et des espaces communs.



REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

Axe de conception du projet & Caractéristiques distinctives

- Travailler la pente
- Travailler plusieurs matériaux bruts
- Réduire les émissions de CO² du projet
- Transparence des usages dans l'écriture architecturale
- Mixer les échelles entre domesticité/intimité et projet d'envergure.
- Favoriser des sous espaces de rencontre
- Intégrer les jeunes en formation au processus de projet

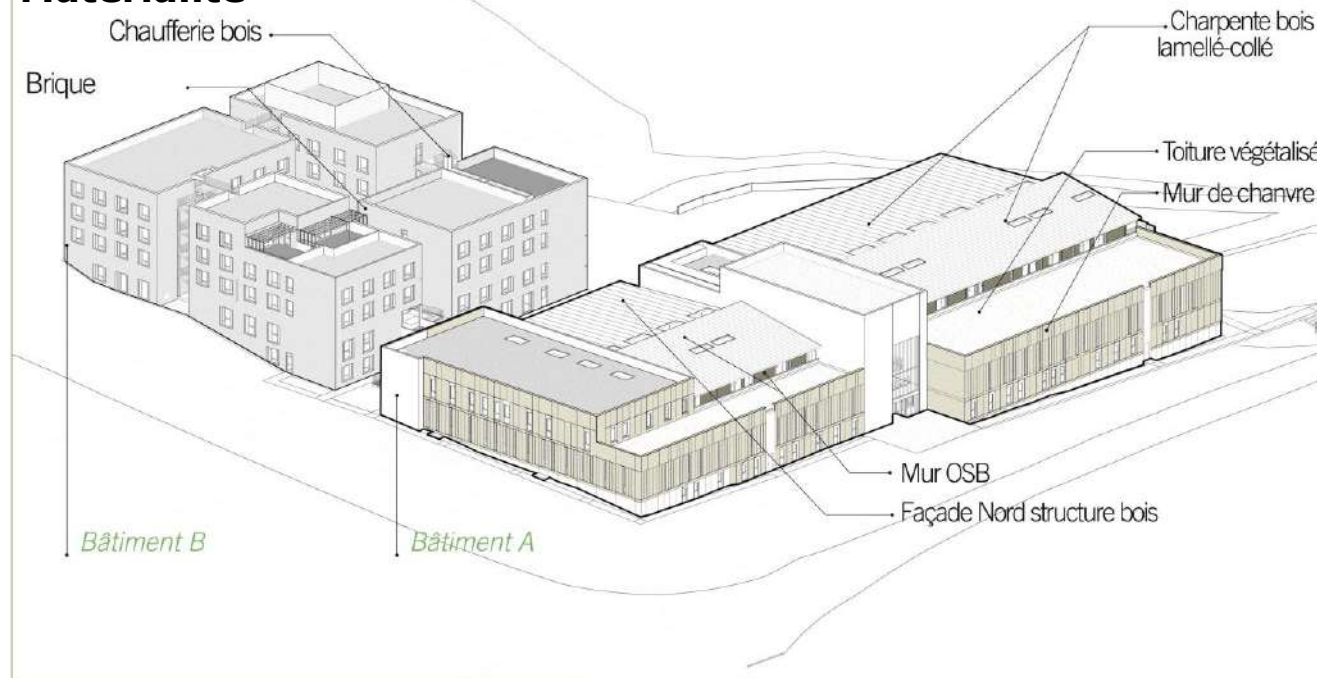


REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais



REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

Matérialité



Données sur le projet :

Quantité de chanvre:
1200m² soit 15 à 20kg CO²/m²

Quantité de Béton BCCEMVI:
4000m³ soit -300m³ CO² (130kg/m³)

Quantité de bois: 176 m³

Chauffage: 2 Chaudière bois
décheté de 350kw

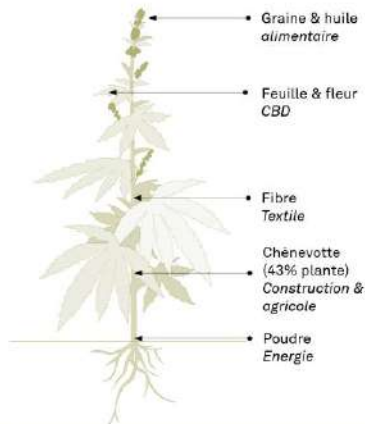
Quantité de mur MOB: 163 m²

REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

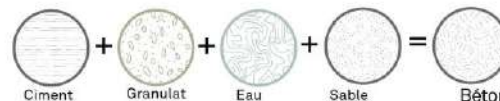


REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

LE CHANVRE



Composition Béton ciment/sable



Composition Béton de chanvre



+ Avantages

- Performances thermiques
- Participe au confort thermique
- Performances hygrothermiques
- Stabilité au feu
- Performances acoustiques
- Résistance aux rongeurs
- Stabilité sismique
- Ecologique (production sans phyto, peu d'eau, croissance en 5 mois, peu de transformation, local...)

— Inconvénients

- Cadre réglementaire (en évolution)
- Temps de séchage (projection)
- Savoir faire de mise en oeuvre (en évolution)
- Bien gérer les migrations de vapeur d'eau

REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

Bloc biosys de Vicat

Bloc de chanvre nervuré

Bloc à emboîtement (30x60x80.8) en béton de chanvre, avec structure interne (autoportante) en béton. On trouve des blocs standard, d'angle, poutre, poteau, double poteau.

Existe aussi en bloc simple à disposer dans une ossature ou contre un mur en isolation.



Composition



Chènevotte



Ciment naturel prompt



Eau



Avantages

- Rapidité d'exécution (emboîtement à sec)
- Faible pénibilité
- Structurel & isolant
- Réduction de la pénibilité
- Produit localement
- Écologique (42% de masse biosourcée)
- Recyclable

Inconvénients

- Mise en œuvre soignée
- Peu d'entreprises formées
- Structure béton interne
- Bloc friable, à prendre en compte pour les calepinages

REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

Problématiques rencontrées

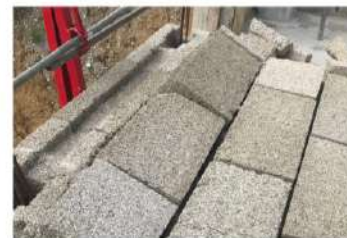
Méconnaissance générale du matériau chanvre 3 ans auparavant

EN ÉTUDE :

- Calepinage (sur la longueur et la hauteur)
- Travail dans le détail et pas sur les parties courantes
- Préparation de chantier pointue

EN CHANTIER :

- Formation de compagnons (malgré une formation dispensée par Vicat)
- Appliquer à la lettre les bonnes pratiques
- Soigner la mise en œuvre
- Interaction avec les autres lots directement dépendant (façadier/menusier)



REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais



REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais

Leviers + (notre argumentaire)

- Matériaux écologiques
- Peu de pénibilité
- Chantier propre
- Cadre règlementaire existant et en amélioration

Problématiques – soucis d'exécution

- Continuer et conforter la formation de tous les acteurs de la construction

Perspectives

- Equipe solide (MOE/MOA/ENTREPRISE)
- Amélioration des connaissances et du process
- De plus en plus de projets chanvre



REX : Maison des Compagnons du Devoir à Brignais



Focus Pierre structurelle



Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Connaissance des carrières** et échange avec les fournisseurs en amont (pierre, disponibilité de la ressource...)
- **Temps de conception** plus important (échanges architecte, maçon et carrière)
- **Compétences** (ou a minima d'une motivation forte) au sein de l'équipe de MOE

Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Connaissance des carrières** et échange avec les fournisseurs en amont (pierre, disponibilité de la ressource...)
- **Temps de conception** plus important (échanges architecte, maçon et carrière)
- **Compétences** (ou a minima d'une motivation forte) au sein de l'équipe de MOE



APPROVISIONNEMENT

- **Peu de carrières** en capacité de fournir des quantités importantes sur plusieurs chantiers à la fois
- **Coût peu compétitif** de la pierre locale
- **Anticipation** du délai d'approvisionnement du chantier
- Travail sur la **valorisation** de blocs déclassés et **acceptabilité** des blocs ayant des défauts esthétiques
- **Surcoût** de l'approvisionnement fluvial

Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Connaissance des carrières** et échange avec les fournisseurs en amont (pierre, disponibilité de la ressource...)
- **Temps de conception** plus important (échanges architecte, maçon et carrière)
- **Compétences** (ou a minima d'une motivation forte) au sein de l'équipe de MOE



APPROVISIONNEMENT

- **Peu de carrières** en capacité de fournir des quantités importantes sur plusieurs chantiers à la fois
- **Coût peu compétitif** de la pierre locale
- **Anticipation** du délai d'approvisionnement du chantier
- Travail sur la **valorisation** de blocs déclassés et **acceptabilité** des blocs ayant des défauts esthétiques
- **Surcoût** de l'approvisionnement fluvial



CHANTIER

- **Préfabrication** facilitant le chantier
- Vigilance sur la **gestion de l'humidité** pour réalisation des lits de chaux
- **Mise en œuvre** relativement aisée

Contraintes spécifiques



Des bureaux en pierre adossés à un bâtiment d'activité, c'est possible !

***Bureaux et entrepôt
Hydroscand – Genas
(ZAC Everest)***



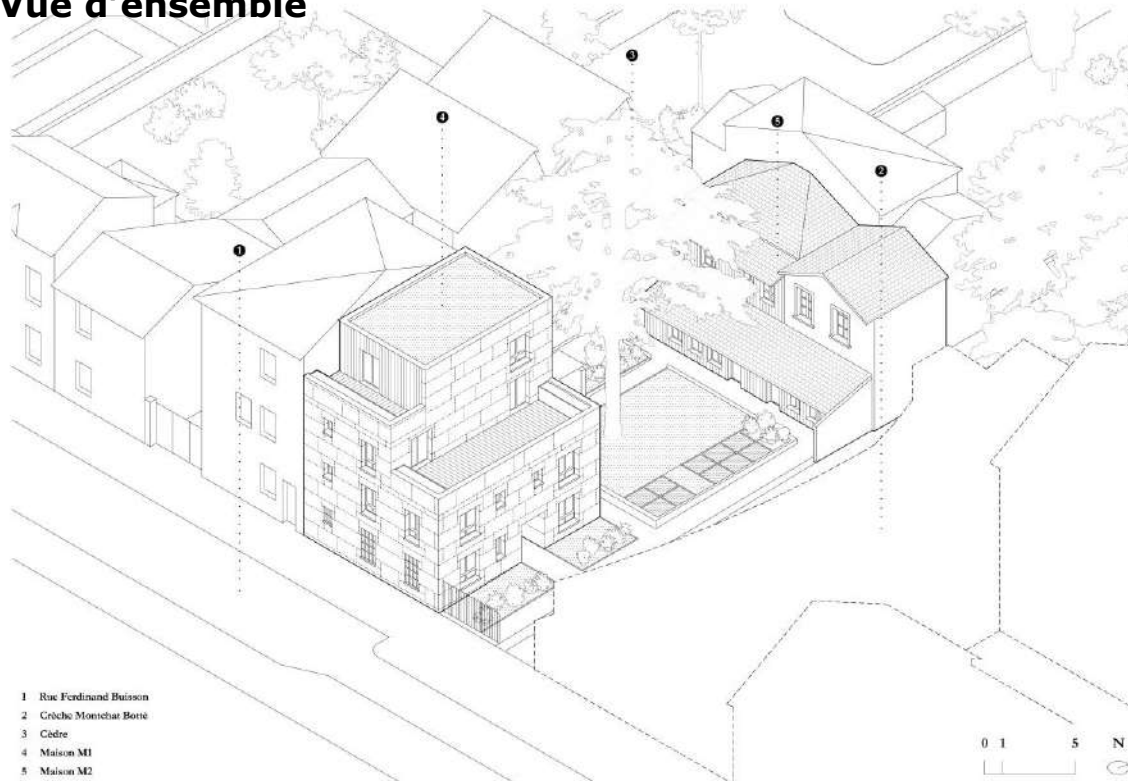
REX : Le Cèdre à Lyon 3

Vue d'ensemble



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Vue d'ensemble



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Fiche d'identité

- Réhabilitation et extension de 2 logements, construction de 4 logements en R+2, salle commune, jardin partagé, abri-vélo
- MOA : SACVL (MOA) ; Habitat et Humanisme (gestionnaire)
- MOE : Wyswyg Architecture (architecte) ; GEC Rhône Alpes (économiste) ; Cogeci (BE structure) ; EPCO (BE fluides)
- BE Contrôle : BE Veritas
- Entreprises : Truffy (gros-œuvre) ; Coquaz & Béal (pierre)
- SDP : 392 m²
- Coût travaux : 1,021 M€HT
- Livraison : juin 2025



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Caractéristiques distinctives

Le site

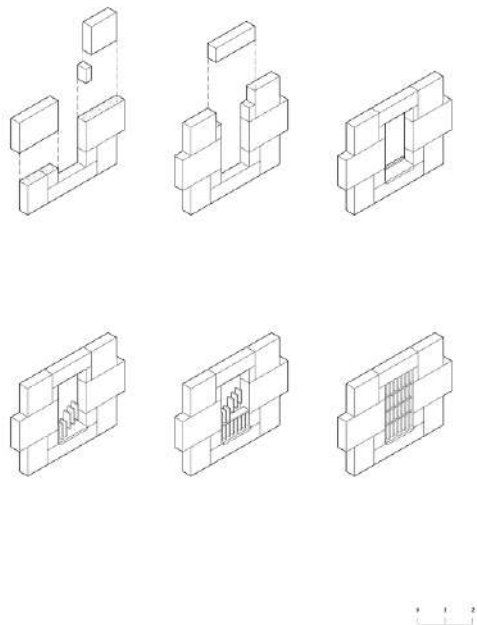
- Terrain exigu très contraint
- Réhabilitation, extension et construction neuve
- Restitution d'une plus grande surface de pleine terre que l'état existant

Le programme

- 2 logements duplex en réhabilitation/extension
- 4 logements neufs (traversant ou double orientation)
- 1 salle commune (réversible en logement)
- 1 jardin partagé

Le mode constructif

- Structure de la construction :
Pierre massive ép. 30cm (Vers-Pont-du-Gard)
Planchers béton
- Attique : bardage bois en attique (et sur l'extension)
- Toiture : végétalisée 40cm



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Apprendre des carrières (et de la pierre)



REX : Le Cèdre à Lyon 3

La pierre : de la carrière au chantier

FERDINAND BUISSON : DU GISEMENT AU BÂTIMENT



1 FRONT DE SABLE

Pédicement en grande blocs sur le front de taille de la carrière.



2 EXTRACTION

Bloc de base sur son lit.



3 DÉBIT EN ATELIER

Débit calibré enanches de 1/2m d'épaisseur et section) le plus de calage.



4 STANDARD

Le bloc standard est un bloc en pierre à 1m pesé. C'est le format que l'on retrouve le plus souvent dans l'architecture des murs et qui calibre le projet architectural.



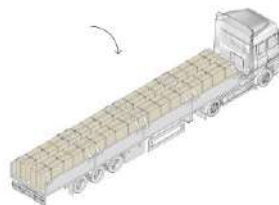
5 REPAQUE

La réemballage des pierres permet d'organiser et optimiser l'emplacement de pose des pierres.



6 PRÉPARATION

Conditionnement des pierres sur palettes consignées.



7 TRANSPORT

Transport sur semi-remorque ou semi-trailer livré dans l'ordre de pose sur le chantier. Distance du gisement au bâtiment : 200 km - 2h.

EN CHIFFRES



LE PROGRAMME

Construction, réhabilitation & extension
6 logements (du T1 bis au T4)
1 salle commune
1 jardin partagé
1 état-relais
375m² de SDP



LA PIERRE C'EST

450 m³ de murs
120 m³
555 blocs
234 tonnes
14 camions
625 kg de matériau géo-textile/m² de SDP



LE PLUS GRAND BLOC

90 x 240 x 30 cm

1,1 tonnes

LE PLUS PETIT BLOC

45 x 20 x 30 cm

0,082 tonnes



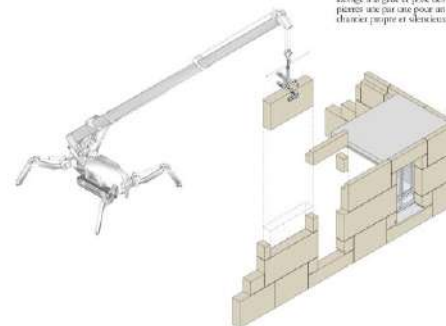
ET AUCI

15 kg de matériaux bio-sourcés/m² de SDP
2 terrasses accessibles
1 route végétalisée de 7 kilomètres aménagés
1 école présentielle

SACVL - 35 rue Ferdinand Buisson Lyon 5 - Construction, réhabilitation & extension de 6 logements
WYSNYG / ARCHITECTURE

8 CHANTIER PROTEGÉ

Levier à la grue et pose des pierres une par une pour un chantier propre et silencieux.



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Une conception adaptée à la pierre

Quelques points clefs sur ce projet

- Optimiser le module de carrière : un pas d'étage calibré sur la pierre
- Eviter/minimiser les découpes
- Favoriser les linteaux monobloc (versus plate-bande)
- Prévoir des refends pour la stabilité
- Les ouvertures et les murs plombent
- Les murs en pierre préfigurent l'organisation des logements : ici, une cuisine en alcôve et des séjour d'angle



R+0



R+1



R+2



R+3

- | | |
|--------------------|------------------|
| 1. Hall | 5. Salle de bain |
| 2. Salle commune | 6. Cuisine |
| 3. Cage d'escalier | 7. Terrasse |
| 4. Balcon | |

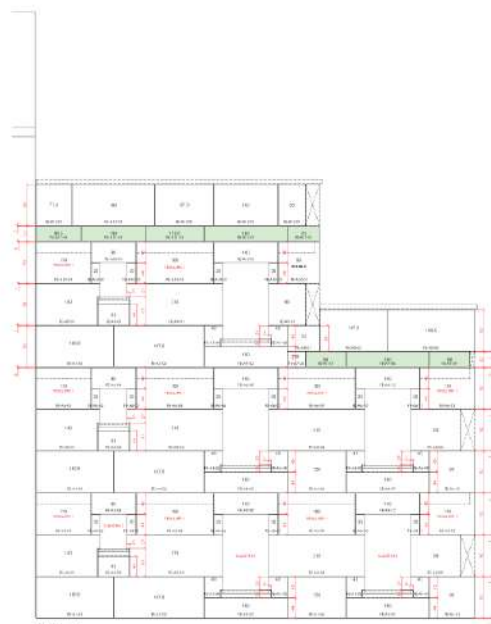


Une conception adaptée à la pierre

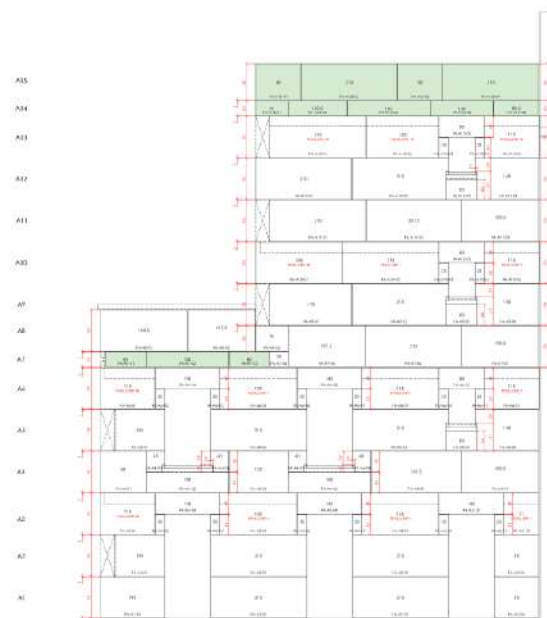


REX : Le Cèdre à Lyon 3

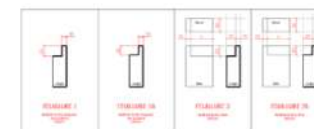
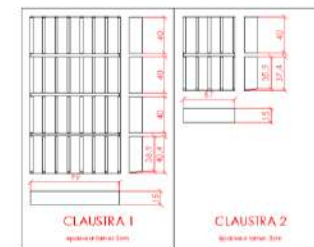
Calepinage des pierres



FIL E
(façade Sud sur la rue Ferdinand Buisson)



FIL A
(façade Nord sur jardin)



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Chantier propre & silencieux



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Chantier gros œuvre : l'essentiel en 3 mois



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Quelques images



REX : Le Cèdre à Lyon 3

Conclusions

Leviers

- **Envie collective : maître d'ouvrage + équipe de maîtrise d'oeuvre**
- **Bien connaître la ressource**
- **Préfabrication, chantier propre & silencieux**
- **Ecriture architecturale sobre**

Problématiques (pour ce projet)

- Terrain très contraint (mais idem quel que soient les choix constructifs)
- Coût (pas d'économie d'échelle mais idem pour d'autres modes constructifs)

Perspectives

- Déjà réelles avec d'autres projets en chantier sur la Métropole (les Girondins)
- Déjà réelles avec d'autres projets en étude chez WYSWYG (E3N, Ravat, la Sauvegarde)
- Travail en cours avec la filière pierre pour utiliser de la pierre de la région AURA

Focus Bloc de Terre Comprimée



Points clés issus des entretiens



CONCEPTION



APPROVISIONNEMENT



CHANTIER

- **Tirer parti des qualités du matériau** : inertie, hygrothermie, acoustique
- **Surpoids des cloisons BTC** à prendre en compte dans le dimensionnement de la structure
- Prévoir la réalisation éventuelle **d'études spécifiques, d'essais sur table vibrante, de tests au feu**
- **Se faire accompagner par un BE spécialisé** : conception adaptée, dialogue avec BC favorisé

Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Tirer parti des qualités du matériau** : inertie, hygrothermie, acoustique
- **Surpoids des cloisons BTC** à prendre en compte dans le dimensionnement de la structure
- Prévoir la réalisation éventuelle **d'études spécifiques, d'essais sur table vibrante, de tests au feu**
- **Se faire accompagner par un BE spécialisé** : conception adaptée, dialogue avec BC favorisé



APPROVISIONNEMENT

- Des fournisseurs (produit industrialisé) permettant de **sécuriser le planning chantier et les approvisionnements** (évite d'avoir à caractériser les terres de site)
- Besoin de **projets pilotes** avec volumes importants de BTC pour **favoriser l'implantation de filières localement**
- Point de vigilance sur la **très forte dépendance des filières de production de BTC aux chantiers à approvisionner**, fragilisant ces acteurs



CHANTIER

Points clés issus des entretiens



CONCEPTION

- **Tirer parti des qualités du matériau** : inertie, hygrothermie, acoustique
- **Surpoids des cloisons BTC** à prendre en compte dans le dimensionnement de la structure
- Prévoir la réalisation éventuelle **d'études spécifiques, d'essais sur table vibrante, de tests au feu**
- **Se faire accompagner par un BE spécialisé** : conception adaptée, dialogue avec BC favorisé



APPROVISIONNEMENT

- Des fournisseurs (produit industrialisé) permettant de **sécuriser le planning chantier et les approvisionnements** (évite d'avoir à caractériser les terres de site)
- Besoin de **projets pilotes** avec volumes importants de BTC pour **favoriser l'implantation de filières localement**
- Point de vigilance sur la **très forte dépendance des filières de production de BTC aux chantiers à approvisionner**, fragilisant ces acteurs



CHANTIER

- Mise en œuvre **à la portée de toute entreprise de maçonnerie**
- Pourtant : **difficultés à trouver des artisans** pour les chantiers
- **Besoin de structuration** de la filière terre crue plus largement
- **Intérêt BTC non stabilisées** : réduction de l'impact environnemental (production et fin de vie). A contrario, **intérêt BTC stabilisées** : résistance à l'eau

Contraintes spécifiques



Difficultés techniques
et économiques
+ indisponibilité
d'artisans compétents

***Collège République
Katia Krafft –
Vénissieux***



REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune



REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune



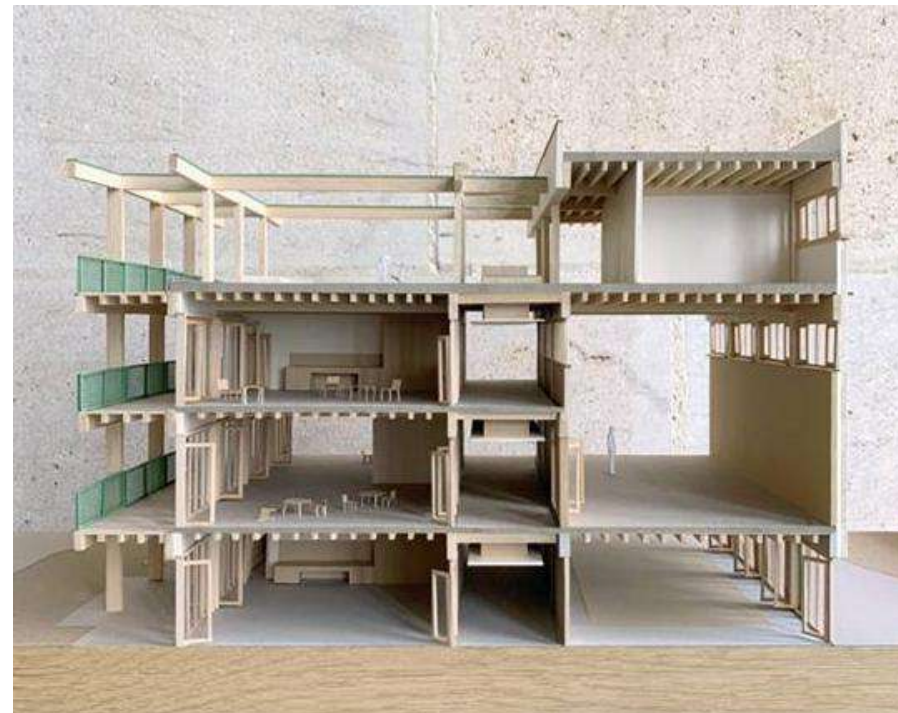
REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune

Fiche d'identité

- Groupe scolaire 15 classes + parc public
- MOA : Ville de Tassin-la-Demi-Lune
- MOE : Vurpas (architecte, économiste, BE QEB); BASE (paysagiste); ABAC (BE structure et fluides); OGI (BE VRD).
- BE Contrôle : Alpes Contrôles
- Niveau Carbone : 2025 atteint, presque 2028 (+8%)
- SDP : 3 700 m² / SU : 2 700 m²
- Coût travaux : 11,9 M€HT (hors aménagement paysagers)
- Livraison : rentrée 2026

Caractéristiques distinctives

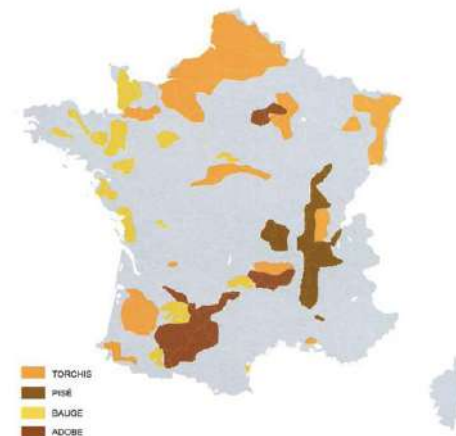
- Construction mixte **bois + béton** (fondations + cages circulations)
- Intégration de **terre crue** (mur pignon pisé + cloisons BTC)
- Volume compact pour **emprise au sol réduite**
- **Coursives** en façade Ouest sur parc
- **Toiture habitée** avec cour de récréation
- **Rénovation du pavillon en pisé** de la Noria pour accueillir du public



Maquette du projet, ©Vurpas Architectes

REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune

Les différentes formes de terre crue dans le projet / Lien avec l'histoire du site



Cartographie des techniques de construction en terre crue en France

(B) Bâir en terre - du grain de sable à l'architecture - Laetitia Fontaine et Romain Anger

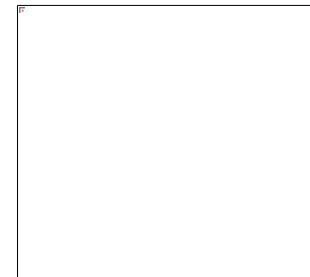
REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune



Perspective depuis l'avenue Général Brosset- ©Vurpas architectes – Pierre Descubes



Blocs de pisé préfabriqués

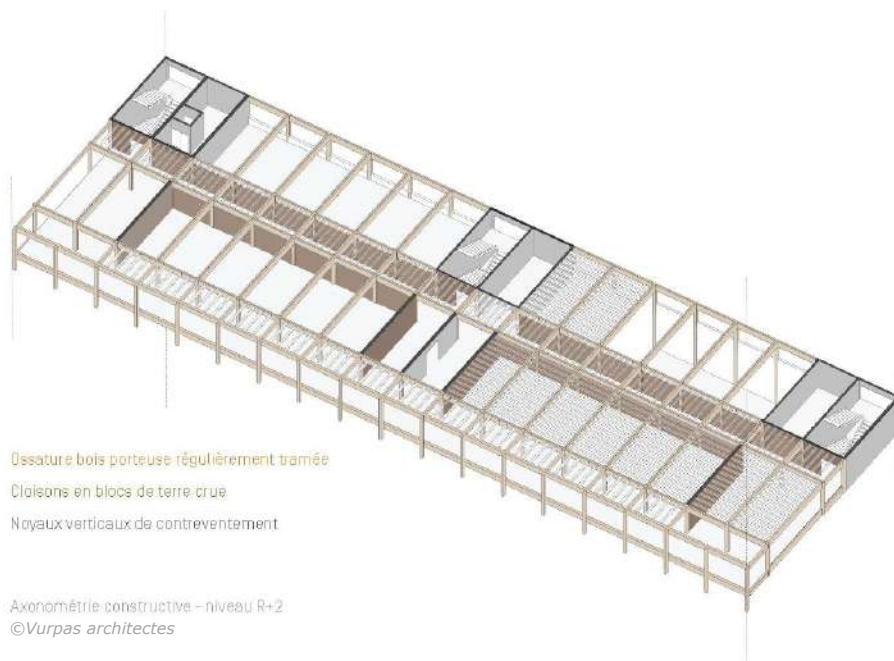


Briques de terre comprimée



Pisé rénové

REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune



REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune



Perspective d'une salle de classe - ©Vurpas architectes – Pierre Descubes

REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune

BTC : contexte règlementaire, calcul sismique et essai au feu

Atex de cas A n°2990_V1 Cycle Terre

Procédé de murs non porteurs en maçonnerie de Briques de Terre Comprimée montés au mortier, utilisés en remplissage d'une ossature porteuse en bois ou en béton. (*validité du 01/02/2022 au 29/02/2024*)

- Performance EI45 mesurée pour des maçonneries en BTC de 9,5cm d'épaisseur dans une ossature béton.
- Sismique : l'utilisation de l'Atex est limitée aux programmes pour lesquels aucune vérification n'est requise selon l'article 3 de l'arrêté du 22 octobre 2010

- Réalisation d'un essai au feu en laboratoire pour justifier d'un **REI60 avec des BTC d'épaisseur 14,5cm en remplissage d'une ossature bois** (programmé en juin 2026)
- Etablissement d'une note de calcul pour justifier de la **tenue au sismique des parois pour un bâtiment de catégorie III en zone sismique 2**. La MOE s'est adjoint les compétences d'un BET spécialisé pour établir ce calcul, notamment pour des problématiques d'assurances.

[illegible]

REX : GS Samuel Paty à Tassin-la-Demi-Lune

Leviers

- Un MOA impliqué avec une véritable ambition environnementale
- Une formation nécessaire sur la terre crue pour comprendre les mécanismes du matériau et le cadre actuel de la mise en œuvre
- Des fabricants de BTC disponibles et moteurs dans les échanges

Problématiques

- Instabilité de la filière
- Le coût de la matière + incidence sur les structures
- La prise de risque par rapport au cadre réglementaire (essai au feu dont on n'est pas assuré du résultat)
- L'attribution du marché, peu d'entreprises intéressées et complexité d'assurance pour technique de pose non courante

Perspectives

- Impliquer les maitrises d'ouvrage
- Promotion des initiatives en terre crue
- Une seule entreprise capable de fournir dans le cadre du marché public (Terreal), d'autres acteurs qui existent mais à des échelles plus petites. Structurer une filière ?
- Faire évoluer le cadre réglementaire en cherchant des Atex génériques pour répondre au plus grand nombre de cas

Conclusion



Merci à l'ensemble des contributeurs!



MÉTROPOLE

GRAND

LYON

Retrouvez le rapport complet sur
<https://transition-btp.grandlyon.com>

Crédits photos du support : voir rapport complet