

1. ACTEURS

- 1.1 Porteurs du projet p 3
- 1.2 À qui s'adresse-t-on ? p 4

2. CONTEXTE DU MARCHÉ ITE FRANCILIEN

- 2.1 Rappel des règles à prendre en compte pour les ITE p 5
- 2.2 Le patrimoine bâti en Île-de-France p 6-7

3. OBJECTIFS ET ENJEUX DE L'ITE PAILLE

- 3.1 Intérêts de l'ITE paille p 8-9
- 3.2 État des lieux des savoir-faire p 10-11

4. LA SPÉCIFICITÉ DU 132 RUE DE LA CONVENTION

- L'occasion de développer une innovation p 12-13

Voici 101 ans que la première maison d'Europe isolée en paille existe, à Montargis. Cette maison toujours saine et habitée, est en avance d'un siècle sur les exigences thermiques que l'on connaît aujourd'hui.

La filière paille se mobilise plus que jamais pour démocratiser les pratiques constructives à l'empreinte écologique la plus faible. Le matériau paille permet de valoriser une ressource abondante par une filière en circuit-court, du champ à l'habitant, en passant par le cultivateur, l'artisan, le concepteur, dans une démarche ouverte et collaborative.

La paille a un rôle primordial à jouer dans le renforcement de l'efficacité énergétique des bâtiments existants, l'un des principaux enjeux du secteur du bâtiment aujourd'hui. Au delà de l'isolation, introduire la paille dans la rénovation constitue **un stock de carbone conséquent** et vital à l'heure du changement climatique.

Notre ambition première est de **rendre opérationnelles les techniques éprouvées** d'isolation thermique par l'extérieur (ITE) en paille, en basculant de la petite à la grande échelle, dans des projets de rénovation immobilière de grande ampleur. Pour que les techniques d'emploi de la paille soient des alternatives crédibles aux offres d'isolation actuelles, cela nécessite **une meilleure visibilité** auprès des acteurs de la construction ainsi qu'auprès du grand public.

Avec l'opération du **132 rue de la Convention** (Paris XV^e), le bailleur Paris Habitat a permis d'atteindre une nouvelle échelle dans la rénovation biosourcée, en isolation par l'extérieur avec des bottes de paille un immeuble de huit niveaux. Cette opération pilote a démontré la faisabilité et la pertinence des matériaux choisis, tout en maîtrisant les coûts.

Nous sommes convaincus que les techniques d'isolation thermique par l'extérieur en paille sont une réponse pertinente à **la rénovation du parc social francilien**. Le Collect'IF Paille est prêt à accompagner les maîtres d'ouvrage publics et privés et particuliers, vers de nouvelles pratiques de rénovation thermique.



1.1 Porteurs du projet

Le Collect'IF Paille

La construction paille en Île-de-France est portée par le Collect'IF Paille. Cette association créée en 2005 **vise à promouvoir et à démocratiser l'emploi de la paille dans la construction** à l'échelle régionale, en raison de la pertinence du matériau sur les questions de qualités environnementales, sociales, économiques et sanitaires.

Elle s'appuie aujourd'hui sur le Réseau Français de la Construction Paille (RFCP) et le Centre National de la Construction Paille (CNCP) pour le soutien financier et technique.

Il regroupe **un ensemble d'acteurs de la construction en paille en Île-de-France**, allant de l'agriculteur au maître d'ouvrage, en passant par le concepteur et l'artisan. À travers des rencontres transdisciplinaires, au cours de visites et de chantiers, le Collect'if Paille diffuse ces techniques de construction auprès des professionnels, des maîtres d'ouvrage, des étudiants et du grand public.

Au sein du Collect'IF, l'équipe est composée d'architectes et d'artisans : Francis Landron et Édouard Vermès (pilotes), Cécile Laurent, Adrien Perrin, Benoit Rougelot, Benoit Taupin, Mathieu Dehaut.

Vous accompagner

Le projet présenté comprendra des études, des expérimentations et le suivi d'applications. A minima, les prestataires suivants sont amenés à intervenir :

- Des **architectes** pour assurer la cohérence de l'emploi de l'ITE paille avec les objets architecturaux et urbains existants.
- Des **ingénieurs structure, ingénieurs thermique, enveloppe, énergie**, etc. afin de mobiliser les savoirs techniques et d'ingénierie nécessaires suivant les cas de figure.
- Des **contrôleurs techniques** afin d'inscrire chacun des domaines d'emploi dans le cadre réglementaire actuel et repérer ceux à faire «évoluer» pour les procédés en cours de recherche et développement.
- Des **économistes de la construction** pour estimer les coûts d'utilisation de chacune des techniques tant du point de vue de l'économie de moyens, que d'échelle ainsi qu'en coût global.
- Des **entrepreneurs** pour repérer les éventuelles contraintes et ou spécificités liées à la mise en œuvre des techniques.
- Des **graphistes** pour la réalisation des documents numériques et papiers.
- Des **chercheurs, laboratoires, universités et écoles supérieures** éventuellement intéressées par la démarche.

1.2. A qui s'adresse-t-on ?

Partenaires repères presentis

Notre démarche se veut inclusive et l'ensemble des acteurs que l'on souhaite sensibiliser ou accompagner à la construction paille sont aussi pour nous des partenaires de projet.

Le soutien accompagnateur

Le Booster BOIS BIOSOURCES

Les organismes d'appuis techniques

RFCP, AQC, CSTB, Agence Parisienne du Climat, Énergies Positif, Ademe, AREC, CNDB, etc.

Les organismes d'appuis à la communication

Ordre des architectes d'Île-de-France, Région Île-de-France, CAUE, Métropole du Grand Paris, CCI IDF, Ekopolis (BDF), etc.

Différents acteurs, différentes attentes

Notre objectif est de créer une boîte à outils qui puisse s'adapter aux différentes attentes et ainsi de proposer des scénarios pour la mise en œuvre de l'ITE paille pour chaque type d'acteur et de bâti. En effet les solutions ne sont pas les mêmes pour un particulier ou pour un bailleur social. Dans tous les cas, nous nous devons d'accompagner les acteurs désireux de mettre en œuvre l'ITE paille.

Les maîtres d'ouvrages : bailleurs sociaux, copropriétaires, particuliers, etc..

Bien que les attentes, les moyens et les procédures soient différentes d'un maître d'ouvrage à l'autre, la recherche de durabilité et de facilité de maintenance est essentielle. C'est particulièrement le cas des maîtres d'ouvrage qui assument la gestion et l'entretien de leur immobilier à l'exemple des bailleurs sociaux qui doivent gérer leur parc de logements. Le choix de techniques fiables sur le long terme participe au maintien du niveau de performance recherché au moment des études et à la réduction des coûts d'exploitation.

Le retour d'expériences de la paille en construction laisse entrevoir des ouvrages d'une très grande pérennité, faciles d'entretien et évolutifs. Ainsi, bien que le coût des ITE paille soit supérieur aux solutions conventionnelles en polystyrène et en laine minérale, c'est en estimant le coût global sur le long terme que ces techniques deviennent concurrentielles. Dès lors les solutions d'ITE biosourcées telles que la paille deviennent tout à fait rentables.

Les décideurs politiques, les collectivités territoriales, les institutions publiques et privées

Il est nécessaire d'offrir des supports de propositions alternatives aux décideurs ayant la possibilité de développer des politiques écologiques à grande échelle. Notre objectif est d'encourager les actions d'envergure sur l'ensemble du territoire francilien et pourquoi pas réaliser des rénovations exemplaires comme par exemple le siège de l'ADEME à Angers élu premier bâtiment tertiaire labellisé BBC.

Les entreprises du bâtiment

La construction paille est une solution d'avenir qui doit être saisie par les entrepreneurs du bâtiment. Avec la paille les entreprises ont l'occasion de diversifier leur activité en développant de nouvelles compétences et savoirs faire, tout en renforçant les circuits courts locaux existants.

Les habitants

L'originalité de l'emploi d'un matériau naturel permet d'impliquer dans les processus de projet les habitants, qu'ils soient propriétaires ou locataires pour qu'ils puissent au mieux comprendre les bâtiments et l'environnement dans lesquels ils vivent.



2.1. RAPPEL DES RÈGLES À PRENDRE EN COMPTE POUR LES ITE

Depuis leur création en 1974 et jusqu'à aujourd'hui, les réglementations thermiques ont principalement eu pour objet d'encadrer la conception de bâtiments aux consommations d'exploitation maîtrisées. Cependant elles évoluent progressivement vers d'autres problématiques et vers une vision plus globale où l'énergie grise tiendra compte de l'ensemble du processus allant de la construction à la déconstruction. La réglementation environnementale RE 2020 encore en cours d'élaboration fera intervenir de nouveaux outils tels que l'Analyse de Cycle de Vie (ACV) des ouvrages. **Ces outils permettront de statuer sur l'impact des choix actuels sur le climat et les ressources futures.**

Cependant, quelle que soit l'évolution législative, il faut toujours interpréter les textes réglementaires en cohérence avec la variété des situations et la complexité du bâti existant, et les exploiter au service d'une plus-value créatrice. A l'heure où l'intervention massive sur le patrimoine existant et le développement des filières biosourcées sont décisifs, **la nécessaire prise en compte de l'énergie grise et du bilan global implique un nouveau paradigme.** En ce sens, l'emploi de la paille pour la rénovation énergétique des bâtiments offre l'opportunité de développer des outils d'aide à la conception globaux et de nouveaux constructions.

Code de l'Urbanisme et du patrimoine

Emprise sur le domaine public

Sur les bâtiments alignés sur la voie publique, seule la possibilité des PLU proposant des encorbellements permet l'usage d'ITE épais. Au cas par cas peuvent être envisagées des occupations du domaine public.

Demande d'autorisation, Déclaration Préalable ou Permis de Construire

Au même titre qu'un ravalement ou toute modification extérieure d'un bâtiment existant, une déclaration préalable de travaux est obligatoire pour la pose d'isolation par l'extérieur.¹ Cependant, un permis de construire peut être requis par exemple dans le cas d'une façade protégée au titre des Monuments Historiques ou dans le périmètre de protection de l'un d'entre eux, ou pour d'autres cas particuliers.

Surface créée

« Les surfaces de plancher supplémentaires nécessaires à l'aménagement d'une construction existante en vue d'améliorer son isolation thermique ou acoustique ne sont pas incluses dans la surface de plancher développée hors œuvre brute de cette construction ». ² Cela permet d'exclure les surfaces de plancher créées par l'ITE des taxes d'urbanisme, de ne pas exiger un PC, de faciliter la densification des terrains déjà bâtis. Par ailleurs, il peut être intéressant d'envisager l'ITE comme un prétexte à la création d'extensions et de surélévations.

Risque naturel

En Île-de-France un point de vigilance est à observer concernant les zones inondables.

1. Article R.421-17 a du Code de l'Urbanisme

2. Cf. Décret n°2009-1247 du 16 octobre 2009 relatif à la surface hors œuvre des constructions modificatif de l'article R.112-2 du code l'urbanisme

3. Annexe de la circulaire du 21 juin 1982 modifiée le 7 août 2019

4. Arrêté du 7 août 2019 relatif aux travaux de modification des immeubles de moyenne hauteur et précisant les solutions constructives acceptables pour les rénovations de façade, etc.

5. Article R. 131-28 du code de la construction et de l'habitation

Code l'habitation et de la construction

Réglementation thermique

En attendant l'application de la RE 2020 repoussée au 1er janvier 2021, la RT 2012 reste la réglementation thermique principale dans la construction à respecter.

RT existant 2008 : Depuis 2008, la RT dite « globale » définit un objectif de performance globale pour le bâtiment rénové. Elle s'applique uniquement à certains projets qui réunissent trois critères : SHON rénovée > 1000m² ; date d'achèvement du bâtiment postérieure au 1er janvier 1948 ; coût des travaux de rénovation « thermique » > 25% de la valeur hors foncier du bâtiment (article R. 131-26 du code de la construction et de l'habitation). Pour toutes autres rénovations, en cas d'installation ou de remplacement d'un élément du bâtiment, on parle de RT « élément par élément » : une performance minimale pour l'élément remplacé ou installé est définie³. En complément, la loi LTECV oblige la réalisation de travaux d'isolation en cas d'importantes réfections de toiture, de ravalement de toiture ou d'aménagement d'une pièce en vue de la rendre habitable (articles R.131-28-7 à R. 131-28-11 du code de la construction et de l'habitation). Néanmoins, de nombreux cas particuliers rendent non applicable l'obligation d'isolation notamment pour des raisons patrimoniales ou urbaines.

Réglementation incendie, Protections des risques

Le principal texte est l'Instruction technique n° 249 (IT249) relative aux façades⁴. Selon le programme, la morphologie du bâtiment et le type d'intervention, il faut se référer aux textes correspondants.⁵

Réglementation accessibilité

Du fait des surépaisseurs de l'ITE peuvent être concerné les problématiques d'accès des fenêtres et balcons.

Réglementations techniques

Il est aussi à prendre en compte les règles d'étanchéité des façades (à l'eau, l'air et au vent), d'isolation acoustique, etc. Les réglementations ne sont pas toujours applicables et des adaptations sont souvent nécessaires ; en général pour des restructuration très lourdes, les réglementations doivent être prise en compte dans leur globalité.

La gestion des points singuliers (liens entre les murs et le toit, les soubassements, les menuiseries, etc) est aussi essentielle à la bonne mise en œuvre.

Règles de l'art, Normes, DTU, Avis techniques, Atex

Il est possible de se référer aux :

- DTU relatifs aux bâtiments neufs isolés thermiquement par l'extérieur (NF DTU 45.3), aux revêtements de façades, aux étanchéités de toitures (NF DTU 43., NF DTU 43.4), aux charpentes en bois, à l'ossature en bois (NF DTU 31.2), aux murs rideaux (NF DTU 33.1), etc.
- Avis techniques spécifiques : Avis Technique 20/17-406 (Isolation thermique de mur en panneau ou rouleau des produits à base de fibres végétales), etc... Avis techniques et retours d'expériences de solutions d'ITE avec d'autres matériaux biosourcés.
- ATEX : CSTB 2721_V1
- Norme pour maîtriser le risque de feu couvant (NF EN 16733)
- Règles Professionnelles de la Construction Paille V3 / avril 2019
- Instruction technique 249 relative aux façades (mai 2010, IT249)

2.2. LE PATRIMOINE BÂTI FRANCIEN

L'Île-de-France: clé d'une politique nationale

La quantité de matériaux à mobiliser en t/m² entre la construction neuve et la rénovation d'un bâtiment de logement, de 40 à 80 fois plus importante selon sa typologie¹. **Il est important de promouvoir la rénovation thermique.** Le Plan national de rénovation énergétique des bâtiments présenté par Nicolas Hulot prévoyait la rénovation d'ici 2025 de sept millions de « passoires énergétiques ». L'objectif régional était de 125 000 logements rénovés par an à l'horizon 2020.

Ces objectifs ne sont pas respectés, il nous paraît important aujourd'hui d'œuvrer à résorber le retard et continuer l'effort. Ainsi promouvoir **l'utilisation des nouvelles techniques ici ITE paille pourrait contribuer à accélérer les rénovations.** Et la région Île-de-France doit faire le premier pas, tant elle pèse dans le bilan carbone national. À titre d'indication, le parc francilien de résidences principales représente 18% du parc national tout en sachant que 30% des consommations énergétiques finales et 14,5% des émissions de CO² en France proviennent des logements.

Un projet Francilien

L'action ne doit pas se focaliser uniquement sur la métropole. Il faut considérer l'Île de France dans son ensemble, réconcilier les villes et les territoires ruraux, tisser les liens entre l'urbain et les territoires agricoles du Grand Paris. L'échelle régionale francilienne est celle à partir de laquelle le territoire devient, par la multiplication des circuits-courts, autonome en ressources et notamment en paille.

Alors que le cœur historique de Paris est cristallisé, les arrondissements périphériques et les autres communes n'attendent qu'à être transformés. Un **travail de sensibilisation et de multiplication des projets** exemplaires sur l'ensemble du territoire est pour cela indispensable. Cet encouragement à la rénovation architecturale et thermique biosourcée du parc bâti francilien **répond à une demande** de plus en plus importante de la part des collectivités locales et des maîtres d'ouvrage (Plan climat, aides et subventions, état des lieux des appels d'offres actuels, etc).

Cet encouragement à la rénovation architecturale et thermique biosourcée du parc bâti francilien répond à une demande de plus en plus importantes de la part des collectivités locales et des maîtres d'ouvrage (Plan climat, aides et subventions, état des lieux des appels d'offres actuels, etc).

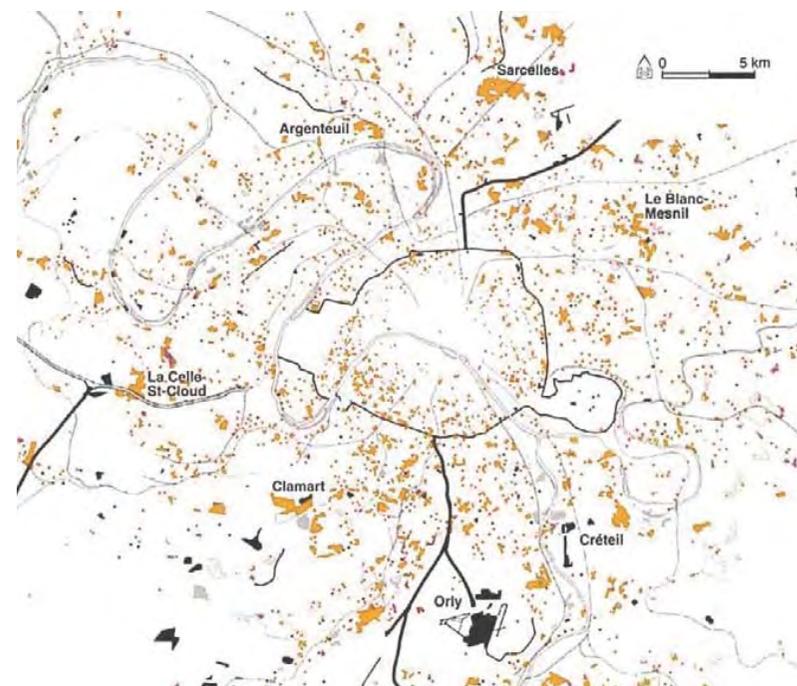
1. Ademe, *La construction neuve beaucoup plus consommatrice de matériaux que la rénovation*, <https://presse.ademe.fr/2019/12/etude-la-construction-neuve-beaucoup-plus-consommatrice-de-matériaux-que-la-renovation.html>
Source de la carte « le bâti francilien de 1945 à 1967 » : Jacqueline Beaujeu Garnier et Jean Bastié, Atlas de Paris et de la région parisienne, paris, Berger Levrault, 1967, pl. 32.

Diagnostic du patrimoine bâti existant

La **prise en compte des aspects techniques, architecturaux, patrimoniaux et urbanistiques** de chaque édifice est nécessaire afin d'établir le type d'intervention. Le diagnostic de chaque type de bâtiments aux modes constructifs différents permet d'évaluer sur quels édifices il est plus pertinent d'agir et pour lesquels **la solution de l'ITE paille est propice.**

En outre, le diagnostic, prévu dans la loi MOP au niveau de chaque opération, peut être envisagée plus globalement à l'échelle de l'ensemble du patrimoine du maître d'ouvrage afin d'arrêter sa politique immobilière, de définir les priorités et le phasage d'intervention et de **permettre une approche raisonnée de la mise en œuvre de la réhabilitation énergétique.**

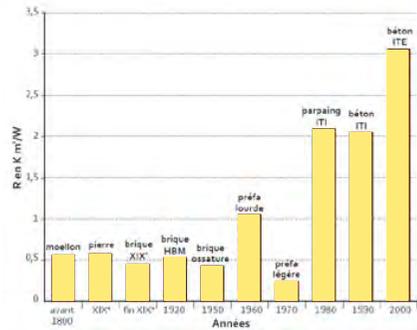
Carte présentant le bâti francilien de 1945 à 1973



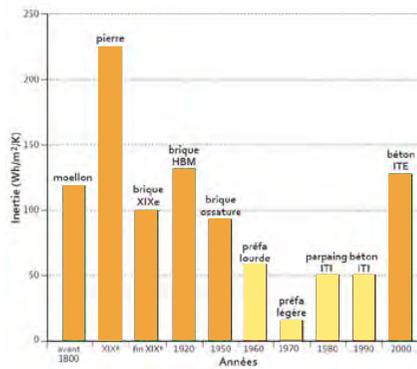
Dans les diverses études thermographiques et autres diagnostics de performance énergétique, il apparaît nettement que le parc le plus concerné par la rénovation énergétique est celui bâti entre 1945 et 1967 et celui-ci se situe en grande majorité dans la banlieue parisienne.

2.2. LE PATRIMOINE BÂTI FRANCIEN

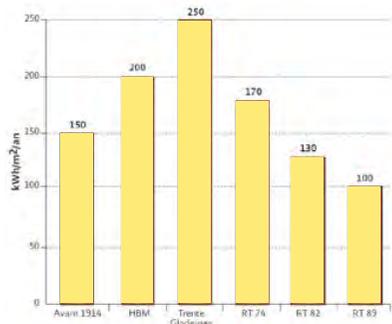
Comparaison des bâtis en Île-de-France



Résistance thermique des murs selon les techniques constructives à Paris



Inertie des murs selon les techniques constructives à Paris



Consommations d'énergie des logements parisiens (chauffage + ECS).
Estimations réalisées à partir de recouvrements de factures.

L'isolation Thermique par l'Extérieur en paille



Modes constructifs des bâtis en Île-de-France

MODES CONSTRUCTIFS	Images
PAN DE BOIS	[Image of a wooden frame building]
MACONNERIE PIERRE	[Image of a stone masonry building]
MACONNERIE BRIQUE	[Image of a brick masonry building]
OSSATURE METALLIQUE	[Image of a steel frame building]
OSSATURE BETON	[Image of a concrete frame building]
PREFA LOURDE	[Image of a heavy precast concrete building]
PREFA LEGERE	[Image of a light precast concrete building]
VOILE BETON	[Image of a concrete slab building]

PREMENTS	Images
ENDUIT plâtre chaux	[Image of a plastered wall]
PIERRE	[Image of a stone wall]
BRIQUE	[Image of a brick wall]
VETURE PLAQUE pierre céramique terre cuite	[Image of a tiled wall]
EMULSION peinture RPE	[Image of a painted wall]
MODULE D'ETAGE	[Image of a modular building facade]
BARDAGE METAL	[Image of a metal-clad building]
BARDAGE BOIS	[Image of a wood-clad building]
VETURE AGRAFEE pierre ciment filaire terre cuite	[Image of a wire-mesh wall]

Programme de développement en Île-de-France

3.1. INTÉRÊTS DE L'ITE PAILLE

Répondre à l'urgence climatique

Le secteur du bâtiment générant à lui seul 40 % des émissions annuelles de gaz à effet de serre et 43% des consommations énergétiques, c'est un domaine clé pour la lutte contre le changement climatique. L'usage de matériaux biosourcés tels que **la paille dans la rénovation est un formidable levier.**

En effet la paille a pour caractéristique physique d'avoir un bon pouvoir isolant et la capacité de stocker le CO₂, comme le traduit son bilan carbone (FDES) de -14 kg EqCO₂/m². Le développement de l'ITE paille permettrait ainsi de mieux réduire le réchauffement climatique que les solutions usuelles qui n'ont pas ce crédit carbone, voir développent des filières fossiles lointaines et émettrices.

Utiliser les ressources et les filières du territoire IdF

Pour être cohérent avec ces objectifs climatiques, la rénovation thermique du patrimoine bâti francilien pourrait se faire avec des matériaux biosourcés mais aussi locaux. La région produit 10% des céréales françaises engendrant 2,6 millions de tonnes de paille chaque année.

Déchets de l'agriculture, la paille à l'usage de la construction offre aux agriculteurs régionaux un nouveau débouché sans entraver la production alimentaire. Ce **matériau isolant brut et prêt à l'emploi**, crée des liens entre le monde agricole et celui de la construction, entre le paysan, l'artisan, et l'habitant.

Avec cette ressource locale et abondante, seules 5% de la production annuelle francilienne (soit 145 000 tonnes de paille par an) seraient nécessaires pour isoler l'ensemble du parc immobilier neuf et ancien jusqu'en 2050.

De par sa mixité de matériaux géo et biosourcés, utilisant souvent simultanément le bois, la paille et la terre, l'ITE paille est susceptible de développer les filières bois et terre en Île-de-France.

Le territoire francilien occupe une place prépondérante dans la production et la récolte de bois avec 742 000 m³ de bois récolté par an en Île-de-France grâce à une surface de 263 000 ha de bois et forêts. Cette disponibilité abondante permet à la paille et au bois d'assurer la massification de la rénovation énergétique des bâtiments avec le matériau paille dès maintenant.

Confort et technique

Le matériau paille sans être transformé rend possible des confort élevés dans les domaines de l'hygrothermique, de la santé, mais aussi de l'acoustique et de l'espace.

Les propriétés du matériau paille sont intéressantes dans la rénovation thermique : très ouverte à la vapeur d'eau, la paille est **adaptée à l'isolation par l'extérieur de tous les types de murs**. Pour rappel, une botte de paille dont la masse volumique comprise entre 80 et 120 kg / m³ a une conductivité thermique $\lambda_D = 0,052 \text{ W/(m}\cdot\text{K)}$ Norme EN 12-667, soit une résistance thermique **R > 7,11 m².K/W** pour des bottes de 37 cm.

Par ailleurs, le complexe bois-terre-paille, majoritairement utilisé dans les techniques d'ITE, est, à l'encontre des idées reçues, **très résistant au feu**, comme l'atteste le récent test de résistance au feu réalisé au CSTB (120 minutes sous un feu de 1000°C) et test de réaction au feu (FCBA) pour paille enduit chaux.

Sa caractéristique d'**affaiblissement acoustique** est très intéressante en IdF où le paysage urbain s'est construit de façon dense (Affaiblissement acoustique -43 dB pour de la paille enduite à la terre crue).

Tableau récapitulatif présentant les atouts de l'ITE paille suivant les différentes étapes du projet de rénovation thermique.

Etape	Phase	Atouts de l'ITE Paille
Etude	Projet	- Système constructif bien adapté à la réhabilitation ou au neuf - La paille ne joue pas un rôle structurel - Perspirant - Diversité de finitions
Pose des bottes et éléments structurels	Chantier	- Rapidité d'intervention - Bonne gestion de l'étanchéité à l'air - Matériau durable - Bonne résistance mécanique
Usage	Livraison	- Minimise le risque de désordre dans les constructions conventionnelles - Inertie thermique élevée - Très bonne régulation hygrométrique par la capacité d'absorption et de restitution du matériau paille associé avec des enduits terre - Confort Hygrothermique d'hiver et d'été - Absorption et affaiblissement acoustiques importants par la souplesse et la masse du matériau - Absence d'émanation de composés organiques volatils (COV)
Recyclage – Réemploi	Fin de vie du bâtiment	- Mise en oeuvre permet un retour dans la nature - Mise en oeuvre permet une réutilisation des matériaux

3.1. INTÉRÊTS DE L'ITE PAILLE

Innovation de solutions : mixité des matériaux biosourcés

Intégrer à la culture constructive contemporaine les savoir-faire traditionnels en y ajoutant de nouveaux matériaux, de nouvelles hybridations et de nouveaux emplois.

Afin d'enrichir la culture de la construction, le Collect'IF Paille a besoin du Booster Bois Biosourcés pour multiplier les expériences pilotes et développer d'autres techniques en R&D. Ces innovations de solutions se déclinent notamment autour de la question des fixations à la façade.

Dans l'idéal, la production de botteuses adaptées à différentes épaisseurs permettraient d'obtenir des résistances thermiques variées.

Dans la lignée d'un bilan carbone faible, une autre piste de recherche serait le réemploi des parements existants qui ont une valeur patrimoniale.

Innovation sociale

Le matériau paille est vecteur d'intensité sociale. D'une part la dimension humaine du chantier est liée notamment à la taille des bottes de paille employées : nous préconisons l'utilisation des bottes de tailles petites (36x46x80 ou 120cm) et moyennes (50x80x80 ou 120cm) pour une manipulation aisée du matériau paille par tous. De même des filières pourraient se développer pour des épaisseurs moindres avec des mini-bottes de 22x50x100cm.

D'autre part, la paille génère des bienfaits non quantifiables : sentir le matériau, le positionner, le travailler, apporte plus d'intérêt et de valeur pour «l'ouvrier» que la manipulation d'un outil mécanique.

L'ITE peut être installé en milieu occupé. L'intérêt de la paille est dès lors multiples : en plus de ne dégager aucun produit chimique nocif, intervenir avec de la paille en milieu occupé se prête à la sensibilisation de la société civile à la transition écologique naturelle.

La construction d'ITE paille peut prendre plusieurs formes : chantiers participatifs, chantiers-école, chantiers d'insertion, coopératives d'artisans. Ces chantiers ouverts, qui sont – pour peu que le chantier soit animé par un professionnel – de véritables formations, sont une occasion pour certaines personnes d'envisager une reconversion.

Innovation de procédés : vers une nouvelle architecture par une approche globale

Les dimensions de l'ITE paille plus épaisses que les solutions habituelles invitent à une richesse constructive dès lors que la vision globale des bâtiments, et plus largement de l'architecture est intégrée à la réhabilitation énergétique. Prendre en compte la construction dans sa globalité **offre la possibilité de la réinvention du bâtiment et de ses façades** en tenant compte de l'évolution des usages.

L'ITE paille présente plusieurs aspects de finitions (enduits, bardage) qui lui confèrent un grand panel de solutions architecturales.

L'ITE paille, par son épaisseur importante, renouvelle l'architecture du bâtiment, notamment l'interface extérieur- intérieur tant pour les habitants que pour les performances des constructions:

- **Créer une façade habitée** en tirant partie de l'épaisseur du complexe ITE paille.
- **Intégrer de nouvelles fonctions** entre un ITE autoportant et la façade existante permettant d'intégrer déambulation, loggias, escaliers, ascenseurs...
- **Repenser les toitures terrasses ou à pentes** (inclusion d'équipements de ventilation, et d'ENR).
- **Surélever les bâtiments** en utilisant l'épaisseur de l'ITE pour réaliser la descente de charges.

3.2. ÉTAT DES LIEUX DES SAVOIR-FAIRE

Grâce aux retours d'expérience, le recensement et l'évaluation des chantiers, l'ITE paille pourra être reconnue au sein des Règles Professionnelles de la Construction Paille, et ainsi se populariser.

La paille peut se décliner dans une très grande diversité de mises en œuvre d'isolation par l'extérieur, pouvant répondre à de nombreuses situations : auto-portée ou portée sur le mur existant suivant la résistance de celui-ci, en filière sèche ou revêtue d'enduit, préfabriquée en caissons, mise en œuvre en chantiers collectifs...

Notre ambition est de dépasser le caractère aujourd'hui innovant de ces pratiques, afin d'en faire, dans un futur proche, des techniques courantes et unanimement reconnues.

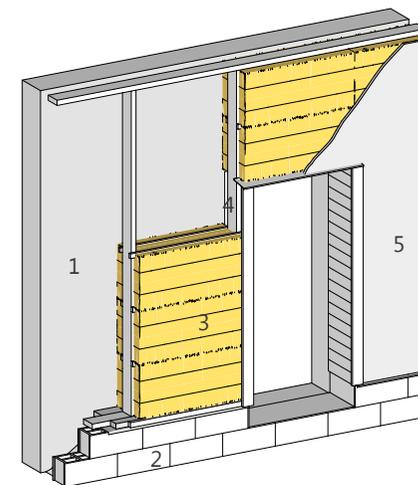


Voici un petit tour d'horizon de quelques-unes des solutions constructives existantes :

1-Ossature centrée

Cette technique est particulièrement adaptée aux murs existants ne pouvant supporter le poids de la nouvelle enveloppe.

Exemple de projet : rénovation d'une maison rurale à Liré, Christelle Dupont, Botmobil, 2010

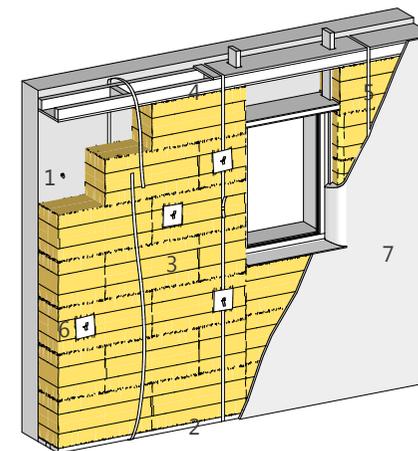


- 1 Mur existant
- 2 Soubassement
- 3 Botte sur chant
- 4 Ossature en bois
- 5 Enduit extérieur en parement

2-Mur porteur en paille

Cette technique, assimilée à l'appareillage Nebraska, utilise les capacités de la paille à s'auto-porter, et ne sollicite le mur existant que contre le déversement.

Exemple de chantier : Bridport, Angleterre, chantier supervisé par Jakub Wihan



- 1 Ancrages dans le Mur existant
- 2 Lisse basse
- 3 Botte sur chant ou à plat
- 4 Lisse haute
- 5 Feuillards textiles
- 6 Éléments ponctuels anti-déversement
- 7 Enduit extérieur

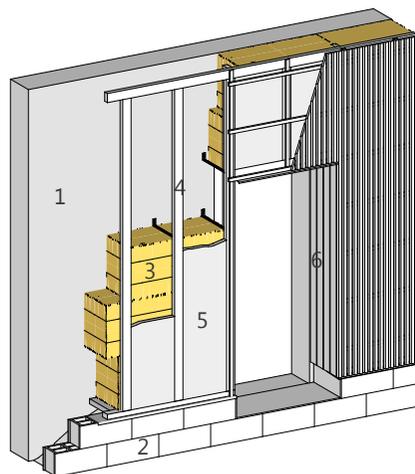
3.2. ÉTAT DES LIEUX DES SAVOIRS-FAIRE

3-Demi-Greb

La technique « Greb » (pose en tunnel, issue du Groupe de Recherche Écologique de la Baie au Québec) est ici déclinée, assimilant le mur ancien à une paroi du tunnel où sont posées les bottes.

Exemple de chantier : pavillon en R+1 à Dreux, Benjamin Pelletier.

- 1 Mur existant
- 2 Soubassement
- 3 Botte sur chant
- 4 Ossature légère en bois
- 5 Feuillards textiles
- 6 Mortier ou enduit terre
- 7 Enduit ou bardage extérieur

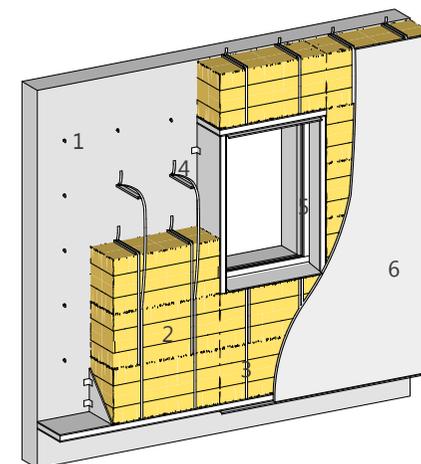


5-Bretelles

L'ITE nécessite très peu de bois, les bottes sont accrochées au mur individuellement à l'aide de bretelles.

Exemple de chantier : Immeuble de logement social, Paris Habitat, Paris XV^e, en projet, 2020, architectes Landfabrik et TraitVivant.

- 1 Ancrages dans le mur existant
- 2 Bottes sur chant
- 3 Bretelles, feuillards textiles
- 4 Entretoises, tasseau bois
- 5 Menuiserie déplacée dans la nouvelle enveloppe
- 6 Mortier ou enduit terre

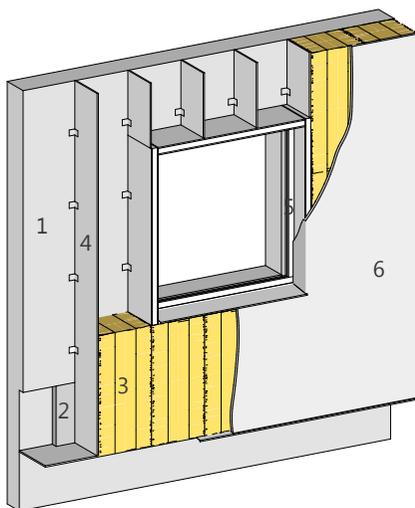


4-Épines

Cette technique fait porter le mur existant, les bottes étant rentrées en compression entre des épines, montants fins ancrés au mur.

Exemple de chantier : maison individuelle à Poissy, 2019, architecte Volker Ehrlich

- 1 Mur existant
- 2 Isolants complémentaires
- 3 Botte debout
- 4 Épines, panneaux dérivés du bois
- 5 Baies déplacées dans la nouvelle enveloppe
- 6 Enduit extérieur



6-Demi-caissons

Entièrement préfabriqués et en filière sèche, ces caissons permettent d'intervenir rapidement sur des bâtiments de grande échelle.

- 1 Connecteurs sur le Mur existant
- 2 Demi-caissons, ossature bois
- 3 Compléments isolants
- 4 Panneau pare-pluie, dérivé du bois
- 5 Baies intégrées
- 6 Bardage extérieur au caisson

