



Acronyme	PRO-PAILLE – Support à la mise en place de règles professionnelles de construction en paille
-----------------	---

<u>1. CONTEXTE ET POSITIONNEMENT DU PROJET.....</u>	<u>2</u>
<u>1.1. Contexte et enjeux économiques et sociétaux</u>	<u>2</u>
<u>1.2. Positionnement du projet.....</u>	<u>3</u>
1.2.1 Historique et perspectives :	4
<u>2. DESCRIPTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE.....</u>	<u>9</u>
2.1. État de l'art.....	9
2.2. Objectifs et caractère ambitieux/novateur du projet	12
<u>3. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET.....</u>	<u>14</u>
3.1. Programme scientifique et structuration du projet	14
3.2. Management du projet.....	15
3.3. Description des travaux par tâche.....	15
3.3.1 Tâche 0 : Coordination / rédaction	15
3.3.2 Tâche 1: Conception et fabrication des maquettes et échantillons à tester	15
3.3.3 Tâche 2: Etude et essais thermiques et acoustiques selon la densité et le sens de la paille	16
3.3.4 Tâche 3 : Etude, essais et validation des niveaux de perméabilité à la vapeur d'eau et d'étanchéité à l'eau des enduits	17
3.3.5 Tâche 4 : Mesure de niveaux d'arrachage des enduits	18
3.3.6 Tâche 5 : Classement au feu du matériau paille	18
3.3.7 Tâche 6 : résistance aux attaques fongiques du matériau paille	18
3.3.8 Tâche 7 : rédaction et approbation de règles professionnelles.	19
3.4. Calendrier des tâches, livrables et jalons.....	20
<u>4. STRATÉGIE DE VALORISATION DES RÉSULTATS ET MODE DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RÉSULTATS.....</u>	<u>21</u>
4.1. Présentations du RFCP.....	22
<u>5. JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDÉS.....</u>	<u>22</u>
5.1.1 Récapitulatif des dépenses	22
5.1.2 Barèmes	22
5.1.3 Équipement	22
5.1.4 Personnel	22
5.1.5 Prestation de service externe	22
5.1.6 Missions	22
5.1.7 Autres dépenses de fonctionnement	23

1. CONTEXTE ET POSITIONNEMENT DU PROJET

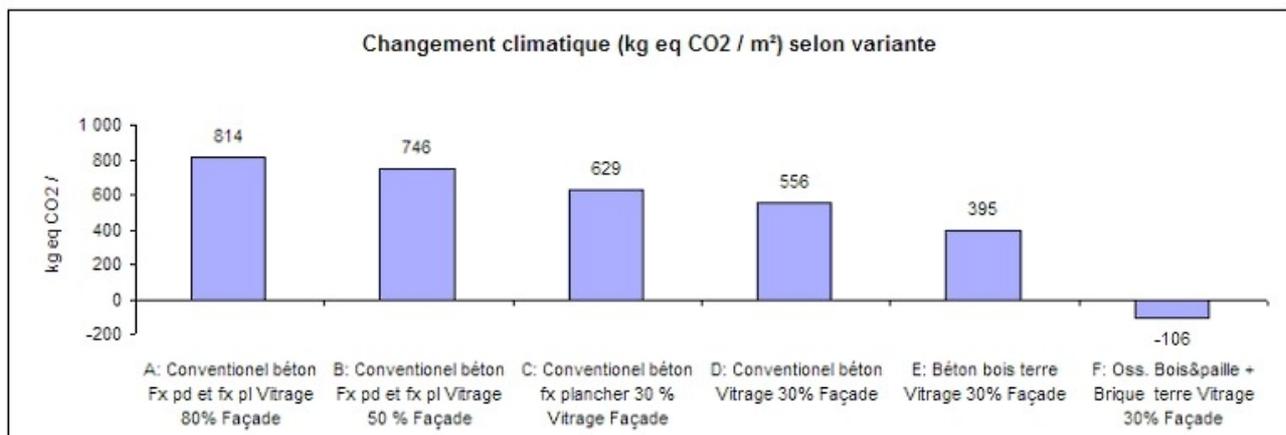
Le projet PRO-PAILLE propose de contribuer à mettre en place les moyens nécessaires à la reconnaissance réglementaire de la construction en paille en France. Ceci passe par la codification des caractéristiques du matériau paille du point de vue de son usage pour la construction ou la réhabilitation de bâtiments.

Cette codification suppose :

- un approfondissement et une consolidation des connaissances scientifiques dans le domaine des caractéristiques physiques de la paille ;
- une intégration du matériau paille dans le corpus réglementaire et technique de la construction qui nécessite des actions de recherche et développement ;
- des validations expérimentales qui permettent à la fois de satisfaire les exigences réglementaires d'un matériau de construction
- de contribuer à la rédaction de règles professionnelles de construction en paille validées conjointement par les professionnels de la construction en paille, les assureurs et les autorités ;

1.1. CONTEXTE ET ENJEUX ÉCONOMIQUES ET SOCIÉTAUX

Le secteur du bâtiment (construction / usage / destruction) représente en France plus de 40% des consommations d'énergie et près de 25% des émissions de GES. A ce jour, les techniques conventionnelles couramment employées conduisent à l'émission d'environ 500 à 1000 kg de CO₂ par m² construit. L'utilisation de systèmes constructifs intégrant une plus grande part de matériaux d'origine végétale peut contribuer à faire sensiblement baisser les émissions de GES par m² construit.



Comparaison des émissions de GES liées à la construction d'un bâtiment de bureaux. Les solutions constructives employées se traduisent par de très fortes variations des émissions de GES (sources : LRA/GRECAU logiciel Cocon, FDES, EcoInvent). La réécriture architecturale des projets allié à l'utilisation massive de fibres végétales (bois, paille) peut engendrer une séquestration importante de CO₂ (106 kg par m²).

La construction en bottes de paille, délaissée depuis la 2^e guerre mondiale est en plein renouveau en raison de son intérêt économique, technique et environnemental. Grâce à son origine végétale et à son pouvoir isolant, elle offre la possibilité de réaliser des bâtiments qui permettent :

- d'éviter le recours à des matériaux de construction énergétivores, polluants et non renouvelables,
- de stocker du carbone dans la construction.
- d'économiser de l'énergie durant toute la vie du bâtiment grâce à un très bon pouvoir isolant ($R > 6$).
- de garantir un recyclage économique et écologique en fin de vie des matériaux.

Toutefois :

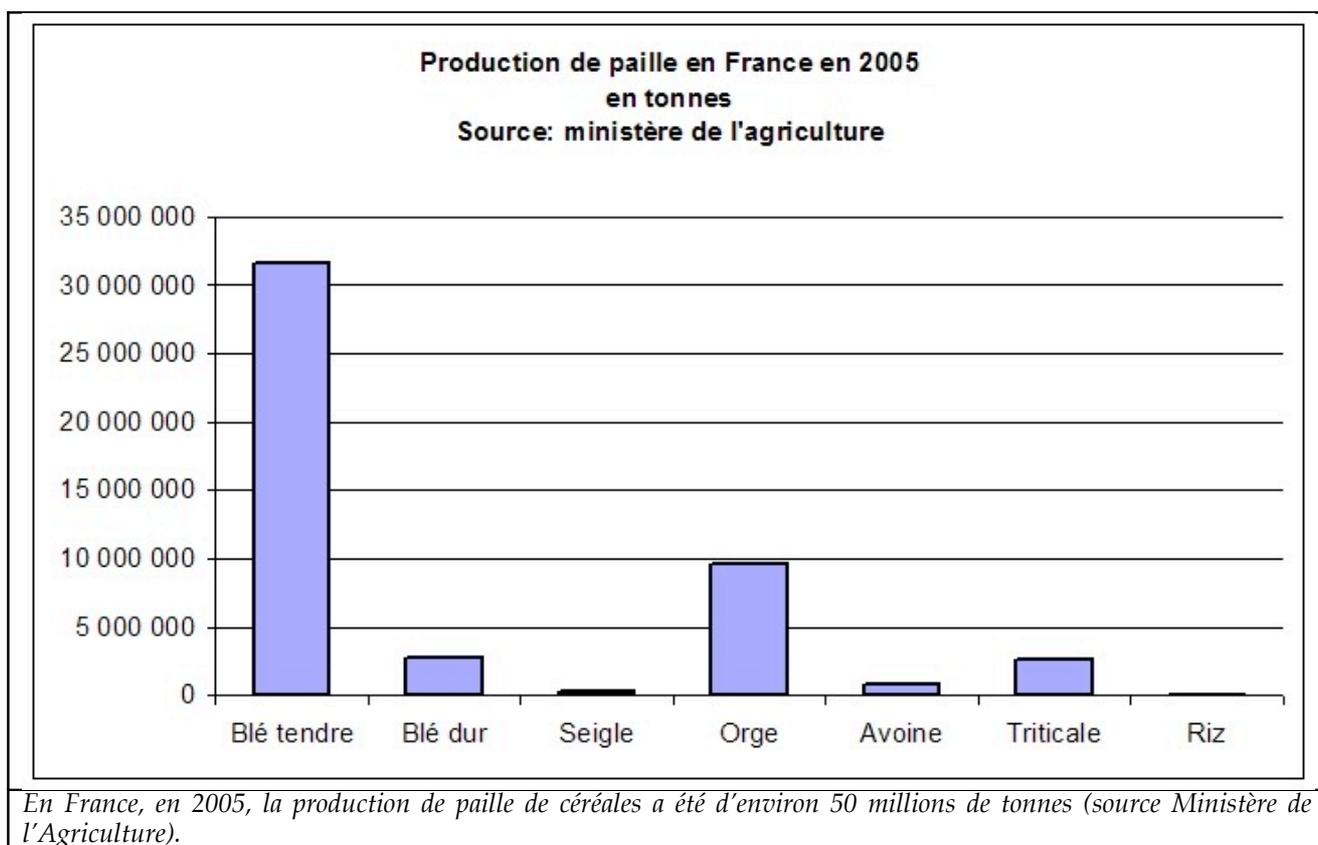
- l'absence de référentiel théorique, technique et réglementaire freine la diffusion de ce mode constructif. Ceci complique en ricochet l'obtention d'assurances par les artisans et les maîtres d'ouvrage désireux de construire en paille.

- l'absence de référentiel de formation reconnu dans le domaine de la construction en paille limite le nombre de professionnels et d'entreprises susceptibles de répondre aux demandes de réalisation de bâtiments en paille.

1.2. POSITIONNEMENT DU PROJET

Le bâtiment (construction, élaboration et usage) représente aujourd'hui environ 25% des émissions de gaz à effet de serre. La diffusion et le développement de la construction en bottes de paille pourrait constituer l'un des éléments de réponse à cette problématique en :

- permettant le stockage de carbone lors de la construction ;
- diminuant très fortement les besoins de chauffage des bâtiments grâce à son pouvoir isolant ;
- réduisant l'empreinte écologique des constructions par un emprunt très marginal à des ressources renouvelables.



En 2005, la production de logement a été proche de 500 000 unités. Une ponction de seulement 15 % de la production annuelle de paille de blé tendre (ou 5% des pailles de toutes les céréales produites) aurait permis d'isoler en paille la totalité des logements individuels et collectifs construits.

Construction de logements en France (2005)

Type de logements	Nb de créations
Individuels	266 348
Collectifs	221 735

Surface moyenne d'un logement neuf en 2005

 Individuel = 130 m²

 Collectif = 73 m²

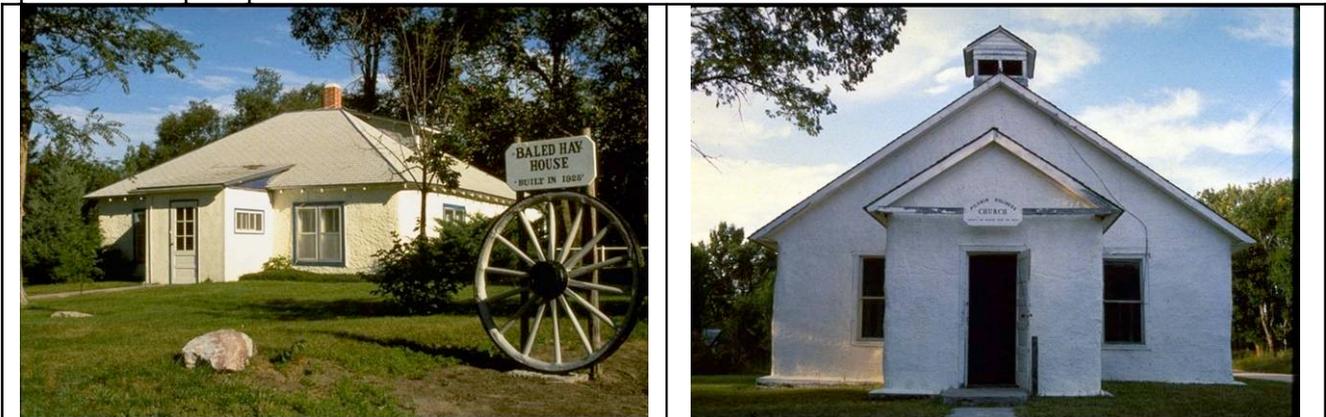
Paille nécessaire pour réaliser tous les logements construits durant une année

Individuels ≈ 3 015 246 de T = 10% la paille blé tendre

Collectifs ≈ 1 599 508 de T = 5 % paille de blé tendre

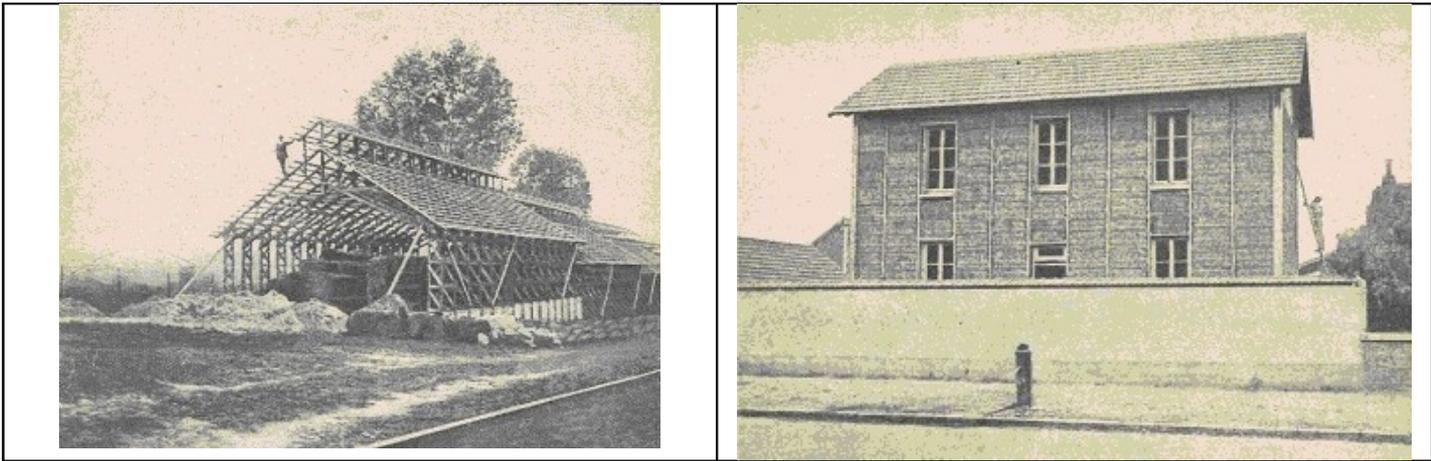
1.2.1 HISTORIQUE ET PERSPECTIVES :

La construction de bâtiments en bottes de paille existe aux USA depuis la fin du XIX^e siècle. Elle y concerne des maisons individuelles, des églises, des écoles... Ces bâtiments sont toujours en parfait état après plus d'un siècle.



Maison individuelle et église construites en bottes de paille aux USA dans les années 1920.

En France des bâtiments industriels et des logements ont été réalisés en bottes de paille dans les années 1920. L'exemple le plus connu est la maison «Feuillete» construite en 1921 à Montargis.



Extraits d'un article de « Science et vie » en mai 1921 consacré à la construction en paille.

A l'heure actuelle, la construction en bottes de paille dispose d'un cadre réglementaire aux USA, en Biélorussie en Allemagne et en Autriche.

Au Royaume Uni elle est validée par les autorités pour des bâtiments (dont certains de grande taille) autoporteurs avec ou sans étage ainsi que pour des bâtiments recevant du public.



Bâtiment en paille de 1100 m² construit à Essex (Angleterre).

En Autriche, une filière de production de bâtiments préfabriqués isolés en paille est très active. Elle permet de réaliser des bâtiments passifs extrêmement satisfaisants du point de vue de leur empreinte écologique.

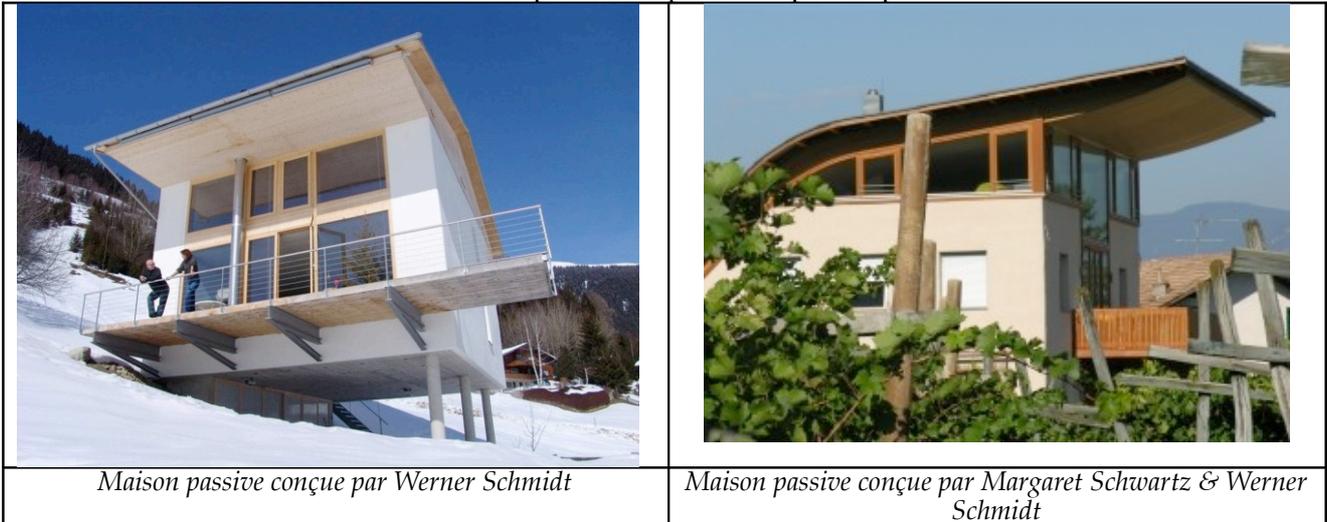


*Préfabrication des parois isolées en bottes de paille
(Autriche)*



*Assemblage d'un bâtiment passif préfabriqué en atelier
(Autriche).*

En Suisse, la construction de bâtiments passifs en paille est portée par des architectes de renom.



En France, des logements en bottes de paille ont été le plus souvent réalisés par des auto constructeurs.

Une expérimentation réalisée avec le soutien de la FFB et de l'ADEME à été réalisée à Montholier dans le Jura. Elle a permis de disposer de premières données chiffrées sur la paille utilisée comme matériau d'isolation dans la construction.



Aujourd'hui, des bâtiments publics (écoles, espaces d'accueil...), tertiaires, agricoles ou industriels sont en projet ou en construction grâce à des maîtres d'ouvrages et des architectes particulièrement motivés. Des projets de logement HLM visant à proposer des bâtiments économiques et performants sont lancés. Toutes ces initiatives sont freinées par le contexte règlementaire qui impose le recours à des systèmes ponctuels et expérimentaux de type ATEX. Pourtant, la construction en bottes de paille concerne la réalisation de bâtiments de toute taille. Associée ou non à une ossature en bois ou à une structure métallique ou en béton, elle couvre aujourd'hui aussi bien la maison individuelle, l'immeuble à étages, les locaux de bureaux, les hangars industriels ou agricoles.



Projets de logements HLM à Lacaugne (31). Structure béton banché et isolation des murs et des toits en bottes de paille.
Cabinet d'architecture : Lexa conception.



Bâtiment tertiaire: structure béton, isolation par l'extérieur en laine minérale, laine de chanvre, paille. Parements enduits et en bardages bois. Architecte Max Faramond (Albi - 81).
Consommation d'énergie au sens de ThCE : 35 kWhEP / m² / an
SHON : 1 200 m², coût 1 687 265 € HT soit 1406 € HT / m² de SHON.
Durée du chantier : 12 mois



Projet d'école primaire et maternelle à Issy les Moulineaux.
Ossature bois et remplissage en bottes de paille.
BE Gaujard Technologies

2. DESCRIPTION SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE

2.1. ÉTAT DE L'ART

La construction en bottes de paille fait l'objet de recherches scientifiques internationales depuis les années 2000. Initiées aux USA, ces recherches ont ensuite gagné le Canada et l'Europe.

Les principales et peu nombreuses recherches effectuées à ce jour portent sur les sujets suivants :

- Qualité d'isolation thermique du matériau paille [FUGLER 2002] [GRELAT 2004][STONE [2003], WIMMER[2002].
- Résistance à la compression des parois en bottes de paille [BOYNTON 1999] [FAINE 2000] [FAINE 2002] [FITZGERALD 1999] [FIELD 2005], FUGLER 2008], LERNER[2003].
- Humidité et vapeur d'eau [FUGLER 2007], [SUMMERS 2003], [WHEELER 2004]
- Tenue au feu [GRELAT 2004], [HAYES 2000].

Des données très éparées sont disponibles dans les domaines suivants :

- Résistance à l'arrachement des enduits [GRELAT 2004].
- Modélisation du matériau paille [KING 2006].
- Impacts sanitaires et environnementaux de la construction en paille [FLOISSAC 2009], [WIMMER]
- Etudes globales de systèmes constructifs en bottes de paille [DARREL 2002], [FUGLER 2002] [KING 2006].
- Qualité d'isolation phonique du matériau paille [GRELAT 2004].

Quelques données sont aussi disponibles dans le domaine des fourrages. Ils donnent des informations sur le comportement du matériau face aux agressions (eau, champignons...) [BEARE 2006] [RAMALHO 2006] [SUSMEL 2005]

On le voit, les connaissances scientifiques du matériau botte de paille sont encore très parcellaires et souvent d'origine nord américaine. Nous proposons donc de mettre en place un projet de recherche qui permette de combler ces lacunes. Dans un souci de préparation de la normalisation du matériau, nous proposons de réaliser systématiquement les essais et validation à partir de protocoles normalisés effectués dans des laboratoires agréés. Pour cette raison, la plus grande partie des essais réalisés par nos partenaires universitaires se dérouleront dans des sites d'expérimentation conformes aux normes d'essais. Ceci est retranscrit au niveau des budgets de recherche par des prestations de service externe auprès d'organismes accrédités (CSTB, CEBTP,...) dans lesquels les moyens d'essais seront employés par l'équipe de recherche du projet. On notera que les estimations de coût de ces essais sont approximatives. En effet, au fur et à mesure de l'avancement des connaissances scientifiques accumulées par le projet, certains essais pourront être remaniés.

Nous citons à titre de mémoire et de manière non exhaustive (Tableau 1), une partie des normes d'essais à respecter afin de faciliter la reconnaissance officielle du matériau botte de paille.

Tableau 1: Principales normes applicables

Feu	NF EN 13501-1 Classement au feu des produits et éléments de construction Essai d'incombustibilité (EN ISO 1182)11 Détermination de la chaleur de combustion (EN ISO 1716)12 Essai d'un objet isolé en feu (EN 13823)12 Essai d'allumabilité (EN ISO 11925-2)12 Comportement au feu des revêtements de sol, en utilisant une source de chaleur rayonnante (EN ISO 9239-1)12 Essais de réaction au feu des produits de construction - Mode opératoire du conditionnement et règles générales de sélection des substrats (NF EN 13238)
Perméabilité à la vapeur d'eau	EN 12086 Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination des propriétés de transmission de la vapeur d'eau
Transmission thermique	NF EN ISO 8990 Détermination des propriétés de transmission thermique en régime stationnaire (méthode de la boîte chaude gardée) EN 12939 -Performance thermique des matériaux et produits pour le bâtiment - Détermination de la résistance thermique par la méthode de la plaque chaude gardée et la méthode fluxmétrique - Produits épais de haute et moyenne résistance thermique (EN 12939)
Acoustique	EN ISO 354: Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante EN ISO 11654 Acoustique - Absorbants pour l'utilisation dans les bâtiments - Évaluation de l'absorption acoustique.
Arrachement des enduits	NF EN 1015-11 Résistance à la compression NF EN 1015-12 Méthodes d'essai des mortiers pour maçonnerie - Partie 12 : détermination de l'adhérence des mortiers d'enduit durcis appliqués sur supports : NF EN 1015-18 Absorption d'eau par capillarité
Autres normes applicables	Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de la longueur et de la largeur. EN 822 Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de l'épaisseur. EN 823 Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de l'équerrage. EN 824 Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de la planéité. EN 825 Produits isolants thermiques destinés aux applications du bâtiment - Détermination de la masse volumique apparente EN 1602

Par ailleurs, le RFCP a mis en place depuis plusieurs années un groupe de travail portant sur la thématique des règles professionnelles de construction en paille. Celui-ci a réalisé un document préliminaire (CCT - Cahier des Clauses Techniques) qui servira de base aux travaux des membres du projet impliqués dans la rédaction de règles professionnelles. Composé de 24 chapitres (voir Tableau 2), ce document encore incomplet sera amendé et complété au fur et à mesure des connaissances scientifiques et techniques apportées par le projet PRO-PAILLE. On trouvera à titre d'illustration le plan du Cahier des Clauses Techniques provisoire.

Tableau 2: Organisation actuelle du CCT - Cahier des Clauses Techniques de construction en paille

Chapitre	Titre	page
1	Note de présentation des rédacteurs	1
2	Généralités	4
3	Stabilité mécanique et sécurité sous sollicitations normales	5
4	Sécurité sous sollicitations exceptionnelles	6
5	matériaux	7
6	Ouvrages de soubassement	13
7	Ouvrages d'étanchéité à l'eau	15
8	Ouvrages d'étanchéité à l'air	16
9	Ouvrages de gestion de la vapeur d'eau	18
10	Ouvrages d'isolation acoustique	20
11	Mise en œuvre de la paille – Prescriptions générales	21
12	Remplissage de caissons	24
13	Remplissage de structures porteuses contreventées	26
14	Isolation thermiques des sols avec de la paille	29
15	Isolation thermique des toits et plafonds avec de la paille	31
16	Ouvrages extérieurs à surface horizontale ou de faible pente	33
17	Ouvrages de menuiserie	34
18	Ouvrages d'équipement technique	37
19	Ouvrage d'enduits sur des parois en paille	40
20	Enduits à base de terre	43
21	Ouvrages de mise en œuvre de plaques de parement	46
22	Ouvrages de mise en œuvre de bardages	47
23	Ouvrages de fixation d'éléments	48
24	Annexes	49

2.2. OBJECTIFS ET CARACTÈRE AMBITIEUX/NOVATEUR DU PROJET

Objectifs scientifiques/techniques.

Nous proposons de réaliser des travaux visant à combler l'absence de référentiel théorique et technique dans le domaine des caractéristiques constructives du matériau paille dans la construction:

- un approfondissement et une consolidation des connaissances scientifiques dans le domaine des caractéristiques physiques de la paille ;
- une intégration du matériau paille dans le corpus réglementaire et technique de la construction qui nécessite des actions de recherche et développement ;
- des validations expérimentales qui permettent de satisfaire les exigences règlementaires d'un matériau de construction.
- de contribuer à la rédaction de règles professionnelles de construction en paille validées conjointement par les professionnels de la construction en paille, les assureurs et les autorités.

Verrous scientifiques et techniques

Il n'existe pas à ce jour de modélisation théorique des caractéristiques du matériau de construction botte de paille. Selon la technique employée, le rôle de la paille dans la structure du bâtiment est plus ou moins important. Nous proposons donc d'étudier et de modéliser les principaux types de parois et de systèmes constructifs dans lesquels est employée la paille:

- bâtiments à structure de type poteau poutre (en béton, acier ou bois) à remplissage en paille ;
- bâtiments à ossature bois à remplissage en paille ;
- caissons rapportés à remplissage en paille ;
- enduits sur support paille.

Les caractéristiques constructives à employer afin de satisfaire aux exigences règlementaires de en s'efforçant de :

- Respecter les impératifs de sécurité.
- Minimiser la quantité de matériaux nécessaire.
- Assurer le bon fonctionnement hygroscopique des parois.
- Minimiser les impacts environnementaux.
- Valider des solutions techniques aisées à mettre en œuvre.

Produits finaux développés

- Rapports d'essais réalisés dans un cadre règlementaire sur le matériau paille.
- Règles professionnelles de construction en paille : contribution aux aspects scientifiques et techniques du document.

Positionnement du projet par rapport au contexte

- En France, la principale étude disponible a été réalisée en 2002 à Montholier dans le cadre d'un programme de recherche réalisé par le CEBTP, la FFB et l'ADEME. Elle porte principalement sur les performances thermiques, hygrothermiques du matériau paille ainsi que sur la résistance à l'arrachement des enduits appliqués sur la paille.
- En Europe c'est au Danemark, en Allemagne, en Autriche et au Royaume Uni que l'on trouve le plus de travaux relatifs à l'utilisation de bottes de paille dans la construction. Les documents disponibles les plus utiles feront l'objet d'une traduction en français.
- Aux USA, des travaux ont été menés sur un grand nombre de caractéristiques du matériau bottes de paille. L'essentiel des avancées scientifiques réalisées aux USA sont consignés dans l'ouvrage « Design of straw bale buildings » dont la traduction intégrale en français sera disponible en juin 2009.

Positionnement du projet – enjeu sociétal

- La construction en botte de paille constitue un principe constructif original qui permet de minimiser l'impact environnemental d'un bâtiment tout en offrant des performances thermiques remarquables. En ce sens, la qualification et la validation de systèmes

constructifs intégrant des bottes de paille participe donc à l'émergence et la diffusion de technologies afin de lever des verrous (technologiques, organisationnels, réglementaires, économiques et sociaux).

- L'ampleur des ressources disponibles (50 millions de tonnes de paille produite en 2005 en France) permet de favoriser la mise en œuvre de systèmes de production durables.
- Les filières industrielles de production de matériaux de construction peuvent trouver dans le matériau botte de paille un moyen de parvenir à l'abattement des émissions de CO2 dans les filières industrielles.
- La diffusion de la construction en paille peut contribuer à l'émergence de procédés propres et de technologies de substitution.

3. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE, ORGANISATION DU PROJET

3.1. PROGRAMME SCIENTIFIQUE ET STRUCTURATION DU PROJET

Dissémination et valorisation des résultats

- L'ensemble des résultats du projet PRO-PAILLE sera versé dans le domaine public par le RFCP. La dissémination et la valorisation des résultats se fera au travers :
 - De la diffusion des certificats règlementaires obtenus à l'issu des campagnes d'essais et de validation.
 - De la publication de règles professionnelles de construction en paille auprès des professionnels de la construction et des assureurs à l'issu du processus de validation officielle de celles-ci.

Tableau 3: Niveau de participation des partenaires aux différentes tâches

Partenaire	RFCP
Tache 0 : Coordination / rédaction	
Tache 1: Conception et fabrication des maquettes et échantillons à tester	
Tâche 2: Etude et essais thermiques et acoustiques selon la densité et le sens de la paille	
Tache 3 : Etude, essais et validation des niveaux de perméabilité à la vapeur d'eau et d'étanchéité à l'eau des enduits	
Tache 4 : Mesure de niveaux d'arrachage des enduits	
Tâche 7 : rédaction et approbation de règles professionnelles.	

3.2. MANAGEMENT DU PROJET

Organisation

Le projet est mené par le RFCP (Réseau Français de la Construction en paille) qui a une vision d'ensemble de la problématique de la construction en paille en France et à l'étranger. Organisé en association, il fédère les acteurs de la construction en paille en France.

3.3. DESCRIPTION DES TRAVAUX PAR TÂCHE

3.3.1 TACHE 0 : COORDINATION / RÉDACTION

Objectif

- Coordonner le projet .
- Tenir les objectifs et les délais.
- Organiser et réaliser la rédaction des règles professionnelles.

Moyens

- Gestion des aspects financiers et organisationnels du projet.
- Organisation du travail de rédaction des membres du RFCP.

3.3.2 TACHE 1: CONCEPTION ET FABRICATION DES MAQUETTES ET ÉCHANTILLONS À TESTER

Objectif

- Concevoir des maquettes et échantillons représentatifs de parois de bâtiments en bottes de paille.
- Répondre aux exigences réglementaires au travers de protocoles conformes aux normes et règlements en vigueur.
- Disposer de maquettes et échantillons à base de paille conformes aux protocoles d'essais.
- Réaliser les maquettes conformément aux techniques employées ou employables sur chantier.
- Réaliser des maquettes représentatives de points singuliers fréquemment observés dans des bâtiments.

Moyens

- Concertation avec des professionnels de la construction en paille et les organismes de validation réglementaire.
- Plans de fabrication maquettes et échantillons
- Approvisionnement des matériaux.
- Fabrication d'échantillons de test par des professionnels de la construction en paille.
- Réalisation des échantillons conformément aux règles d'essais.
- Réalisation de finitions types sur les échantillons.
- Stockage pour séchage des enduits.
- Mise à disposition des maquettes et échantillons aux entités en charge des essais.

3.3.3TÂCHE 2: ETUDE ET ESSAIS THERMIQUES ET ACOUSTIQUES SELON LA DENSITÉ ET LE SENS DE LA PAILLEObjectif

- Tester les qualités thermiques de la paille.
- Tester les qualités acoustiques de la paille.

Quantifier le gain apporté par différents types de parements (plaques minérales, plaque à base de bois, enduits...).

Moyens :

- Echantillons conforme aux protocoles d'essais.
- Méthode :
- Soumission aux essais règlementaires.

Résultats

- Mesure des qualités isolantes de la paille.

Tableau 4: Essais thermiques

Type de mur testé	Parement	90 à 110 kg / m3
Paille seule avec fibres horizontales	Aucun	(3)
Paille seule avec fibres verticales	Aucun	(3)

(x) nombres d'essais prévus

Tableau 5: Essais acoustiques

Type de mur testé	Parement	90 à 110 kg / m3
Paille seule avec fibres horizontales	Aucun	(3)
Paille seule avec fibres verticales	Aucun	(3)
Paille avec parements	Enduit	(3)
	Plaque	(3)

(x) nombres d'essais prévus

3.3.4 TACHE 3 : ETUDE, ESSAIS ET VALIDATION DES NIVEAUX DE PERMÉABILITÉ À LA VAPEUR D'EAU ET D'ÉTANCHÉITÉ À L'EAU DES ENDUITS

Objectif

- Tester la capacité de différents types d'enduits à permettre l'évacuation de la vapeur d'eau au sein des parois.
- Tester le niveau d'imperméabilité à l'eau des enduits.
- Proposer une formulation simple, utilisable sur chantier à partir de critères objectifs facile à mesurer.

Moyens :

- Recherche bibliographique.
- Recueil d'expérience auprès des praticiens.
- Echantillons conformes aux exigences règlementaires.
- Mesure et observations.

Méthode :

- Passage des échantillons en chambre climatique.
- Soumission à des contraintes d'arrosage et d'érosion:

Résultats

- Etude des compositions d'enduits optimales pour différents revêtements.

Tableau 6: Essais de perméabilité des enduits

Type de mur testé	Type d'enduit	Essais
Paille enduite	Ciment	(3)
	Chaux	(3)
	Plâtre	(3)
	Terre	(3)

(x) nombres d'essais prévus

3.3.5 TACHE 4 : MESURE DE NIVEAUX D'ARRACHAGE DES ENDUITS

Objectif

- Tester la capacité des enduits sur bottes de paille à résister à l'arrachement.

Moyens :

- Echantillons conformes aux exigences réglementaires.

Méthode :

- Soumission à des contraintes d'arrachement :

Résultats

- Cahiers des charges techniques de prescription pour la réalisation d'enduits sur support paille.

Tableau 7: Essais d'arrachage des enduits

Sens de la fibre	Type d'enduit	Sans trame	Avec trame
Fibre horizontale	Ciment	(3)	(3)
	Chaux	(3)	(3)
	Plâtre	(3)	(3)
	Terre	(3)	(3)
Fibre verticale	Ciment	(3)	(3)
	Chaux	(3)	(3)
	Plâtre	(3)	(3)
	Terre	(3)	(3)

(x) nombres d'essais prévus

3.3.6 TACHE 5 : CLASSEMENT AU FEU DU MATÉRIAU PAILLE

Objectif

- Classifier la résistance au feu du matériau paille.

Moyens :

- Echantillons conformes aux exigences réglementaires.

Méthode :

- Essais de tenue au feu.

Résultats

- Classement au feu du matériau paille

3.3.7 TACHE 6 : RÉSISTANCE AUX ATTAQUES FONGIQUES DU MATÉRIAU PAILLE

Objectif

- Classifier la résistance aux attaques fongiques du matériau paille.

Moyens :

- Echantillons conformes aux exigences réglementaires.

Méthode :

- Essais.

Résultats

- Classement

3.3.8 TÂCHE 7 : RÉDACTION ET APPROBATION DE RÈGLES PROFESSIONNELLES.

Objectif

- Fournir les compléments d'informations nécessaires à la rédaction de règles professionnelles de construction en bottes de paille..

Moyens :

- Enquêtes auprès de concepteurs et constructeurs de bâtiments en bottes de paille.
- Intégration des données scientifiques et techniques relatives au matériau paille.
- Rédaction de documents conformes aux exigences réglementaires

Méthode :

- Réunions par groupes de travail thématiques.
- Discussions et concertation avec les autorités, les assureurs, les concepteurs et constructeurs de bâtiments en paille.

Résultats :

- Règles professionnelles approuvées par la C2P (Commission Prévention Produit) de l'AGC (Agence Qualité Construction).

3.4. CALENDRIER DES TÂCHES, LIVRABLES ET JALONS

TABLEAU des LIVRABLES et des JALONS			
Tâche	Intitulé et nature des livrables et des jalons	Date de fourniture <i>nombre de mois à compter de T0</i>	Partenaire responsable du livrable/jalon
Tâche 0 : Coordination / rédaction			
	Rapport de clôture du projet	12	RFCP
Tâche 1: Conception et fabrication des maquettes et échantillons à tester			
	Plans de fabrication	3	RFCP
	Fabrication échantillons	6	RFCP
Tâche 2: Etude et essais thermiques et acoustiques selon la densité et le sens de la paille			
	Certificat règlementaire isolation thermique & phonique	9	RFCP
Tâche 3 : Etude, essais et validation des niveaux de perméabilité à la vapeur d'eau et d'étanchéité à l'eau des enduits			
	Certificat règlementaire perméabilité des enduits	9	RFCP
Tâche 4 : Mesure de niveaux d'arrachage des enduits			
	Certificat règlementaire arrachement enduits	9	RFCP
Tâche 5 : Classement au feu du matériau paille			
	Certificat règlementaire tenue au feu	9	RFCP
	Certificat règlementaire tenue au vent	9	RFCP
Tâche 6 : résistance aux attaques fongiques du matériau paille			
	Certificat règlementaire	12	RFCP
Tâche 7 : rédaction et approbation de règles professionnelles.			
	Livraison règles professionnelles	12	RFCP

4. STRATÉGIE DE VALORISATION DES RÉSULTATS ET MODE DE PROTECTION ET D'EXPLOITATION DES RÉSULTATS

L'étude envisagée n'a pas pour objet d'aboutir à des brevets ou des licences d'exploitation. Il s'agit de promouvoir et faciliter l'emploi d'un matériau renouvelable dans la construction. Compte tenu de son intérêt sociétal vis-à-vis du défi du changement climatique.

La diffusion des résultats des travaux du projet sera réalisée auprès des filières professionnelles de la construction et du grand public au travers :

- De la publication des règles professionnelles de construction en paille une fois celles-ci approuvées par les autorités.
- De la mise à disposition gratuite et aisément accessibles des certificats règlementaires obtenus.
- D'une communication particulière ciblée sur les acteurs des filières :
 - Agricole en s'adressant notamment aux producteurs de céréales, aux négociants en paille, aux coopératives agricoles.
 - Du bâtiment au travers des organisations professionnelles.
 - De formation professionnelle (écoles d'architecture, école d'ingénieurs, universités, AFPA, CFA...).

Valorisation économique de la filière de construction en paille.

La mise en place d'un contexte règlementaire favorable au développement artisanal et industriel de la construction en bottes de paille est susceptible de lever les principaux freins actuels de ce système constructif. Les exigences environnementales, sanitaires et thermiques assignées aux bâtiments à construire dans l'avenir sont très favorables à l'utilisation massive de paille dans la construction.

Les réalisations existantes ou en cours montrent que les bottes de paille peuvent être utilisées dans un grand nombre de type de bâtiments (logements individuels ou collectifs, bâtiments tertiaires, locaux professionnels...). La ressource en matière première « paille » est extrêmement importante et peut supporter la ponction nécessaire à l'édification d'un très grand nombre de bâtiments. Les filières actuelles de construction de bâtiments sont susceptibles d'intégrer cette nouvelle approche constructive pour peu que les référentiels de formation soient diffusés et les obstacles règlementaires levés. Le projet PRO-PAILLE devrait y contribuer largement.

4.1. PRÉSENTATIONS DU RFCP

Le RPCP (Réseau Français de la construction Paille) est une association loi 1901 qui fédère les acteurs de la construction en bottes de paille. Créée en 2005, cette structure rassemble des membres tels que maîtres d'ouvrages privés et public, architectes, entreprises et artisans, ingénieurs, bureaux d'études, mais également partenaires institutionnels. Face à la demande exponentielle des maîtres d'ouvrage pour la réalisation de bâtiments en paille et aux défis à relever en terme de protection de l'environnement et de la planète, le RFCP s'est donné pour but la reconnaissance et la promotion de la construction en paille conjointement à celle d'autres matériaux premiers. Il participe ainsi aux réponses possibles pour la baisse des émissions de CO2 dans le secteur du bâtiment tant du point de vue de la construction que de l'utilisation. Pour atteindre cet objectif, le RFCP dès son origine s'est doté, entre autres outils, de différents ateliers de travail dont les thèmes sont :

- la codification de la construction en paille ;
- la formation de professionnels ;
- l'amélioration des techniques constructives existantes et l'innovation.

5. JUSTIFICATION SCIENTIFIQUE DES MOYENS DEMANDÉS

5.1.1 RÉCAPITULATIF DES DÉPENSES

5.1.2 BARÈMES

Tarif journalier :	350 € HT
Mission	200€ HT

5.1.3 ÉQUIPEMENT

5.1.4 PERSONNEL

Fiche de poste : Ingénieur en CDD

Sous la direction du CA du RFCP et avec l'appui des personnes ressources membres de la structure (ingénieur, architecte, artisan), le salarié recruté :

- mettra en place les outils nécessaires à cette coordination, à la compilation des données et à la rédaction des rapports de synthèse dans le respect des délais ;
- coordonnera le projet de recherche dans sa globalité, rédigera les rapports et collectera les contributions de chaque partenaire ;
- organisera, préparera et rendra compte des différentes réunions de coordination avec les partenaires ainsi que des réunions de travail de terrain ;
- participera avec le technicien du RFCP à la conception des échantillons et maquettes de tests, supervisera leurs réalisations et contrôlera les tests
- organisera la rédaction des règles professionnelles et du référentiel de formation ;

5.1.5 PRESTATION DE SERVICE EXTERNE

- Tests réglementaires réalisés par le CSTB ou tout autre structure agréée.

5.1.6 MISSIONS

Missions :

- Organisation et participation à de nombreuses réunions.
- Recueil des pratiques constructives auprès des concepteurs et constructeurs en bottes de paille.
- Supervision des campagnes d'essais et de validation.
- Organisation et animation des réunions de concertation et de rédaction des règles professionnelles de construction en paille.
- Déplacements fréquents en France.

5.1.7 AUTRES DÉPENSES DE FONCTIONNEMENT

- Acquisition d'un ordinateur portable et de logiciels de bureautique
- Frais divers: papeterie, téléphonie, Internet, frais postaux, frais de documentation, achat de publications, etc.

PROJET PRO-PAILLE

Identification et budget

Responsable technique et coordinateur du projet

Civilité	Prénom	Nom	Titre	Genre
M	Philippe	Liboureau	Pr	H
Tél.		Tél. portable	E-mail	
09 64 42 90 04		06 78 05 52 57	philippe.liboureau@gmail.com	

Identification de la structure

Nom complet de la structure	Réseau Français de la Construction Paille – Les Compailleurs
Sigle	RFCP
Catégorie	Micro-entreprise (<= 9 employés)

N° Siret : 498 206 853 00018 Effectif (si PME) : 2

Adresse de réalisation des travaux

numéro de rue :
 adresse : Liffernet
 adresse (suite) :
 code postal : 46100 ville : LUNAN
 cedex : pays : France

Demande financière (montant HT en €, incluant la TVA non récupérable)

Tâches	Equipements (€)	Personnels				Prestations de service externe (€)	Missions (€)	frais de gestion (€)	Totaux (€)
		salarié permanent technicien c	salariés non permanents : ingénieurs		salarié permanent :secrétariat				
		personne. mois	Coût (€)	personne. mois	Coût (€)				
Tâche 0	835	0,30	960	-	0,30	780	2 000	150	4 725
Tâche 1		2,80	8 960	-	0,30	780	2 000	150	11 890
Tâche 2		0,20	640	0,10	700	260	20 000	600	22 350
Tâche 3		0,20	640	0,10	700	260	3 200	600	5 550
Tâche 4		0,20	640	0,10	700	260	9 000	600	11 350
Tâche 5		0,20	640	0,10	700	260	5 800	600	8 150
Tâche 6		0,20	640	0,10	700	260	4 400	600	6 750
Tâche 7		1,00	3 200	2,00	14 000	1 300	2 000	150	20 650
Tâche 8									-
Tâche 9									-
Total HT/sans TVA			16 380		17 500	4 160	9 000	1 200	48 240
Total HT/avec TVA	835								43 235
TVA	165					8 312			8 477
total TTC	1 000		16 380		17 500	4 160	50 712	9 000	99 952

Total HT 91475

Prénom : Eric Nom : Handrich
 Président du RFCP
 06 74 26 35 13

Signature <mailto:eric.handrich@wanadoo.fr>