

PROJET DE THESE DOCTORALE : LA BOTTE DE PAILLE - COMPRENDRE ET CALCULER SON COMPORTEMENT MECANIQUE SOUS CHARGE

Culture constructive et contraintes

catalyseurs / freins

Témoins

Prise en compte de l'anisotropie des bottes de paille

Phases de mise en oeuvre contemporaine de la Paille Porteuse

Le rôle mécanique de l'enduit

Objectifs de la thèse

Proposition

historique (1890-1914)



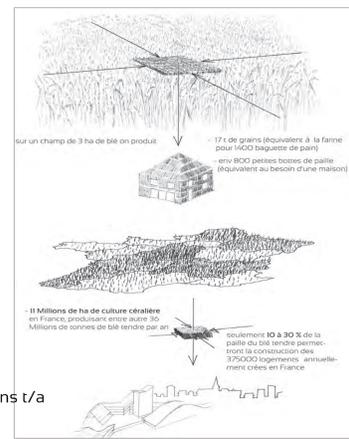
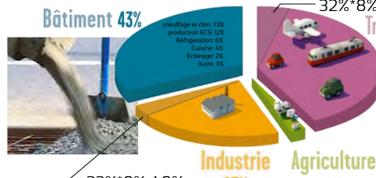
tradition des "sod-houses" (constructions en bauge): maisons construites par les colons en Nebraska, ici: 1888

- contrainte matérielle et économique fortes; (absence de bois)
- climat continental (sec!)

aujourd'hui



- objectifs nationaux et internationaux
- réduction de consommation d'énergie et d'émission de GES
- déchets
- valorisation des ressources en circuit court



Presse mobile, actionnée par cheval, 1921



Presse Rousseau D551, tractable par cheval à moteur ext.

- ⊕ INVENTION DE LA PRESSE, D'ABORD STATIONNAIRE, PUIS MOBILE (à partir de 1880)
- ⊖ TEMPS DE MISE EN ŒUVRE, (> Valeur de la botte de paille)



Règles professionnelles de construction en paille



La réglementation existante sortie en 2011, aujourd'hui en 3ème édition, ne couvre pas la construction en paille porteuse (PP)

alors que:

Une multitude de travaux de recherche sur le comportement de la PP existe + ces expériences sont prometteuses, chacun pour le cas spécifiquement analysé

mais:

- ils ne se complètent pas dans la mesure où ils portent sur des types de bottes et d'enduits divers dont certains ne sont pas commercialisés (p.exemple enduit terre)
- montage mécanique et condition de test pas toujours bien décrits (p.exemple type de céréale, détails sur l'introduction des charges dans le mur/les bottes, etc)
- sont testées et communiquées souvent les charges maximales, ayant mené à la rupture (ou au réglage maximal de l'équipement) sans protocole de comportement des systèmes à différentes étapes

> BESOIN D'UNE METHODE DE CALCUL GENERALE / BASE DE RECONNAISSANCE REGLEMENTAIRE



Simontow straw-bale-house 1908, Purdum, Nebraska



Burke House 1903, Alliance, Nebraska



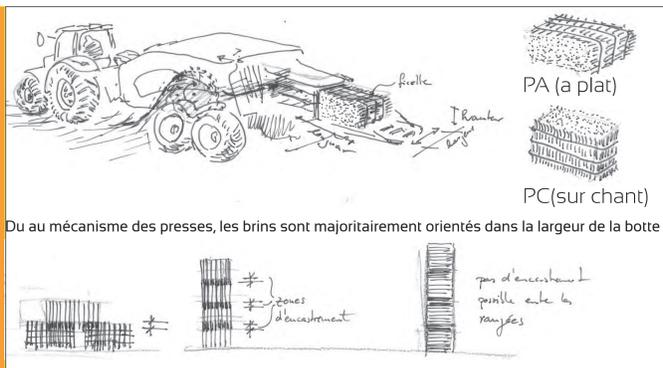
Maison Salto, [voûte en PaillePorteuse, bottes 50/80/200, PC]; 2014, Ehrlich Architectes



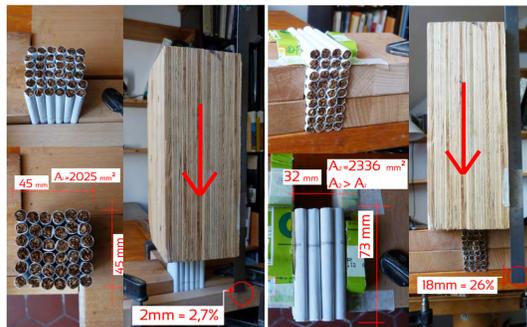
Cellier: montage de la toiture en entre-vous [petite botte, 120 kg/m3 PA, enduit terre], 2017



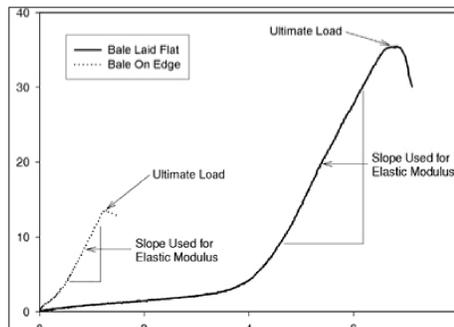
Maison Heitô; [bottes 50/80/200, 170 kg/m3, PC] 2016, les deux: Trait Vivant Architecture



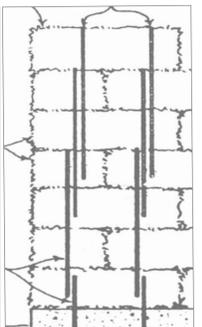
Du au mécanisme des presses, les brins sont majoritairement orientés dans la largeur de la botte



Expérience simulant la compression d'un ensemble d'éléments linéaires (ici 36 cigarettes) dans le sens axiale et perpendiculaire



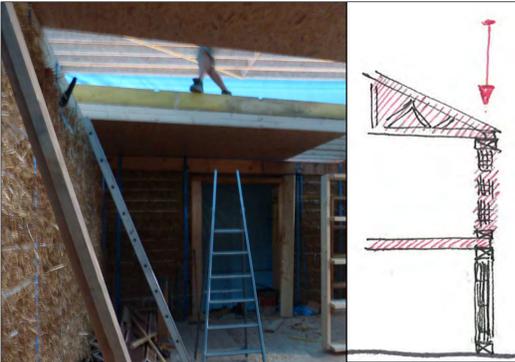
Effort [kN] - déformation [mm] en fonction de la direction des charges sur une botte enduite (pose sur chant, pose aplat) selon Vardy/Mac Dougal, 2006



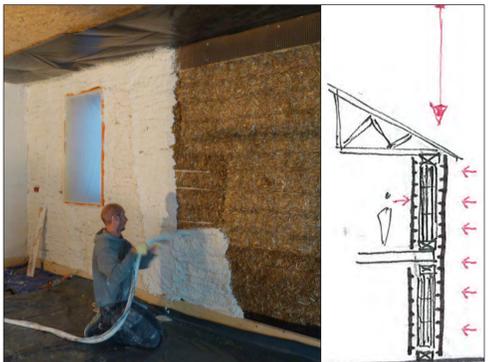
Technique du «brochage» selon TaharHassanMohhtar/Ashtour, 2011



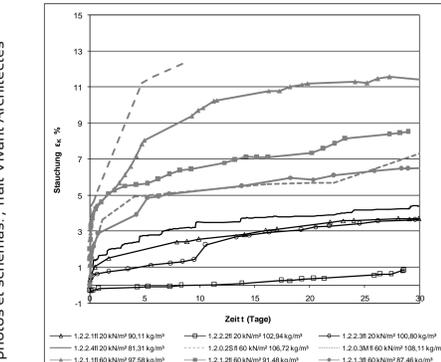
Phase 1(a) / compression par niveau effectué entre poutre-caissons (lisses) par sangles objectif: plan horizontal permettant pose plancher



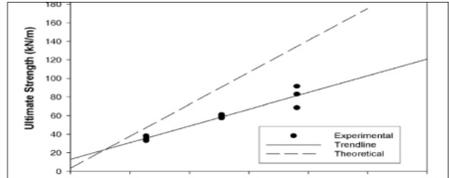
Phase 1(b) / augmentation des charges par l'avancement des travaux (niveaux supérieurs, toiture etc) objectif: maximiser les charges (saturation du toit en eau...)



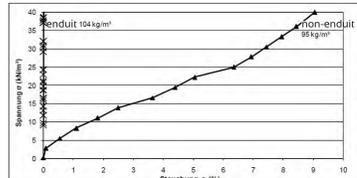
Phase 2/ projection enduit, ce qui "bloque" la compression de la paille, ici le matériau composite enduit-paille-enduit est fabriqué [photo: projection d'un enduit plâtre/chaux (85/15)]



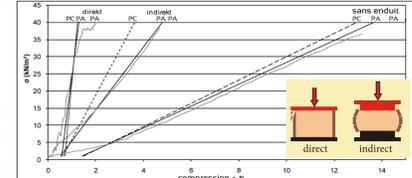
Phase 3/ Fluage (ici en fonction de type de botte et de sa densité (Krick, 2007))



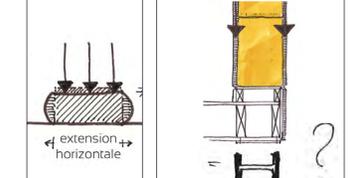
rupture par compression (pose debout), dépendance linéaire entre épaisseur enduit [x en mm] et résistance à la compression [y] (Vardy/Mac Dougal, 2008)



Effort-déformation de murs de bottes de paille enduite ou non; Grundlagen zur bauaufsichtlichen Anrechnung der Strohballenbauweise- Weiterentwicklung der lastragenden Konstruktionsart, DBU, Az. 22430, 2008



effort/déformation en fonction de l'introduction de la charge dans le mur (Krick, 2007)



Module de Poisson env 0.3 Modèle mécanique d'une botte de paille enduite

- Analyse des freins au développement de la construction en paille porteuse
- Lever les freins identifiés / définir les contraintes admissibles par une série de tests
- Définir un cadre pour lequel une méthode de calcul sera établie et validée par l'expérimentation; variables: humidité, densité... >choix de max. 2 dimensions de bottes (pe 37/47 et 50/80); choix d'un enduit commercialisé (pe. plâtre/chaux ou plâtre/terre)
- étendre les méthodes expérimentées sur des surfaces courantes aux situations particulières (ouverture dans le mur etc.)
- Etude du flambement d'une paroi pour les deux phases correspondant à l'état de l'ouvrage réel; Etude du comportement en charge centrée et excentrée; Etude du fluage des parois
- Phase 1: paroi en paille nue situation rencontrée pendant la phase de construction 1
- Phase 2: Paroi de paille plus enduit, situation rencontrée à partir de la phase de construction 2 / la phase de service
- Modélisation: Etablissement de règles de calcul analytiques / proposition d'abaques pour le dimensionnement