



LUND UNIVERSITY

Utveckling av värmeisoleringsmaterial för Algeriet : delrapport, etapp 1

Johansson, Erik; Åstrand, Johnny

1992

[Link to publication](#)

Citation for published version (APA):

Johansson, E., & Åstrand, J. (1992). *Utveckling av värmeisoleringsmaterial för Algeriet : delrapport, etapp 1*. (Rapport TVBM (Intern 7000-rapport); Vol. 7019). Avd Byggnadsmaterial, Lunds tekniska högskola.

Total number of authors:

2

General rights

Unless other specific re-use rights are stated the following general rights apply:

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal

Read more about Creative commons licenses: <https://creativecommons.org/licenses/>

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

LUND UNIVERSITY

PO Box 117
221 00 Lund
+46 46-222 00 00

Samarbete CNERIB (Algeriet) – Lunds universitet

ARKIV-EX

Utveckling av värmeisoleringsmaterial för Algeriet

Delrapport, etapp 1

Lund 18 juni 1992

Erik Johansson, avd för Byggnadsmaterial
Johnny Åstrand, LCHS

Utveckling av värmeisoleringsmaterial för Algeriet

Delrapport, etapp 1

Inledning

Projektet "Utveckling av värmeisoleringsmaterial för Algeriet" mellan CNERIB, Algeriet, och Lunds universitet (LU), Sverige, påbörjades den 1/5 1991. Bakgrunden till projektet redovisas i projektbeskrivningen (bilaga 5).

Utfört arbete från projektstart fram till 30/11 -91 har redovisats i rapporten "Laboratorieförsök med skumbetong och cementbunden fiberplatta typ träullsplatta" (Internrapport TVBM-7018). I bilagorna 2-4 i denna rapport redovisas vad som gjorts inom projektet från 1/12 -91 till 30/4 -92.

Genomförande av etapp 1

Målsättning

1. Inhämtande av kunskap om skumbetong och träullsplatta samt hur de tillverkas.
2. Litteratursökning i ämnet.
3. Inventering av algeriska råmaterial lämpliga för tillverkning av de aktuella värmeisoleringsmaterialen.
4. Definiering av krav på materialen vad gäller värmeisoleringsförmåga, hållfasthet och beständighet.
5. Laboratorieförsök i liten skala för att fastställa egenskaperna enligt punkt 4.
6. Utfästelse från Isoleringsbetong AB att receptet på deras skumbildare ställs till algeriernas förfogande under projektets andra etapp.

Resultat

Målsättningen har uppfyllts till fullo för punkt 1-5. Vad det gäller punkt 6 har Isoleringsbetong gjort principiell utfästelse. Formulering av skriftlig utfästelse måste ske med hänsyn till algerisk lag, vilket sker i samråd med svenska ambassaden i Alger.

Vad gäller laboratorieförsök i liten skala med träullsplatta återstår att testa fler algeriska trädslag. Testerna har fördröjts p g a långa transporttider.

En rapport från konsulternas besök i Algeriet bifogas, se bilaga 2. Denna rapport innehåller även synpunkter på cementanvändningen i landet samt tillverkningen av autoklaverad lättbetong (Siporex).

Utöver de planerade aktiviteterna har följande utförts under etapp 1:

- För att undersöka skumbetongs och träullsplattans lämplighet för algerisk byggteknik har tre värmeisolerade tak (två med träullsplatta och ett med skumbetong) tillverkats i full skala i Lund, se bilaga 3.
- En emissionstest av Isoleringsbetongs skumbetong har utförts av Statens Provningsanstalt (SP), se bilaga 4. Materialet avger mycket få ämnen och doserna är små. Enligt SP tyder inget på att produkten skulle vara ohälsosam vid användning i husbyggnad. Detsamma gäller för övrigt träullsplatta för vilken motsvarande undersökning gjorts tidigare, se samma bilaga.
- I samband med konsulternas besök i Algeriet studerades en klimatanpassad ungdomsgård i Tamerza - en oas i södra Tunisien - där värmeisolering (träullsplattor) använts i taket. Byggnaden, som har projekterats av Hans Rosenlund, Lars Hermansson och Erik Johansson, har byggts med bistånd från SIDA. Byggnaden har utformats så att inomhusklimatet ska förbättras utan energitillförsel genom att rätt unyttja material, ventilation m m. Träullsplattorna är väl lämpade för byggande i Tunisien enligt den lokala entreprenör som uppfört byggnaden.
- En presentation av projektet gjordes vid påbyggnadskurserna "International Construction" och "Architecture and Development", vilka arrangeras av LCHS. Härvid gavs det möjlighet att diskutera nyttan av värmeisoleringsmaterial vid klimatisering med kursdeltagarna, vilka var ingenjörer och arkitekter från u-länder.

Genomförande av etapp 2

Planerade aktiviteter

- Skriftlig utfästelse från Isoleringsbetong AB där algerierna garanteras tillgång till receptet på skumbildaren.
- Besök i vid Lunds universitet (juli/augusti) av CNERIB:s forskarlag. Vid besöket görs tester med de fullskaletak som byggts upp i Lund. Vidare kommer fler försök att göras med träullsplattor, varvid fler algeriska trädslag testas. I samband med besöket sammanställs också en rapport på franska från den första etappens försöksresultat.

- Byggande av demonstrationshus på CNERIB där det visas hur de aktuella värmeisoleringsmaterialen kan användas i Algeriet och vilka positiva effekter de skulle kunna medföra.
- Demonstration av de båda produkterna - deras användning och tillverkning - för algeriska industriföretag.
- Ett avslutande seminarium med deltagare från Algeriet, Marocko och Tunisien. Seminariet är tänkt att rikta sig till ansvariga myndigheter, näringsliv samt fackfolk inom området.

Bilagor

1. Kalendarium
2. Reserapport från besöket i Algeriet i december 1991
3. Tillverkning av fullskaletak våren 1992
4. Resultat av emissionstester av skumbetong och träullsplatta
5. Projektbeskrivning

Kalendarium

1989

- April Förslag från CNERIB till Lunds universitet (LU) på tänkbara samarbetsområden, däribland värmeisoleringsmaterial.
- Maj Studiebesök i Sverige från CNERIB. Besök vid bl a LU och T-produkterna AB i Österbymo.
- Juni Framställan angående projekt om värmeisoleringsmaterial för Algeriet inlämnas från CNERIB till BITS.

1990

- Februari Detaljerat projektförslag inlämnas till BITS från LU.
- Mars Möte BITS-LU i Stockholm. Intresse från BITS om att stödja projektet.
- Juli Ett reviderat projektförslag, inklusive avtal, inlämnat från LU till BITS.
- Oktober Bekräftan från de i projektet deltagande svenska industriföretagen om att de är villiga att medverka som konsulter.
- December Besök på CNERIB av LU: diskussion kring projektets igångsättande. Besök i Marocko av LU: information om det kommande projektet med värmeisoleringsmaterial hos LPEE (provningsinstitut), ERAC-Tensift (org för bostadsbyggande) och EMI (Tekn högskola).

1991

- April Beslut från BITS om bidrag till projektet.
- Maj Projektstart. Litteraturstudium. Småskaliga laborietester med skumbetong (LU). Inventering av råmaterial för värmeisoleringsmaterial (CNERIB).
- Juni Besök på CNERIB av Erik Johansson, projektledare, och Johnny Åstrand, koordinator. Undertecknande av avtal. Koordinering och planering. Laborieförsök med skumbetong. Kontakt med svenska ambassaden.

Juni-augusti	Besök vid ENIT (Tekn högskolan), Tunis. Information om projektet. Litteraturstudium. Småskaliga laboratorietester med skumbetong (LU+CNERIB). Inventering (CNERIB).
Augusti-sept	Besök på LU av H Teggour och S Laïd. Studium av tillverkning av träullsplatta och skumbetong. Brainstorm om skumbetongs och träullsplattas användning i Algeriet. Studiebesök på Statens Provningsanstalt. Tillverkning av träullsplatta med algerisk eucalyptus.
Oktober-nov	Småskaliga laboratorietester med skumbetong (LU+CNERIB). Studiebesök på byggmässan Batimat, Paris (Erik Johansson).
December	Besök på CNERIB av Erik Johansson (BML), Johnny Åstrand (LCHS), Bo Johansson (BML) och Göran Fagerlund (professor, BML) samt Owe Forssberg (Isoleringsbetong AB) och Bengt Rääf (T-produkterna AB). Bevistande av Maghrebseminarium om lokala material i Biskra. Studium av algerisk byggteknik. Besök av byggarbetsplatser och algeriska industriföretag. Besök av ungdomsgård i Tamerza, Tunisien, där värmeisolering (importerade träullsplattor) använts i taket.

1992

Januari-april	Emissionstest på skumbetong. Fullskaleförsök: byggande av tre tak med värmeisolering avsedda för algeriska förhållanden. Presentation av projektet vid påbyggnadskurs för ingenjörer och arkitekter från tredje världen (LU). Småskaliga försök med skumbetong och kork. Fördjupade kontakter med skogsforskningen i Algeriet (CNERIB).
---------------	---

Värmeisoleringsmaterial för Algeriet

Samarbete CNERIB (Algeriet) - Lunds universitet

Reserapport från besök på CNERIB 30 nov. - 11 dec. 1991

av

Owe Forssberg, Isoleringsbetong AB

Bengt Rääf, T-produkterna AB

Göran Fagerlund, professor, avd. Byggnadsmaterial (LU)

Bo Johansson, avd. Byggnadsmaterial (LU)

Erik Johansson, avd. Byggnadsmaterial (LU)

Johnny Åstrand, LCHS (LU)

Innehåll

1. Målsättning med resan	1
2. Tillverkning och användning av skumbetong i Algeriet (O Forssberg, E Johansson)	1
3. Tillverkning och användning av träullsplatta i Algeriet (B Rääf, E Johansson)	3
4. Förslag till åtgärder för att förbättra produktion och försäljning vid Siporexfabriken i Meftah (G Fagerlund)	4
5. Förslag till hur cementåtgången i Algeriet kan minskas (G Fagerlund)	5
6. MATLOC-seminariet och lokala material (J Åstrand)	6

Annexes :

- 1 Le programme de la mission
- 2 Le programme du colloque Maghrébin MATLOC '91
- 3 Planering av aktiviteter inom projektet de kommande 6 månaderna.

1. Målsättning med resan

Målsättningen med resan var följande:

- Studera algerisk byggnadsteknik för att konsulterna och professor G Fagerlund ska kunna föreslå hur respektive värmeisoleringsmaterial bäst utnyttjas i Algeriet.
- Presentera de båda produkterna skumbetong och träullsplatta (konsulterna).
- Kontakta algeriska företag i byggbranschen för att undersöka intresset för att tillverka skumbetong och träullsplattor.
- Planera för närmaste halvårs verksamhet vid CNERIB och Lunds universitet. (Annex 3)
- Studera Siporexfabriken utanför Alger (Svenskbyggd), där man har problem med försäljning och kvalitén på sina produkter.
- Bevista seminariet MATLOC '91 (Colloque Maghrébin sur les actions pour le développement de la construction en matériaux locaux). Se program i Annex 2.

2. Tillverkning och användning av skumbetong i Algeriet

För att tillverka skumbetong av märket Betocel (Isoleringsbetong AB) krävs, förutom cement och vatten, skumbildare. Denna kan utan problem tillverkas i Algeriet, t ex har det besökta företaget Granitex goda förutsättningar. Den blandare som erfordras kan också utan problem tillverkas i Algeriet.

Användningsområden

Ett mycket lämpligt användningsområde för skumbetong är som platsgjuten "forme de pente" (det fall på 2-3 % som krävs för vattenavledning) på platta tak. Skumbetongen har då en icke bärande funktion. För detta ändamål skulle en relativt låg densitet kunna användas (300 kg/m³) förutsatt att den täcks av ett hårdare ytmaterial, t ex murbruk, innan tätskiktet appliceras.

En annan variant till takbjälklag är en sandwichkonstruktion bestående av prefabricerade betongplattor underst på vilka skumbetongen gjuts i erforderlig tjocklek. Ovanpå skumbetongen gjuts sedan armerad betong. Betongen under och över skumbetongen måste sammanbindas med armering för att ta upp skjuvspänningarna.

Man kan även tillverka block av skumbetong. Dessa skulle kunna ersätta de betonghålblock som används som sparkroppar i dagens platta betongtak och på så sätt skulle värmeisoleringsförmågan för taket ökas.

Block kan även användas för isolering av kraftigt lutande tak samt i utfackningsväggar.

Fördelar

Skumbetong kan tillverkas in situ, vilket gör det möjligt att gjuta en sammanhängande isolering på horisontella ytor. Den kan tillverkas i olika densiteter beroende på blandningsrecept (200-1800 kg/m³). Skumbetong kan också gjas med ett visst fall.

Skumbetong tillverkas till en mycket låg investeringskostnad; den enda erforderliga utrustningen är en inte allt för dyr blandare.

Vidare är skumbetong mycket brandhärdigt samt ger en viss ljudisolering.

Nackdelar

Skumbetong har stor krympning, vilket är en nackdel vid tillverkning av block (risk för sprickbildning). Skumbetong är heller ej speciellt bra som putsbärare.

P g a mycket snabb karbonatisering ger skumbetong inget korrosionsskydd åt armering. Eventuell armering måste korrosionsskyddas.

3. Tillverkning och användning av träullsplatta i Algeriet

Träullsplattor skulle utan vidare kunna tillverkas i Algeriet. Råvaror i form av lämpliga träslag, cement och vatten finns tillgängliga. De förbättringar av inomhusklimatet som kan åstadkommas med värmeisoleringsmaterial är dock för många okänt. Ett sätt att öka användningen av värmeisoleringsmaterial vore att producera och sälja hus där värmeisoleringsmaterial ingår.

Användningsområden

Träullsplattan passar mycket bra in i den algeriska byggnadstekniken, varför den enkelt borde kunna introduceras i Algeriet.

I dagens moderna platta tak, som består av ett betongbjälklag med hålkroppar av tegel eller betong, skulle de senare kunna ersättas med träullsplattor. Ett sådant tak skulle kunna putsas på undersidan - träullsplattan är ju en utmärkt putsbärare - eller lämnas obehandlat, vilket även skulle medföra utmärkt ljudisolering. Det senare är kanske framförallt intressant i ofentliga lokaler och/eller bullriga verkstadslokaler.

Träullsplattan kan också användas i ytterväggar för att förbättra värmeisoleringen i dessa. Plattorna sågas då till block och väggarna muras upp med avsättning för betongpelare på samma sätt som görs idag med tegel-, betong- och siporexblock.

Fördelar med användning av träullsplatta

Genom att i den takkonstruktion som idag används ersätta hålkropparna med träullsplattor skulle k-värdet sänkas från 1,6 till 0,5 W/m²K. Produktionstakten torde också kunna ökas då plattorna är större än de traditionella hålkropparna och därmed snabbare att lägga ut. Vidare fås ljudisolering på köpet om så önskas.

Även i väggar skulle värmeisoleringsförmågan kraftigt förbättras om nuvarande material ersattes med träullsplatta. Dess lambda-värde är ca 2,5 gånger lägre än det för Siporex (Siporex har det lägsta lambda-värdet av de material som idag används i väggar).

Tillverkning av träullsplattor skulle också ha den fördelen att den eukalyptus som planterats i landet kommer till användning. Tester har visat att flera av de eukalyptussorter som finns i Algeriet lämpar sig för tillverkning av träullsplattor.

Trots att träullsplattan innehåller trä är den känd för sin rötbeständighet. Den basiska miljön som åstadkoms av cementet gör att trät skyddas. Plattan angrips ej heller av termiter och den klassas som icke brandfarlig. De akustiska egenskaperna är mycket goda och plattorna används ofta som ljudabsorbenter.

Nackdelar

Start av produktion av träullsplattor i Algeriet kräver investering i en fabrik. För att utrusta fabriken krävs att viss utrustning importeras, åtminstone en maskin för hyvling av träull.

4. Förslag till åtgärder för att förbättra produktion och försäljning vid Siporexfabriken i Meftah

Fabriken har stora problem såväl med tillverkningen som med försäljningen. Produkten har p g a dålig kvalitet fått dåligt rykte på marknaden. Den används ofta för andra ändamål än vad den är avsedd för; t ex i trädgårdsmurar men inte i ytterväggar där dess värmeisolerande förmåga skulle vara av värde.

Kvalitetsproblemen är främst hög densitet (ca 650 kg/m³), sprickbildning och låg hållfasthet. Troligen är också korrosionsskador på armering ett problem (gäller bjälklagselement).

Tillverkningsreceptet, som varit detsamma i 18 år, borde ändras. Idag används cement i produktionen, men en övergång - helt eller delvis - till kalk är angelägen av flera skäl. Dels är priset på kalk i Algeriet en tredjedel av priset på cement, dels skulle lägre densitet kunna erhållas efter receptoptimering. De autoklaver som används för att härda och volymstabilisera materialet hade dålig kondition.

För att förbättra produktionstekniken borde utländsk expertis anlitas, t ex från Siporexkoncernen. Vidare bör fabriken ta egna initiativ för att själva utveckla och förbättra sin produkt, t ex genom att göra receptoptimeringar i egna autoklaver (fullskale- eller pilotskaleförsök).

En mycket enkel åtgärd för att höja produktens anseende hos konsumenterna är att dela upp produkterna i en första- och andrasortering. Denna åtgärd skulle kunna införas omgående.

Produkten bör också marknadsföras på ett riktigt sätt, i första hand med avseende på sin värmeisolerande förmåga, en egenskap som idag förtigs. Man bör även överväga att helt överge elementtillverkning, eftersom korrosionsproblemen är svårbemästrade och ger produkten dåligt rykte, och istället övergå till enbart oarmerade murblock.

5. Förslag till hur cementåtgången i Algeriet kan minskas

Algeriet har en mycket hög per capita-användning av cement. Idag används enligt uppgift 350-400 kg cement per m³ i enkla betongkonstruktioner, vilket är mycket högt. Som jämförelse kan nämnas att man i Sverige - efter att tidigare ha haft en mycket hög cementåtgång - idag är nere på en medelcementhalt av ca 240 kg/m³. En stor andel betong för vanligt husbyggande har cementhalter ner till ca 210 kg/m³.

Stora besparingar skulle kunna göras genom att betongproduktionen ändras. Idag tillverkas nästan all betong in situ i enkla blandare med volymdosering av ingredienserna. Detta innebär att man har dålig kontroll på produktionen och att extra mycket cement används av säkerhetsskäl. En övergång till tillverkning i betongfabriker - även småskaliga sådana - med tillhörande distributionssystem av betongen skulle medföra större kontroll på produktionen och därmed skulle cementåtgången kunna minskas kraftigt utan att kvaliteten på betongen eller byggnaderna sänks.

Algeriskt cement är relativt grovmalet och därmed långsamhårdnande. Idag dimensioneras betongen för hållfastheten vid 28 dygn, d v s innan full hållfasthet uppnåtts. Genom att dimensionera för hållfastheten vid 56 eller 91 dygn, vilket är mer rimligt med tanke på cementets långsamma reaktion, skulle cementmängden kunna minskas. Ett alternativ är att göra cementet mer finmalet vilket skulle höja 28-dygnshållfastheten. Detta kräver dock ökade kostnader för malning.

Om ovanstående förändringar införs skulle cementåtgången kunna minska med uppemot 25% à 30%. Investeringskostnaden för detta är svårbedömd, men åtgärderna torde kunna betala sig ganska snabbt genom ett minskat importbehov av cement.

6. MATLOC-seminariet och lokala material

Det presenterades en rad intressanta forsknings- och utvecklingsprojekt om lokala byggnadsmaterial vid MATLOC-seminariet i Biskra, december 1991. Flera av de projekt som redovisades, t ex stabiliserad jord, gips och natursten, har även presenterats vid tidigare konferenser. Dessa material är alltså välkända och dessutom tillförlitliga att använda eftersom etablerade forskare i Algeriet, Marocko och Tunisien har utvecklat dem. Trots detta utgör lokala byggnadsmaterial endast en mycket begränsad andel av de material som används inom det formella byggandet. Varför är det så?

Motiven för att använda lokala byggnads är framförallt:

- Minska byggkostnaden
- Undvika import av byggnadsmaterial
- Underlätta för underhåll genom att använda material som är tillgängliga och genom enkel teknologi

Detta är argument som ofta framförs av övertygade myndigheter och forskare. Däremot förefaller inte användarna av byggnadsmaterial, d v s byggmästare och självbyggare, vara lika övertygande om fördelarna med att använda lokala byggnadsmaterial utan snarare ganska skeptiska. Deras tveksamhet hänför sig ofta till rationell och lönsam produktion. Om man ska kunna öka användningen av dessa material i framtiden måste man ta fasta på denna kritik.

Vad är lokala byggnadsmaterial? Denna fråga har jag ställt till ingenjörer, arkitekter, forskare och byggmästare i bl a Algeriet och Tunisien de senaste tio åren. Svaren har varit mycket varierande. Oftast har man svarat genom att ge exempel på byggnadsmaterial. Arkitekterna har gett den mera idealistiska definitionen och anger adobe-block som exempel, medan byggmästare tenderar att vara mer pragmatiska och anser att armerad betong är ett typiskt lokalt byggnadsmaterial. Det är av största vikt att utveckla en definition av vad som avses med lokala byggnadsmaterial för att kunna klassificera och jämföra olika material.

När begreppen "lokala byggnadsmaterial" och "appropriate technology" introducerades var det i en anda av resurshushållning och ekologiskt byggande. Detta är begrepp som är högaktuella även i dagens samhälle och som man kan ha som utgångspunkt vid beskrivning av termen "lokala byggnadsmaterial". Här föreslås tre parametrar för att klassificera byggnadsmaterial och för att bedöma om de är "lokala" eller "icke lokala":

- Transport
- Energiförbrukning
- Teknologi

Transport

Ju längre ett material måste transporteras för att komma till byggplatsen, ju mindre lokalt är det. Adobe-block som tillverkats av jord från byggplatsen kräver ingen transport medan importerade material är exempel på motsatsen.

Energiförbrukning

Ju mera energi som krävs för att tillverka ett material ju mindre lokalt är det. Väggar av natursten kräver minimalt med energi för framställning av materialet medan tegel som bränns i enkla vedeldade ugnar är exempel på motsatsen.

Teknologi

Ju mera teknologi i form av maskiner och utrustning som krävs för att tillverka ett material, ju mindre lokalt är det. Handslaget tegel kräver minimalt med utrustning, och därmed investering, medan cement är exempel på motsatsen.

Genom att analysera olika material med hänsyn till transport, energiförbrukning och teknologi kan de klassificeras och bedömas. Som framgår krävs det en avancerad teknologi för att tillverka cement. Detta innebär inte att man ej ska tillverka cement - tvärtom, cement kommer att behövas även i framtiden. Syftet med modellen är enbart att ge en grund för jämförelser av byggnadsmaterial. Med hänsyn till resursanvändning. Begreppet "lokala byggnadsmaterial" skulle kunna döpas om till "resursbesparande material" om det inte hade varit så etablerat.

Personligen är jag av den uppfattningen att man i framtiden bör prioritera att utveckla och framställa byggnadsmaterial som kräver:

- Måttlig transport
- Måttlig energiförbrukning
- Måttlig teknologi

Noll-alternativet, d v s att enbart använda t ex adobe-block, är lika orealistiskt för de flesta länder som att importera byggnadsmaterial. Kanske är det så att många av de lokala

byggnadsmaterial som hittills har utvecklats har haft en hantverksmässig teknologinivå. Detta förklarar delvis industrins och byggsektorns skepsis eftersom det är svårt att åstadkomma rationell och därmed lönsam produktion.

Skumbetong och träullsplattor är typiska exempel på material som kan tillverkas och distribueras med:

- Måttlig transport
- Måttlig energiförbrukning
- Måttlig teknologi

Dessa material kan tillverkas rationellt till relativt blygsam investering. Skumbetong tillverkas normalt in situ. Träullsplatta kan tillverkas i små och medelstora fabriker som försörjer en region med material.

Programme de la mission

- | | |
|-------------------------|--|
| 29 novembre
vendredi | - Arrivée de M Astrand, M B. Johansson et M E. Johansson -
Université de Lund |
| 30 novembre
samedi | <ul style="list-style-type: none"> - Séance de travail en présence de : Mme Laïd, Mme Toumi, Mlle Bessadi et M. Teggour. - Introduction : Lecture du programme de mission. - Etat d'avancement des expérimentations à l'Université de Lund. - Etat d'avancement des expérimentations au CNERIB. - Interprétation et corrélation des différents résultats. |
| 01 décembre
dimanche | - Essais au laboratoire : fabrication de béton mousse sans et avec
poudre de liège. |
| 02 décembre
lundi | - Départ à Biskra pour le séminaire MATLOC '91. |
| 03-05 décembre | - Colloque Maghrébin sur les actions pour le développement de la
construction en matériaux locaux (MATLOC '91). |
| 06 décembre
vendredi | - Retour de M Astrand, M B. Johansson et M E. Johansson de
Biskra. Arrivée de M Fagerlund, M Rääf et M Forssberg. |
| 07 décembre
samedi | - Séance de travail en présence de : M Khaldoun, M Oumaziz,
Mme Laïd, Mme Toumi, Mlle Bessadi et M Teggour. |
| 08-09 décembre | <ul style="list-style-type: none"> - Mission à Bou-Saada. Visite des chantiers et d'un prototype
habitat bioclimatique : M Fagerlund, M Rääf, M Forssberg, M
Åstrand, Mme Laïd et M Teggour. - Essais au laboratoire (fabrication de béton mousse) et discussion
sur la répartition en Algérie des eucalyptus : MM Johansson,
Mme Toumi et Mlle Bessadi. |
| 10 décembre
mardi | <ul style="list-style-type: none"> - Visite unité SADEC (panneaux en ciment/copeaux de bois) et
unité Granitex (adjuvants de béton) : M Forssberg, M Rääf, MM
B et E Johansson, Mme Laïd et Mme Toumi. - Visite unité Siporex (béton cellulaire autoclavé) : M Fagerlund,
M Åstrand, M Khaldoun et M Teggour. |
| 11 décembre
mercredi | <ul style="list-style-type: none"> - Synthèse de la mission : M Fagerlund, M Rääf, M Åstrand, MM
Johansson, M Khaldoun, M Oumaziz, M Hamiti, Mme Laïd,
Mme Toumi, Mlle Bessadi et M. Teggour. - Conférence de M Fagerlund au CNERIB : "La durabilité des
bétons". |

Ministère de l'Équipement
et du Logement

Ministère Délégué à la Recherche,
la Technologie et l'Environnement

CNERIB

Centre National d'Études et de Recherches
Intégrées du Bâtiment



Colloque Maghrébin
sur les actions pour le développement
de la construction en matériaux locaux

MATLOC 91

3, 4 et 5 décembre 1991 à Biskra



PROGRAMME

MARDI 03 DECEMBRE

- 8h 30 : Séance d'ouverture

- 10h 45 : Pause

- 11h 00 : Etat des connaissances par pays :

- Maroc

- Tunisie

- Mauritanie

- Libye

- Algérie

- 13h 00 : Déjeuner

- 14h 30 : Thème I **"ASPECTS INNOVANTS"** :

S/thème 1 **"MATERIAUX"** :

- Béton de Sable : Expérience marocaine
Y. AMRANI - LPEE (Maroc)

- Le Béton de Sable de Dune : sa formulation et ses propriétés

Z. MEROUANI / A. BATATA - CNERIB

- Utilisation des Sables Algériens pour la Fabrication de Briques Silico-calcaires

B. DAHMANE - UREG .ENDMC (Algérie)

- La Brique Silico-calcaire

J. MOUSSA - F. HAFIZ - CNERIB

- Etudes Technologiques de Cinq Essences Locales

M. EL KORTBI - LPEE (Maroc)

* DEBAT

- 16h 15 : Pause

- 16h 30 : S/Thème 2 **"PROCEDES"** :

- Procédés de Construction en Terre Stabilisée armée
confinée
M. SLITAINE (Algérie)

- Aspects Techniques d'un Prototype de Logement
en Béton de Terre Stabilisée
S. DJEGHABA (BEREP) - A. NAFA - K. RILI (CNERIB)

- Une Nouvelle Technologie : l'Adobéton
M. MARTIN - N. YAMANI - CRR/LPEE (Maroc)

- Utilisation des Matériaux Locaux dans les Constructions
Agricoles : cas des silos à grains
E. BARTALI - IAV HASSAN II - RABAT (Maroc)

- Technique de Construction en Mortier de Plâtre Blanché
H. TEGGOUR - CNERIB (Algérie)

- Plancher Assad
H. CHEBBI - ARRU Tunis (Tunisie)

* DEBAT

MERCREDI 04 DECEMBRE

8H 30 : Thème II "ASPECTS REGLEMENTAIRES"

- Directives Techniques relatives à la Construction en Terre

Y. NAJAR - A. BEDAY - CETEC (Tunisie)

- Mise en place d'un Outil Réglementaire pour le Matériau Terre en Algérie

K. RILI - CNERIB

- Etanchéité des Toitures-Terrasses : Projet de Réglementation Adaptée aux Conditions Locales

S. LAID - CNERIB

- Etanchéité Saharienne : cinq ans après

BERROUBI - CTC Sud - (Algérie)

- Contrôle Technique d'un Prototype de quatre Logements en Plâtre à Biskra

L. SOLTANE - CTC Est /Biskra (Algérie)

- Matériaux Locaux : le point de vue d'un contrôleur

S. BOUHOUCHE - CTC Centre (Algérie)

- 11h 15 : PAUSE

- 11h 30 : Thème III "TECHNOLOGIES DE PRODUCTION INTENSIVE"

- Matériaux Locaux : pour des Technologies Adaptées

R. OUMAZIZ - CNERIB

- Matériels de Production de Matériaux

A. GHRISSI - INJEZ ELFINE (Algérie)

• DEBAT

- 13h 00 : Déjeuner

- 14h 30 : **Thème IV RECHERCHE DEVELOPPEMENT : POLITIQUES
ET EXPERIENCES**

S/Thème 1 EXPERIENCES :

- Les Projets Pilotes de Construction en Matériaux Locaux
K. ZAYATI - M. TOUIHRI - MINISTERE EQUIPEMENT (Tunisie)

- Revalorisation et Utilisation Rationnelle de la Pierre dans la
Construction en Algérie
T. RILI - CNERIB

- Construire en Pierre : Aspect Qualitatif
NASRI - CTC Sud (Algérie)

- L'Expérience de la Cellule Recherche de l'Institut
d'Architecture de Blida
E. CHERIF - Université de Blida (Algérie)

- Valorisation d'un Sous-produit de l'Industrie :
Le Laitier
E.N. SIDER Annaba (Algérie)

*** DEBAT**

- 16h 00 : Pause

- 16h 15 : S/Thème 2 "POLITIQUES"

- La Politique de Recherches sur les Matériaux Locaux
au LPEE

A. HAKIMI - A. ACHARCHABI - LPEE (Maroc)

- Les Matériaux Locaux en Tunisie : une alternative pour
un Habitat Economique

R. MENSI - A. KALLEL - ENT (Tunisie)

- Matériaux Locaux : bilan et perspectives
M. ZERROUG - E.C OUARGLA (Algérie)

- Les Matériaux Locaux : décision politique et problèmes
du terrain

S. ZERGOUN - M'ZAB Friends Ass. (Algérie)

- 17h 30 : DEBAT GENERAL

JEUDI 05 DECEMBRE

- Matinée : Visite technique

Déjeuner

- Après-midi: Présentation du rapport général

. Proclamation des résultats du concours
"Architecture et Matériaux Locaux"

. Clôture

CEREMONIE DE CLOTURE

Planering av aktiviteter inom projektet de kommande sex månaderna.

CNERIB

- Laboratorieförsök i liten skala med skumbetong för att finna sambandet mellan densitet och hållfasthet för algeriska förhållanden.
- Noggrannare kartläggning av tillgångar på olika trädslag och dess geografiska spridning, särskilt fördelningen av eukalyptussorter i landets plantager.
- Sändning av eukalyptusstockar till Sverige för test av olika sorters lämplighet för träullsplattetillverkning.

Lunds universitet

- Avrapportering från konsulternas besök i Algeriet i december 1991.
- Sammanställning av labbförsöken med skumbetong vid BML
- Tillverkning i full skala av tre värmeisolerade tak avsedda för algeriska förhållanden.
- Avtal med konsulterna inför år 2.

Fullskaleförsök med platta tak

Målsättning

Vid introducerandet av nya byggnadsmaterial är det en fördel om dessa passar in i den rådande byggnadstekniken. Om så inte är fallet, d v s om ett nytt material innebär att även ett nytt sätt att bygga måste införas, kan processen bli lång och besvärlig. Både skumbetong och träullsplatta passar bra in i den algeriska byggnadstekniken - inte minst i de platta taken.

Målsättningen med fullskaleförsöken har varit att i praktiken testa tänkbara användningssätt för träullsplatta och skumbetong i platta tak. Genom en sådan testning i full skala erhålls praktisk kunskap om hur lätta eller svåra taken är att tillverka. Genom fullskaleförsök kan man också verifiera att taken tål de belastningar de beräknats för.

I de tre konstruktioner som beskrivs nedan ingår värmeisoleringsmaterialen i takens stomme. (Vad gäller skumbetong kan detta material med fördel även användas ovanpå en bärande stomme.)

Förutsättningar

Taken har förutsatts vara utsatta för laster från personer m m. De normer som finns i Algeriet gäller framförallt hållfasthet och nedböjning. Tak av denna typ ska tåla en belastning på 400 kg/m^2 och nedböjningen får maximalt vara $1/500$ av spännvidden. I en normal bostad är den maximala spännvidden 3,6 m.

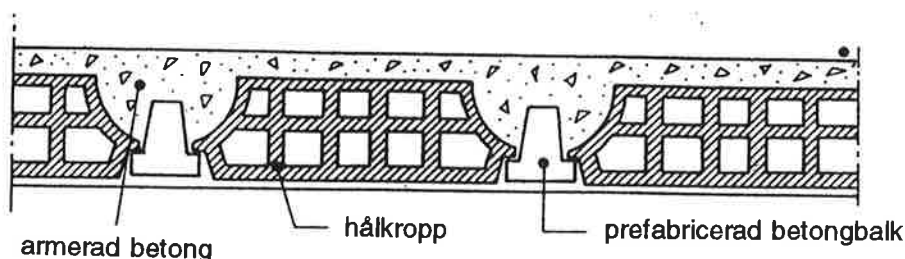
Vad beträffar krav på värmeisoleringsförmåga finns ännu inga normer i Algeriet. I en studie som gjordes på 70-talet rekommenderas för tak ett u-värde mellan 0,7 och $1,4 \text{ W/m}^2\text{K}$, där det lägre värdet avser den klimatzon som utgörs av öken¹. Datorsimuleringar som gjorts vid Lunds universitet visar att ännu kraftigare isolering kan förbättra inomhusklimatet i denna region. För u-värden lägre än ca 0,35 blir dock effekten mycket liten (gäller nuvarande huskonstruktioner i varmaste klimatzonen)².

De platta taken i Algeriet består normalt av en betongplatta i vilken hålkroppar av tegel eller betong är ingjutna, se fig 1. Taket byggs genom att hålkropparna läggs mellan prefabricerade - och ibland förspända - balkar. Över detta gjuts en ca 5 cm tjock

¹Projet de l'arrêté relatif au confort acoustique et thermique (...) dans les immeubles d'habitation collective, Le Ministère de l'Urbanisme, de la Construction et de l'Habitat, 1975.

²Normering av ökenbyggande av Hans Rosenlund (Paper till seminariet "Climat et construction", Alger nov 1987).

betongplatta. Denna gjuts samman med de förtillverkade balkarna. Den bärande stommen kommer på så sätt att utgöras av ett T-balksystem. Hålkropparna fungerar som utfyllnad och de ger en viss värmeisolerande effekt.



Figur 1. Den i dag vanligaste typen av platt tak i Algeriet. Hålkroppar läggs ut mellan prefabricerade balkar varefter en platta av armerad betong gjuts ovanpå.

Dessa tak uppfyller kraven på hållfasthet och nedböjning enligt ovan. U-värdet ligger på ca $1,6 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Ovanpå den bärande stommen gjuts ett fall mot vattenutkastarna - en s k "forme de pente" - med en lutning på 2-3 %. Denna belastar taken med ca 100 kg/m^2 och förbättrar u-värdet något.

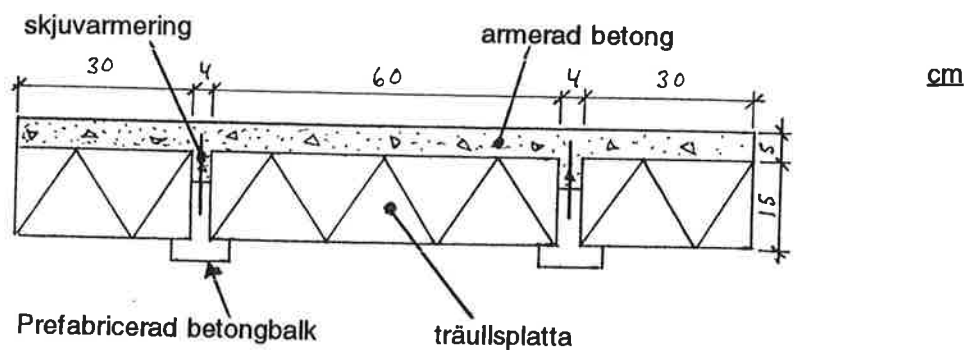
Beskrivning av taken

Tre tak har byggts i Byggnadsmaterials laboratorium i Lund. De är upplagda på murade Siporexväggar och spännvidden är 3,6 m.

Tak 1

Detta tak liknar de som byggs i dag. Den största skillnaden är att hålkropparna bytts ut mot träullsplattor, vilka har en betydligt bättre värmeisoleringsförmåga (se fig 2). Träullsplattan lämpar sig mycket bra för denna typ av konstruktion då den tillverkas i skivor som normalt har de mått som det här är frågan om. Träullsplattorna är också tillräckligt styva för att hålla att gå på under byggtiden. De kan tillverkas med olika tjocklek (alternativt läggas i flera lager) och därmed kan önskat u-värde erhållas.

En annan modifiering är att bredden på betongen mellan träullsplattorna - livet i T-tvårsnittet - minskas för att minska köldbryggorna. Detta kräver emellertid att vertikal armering införs i livet för att ta upp skjuvspänningarna.



Figur 2. Traditionellt tak med bärande stomme av armerad betong där hålkropparna bytts ut mot träullsplattor och där köldbryggorna gjorts smalare.

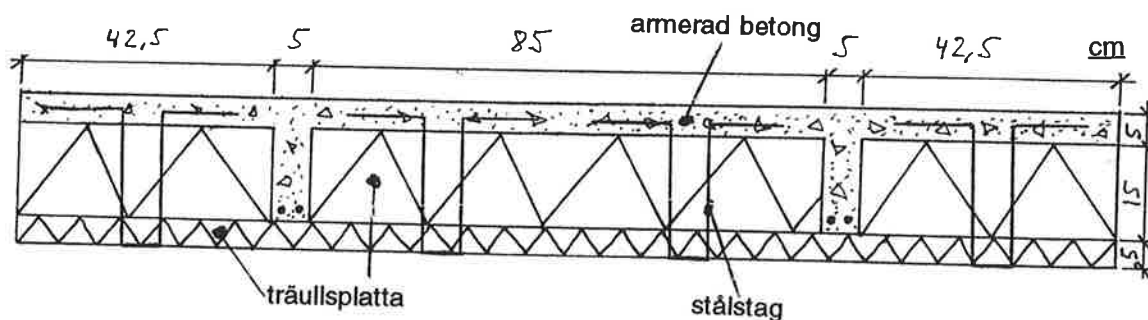
U-värdet för det tak som visas i fig 2 är ca $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Takets undersida kan putsas på traditionellt vis eller lämnas obehandlad.

I stället för träullsplattor skulle man också kunna använda armerade eller oarmerade block av skumbetong till denna konstruktion.

Tak 2

Det andra taket har, liksom det första, en bärande T-balksstomme av betong mellan vilken träullsplattor används som isolering. Skillnaden är att takets undersida består av ett heltäckande skikt av träullsplattor, se fig 3. Detta medför att liveken i T-balkarna ej går igenom hela taket och därmed minskas effekten av köldbryggorna.



Figur 3. Tak med bärande stomme av betong och värmeisolering av träullsplattor. Köldbryggorna bryts av genom ett heltäckande undre skikt av träullsplattor.

De undre plattorna hålls på plats med hjälp av tunna stålbyglar vilkas ändar gjuts in i den övre betongplattan.

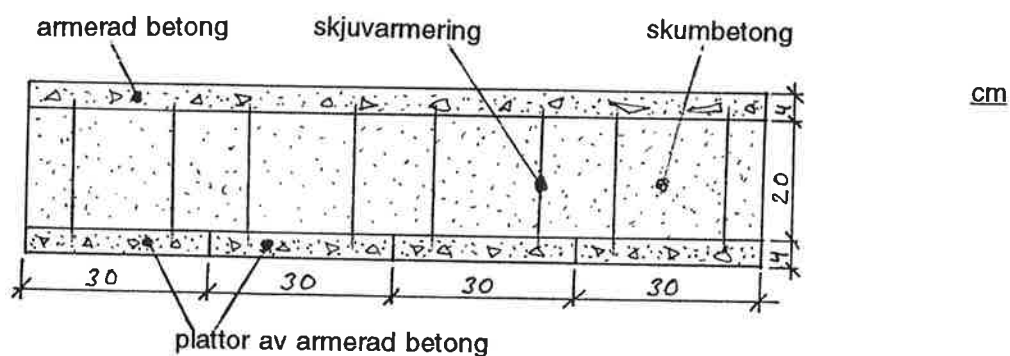
Avståndet mellan betongliven och tjockleken på träullsplattorna kan varieras. U-värdet för taket enligt figur 3 är ca $0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$.

Undersidan kan putsas eller lämnas obehandlad.

Tak 3

Det tredje taket består av en sandwichkonstruktion med skumbetong som värmeisolering. Skumbetongen gjuts ovanpå prefabricerade plattor av betong. Ovanpå skumbetongen gjuts en betongplatta. Denna sammanbinds med de undre betongplattorna med hjälp av armeringsjärn, vilka är till för att ta upp skjuvkrafterna.

U-värdet för taket enligt fig 4 är ca $0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$.



Figur 4. Tak med värmeisolering av skumbetong. Drag- och tryckkrafter tas upp i betongplattorna medan skjuvkrafterna tas upp av de vertikala armeringsjärnen.

Fördelar och nackdelar med taken

Tak 1 och 3 kräver mycket lite formvirke vid tillverkningen - i princip bara stämp (stöttor). I tak 2 verkar de undre träullsplattorna som kvarsittande form. För detta tak erfordras något mera virke då träullsplattorna måste stödjas av såväl bockryggar som stöttor.

Tak 1 och 3 kräver att balkar respektive plattor förtillverkas.

Tak 3 ger en färdig undersida (betong). Tak 1 och 2 måste normalt putsas av estetiska skäl (en oputsad yta ger dock mycket bra ljudisolering).

Tak 1 har genomgående köldbryggor vilket kan orsaka nedsmutsning p g a kondens på takets insida (under betongbalkarna).

Tak 2 ger den bästa värmeisoleringsförmågan i förhållande till tjockleken. Tak 1 är näst bäst.

Tak 1 är snabbast och enklast att tillverka. Tak 3 tar längre tid än de båda andra att tillverka då man måste vänta ett dygn på att skumbetongen gjutits innan man kan gjuta den övre betongplattan.

För tak 3 är det viktigt att armeringen som går genom skumbetongen korrosionsskyddas. Skumbetong ger nämligen inte något långvarigt skydd mot korrosion p g a att den snabbt karbonatiserar. Att korrosionsskydda armeringen är inte helt problemfritt.

Nedan visas i tabellform några nyckeldata för taken

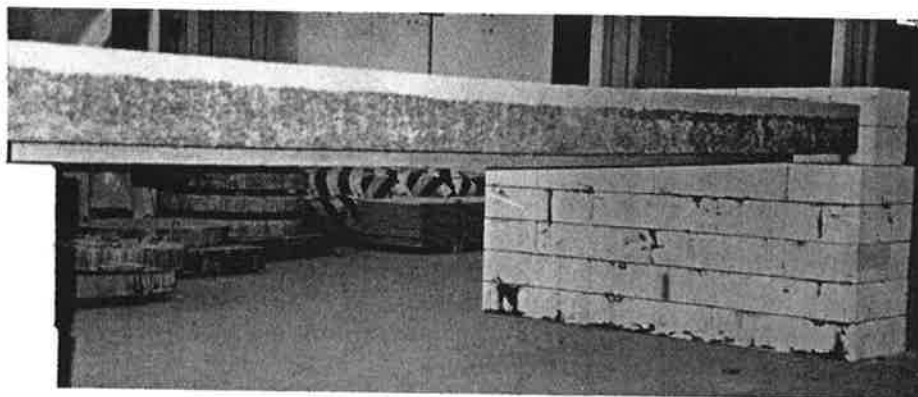
Tak	1	2	3
vikt (kg/m ²) ¹	210	200	270
tjocklek (cm) ¹	24	25	28
u-värde (W/m ² K) ¹	0,5	0,4	0,5
värmemotstånd/tjocklek (Km/W)	8,3	10	7,1
behandling av undertaket	puts ²	puts ²	ingen
formning	endast stöttor i fältnitt under balkarna	Bockryggar och stöttor	Stöttor i fältnitt
prefabricering	balkarna	ingen	de undre plattorna

¹Exklusive "forme de pente" och ytbehandling av undertaket.

²Av estetiska skäl. En obehandlad yta ger dock mycket god ljudisolering.

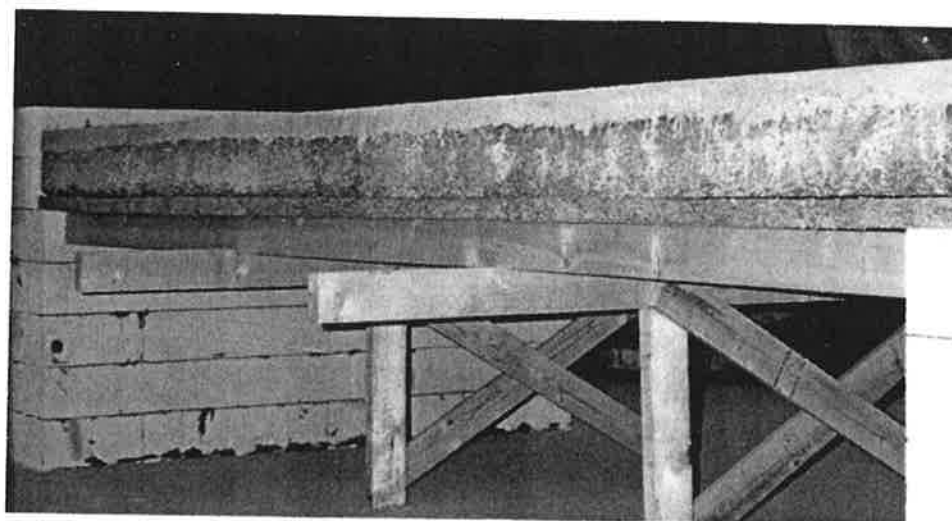
Slutsatser från byggandet av taken

Tak 1



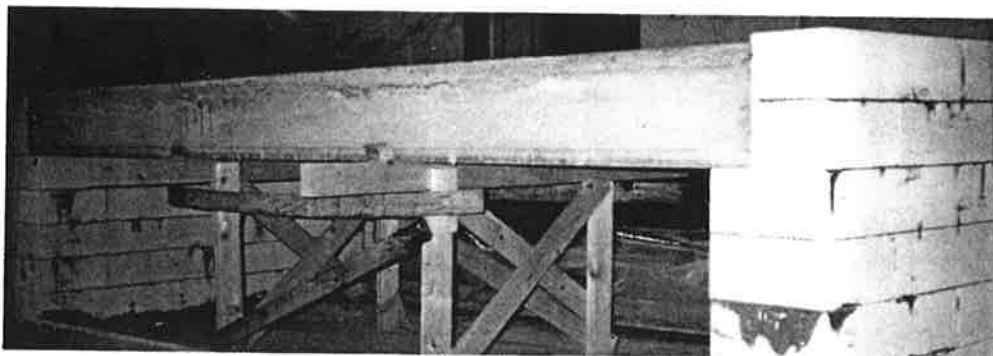
Taket var mycket enkelt att bygga. De förtillverkade balkarna kan enkelt lyftas på plats med handkraft. Däremot var det svårt att få skarvarna mellan träullsplattorna (15 cm tjocka) täta då dessa lades i ett enda lager. Detta kan undvikas genom att lägga tunnare plattor i två lager och om lott, t ex 2 st 7,5 cm plattor.

Tak 2



Taket är relativt enkelt att bygga. Kanske borde T-balkarnas liv göras något bredare för att kunna komma åt att vibrera betongen ordentligt. Taket kräver större noggrannhet än tak 1 vid tillverkningen (gäller framförallt placeringen av armeringsjärnen i mellanrummet mellan träullsplattorna samt även vibreringen på samma ställe).

Tak 3



De undre plattorna gjordes 30 cm breda och 4 cm höga vilket gjorde det möjligt för två man att lyfta dem. Vid gjutningen av skumbetongen var det svårt att gjuta den i önskad tjocklek på grund av de vertikala järn som sticker upp från de undre plattorna (svårt att dra av dem). Detta innebär en hel del efterarbete - "avhyvling" av skumbetong ner till rätt höjd - innan den övre betongplattan kunde gjutas.

Mätning av hållfasthet och nedböjning samt ekonomiska kalkyler

Vid CNERIB:s forskarlags kommande besök i Sverige kommer takens hållfasthet och nedböjning att testas. En bedömning av vad de olika taken kostar att tillverka är under utarbetande.



Enhet/Department

Kemisk analys
Handläggare/Handled by

Bengt Jonsson, ai

RAPPORT

Datum/Date

1992-01-31

Ert datum/Your date

1 (2)

Beteckning/Reference

91K1 0711

Er referens/Your reference

Lunds Tekniska Högskola
Avd för byggnadsmaterial
Erik Johansson
Box 118
221 00 LUND

Emissionsanalys

(1 bilaga)

- Föremål** Skumbetong gjuten av uppdragsgivaren i Petriskål. Provet anlände till SP 1991-11-14 och förvarades fram till provningen 1991-12-04 i klimatconditionerat rum vid + 23 °C/50 % RF.
- Uppdrag** Kvantitativ bestämning samt identifiering av VOC och ammoniak emitterande från provet.
- Metod** Provet placerades i FLEC = Field and Laboratory Emission Cell. FLEC är en provningsutrustning för emissionsmätning och finns beskriven i litteratur-referensen.
- Provtagning i FLEC och efterföljande analys bygger på Golvbranschens Riksförbunds, GBR, provisoriska branschstandard.
- Ammoniak insamlades i 10 mM HCl. Analysen utfördes av SGU.
- Flyktiga organiska ämnen, VOC = Volatile Organic Compounds, adsorberas på Tenaxrör som analyseras med gaskromatografi (FID) för kvantifiering och masspektrometri för identifiering.
- Provningsbetingelser: + 23 °C/50 % RF.

Resultat**Identifierade ämnen****Avgivningshastighet,
toluenekvivalenter**

Pentadekan
Tetradekan
Hexadekan
Totalt VOC

5 µg/m² x h
< 5 µg/m² x h
< 5 µg/m² x h
25 µg/m² x h

Ammoniak35 µg/m² x h**Swedish National Testing and Research Institute**

Staatliche Materialprüfungs- und Forschungsanstalt • Institut national d'essai des matériaux et de recherches • Statens Provning

Postadress / Postal address	Besöksadress / Office	Telefon / Telephone	Telex / Telex	Telefax / Telefax	Bankgiro / Bank giro account	Postgiro / Postal account
SP Box 857 S-501 15 BORÅS SWEDEN	Västeråsen Brinellgatan 4 Borås	033-16 50 00 + 46 33 16 50 00	36252 TESTING S	033-13 55 02 + 46 33 13 55 02	715-1053	1 56 82-8

1992-01-31

91K1 0711



Samtliga VOC-värden är medelvärden av två på varandra följande Tenax-provtagningar.

Nollprovets (FLEC utan prov) totala VOC har subtraherats från provets totala VOC.

Med VOC avses här på Tenax adsorberbara och termiskt desorberbara flyktiga organiska ämnen, i huvudsak med en kokpunkt i intervallet ca 70 °C till ca 340 °C, motsvarar hexan C₆ till eicosan C₂₀ och detekterbara med flamjonisationsdetektor. Totalhalt VOC anges som toluenekvivalenter.

Litteraturreferens:

Field and Laboratory Emission Cell:FLEC

P. Wolkoff et. al.

IAQ 91 Healthy Buildings ASHRAE

Washington DC USA 1991, s. 160-165

SP

Kemisk analys

Karin Berglund
för Mats Olsson

Bengt Jonsson
Bengt Jonsson

Bilaga: 1 gaskromatogram

Bilaga 1 till uppdrag nr

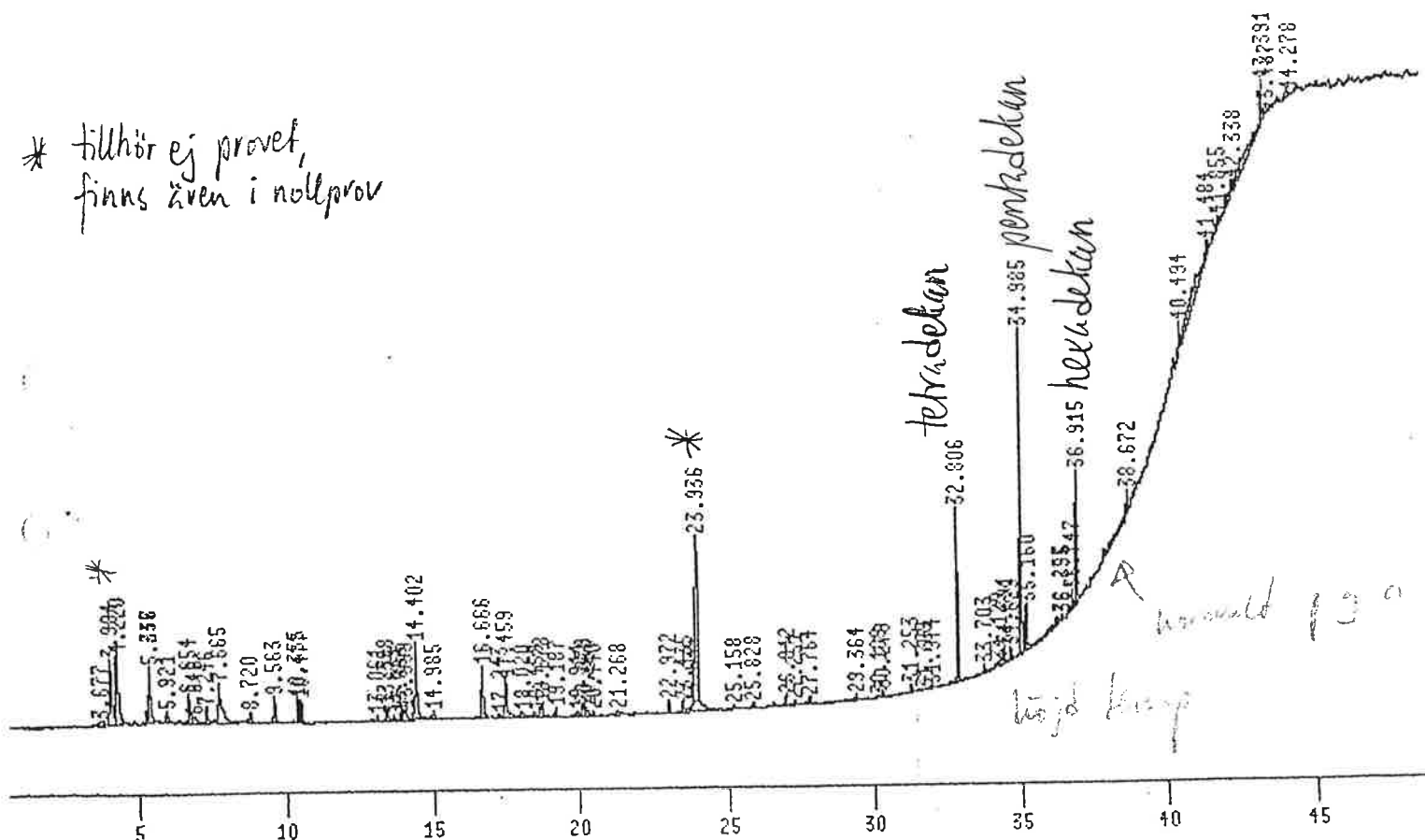
91K1 0711



GASKROMATOGRAM, emission från material insamlad på Tenax

Metod: FLEC Provtagen volym: 3,0Provbeteckning: Skumbekong

* tillhör ej provet,
finns även i nollprov



Varje topp i ovanstående gaskromatogram motsvarar ett (eller ibland flera) organiskt ämne emitterande (= avgående) från det provade materialet. Toppens storlek (area) står i relation till mängden av det påvisade ämnet. Siffran vid respektive topp anger endast förfluten tid från analysens start, s k retentionstid.

Analysdatum: 911206 Kolonn: 50m HP-1, nr 4 Sign: By
 Desorption: 250 °C i 5 min till kylfälla -30 °C, sedan 250 °C i 2 min på kylfällan
 Temp.program: 2 min 60 °C, 4 °C/min till 150 °C, 8 °C/min till 280 °C, 8 min isot.
 Transferline: 200 °C Det.temp: 300 °C Bärgas: He, 2 ml/min Känslighet: 2⁵
 Akt. retentionstid för toluen min.



Enhet/Department
Kemisk analys

Handläggare/Handled by
Bengt Jonsson, lw/3093F

PROTOKOLL

Datum/Date
1990-11-14

Ert datum/Your date

Beteckning/Reference
90K1 0102

Er referens/Your reference

T-produkterna AB
Christer Liss
Box 42013
126 12 STOCKHOLM

Emissionsanalys (4 bilagor)

Föremål

"Minerit normal"

"Glasal"

"Promatek L"

"t-akustik cementgrå"

Provföremålen sändes av uppdragsgivaren till SP. De packades upp 900912 och förvarades i konditionerat rum, +23 °C och 50 % RF, tills de placerades i provkammarna. Provningen avslutades 901102 ("Minerit normal" och "Glasal") och 901112 ("Promatek L" och "t-akustik cementgrå").

Uppdrag

Emissionsanalys.

Metod

Prov med ytan 1,4 m² placerades i kammare med volymen 1 m³. Kammaren är gjord i rostfritt stål för att minimera absorption/desorption i kammarväggarna. Luft som renats med aktivt kol passerade in i kammaren med en luftväxling av 0,5 gånger per timme. Luften var konditionerad till 23 °C och 50 % RF. För att få ordentlig omrörning av kammarluften var en liten fläkt installerad.

Ett delflöde av utgående luft passerade ett sorbentrör innehållande Tenax. Tenaxrören analyserades efter termisk desorption med gaskromatografisk teknik (GC) för haltberäkning av totalhalten VOC, angiven som hexanekvivalenter. Med VOC avses här på Tenax adsorberbara och desorberbara flyktiga organiska ämnen, i huvudsak ämnen med en kokpunkt i intervallet ca 70 °C till ca 290 °C (motsvarar hexan till hexadekan) och detekterbara med flamjonisationsdetektor. För identifiering av enskilda ämnen har till gaskromatograf kopplad masspektrometer använts (GCMS).

Tenaxprov uttogs under en följd av dagar för att bestämma jämviktskoncentration i kammaren. När koncentrationen av ett dominerande ämne inte varierar mer än ± 10 % från dag till dag anses jämvikt ha uppnåtts.

Denna metod bygger på Nordtestmetod nr 706 (föreligger som remissutgåva).

Swedish National Testing and Research Institute

Staatliche Materialprüfungs- und Forschungsanstalt • Institut national d'essai des matériaux et de recherches • Statens Provvningsanstalt

Postadress Postal address	Besöksadress Office	Telefon Telephone	Telex Telex	Teletax Telefax	Bankgiro Bank giro account	Postgiro Postal account
SP Box 857 S-501 15 BORAS SWEDEN	Västeråsen Brinellgatan 4 Boras	033-16 50 00 + 46 33 16 50 00	36252 TESTING S	033-13 55 02 + 46 33 13 55 02	715-1053	1 56 82-8



Enhet/Department

Datum/Date

Beteckning/Reference

1990-11-14

90K1 0102

Handläggare/Handled by

Ert datum/Your date

Er referens/Your reference

Resultat	Identifierade ämnen*	<u>Koncentration i kammarluften när det dominerande ämnet uppnått jämvikt, hexanekvivalenter</u>	
<u>Prov</u>			
"Minerit normal" TVOC	Xylen	0,01 mg/m ³ <0,03	"
"Glasal" TVOC	-	- <0,03	"
"Promatek L" TVOC	-	- <0,03	
"t-akustik" TVOC	Hexanal	0,01 <0,03	" "

Vid beräkningen av totalhalt VOC (=TVOC) har tom kammarens emission subtraherats.

STATENS PROVNINGSANSTALT

Kemisk analys

Mats Olsson

Bengt Jonsson

*Endast ämnen med en koncentration på mer än 5 µg/m³, räknat som hexanekvivalenter, har identifierats.

Swedish National Testing and Research Institute

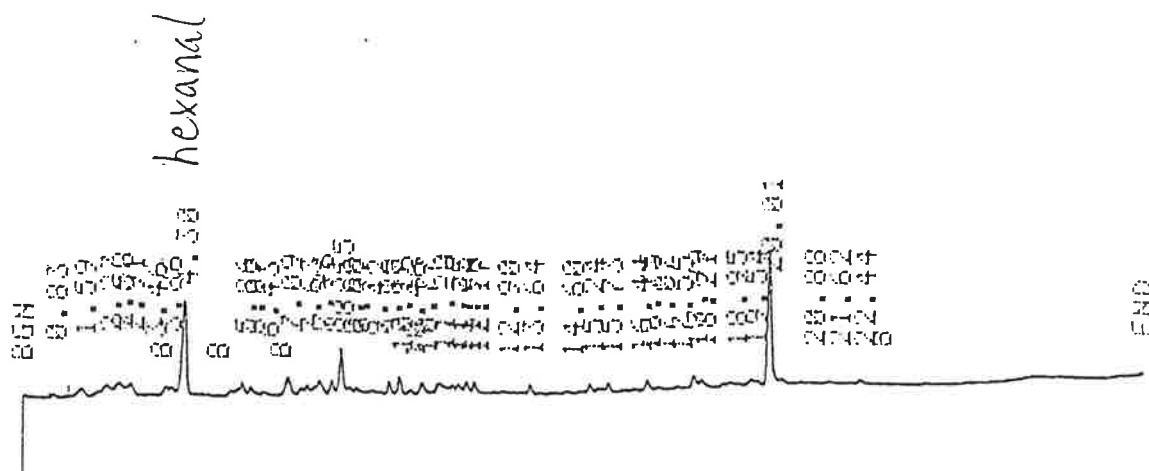
Staatliche Materialprüfungs- und Forschungsanstalt • Institut national d'essai des matériaux et de recherches • Statens Provninganstalt

Postadress • Postal address	Besöksadress • Office	Telefon • Telephone	Telex • Telex	Telefax • Telefax	Bankgiro • Bank giro account	Postgiro • Postal account
SP Box 857 S-501 15 BORAS SWEDEN	Västeråsen Brinellgatan 4 Boras	033-16 50 00 + 46 33 16 50 00	36252 TESTING S	033-13 55 02 + 46 33 13 55 02	715-1053	1 56 82-8

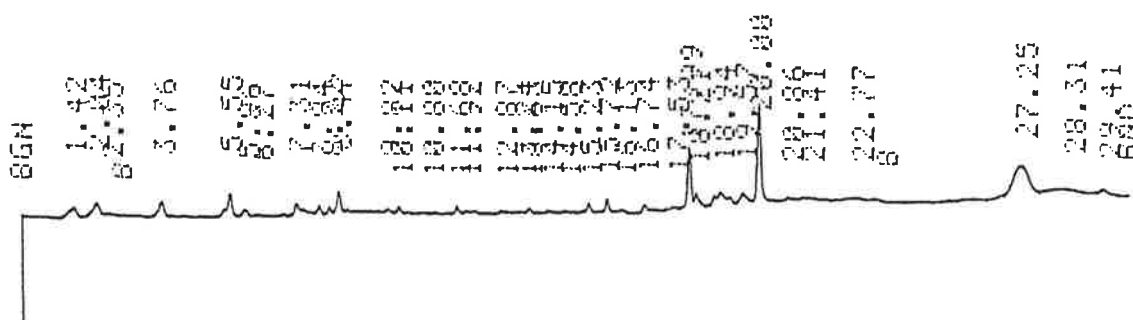
Gaskromatogram, emission från material via tenaxadsorbent

Varje topp i gaskromatogrammet motsvarar ett flyktigt organiskt ämne, (ibland flera ämnen) avgående från det provade materialet. Toppens storlek står i relation till mängden av avgivet ämne. (Observera att siffran endast anger förfluten tid från analysens start.)

P/T metod : 1 m³ Provtagen volym: 78 891



1 m³ kammare med "t-akustik cementgrä"



Tom 1 m³ kammare, före inplacering av "t-akustik cementgrä"

ANALYSDATA: 901107 Kolonn: 10m megabore HP-1 nr 1
 Analysdatum: 901107
 Temp. progr. 2min 60°C, 8°C/min, 5min 260°C.
 Inj. temp 250°C, Det. temp 275°C. N₂ 10 ml/min. Range 10. Atten. 16
 Utv. metod nr 3 Aktuell FT 2-etch: 8.5 min

Développement d'un *matériau thermiquement isolant* pour l'Algérie

Convention de collaboration

entre

**Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment
(CNERIB), ALGERIE**

et

**Matériaux de Construction (BML),
Lund Centre for Habitat Studies (LCHS)**

auprès de

l'Université de LUND, SUEDE

23.10.1990

Annexe 1 : Historique

Problématique

La conception des toitures dans les constructions modernes en Afrique du Nord est souvent à l'origine d'un niveau de confort insuffisant. En général, l'isolation thermique de la toiture est insuffisante, elle entraîne des températures trop élevées en été et trop basses en hiver. La toiture, traditionnellement plate, présente souvent des infiltrations ce qui entraîne des problèmes d'humidité à l'intérieur.

Les simulations par ordinateur effectuées à l'Université de LUND (projet « Construction en climat chaud et aride ») ont démontré que pour le climat désertique d'Afrique du Nord, les toitures ayant une bonne isolation thermique, associées à des murs à bonne capacité de stockage thermique, procureraient un niveau de confort intérieur satisfaisant aussi bien en été qu'en hiver. Les calculs coïncident bien avec les expériences des 20 dernières années en Algérie et en Tunisie, où l'on a noté une détérioration du niveau de confort intérieur lorsqu'on est passé des constructions traditionnelles à bonne isolation thermique de la toiture et à bonne capacité de stockage thermique des murs à des constructions modernes. Les simulations ont également démontré que seul un complément d'isolation thermique des constructions modernes contribuerait à une amélioration du niveau de confort intérieur.

Un passage à des toitures à bonne isolation thermique nécessite l'utilisation de matériaux de construction thermiquement isolants. En Algérie, il est actuellement difficile de se procurer des produits isolants de bonne qualité et à bon marché, d'où la nécessité de développer des matériaux thermiquement isolants à base de matériaux localement disponibles faisant appel à des techniques de production et de mise en œuvre simples.

Collaboration antérieure

Les trois acteurs principaux du projet décrit ci-dessous ont déjà collaboré à des travaux de recherche en Afrique du Nord.

CNERIB

Le Centre National d'Etudes et de Recherches Intégrées du Bâtiment (CNERIB) est issu de l'Institut National d'Etude et de Recherches du Bâtiment (INERBA) dont la création remonte à 1978.

Le rôle principal du CNERIB est de contribuer à la préparation des éléments de politique technique permettant d'inscrire le secteur de la construction dans la dynamique générale du développement scientifique, industriel, technique et économique du pays. Il doit favoriser la réalisation des objectifs économiques et

sociaux par la prise en charge de la recherche technique et du développement technologique (secteur construction) par des voies propres quand cela est nécessaire, tout en privilégiant les interactions sectorielles.

A cet effet, le CNERIB effectue tous les travaux scientifiques et techniques se rapportant à :

- La mise au point et le développement des matériaux, produits, matériels et procédés de construction.
- La réglementation technique de la construction et la certification.

Cela se traduit en termes d'objectifs fixés au CNERIB en matière de Recherche Développement par :

- L'utilisation de matériaux et sous-produits locaux afin de réduire la tension existant au niveau des produits classiques (ciment, fer, bois, agrégats, produits rouges. . .). Outre les matières premières naturelles, des sous-produits industriels peuvent être utilisés.
- Le développement et la maîtrise des techniques et procédés industriels afin de parvenir à des cadences de construction satisfaisantes.
- L'amélioration de la qualité de la construction par l'élaboration de documents techniques de base devant permettre la publication de textes réglementaires et la diffusion de guides techniques de bonne pratique.
- Le contrôle de la qualité afin de pouvoir attester qu'un matériau ou procédé de construction présente des caractéristiques conformes à des exigences fixées au préalable.

Le CNERIB a précédemment participé à un projet de recherche algéro-suédois traitant du climat intérieur des bâtiments intitulé « Bâtiments adapté à un climat chaud et sec » (deux étapes : 1980-83 et 1985-88). Ce projet a été conjointement mené à bien, notamment avec LCHS. Une étude a également été réalisée sur les possibilités d'amélioration du confort intérieur « Thermique du bâtiment et habitat bioclimatique », dont les résultats ont permis d'organiser le séminaire international « Climat et construction » en 1987 ; de même qu'ils ont révélé la nécessité de mener, toujours en collaboration, un projet dans le domaine des matériaux thermiquement isolants pour le bâtiment et des matériaux d'étanchéité de toitures à base de matériaux locaux.

BML

BML avec ses 21 employés, constitue depuis un quart de siècle une des divisions du département Ponts et Chaussées de l'Université de LUND. On y dispense d'une part un enseignement destiné aux étudiants du département Ponts et Chaussées, et d'autre part on se consacre à la recherche. Cette dernière est orientée vers la résistance des matériaux de construction (leur capacité à résister aux sollicitations de l'environnement extérieur) et leur longévité ainsi que leurs capacités mécaniques de rupture et d'humidité.

Les matériaux étudiés sont essentiellement le bois, la brique, le mortier et le béton. En relation avec les projets de recherche sont réalisés un grand nombre de travaux pour différentes sociétés industrielles.

Pour l'année budgétaire 1989/1990, BML dispose de crédits destinés à neuf projets totalisant environ 3 millions de SEK. Ces projets sont essentiellement financés par la Direction Nationale Suédoise pour le Développement Technique (STU) et par le Conseil Suédois de Recherche sur la Construction et l'Urbanisme (BFR).

Le projet « Les toits non étanches en Tunisie » (1987-89) était un premier projet de collaboration réalisé en Afrique du Nord entre l'Ecole Nationale d'Ingénieurs de Tunis (ENIT) et le BML qui traitait de la recherche consacrée aux problèmes d'infiltrations sur les toitures plates et des possibilités d'y remédier.

LCHS

LCHS est un département de l'Université de LUND. On y travaille depuis 1979 à initier, favoriser et coordonner la recherche destinée aux pays en développement dans différents secteurs ainsi qu'à effectuer ses propres travaux de recherche. En 1988, LCHS a été rattaché au département Architecture III, Construction à l'étranger auprès de la division Architecture. LCHS a donc été administrativement rattaché à l'activité traditionnelle de l'Université de LUND. LCHS est dirigé par un groupe formé des trois responsables de division du département Architecture ainsi que du Directeur de LCHS.

L'activité principale de LCHS est financée par des crédits annuels du BFR prévus à cet effet ainsi que par un poste tel celui de Directeur/Lecteur financé de l'Université de LUND. Le budget de LCHS se monte à un total d'environ 3,9 millions de couronnes dont 3,6 destinés à des postes extérieurs pour l'année budgétaire 89/90.

Outre ses contacts internationaux, LCHS s'est constitué un important réseau de contacts, dans le secteur de la construction et de l'équipement, avec des organismes et des entreprises en Suède. LCHS dispose également d'un secrétariat habitué à administrer des projets de recherche internationaux ainsi que d'une bibliothèque riche en littérature sur la planification et la construction dans les pays en développement.

Des projets de recherche dans le secteur de la construction sont actuellement en cours dans les divisions Architecture et Ponts et Chaussées dans les pays suivants :

Algérie	Brésil	Inde	Tanzanie
Argentine	Cap Vert	Chine	Tunisie
Botswana	Guinée Bissau	Nicaragua	Vietnam

Annexe 2 : Objectif

L'objectif du projet proposé est de développer un matériau thermiquement isolant particulièrement adapté aux toitures en :

1. Développant un matériau thermiquement isolant de faible coût à base de matériaux localement disponibles ainsi que sur la base de techniques simples de production. Cela est précédé de la définition des exigences d'isolation thermique, de résistance mécanique et de durabilité en fonction des conditions climatiques locales.
2. Développant des méthodes de fabrication de matériaux thermiquement isolants rationnelles et concurrentielles. Ces méthodes doivent être adaptées au contexte local et rendre possible une fabrication à grande échelle pour un coût d'investissement réduit.
3. Echangeant les expériences acquises dans le domaine des toitures plates, de l'étanchéité et de l'isolation thermique.

Annexe 3 : Méthodologie

Le développement d'un matériau de construction thermiquement isolant consistera à étudier d'une part les bétons léger à base d'agents moussants qui seront mis en œuvre par coulage ou sous forme d'éléments préfabriqués et d'autre part les panneaux à base de fibres ou copeaux d'origine végétale stabilisés à l'aide d'un liant.

Le projet est divisé en deux phases ayant chacune des objectifs bien définis. Un compte rendu partiel et une estimation des résultats aura lieu à l'issue de la première phase. Les études partielles suivantes sont prévues :

Phase 1 :

1. Documentation sur les procédés de fabrication du béton léger et des panneaux en laine de bois ainsi que les différentes méthodes de tests pour définir leurs propriétés.
2. Recherche bibliographique sur le comportement des matériaux d'isolation thermique similaires à travers le monde et particulièrement sous un climat identique à celui de l'Afrique du Nord. Cette étude comporte une recherche sur données informatiques.
3. Inventaire des matériaux localement disponibles pour trouver les matières premières adéquates aux matériaux isolants tels que les agents moussants et les matériaux d'origine végétale.
L'accès à ces matières premières, leur disponibilité, leurs différentes utilisations ainsi que leur coût seront étudiés. On appréciera ensuite leur disponibilité potentielle, les possibilités de culture éventuelle etc. . .
4. Définition des exigences d'isolation thermique, de résistance mécanique et de durabilité du matériau. Ceci est réalisé en collaboration avec le Ministère algérien concerné en tenant compte des conditions climatiques locales.
5. Les essais en laboratoire consisteront en la mise au point des différentes compositions et les tests de détermination des propriétés d'isolation thermique, de résistances mécanique et de durabilité.
Ces essais ont pour but de définir les composants adéquats devant entrer dans la composition du matériau isolant ainsi que leurs proportions.

Phase 2 :

1. Elaboration de composants en fonction de leur mise en œuvre et détermination de leurs propriétés d'isolation thermique et de résistance mécanique.
Développement et mise au point de technologies de production.

2. Recommandations pour la fabrication et la mise en œuvre. Conception et la réalisation de prototypes.
3. Une rencontre entre le CNERIB, le BML, LCHS et d'autres partenaires à identifier, sera organisée à l'issue de la première moitié de la durée du projet et aura pour objectif de :
 - S'informer sur l'état d'avancement du projet ;
 - Etablir des liaisons pour la préparation d'un séminaire.

Un séminaire international, avec une participation maghrébine souhaitée, sera organisé en Algérie à l'issue du projet sur le thème « Toiture, étanchéité et isolation thermique » qui devra traiter entre autres de :

- méthodes de construction adaptée au climat,
- Effets de l'isolation thermique de la toiture dans les régions arides,
- résultats de recherche concernant le développement des matériaux thermiquement isolants,
- méthodes de définition de l'étanchéité des toitures plates.

Annexe 4 : Répartition des actions

Le projet est orienté vers les travaux en laboratoire et il est de la responsabilité tant du CNERIB que de BML et de LCHS de former une équipe de chercheurs responsables. L'équipe de chercheurs suédois travaillera essentiellement en Suède, l'équipe algérienne surtout en Algérie. Les représentants, de chaque équipe, se rencontreront régulièrement (tous les six mois) pour procéder à une évaluation des résultats obtenus et planifier en détail les travaux de la période suivante. Un rapport d'étape sera présenté à cet effet. La dernière rencontre sera sanctionnée par un rapport final.

Pour ce qui concerne le développement du matériau isolant thermique deux sociétés suédoises, t-produkterna AB et Isoleringbetong AB seront engagées.

Définition des actions

LCHS

LCHS est responsable de :

- la coordination entre les participants au projet,
- les contacts extérieurs et de l'information concernant le projet.
- la préparation, la réalisation et le compte-rendu des réunions de travail et du séminaire de clôture,
- l'association au projet d'industriels suédois,

CNERIB

Le CNERIB est responsable de :

- l'acquisition des connaissances sur les procédés de fabrication des matériaux destinés à être étudiés dans le cadre du projet,
- la définition des exigences d'isolation thermique, de résistances mécaniques et de durabilité du matériau isolant,
- l'inventaire des matériaux localement disponibles et pouvant entrer dans la composition des deux matériaux isolants,
- l'analyse de l'inventaire,
- la réalisation des essais en laboratoire,
- l'élaboration de composants en fonction de leur mise en œuvre,
- le développement de méthodes de fabrication,
- la recommandation de fabrication et de mise en œuvre,
- l'association au projet d'industriels algériens,
- la conception de prototypes,

- la définition définitive des caractéristiques du matériau développé.

BML

BML est responsable de :

- l'acquisition de connaissances sur le sujet, entre autres, par la recherche bibliographique parmi les bases de données,
- la définition des exigences d'isolation thermique, de résistances mécaniques et de durabilité du matériau isolant,
- l'analyse de l'inventaire,
- la réalisation des essais en laboratoire,
- l'élaboration de composants en fonction de leur mise en œuvre,
- la participation au développement des méthodes de fabrication,
- la conception de prototypes,
- la définition définitive des caractéristiques du matériau développé.

Annexe 5 : Rôle des entreprises industrielles participantes

Parmi les matériaux isolants qu'on a prévu de développer dans le cadre du projet dans un contexte algérien, le béton léger à base d'un agent moussant et le panneau en laine de bois stabilisée au ciment, sont depuis longtemps fabriqués et utilisés en Suède. Dans les deux cas, les matériaux sont fabriqués au moyen d'une technique simplifiée et très bon marché. Cette technique devrait facilement pouvoir être adaptée aux produits de base algériens et aux conditions de production, à condition de pouvoir utiliser les connaissances des fabricants suédois dans ce domaine. Les sociétés suédoises intéressées au projet sont, pour ce qui est des panneaux en fibre stabilisée au ciment : *t-produkterna AB* à Österbymo et pour ce qui est du béton léger à un agent moussant : *Isoleringsbetong AB* à Stockholm. Ces deux entreprises sont dans la branche depuis longtemps et disposent d'importantes connaissances aussi bien en ce qui concerne les composants que les méthodes de production.

Il est essentiel que les connaissances de ces deux entreprises soient utilisées pour le projet en les faisant participer d'une manière active. Les deux entreprises y participent en tant que consultants rémunérés par des fonds issus des crédits accordés au projet. Les dépenses des entreprises, telles que les frais de voyage, etc sont également couvertes par les mêmes crédits. A l'issue de la réalisation du projet, des accords commerciaux pourront éventuellement être conclus en ce qui concerne par exemple, les licences de fabrication en Algérie.

Cette collaboration doit avant tout reposer sur une clause de confidentialité impliquant qu'aucun élément d'information mis à disposition par les entreprises ne pourra être commercialisé sans autorisation spéciale préalable. Il est également probablement nécessaire d'établir un contrat pour régler l'éventuel droit d'utilisation des matériaux mis au point et leur utilisation à l'issue du projet, par exemple, un contrat donnant droit au CNERIB à une option limitée dans le temps sur le matériau et/ou les équipements de production de celui-ci. De tels accords sont exigés pour que les entreprises puissent mettre à la disposition du projet toute information nécessaire à sa réalisation. De plus, il est nécessaire de conclure un accord garantissant au CNERIB l'accès aux informations sur le matériau et sur les méthodes de fabrication exigées pour leur commercialisation en Algérie.

t-produkterna AB

t-produkterna AB est, avec ses 45 employés, le seul fabricant de panneaux en laine de bois en Suède, un produit qui a fait son apparition sur le marché suédois dans les années 50 et qui est utilisé actuellement essentiellement comme isolant acoustique et comme complément pour isolation thermique. On fabrique

également des variantes de ces panneaux, entre autres des éléments de toitures autoportants ainsi que des éléments de soubassements. Le panneau en laine de bois est résistante au gel, à la dégradation par humidité ainsi qu'au feu.

Le panneau en laine de bois peut être fabriquée dans de petites unités et son procédé de fabrication entièrement mécanisé est très simple et particulièrement efficace.

t-produkterna répond de :

- La documentation sur la fabrication des panneaux en laine de bois et des méthodes d'essais utilisées pour définir leurs caractéristiques techniques.
- Sa participation à l'analyse de l'inventaire en tant que conseiller.
- Sa participation, comme conseiller, aux essais en laboratoire.
- Sa participation, comme conseiller, aux essais à échelle réelle (ce qui inclut le développement des méthodes de fabrication adaptées aux conditions algériennes).

Isoleringsbetong AB

Isoleringsbetong AB est une entreprise qui fabrique du béton léger à base d'un agent moussant appelé Betocel. On l'utilise pour l'isolation thermique des toitures, des terrasses, du solivage des terrasses, du solivage des greniers et des sols, des sols de caves ainsi que des conduites de chauffage souterraines etc. . . Le Betocel est incombustible, ne se dégrade pas à l'humidité et ne contient aucune substance chimique active.

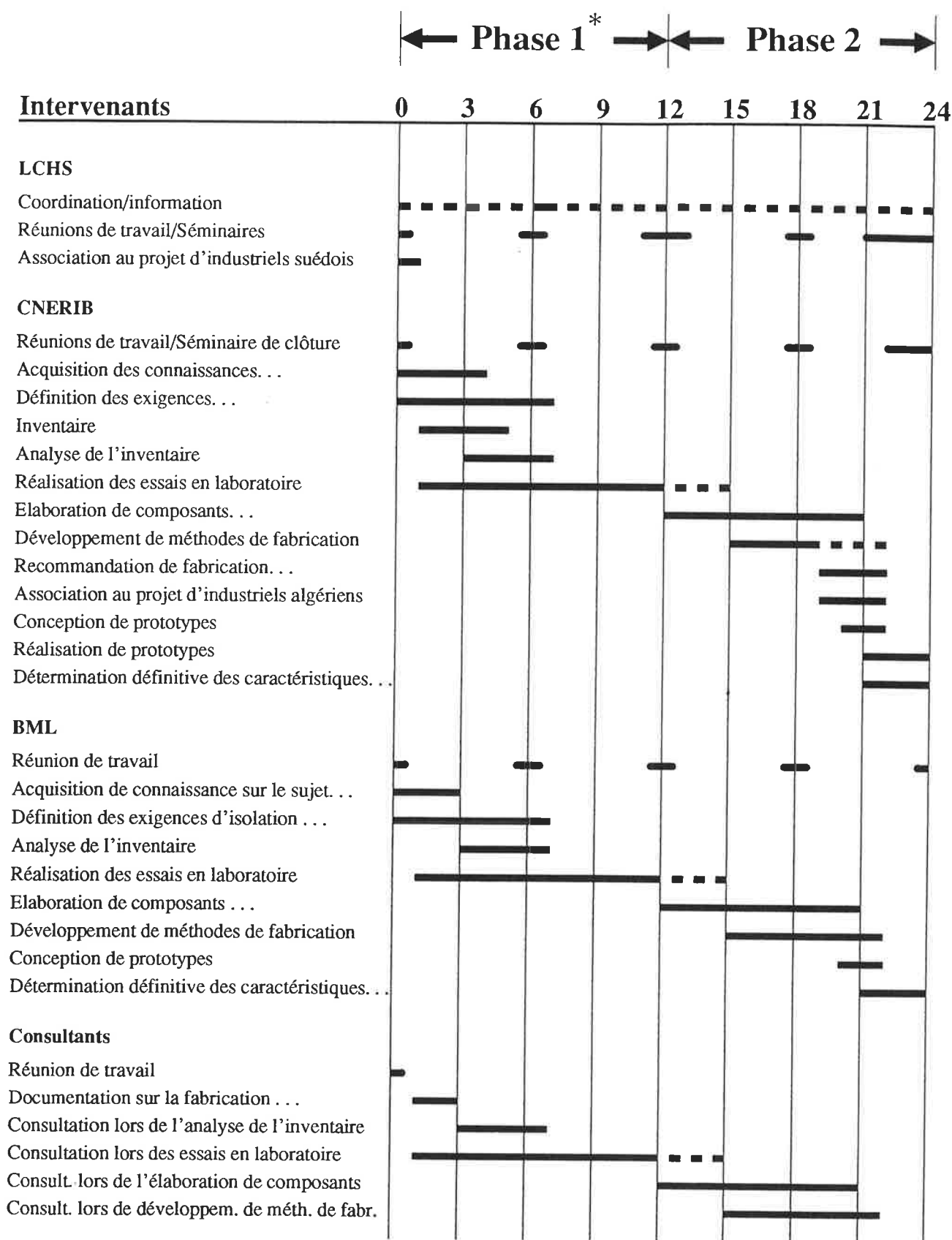
Le fondateur de l'entreprise, l'ingénieur du bâtiment C. Ö. Forssberg, travaille avec succès depuis les années 40 à la fabrication de béton léger à base d'agents moussants et à ses applications ; il est certainement celui qui en connaît le plus sur ce matériau en Suède.

La fabrication de ce produit est simple et peut avantageusement être réalisée directement sur le chantier même, le mélangeur (la seule machine requise) étant mobile.

Isoleringsbetong répond de :

- La documentation sur la fabrication du Betocel ainsi que sur les méthodes d'essais utilisées pour définir leurs caractéristiques techniques.
- Sa participation, en tant que conseiller, à l'analyse de l'inventaire.
- Sa participation, comme conseiller, aux essais en laboratoire.
- Sa participation, comme conseiller, aux essais à échelle réelle.

Annexe 6 : Planning prévisionnel des actions Ritaga 5



* A l'issue de la phase, on procède à une estimation des résultats obtenus, sous la forme d'un compte rendu partiel.