

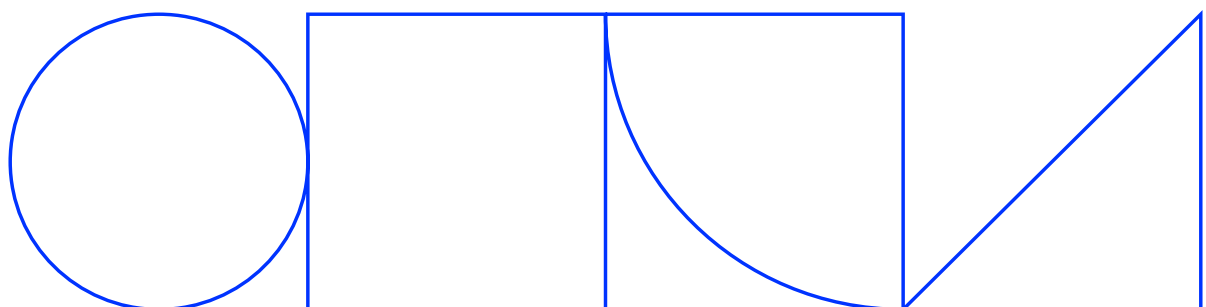
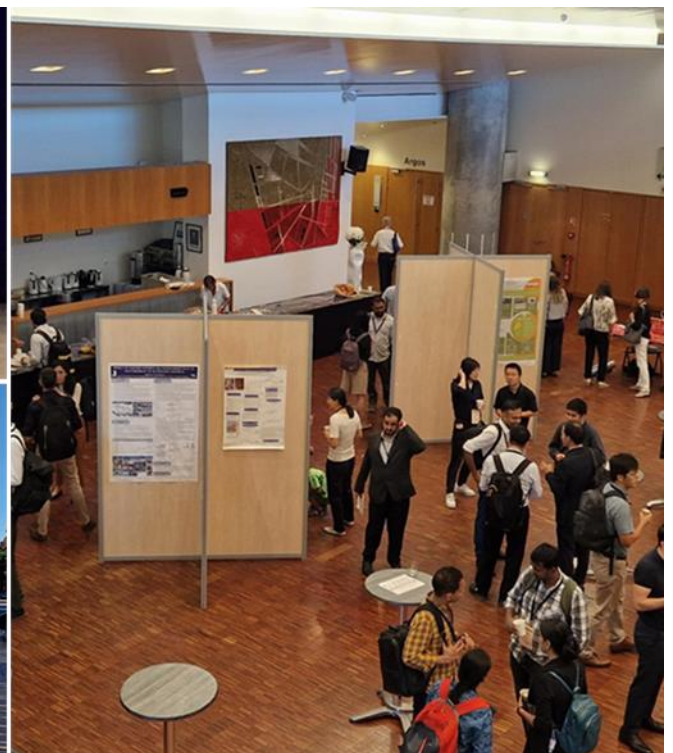
PROJEKTNR. 14350

# Forskningsläget från RILEM:s konferens

Kunskapsinhämtningsprojekt

Nadia Al-Ayish  
NCC

2024-09-30

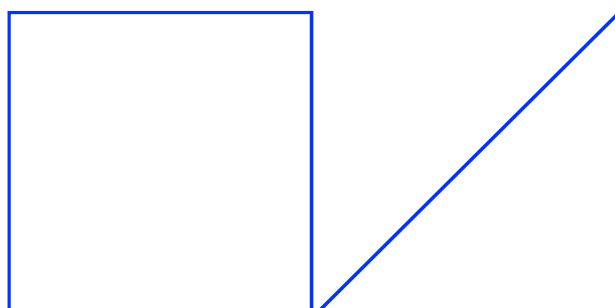


## Förord

Projektet är ett SBUF Kunskapsinhämtningsprojekt som syftar till att delta i och sprida kunskap om RILEM:s årliga konferens. Som projektledare och utförare vill jag tacka SBUF och NCC Sverige AB för finansiering.

September 2024

Nadia Al-Ayish

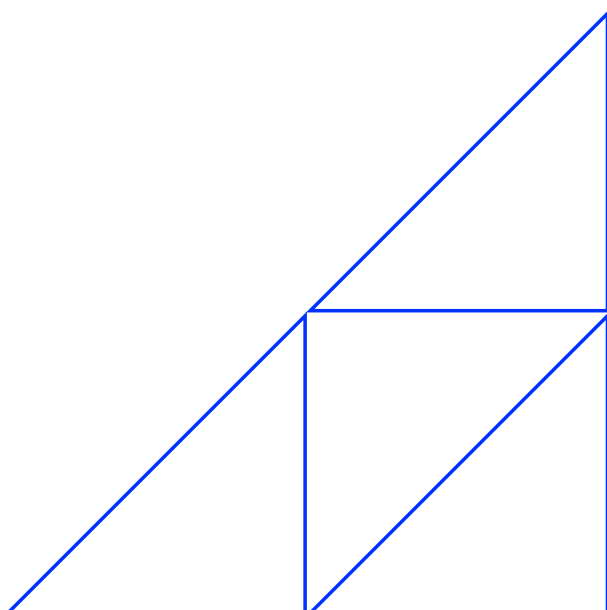


## Sammanfattning

Varje år organiserar RILEM en internationell konferens inom området byggmaterial och konstruktioner. Årets tema är "Meeting the major challenges of the 21st century" och hölls under 5 dagar i Toulouse, Frankrike. Syftet med det här kunskapsinhämtningsprojektet är att delta i konferensen för att förse svenska byggbranschen med kunskap ur entreprenörens perspektiv.

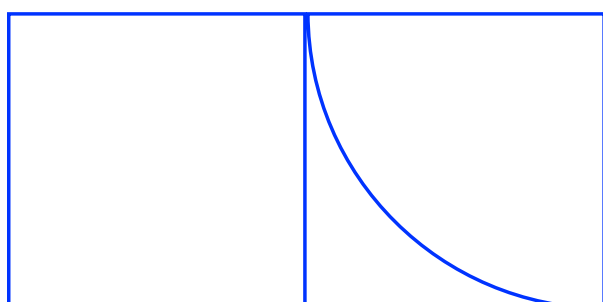
Under konferensen var det stort fokus på cement och betong där kalcinerade leror och alkaliaktiverade material fick ta större plats. Dessa två bindemedel togs upp som goda alternativ för att minska betongens klimatpåverkan. Kalcinerade leror har fördelen att de kan användas i stor skala medan alkaliaktiverade material är klinkerfria och kan användas som alternativ till traditionell cement. Även ny teknik som 3D printing och användning av AI togs upp. Inom 3D printing föreslogs det att den bästa användningen, för att få ner klimatpåverkan, skulle vara genom så kallad "skin printing" där man 3D printar ett yttre skal som ska skydda den inre klimatförbättrade betongen från extern påverkan. Man lyfte även upp entreprenörens roll i forskningen och att man behöver jobba tillsammans för att implementera de nya materialen och tekniken.

Konferensen visar på att vi troligtvis kommer behöva anpassa vårt sätt att arbeta med cement och betong. De nya materialen kan innebära att betongen uppför sig annorlunda på byggarbetsplatsen och att det kanske inte finns tillräckligt med erfarenhet från långtidsstudier. Nya tillsatsmedel kommer behöva tas fram för att anpassa betongens egenskaper till de nya bindemedlen. Vi kommer behöva verktyg för att enklare kunna förutsäga betongens prestanda. Vi som entreprenörer kommer dessutom behöva se hur vi få mer erfarenhet och hur vi kan minska risken med användning av nya material och ny teknik. Forskningen som tas fram behöver nå ända ut till oss användare.



## Innehåll

Bakgrund	4
Syfte	4
Konferensens öppnande	4
Föredrag	5
Diskussion och slutsats	8
Bilaga A	9



## Bakgrund

Byggbranschen står inför en stor utmaning för att nå uppsatta klimatmål. För att klara våra mål behöver vi jobba i nära anknytning till forskningen och inhämta mer information om kunskapsläget internationellt. Vi behöver bland annat veta vilka material, konstruktionslösningar och metoder som är under framväxt och har störst potential att minska klimatpåverkan.

RILEM är en internationell förening som syftar till att främja vetenskapligt samarbete inom byggbranschen genom kunskapsåterföring och kunskapsspridning. Dess mål är:

- Att främja hållbart och säkert byggande, och förbättrad prestanda och kostnadsnytta för samhället,
- Att stimulera nya forskningsriktningar och dess tillämpningar, främja spetskompetens inom konstruktion,
- Att gynna och främja tvärvetenskapligt och multidisciplinärt samarbete i internationell skala genom öppen tillgång till avancerad kunskap.

Varje år organiserar RILEM en internationell konferens inom området byggmaterial och konstruktioner för att ta upp aktuella utmaningar som byggbranschen står inför. Det här året är temat "Meeting the major challenges of the 21st century" och hölls under 5 dagar i Toulouse, Frankrike. Ämnen som var inplanerade i årets konferens var bland annat nya bindemedel för betong, färskas betongens egenskaper, biobaserade material, asfalt, beständighet hos betong, digitalisering kopplat till betong, innovationer inom betongområdet och energilagring. Flera framträdande forskare som bland andra Karen Scrivener, Nicolas Roussel och Susan A. Bernal står som huvudtalare. Se Bilaga A för programmet.

RILEM:s konferens förväntas ge viktig information som knyter an till byggbranschens klimatomställning.

## Syfte

För att klara byggbranschens omställning mot klimatneutralitet behövs kunskap samlas in om den senaste forskningen och utvecklingen internationellt. Syftet är därför att förse svenska byggbranschen med kunskap, ur entreprenörens perspektiv, genom deltagande i RILEM. Speciellt fokus ligger på cement och betong.

## Konferensens öppnande

Konferensen öppnades av Bertrand Raquet, (director INSA Toulouse), Nicolas Roussel (President RILEM) och Alexandra Bertron (Ordförande för konferensen). Roussel tog upp frågor om hur ska vi minska konstruktioners klimatpåverkan och hur når vi klimatneutralitet. Roussel höll ett inspirerande tal om att RILEM ska vara ett forum där forskare från olika länder möts, delar glädje, mat och diskussioner. Därefter lämnades stafettpippen över till Nele de Belie (UGhent) som ny president för RILEM. Aulan var fullsatt. Totalt under RILEM veckan deltog 540 personer varav 225 var unga forskare. Det hölls 6 parallella sessioner där fokus var på cement och betong.

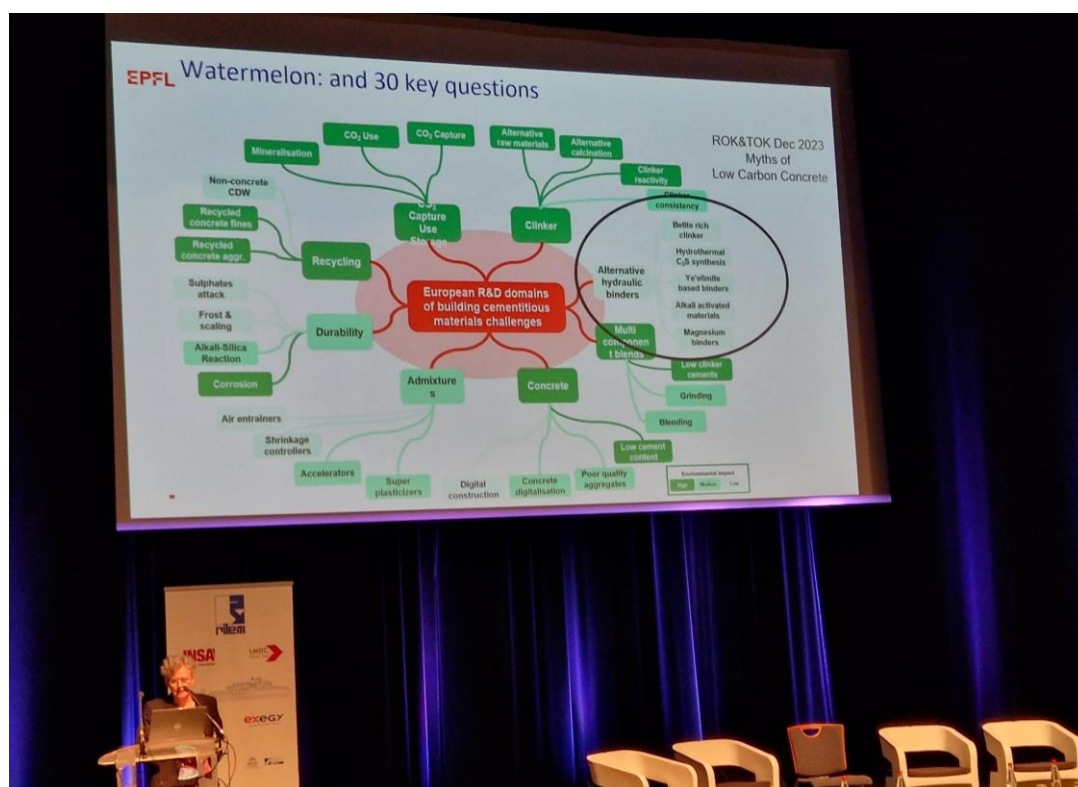
# Föredrag

Nedan listas några intressanta föredrag och dess slutsatser.

## Karen Scrivener - What research do we need?

Karen Scrivener, EPFL, höll i konferensens första föredrag. Hon pratade om vilken typ av forskning som är viktig för att minska cementets och betongens klimatpåverkan. Det hon förmedlade var att man bör titta på ett större perspektiv och ställa frågorna: Vad ger effekt på stor skala och vilka råmaterial har vi mest av på vår planet? Sen behöver vi även titta på de länder och kontinenter som växer snabbt och där cementbehovet kommer vara störst. Exempelvis Afrika, Indien och Sydostasien. Det är i dessa länder som man har ett stort behov av att införa klimatreducerande åtgärder. Hon pratade även om att vi kan få ner en stor del av betongens klimatpåverkan genom åtgärder med låg kostnad. Tekniken för att utveckla betong med 100 kg CO<sub>2</sub>e/m<sup>3</sup> finns redan.

Scrivener visade ett diagram över olika åtgärder för att minska betongens klimatpåverkan (Figur 1). De med bästa sättet och det som man behöver fokusera på är klinkersättning och att minska bindemedelsmängden i betongen. Mest potential har multikomponent cement. Men vid användning av bindemedel med låg klinkerhalt behöver man även se till att man får en bra reaktivitet för att säkerställa tillräcklig tidig hållfasthet. Mycket fokus kommer därför enligt Scrivener även ligga på att aktivera dessa material. Exempelvis genom nya tillsatsmedel eller under själva produktionen av bindemedlet.

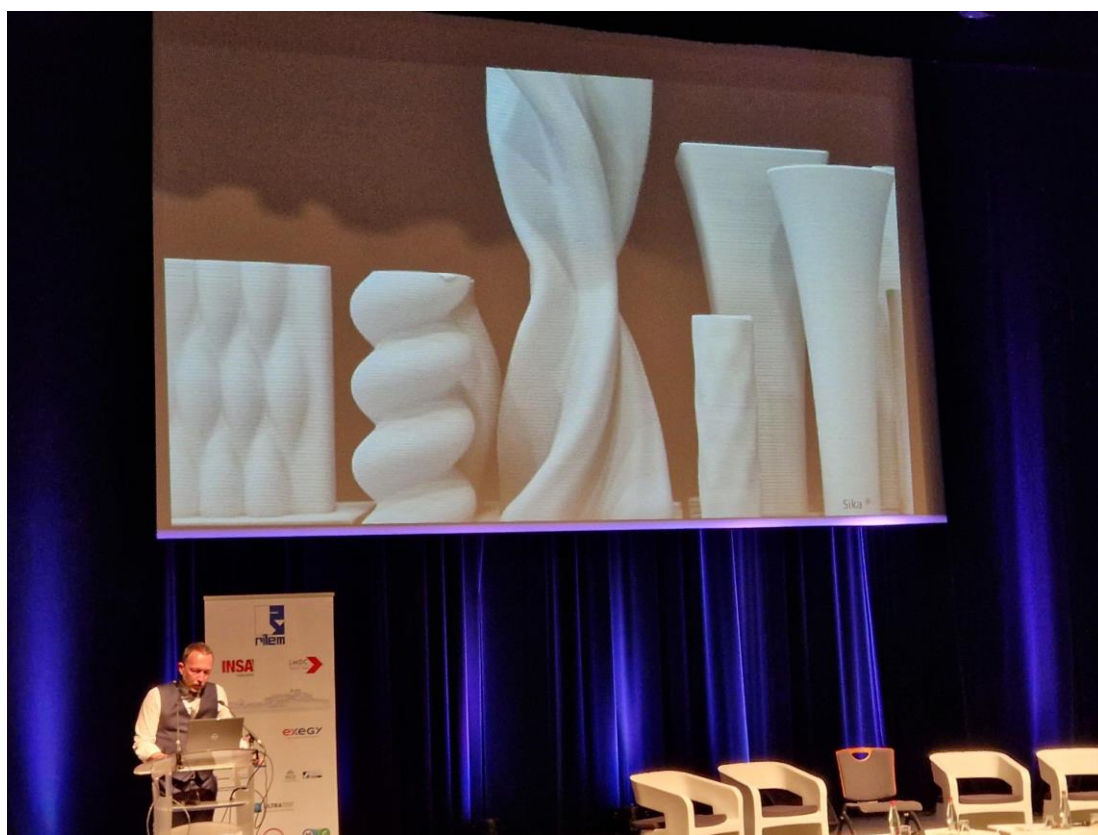


Figur 1 Karen Scrivener beskriver områden som är betydelsefulla för att minska betongens klimatpåverkan där mörkare grön färg innebär större betydelse.



## Nicolas Roussel – Sustainability assessment of concrete printing technologies

Nicolas Roussel, Université Gustave Eiffel, pratade om nya tekniker som han kallade för "high-risk, high-reward" (Figur 2). 3D printing är en ny teknik för att jobba med betong. Fördelen är att man har designfrihet. Dock kräver den en högre energianvändning under gjutning samt en annan materialsammansättning. Den har därför en högre klimatpåverkan under produktion. Men Roussel visade även att tekniken har en potential att minska en konstruktions klimatpåverkan mer än vid traditionell gjutning. Detta kan göras genom att optimera materialmängder. Han kallade det för "skin-printing". Dvs att man 3D printar ett yttre lager betong som är tillräckligt tjockt för att skydda den inre betongen från yttre påverkan. Den inre betongen kan på så sätt ha en lägre klimatpåverkan än i vanligt fall.



Figur 2 Nicolas Roussel pratar om 3D printing.

## Susan A. Bernal – Alkali activated materials - progress in standardization, commercialization and industrial applications

Susan Bernal, University of Leeds, pratade om alternativ utan klinker – alkaliaktiverade bindemedel. Alkaliaktiverade bindemedel tas fram genom att kombinera aluminiumsilikat med en alkalikälla (ex. NaOH). Det som bildas är ett cementliknande material. Hon pratade om att det finns mycket fördomar om materialet och att man behöver titta mer på fakta innan man förkastar det som ett alternativ. Bernal tog upp att alkaliaktiverade bindemedel kan ha potential till att minska klimatpåverkan mer än vanligt cement. Men det finns barriärer som behöver hanteras. Några av de barriärer hon tog upp var hantering av materialet genom utbildad personal, osäkerheter kring

materialets långtidspåverkan och tillgänglighet av råmaterialen. Samtidigt nämnde hon att alkaliaktiverade material har använts tidigare i projekt och att det finns kommersiella produkter på marknaden. Det finns även vissa standarder (SA TS 199:2023 och PAS 8820:2016) för användning av materialen men mycket behöver fortfarande utvecklas. Enligt Bernal har området kring alkaliaktiverade bindemedel stor potential och behöver ges utrymme.

### **Jason Weiss – Value added materials and performance specifications**

Jason Weiss, Oregon State University, hade ett annat perspektiv på användning av betong med låg klimatpåverkan, nämligen användarens. Han betonade att man inom forskningen behöver jobba mer med entreprenören. Han pratade även om att ta hänsyn till hela konstruktionens livscykel och inte bara fokusera på modul A1-A3 (produktion av betong). Han menade att man kan få ner klimatpåverkan genom att ta hänsyn till betongens egenskaper, både inom produktion och under användningen. Han använder sig av modeller (GEMS, PPM) för att förutsäga betongens egenskaper vid dimensionering. Modeller som visar på reaktivitet men även beständighet. Genom att skapa ett mervärde till de nya bindemedlen kan man utnyttja dess kapacitet på bästa sätt.

### **Andra intressanta föredrag**

Konferensen var full av intressanta föredrag. Nedan följer en summering av övriga intressanta områden som togs upp.

- Det bedrivs ett stort arbete inom LC3-projektet om kalcinerade leror. Eftersom det finns stora volymer globalt är detta ett material som har stor potential till uppskalning.
- Karbonatiseringsfronten enbart bör inte vara avgörande för livslängdsdimensionering hos betongkonstruktioner. Man behöver även beakta andra förutsättningar för att korrosion ska ske. Detta skulle möjliggöra en ytterligare klimatreduktion, speciellt för alternativa bindemedel.
- Processer med AI utvecklas för att bestämma porositeten hos permeabel betong.
- Utvärdering av användningen av biokol som ballast i betong i syfte att lagra biogen koldioxid.
- Ett RILEM-projekt undersöker hur man i Afrika kan använda sig av material med låg klimatpåverkan och samtidigt bidra till ekonomin i länderna. Man använder sig av aska från lokala grödor.
- Potentiell utveckling av ny standard för cement som utgår från funktionsprovning. Detta ska påskynda användningen av nya material och minska på funktionsprovningen hos betongen.
- Betong med hög fillerhalt i praktiken.
- Icke-förstörande provning för mätning av karbonatiseringsfronten. Detta görs genom att mäta konduktiviteten i en cementmatris.



## Diskussion och slutsats

Konferensen i Toulouse hade stort, men förväntat fokus på bindemedel, speciellt kalcinerade leror och alkaliaktiverade material. Kalcinerade leror förutses ha stor potential till uppskalning och det finns mycket pågående forskning inom området. Alkaliaktiverade material är ett alternativ till traditionell cement med klinker. Likt kalcinerade leror finns det även där en potential till minskad klimatpåverkan. Andra bindemedel togs även upp, som aska från grödor. Speciellt som ett alternativa i utvecklingsländer som förutsägs ha ett stort behov av cement och betong de närmaste åren.

Under konferensen var alla överens om att cementets och betongens klimatpåverkan behöver minskas. Däremot verkade man oense om när i tiden som klimatpåverkan är viktigast att minska. Vissa hävdade att det vi bygger med i dag är det allra viktigaste och därmed har användnings- och slutskedet mindre betydelse. Andra hävdar att man måste se helheten och att se till att man inte släpper ut mer i framtiden när man optimerar idag. Den totala klimatpåverkan över hela livscykeln får därmed större betydelse och en initialt högre klimatpåverkan kan accepteras. Men, det ena behöver inte utesluta det andra. Helheten är viktig för att undvika suboptimering samtidigt som vi behöver få ner klimatpåverkan idag. För detta är LCA ett bra verktyg.

En annan reflektion från konferensen är att vi troligtvis kommer behöva anpassa vårt sätt att arbeta utefter de nya materialen. Betongen kommer uppföra sig annorlunda på byggarbetsplatsen, vi kommer inte ha tillräckligt med erfarenhet från långtidsstudier och nya tillsatsmedel behöver troligtvis tas fram för att anpassa till de nya bindemedlen. Hur kan vi som entreprenörer minska på risken av användningen av nya material? Vi behöver titta på hur vi bättre kan förutsäga betongens egenskaper och skaffa erfarenhet kring användandet av nya material. Det är i slutändan entreprenören som kommer att använda materialet. Forskningen som tas fram behöver nå ända ut till användning. Jason Weiss sa det bra: Contractors are taking the risks. They need better tools.

# Bilaga A

78th RILEM Week & RILEM Conference on Sustainable Materials & Structures: Meeting the major challenges of the 21st century - SMS 2024							
Venue: Pierre Baudis Conference Centre							
<b>Monday 26 August (Pierre Baudis Conference Centre)</b>							
15:00-18:00	Conference registration - Pierre Baudis Conference Centre, Welcome desk						
18:30-22:00	SMS Conference Welcome Reception - Toulouse Place du Capitole, Café Le Florida						
<b>Tuesday 27 August (Pierre Baudis Conference Centre)</b>							
7:00-7:45	Conference registration - Pierre Baudis Conference Centre, Welcome desk						
7:45-8:15	SMS Conference & 78th RILEM Week official opening - Amphitheatre Saint-Exupéry Bertrand Raquet (Director of INSA Toulouse), Nicolas Roussel (RILEM President), Alexandra Bertron (Conference Chair, 2024 RILEM Honorary president)						
8:15-10:15	Opening Conference - Major research avenues to address challenges of the 21st century - Karen Scrivener, Nicolas Roussel, Susan Bernal, Jason Weiss - Chairman: Ravindra Gettu						
10:15-11:00	2024 RILEM L'Hermite Medallist Lecture: Advances in self-healing bituminous materials for more sustainable and resilient roads - Jose Norambuena-Contreras - Chairman: Enrico Sassoni						
11:00-11:30	Coffee / Poster Session - Ariane 1 & 2						
	Amphitheatre Saint-Exupéry	Gullaumet 1 (100)	Gullaumet 2 (100)	Spot (90)	Argos (60)	Diamant (50)	Latécoère
11:30-13:00	Cementitious materials: development and characterisation of binders	Cementitious materials: Early age, rheology and processing	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Bituminous materials: Properties, sustainability and resilience	Bio-based materials	Data-driven concrete science	RILEM Bureau
13:00-14:00	Lunch / Poster Session						
14:00-16:00	Cementitious materials: development and characterisation of binders	Cementitious materials: Early age, rheology and processing	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Bituminous materials: Properties, sustainability and resilience	Bio-based materials	Data-driven concrete science	RILEM Bureau
16:00-16:30	Coffee / Poster Session / Conference Group Photo						
16:30-18:00	Cementitious materials: development and characterisation of binders	Cementitious materials: Early age, rheology and processing	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Bituminous materials: Properties, sustainability and resilience	Bio-based materials	Wood in structures	RILEM Bureau
19:30-23:00	RILEM Banquet/dinner (RILEM Officers)						
<b>Wednesday 28 August (Pierre Baudis Conference Centre)</b>							
9:00-10:30	Plenary Session 2: TC presentations, 281-CCC Nele De Belie, 282-CCL Fernando Martirena, 289-DCM Kefei Li, 293-CCH Javier Sanchez & Alvaro Ridruejo - Chairman: Enrico Sassoni						
10:30-11:00	Coffee / Poster Session - Ariane 1 & 2						
11:00-13:00	Cementitious materials: development and characterisation of binders	Low-CO <sub>2</sub> , low-energy, low-resources processes, recycling	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Historic materials and buildings and cultural heritage	Corrosion, Maintenance and Repair of Concrete Materials and Structures	Characterisation and modelling on small scales	Materials for energy storage (Sensible-Heat, Latent-Heat, and Thermochemical)
13:00-14:00	Lunch / Poster Session - Ariane 1 & 2						
14:00-16:00	Cementitious materials: development and characterisation of binders	Low-CO <sub>2</sub> , low-energy, low-resources processes, recycling	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Historic materials and buildings and cultural heritage	Corrosion, Maintenance and Repair of Reinforced Concrete Structures	Characterisation and modelling on small scales	Materials for energy storage Energy-efficient buildings, comfort, IAQ
16:00-16:30	Coffee / Poster Session - Ariane 1 & 2						
16:30-17:30	RILEM General Council	Low-CO <sub>2</sub> , low-energy, low-resources processes, recycling	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Historic materials and buildings and cultural heritage	Corrosion, Maintenance and Repair of Reinforced Concrete Structures		
17:30-18:30	RILEM General Council	Low-CO <sub>2</sub> , low-energy, low-resources processes, recycling	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Historic materials and buildings and cultural heritage	Corrosion, Maintenance and Repair of Reinforced Concrete Structures		
19:00-23:30	Conference Dinner (Espaces Vanel, Médiathèque Marengo)						
<b>Thursday 29 August (Pierre Baudis Conference Centre)</b>							
8:30-9:30	Plenary Session 3: TC presentations, 283-CAM Shishir Mundra, 291-AMC Wolfram Schmidt - Chairman: Enrico Sassoni						
9:30-10:00	Presentation of JCSS Joint Committee of Structural Safety - Jochen Köhler, Raphaël Steenbergen - Chairman: Enrico Sassoni						
10:00-10:30	Coffee / Poster Session - Ariane 1 & 2						
10:30-13:00	Monitoring and NDT	Low-CO <sub>2</sub> , low-energy, low-resources processes, recycling	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Innovation Day	Earth materials	Corrosion of engineering materials – Session for young scientists	
13:00-14:00	Lunch / Poster Session - Ariane 1 & 2						
14:00-16:00	Monitoring and NDT	Circular economy, Life Cycle Analysis, Regional Practices	Cementitious materials and structures: durability and long-term performances	Innovation Day	Earth materials	Corrosion of engineering materials – Session for young scientists	
16:00-16:30	Coffee / Poster Session - Ariane 1 & 2						
16:30-17:30	Young Research Meeting and Award Ceremony						

