

Le recyclage du béton : le projet national Recybéton

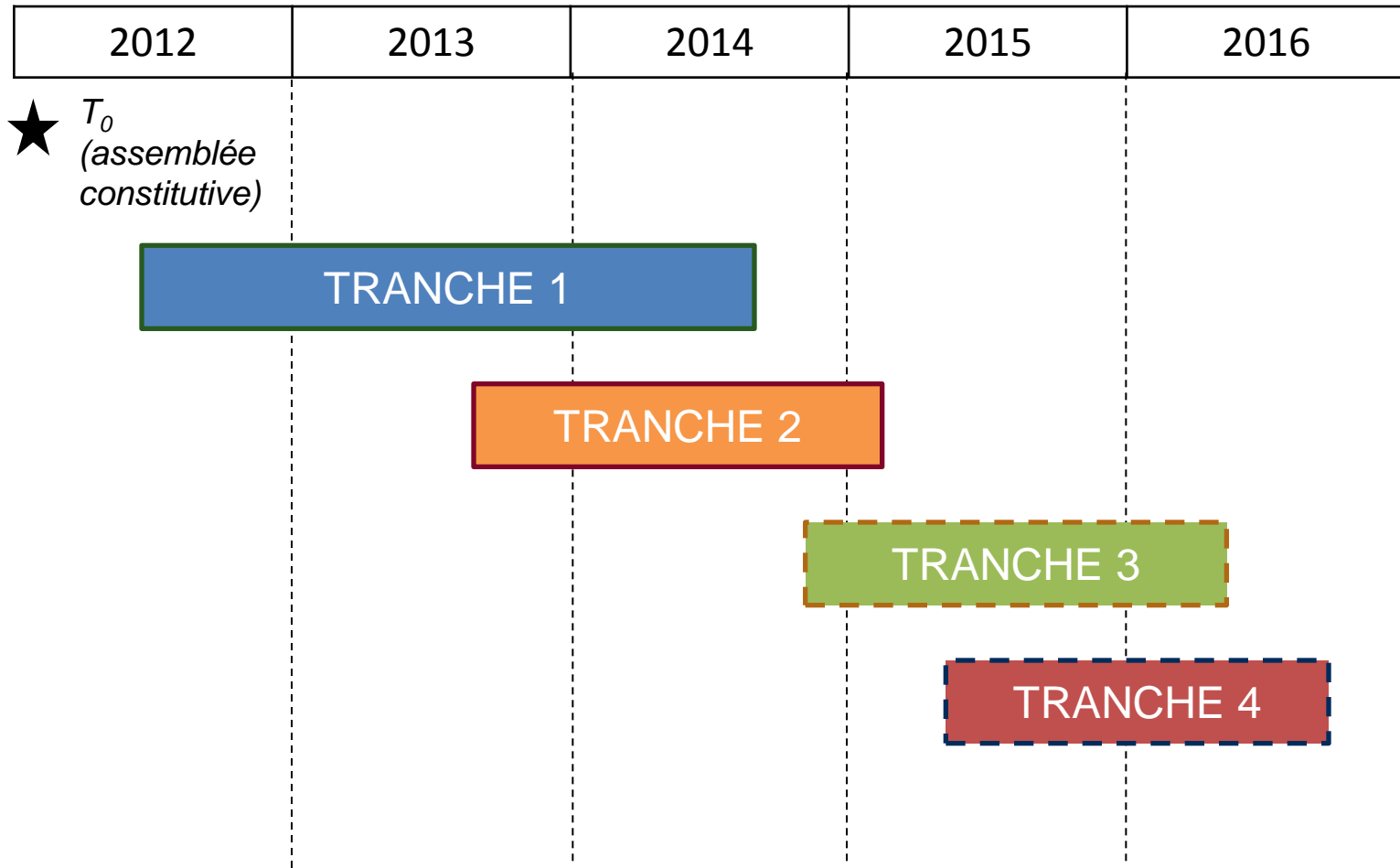
François de Larrard
Directeur Scientifique
LafargeHolcim LCR et Recybéton

Le Projet National RECYBETON



- Objectifs principaux :
 - Utiliser l'**intégralité des matériaux issus des bétons déconstruits** comme constituants des nouveaux bétons
 - Recycler les matériaux issus de la déconstruction des bétons comme matière première de **ciments recyclés**
 - 48 partenaires
 - Co-financement ANR (projet ECOREB)
 - 5 thèmes de recherche
 - Thème 1 - Technologies et procédés
 - Thème 2 - Matériaux et structures
 - Thème 3 - Développement durable
 - Thème 4 - Aspects réglementaires et normatifs
 - Thème 5 - Valorisation (dont chantiers expérimentaux)
- + *travaux d'accompagnement (thème 0)*

Planning général



QUELQUES RESULTATS RELATIFS AU BETON A PLAT

- Premier chantier expérimental RECYBETON à Chaponost (69) en décembre 2013
 - dallage de 18 cm d'épaisseur
 - usage de type parking



- Fabrication et mise en œuvre à l'échelle industrielle d'une gamme de bétons incorporant de **0 à 100 % de granulats recyclés** ;
- Evaluation des risques de **fissuration par retrait empêché** liés à l'utilisation de bétons recyclés en dallage et autres applications "horizontales".

Composition des bétons (Lafarge LCR)

Constituant (kg/m ³)\Formules	REF	30S-0G	0S-30G	30S-30G	0S-100G	100S-100G
11/22 semi-concassé Petite Craz	720	752	509	506	0	0
4/11 semi-concassé St Bonnet	286	174	139	139	0	0
0/4 concassé Petite Craz	214	139	209	139	212	0
0/4 semi-concassé Petite Craz	576	402	580	367	560	0
4/20 recyclé Fillot	0	0	282	280	778	725
0/4 recyclé Fillot	0	235	0	234	0	654
Ciment CEM II/A LL 42.5 Val d'Azergues	302	306	305	308	346	390
Plastifiant CHRYSO®Plast Omega 135	2,57	3,65	2,6	2,62	2,94	3,32
Retardateur CHRYSO®Tard CHR	0	1,54	0,88	1,54	1,04	1,95
Entraîneur d'air CHRYSO®Air D	0,91	0,46	0,76	0,61	0,35	0,40
Eau d'ajout	173	188	178	192	205	260
Eau efficace	159	166	162	165	187	206
e/c	0,52	0,54	0,53	0,54	0,54	0,53
Affaissement (mm)	200	200	200	200	190	190
Air (%)	7,2	8,5	7,6	7,6	5,5	9

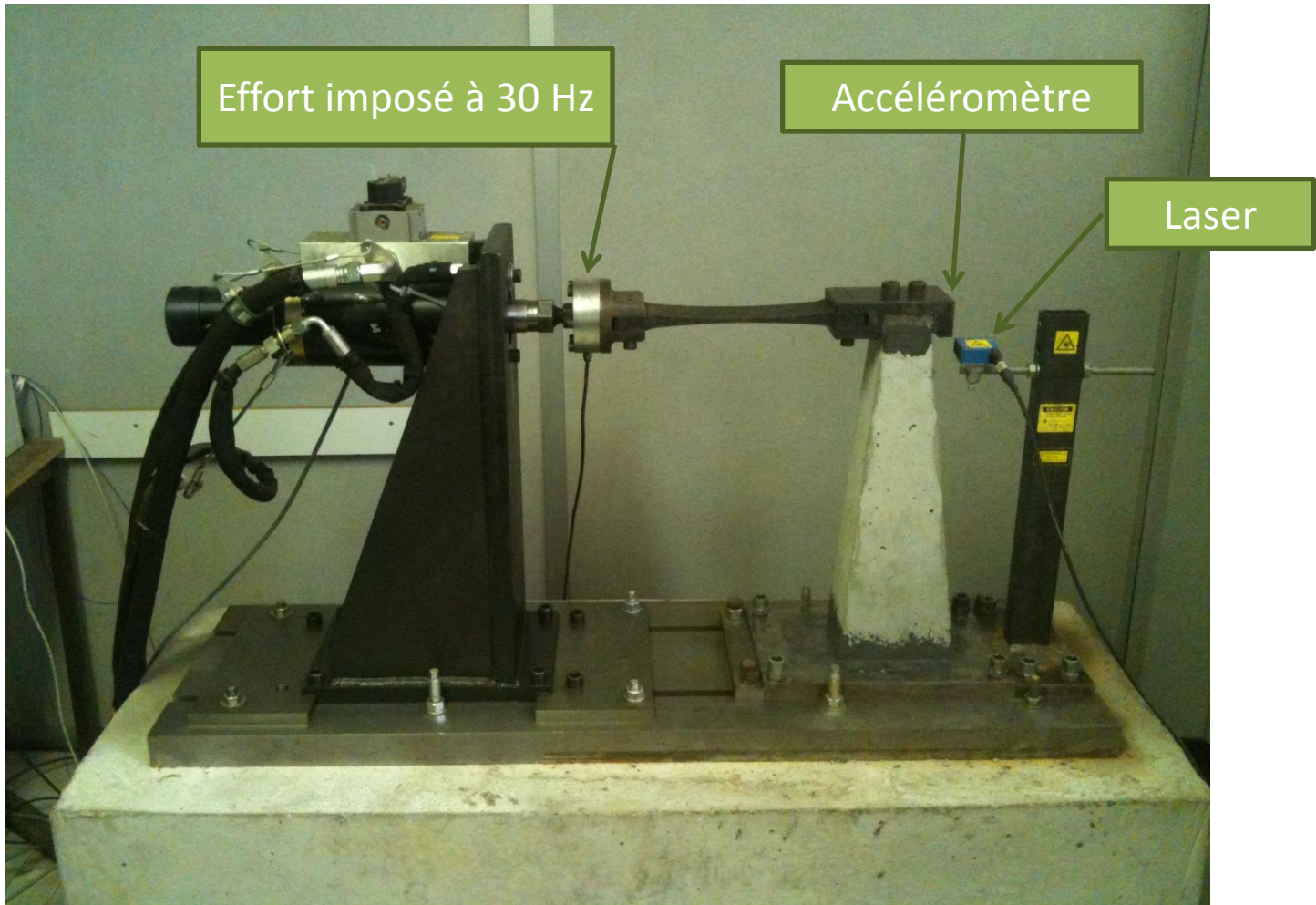
Propriétés des bétons (Essais Sigma Bétons)

Bétons	REF	30S- 0G	0S- 30G	30S- 30G	0S- 100G	100S- 100G
Proportion de granulats recyclés	0,00	0,16	0,18	0,34	0,53	1,00
Air (%)	5,8	7,3	6,0	7,0	3,5	6,0
Krai test (ASTM C 1579, %)		238	75	181	200	274
Retrait 0-24h00 (procédure Sigma Bétons, $\mu\text{m}/\text{m}$)	1580	2420	2130	2280	3200	3090
Fissuration à l'anneau (procédure Sigma Bétons)	Non	Non	Non	Non	Non	Oui
Résistance en compression à 1 j (MPa)	7,20	7,80	6,70	6,70	10,80	13,60
Résistance en compression à 7 j (MPa)	22,70	25,00	25,60	22,20	33,10	25,60
Résistance en compression à 28 j (MPa)	31,10	31,30	32,10	29,10	40,10	33,30
Résistance en traction par fendage à 28 j (MPa)	2,8	3,2	2,9	2,8	3,3	3,2
Retrait de séchage à 90 j (10-6)	397	430	469	492	545	838
Module élastique à 28 j (GPa)	30	28	28	23	25	21
Coefficient de fluage (modèle)	2,00	2,23	2,25	2,48	2,74	3,40
Module différé (GPa)	7,0	6,1	6,0	4,6	4,7	3,3
Indice de fissuration (MPa)	-0,02	-0,59	-0,07	-0,52	-0,75	-0,40

Enseignements du chantier

- **Matériau: quand on maintient consistance à l'état frais et fc28**
 - Dosage en ciment stable puis augmente à fort taux
 - Module élastique ↓ Retrait ↑ Fluage ↑
- **Application**
 - Pas d'effet du recyclage sur fabrication/transport/mise en œuvre
 - 0 fissure même à 100% de recyclage

Essai de fatigue (Thierry Sedran, IFSTTAR, 2015)



Formules testées

Gachée (kg/m ³)	C-OR-OR	C-100R-100R
Eau d'ajout	179,5	271
Eau efficace	169,1	176,7
CEMII/A-L 42,5 N Rochefort	308	443
Fil Calc Betocarb HP-OG	45	63
Sable Sandrancourt 0/4	747	
Gravillon Givet 4/10	256	
Gravillon Givet 6,3/20	785	
Sable recyclé 0/4		653
Gravillon recyclé 4/10		296
Gravillon recyclé 10/20		430
Centrament retard 370		3,6
Sp MC PowerFlow 3140	0,7	3,5

Résultats préliminaires

Gâchée	C-0R-0R	C-100R-100R*
Affaissement (cm)	13	6
Air (%)	3	1,8
R _c (MPa)	44,6	55,2
R _f (MPa)	4,7	4,2
E (GPa)	37,2	26,8
σ_6/σ_0	0,51	0,45
-1/ β	12,3	11,0
S _N	0,8	1,2

* valeurs provisoires

Peu d'effet du recyclage sur le comportement en fatigue

Produits finaux attendus de Recybéton

- Rapports scientifiques
- **Livre de synthèse**
- **Guide technique**
- **Propositions d'évolutions normatives**
- Propositions d'évolutions réglementaires et d'incitations à recycler
- **Ouvrages expérimentaux**
 - Parking (Rhône, 2013)
 - Passerelle (Hérault, 2014)
 - Ouvrages industriels (Ile-de-France, 2015)
 - Bâtiment (Seine-et-Marne, 2015)
 - Ouvrage d'art (Hérault, 2016)
 - Sol industriel (Indre, 2016, à confirmer)



François de Larrard
 LafargeHolcim LCR
 Lyon
francois.delarrard@lafargeholcim.c

<http://www.pnrecybeton.fr>