



(12) FASCICULE DE BREVET

- (11) N° de publication : **MA 33108 B1** (51) Cl. internationale : **C04B 28/02; C04B 24/26; C04B 22/08; C04B 24/24; C04B 103/10; C04B 103/32**
- (43) Date de publication : **01.03.2012**

-
- (21) N° Dépôt : **34153**
- (22) Date de Dépôt : **06.09.2011**
- (30) Données de Priorité : **12.03.2009 FR 0951547**
- (86) Données relatives à l'entrée en phase nationale selon le PCT : **PCT/FR2010/050438 12.03.2010**
- (71) Demandeur(s) : **CHRYSO, 19 PLACE DE LA RESISTANCE 92440 ISSY LES MOULINEAUX (FR)**
- (72) Inventeur(s) : **SEURRE, Jérôme ; PELLERIN, Bruno ; BIGAS, Jean-Philippe**
- (74) Mandataire : **CABINET PATENTMARK**

-
- (54) Titre : **SYSTEME D'ADJUVANTS POUR BETON PREFABRIQUE**
- (57) Abrégé : L'invention propose un système d'adjuvant pour béton comprenant en association : (a) un superplastifiant (b) un accélérateur; et (c) un extenseur de rhéologie. Il est également proposé un procédé de préparation de béton préfabriqué comprenant l'étape d'ajouter en quantité appropriée respectivement : (a) un superplastifiant; (b) un accélérateur et (c) un extenseur de rhéologie, simultanément ou successivement, à la pâte de béton. Il est enfin proposé l'utilisation d'un tel système pour la préparation de bétons préfabriqués.

ABREGE**Système d'adjuvants pour béton préfabriqué**

L'invention propose un système d'adjuvant pour béton comprenant en association :

- (a) un superplastifiant
- (b) un accélérateur ; et
- (c) un extenseur de rhéologie.

Il est également proposé un procédé de préparation de béton préfabriqué comprenant l'étape d'ajouter en quantité appropriée respectivement :

- (a) un superplastifiant ;
- (b) un accélérateur et
- (c) un extenseur de rhéologie,

simultanément ou successivement, à la pâte de béton.

Il est enfin proposé l'utilisation d'un tel système pour la préparation de bétons préfabriqués.

Figure : NEANT

Système d'adjuvants pour béton préfabriqué

- 1 MARS 2012

La présente invention concerne un système d'adjuvants pour béton, particulièrement utile pour le béton préfabriqué.

5 Le béton préfabriqué est utilisé pour la réalisation, généralement par coulage, d'éléments de construction en béton en série comme des dalles, des murs, des poutres, des panneaux de façade. Le béton préfabriqué est généralement de type béton armé ou béton précontraint.

10 L'ajout d'adjuvants permet de préparer des formulations de bétons adaptées aux contraintes techniques.

Dans les formulations de béton préfabriqué, les contraintes techniques sont notamment le maintien d'ouvrabilité et la résistance précoce. En effet, afin de permettre une certaine souplesse lors de la fabrication, il est souhaité de pouvoir disposer d'un certain temps pour manipuler les formulations de béton après leur confection, ce temps étant appelé ouvrabilité. Cependant, la prise ne doit pas pour
15 autant être trop retardée au risque de diminuer les résistances précoces. Les résistances précoces désignent la résistance à la compression R_c du matériau à jeunes âges, quelques heures après le malaxage.

Pour la préparation de pièces de béton préfabriquées par coulage dans des
20 moules, on recherche ainsi des formulations de béton permettant d'atteindre une ouvrabilité d'au moins 30 minutes pour permettre une mise en place facilitée et garantir un bel aspect de parement et une résistance à la compression R_c supérieure à une dizaine de MPa au bout de quelques heures pour permettre le démoulage et le déplacement des pièces en béton armé, voire supérieure à une
25 trentaine de MPa au bout de quelques heures pour permettre la détente des câbles de précontrainte. De préférence, ce niveau de résistances est obtenu à température ambiante sans chauffage des moules (étuvage).

Un objet de la présente invention était donc de proposer un système
30 d'adjuvants optimisé pour des bétons préfabriqués, permettant d'atteindre un meilleur compromis des propriétés importantes dans cette application.

Un autre objet de l'invention était de proposer un procédé de préparation de bétons préfabriqués ayant un compromis de propriétés optimisé, notamment en ce qui concerne le maintien d'ouvrabilité et la rapidité de la montée en résistance.

Enfin, un autre objet de l'invention enfin était de proposer une utilisation du système d'adjuvants optimisés pour la préparation de bétons préfabriqués présentant une ouvrabilité d'au moins 30 minutes et une résistance à la compression Rc à 4 heures d'au moins 3MPa.

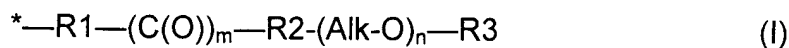
L'invention est basée sur la constatation qu'un système d'adjuvant associant un accélérateur, un superplastifiant et un système extenseur de rhéologie permettait l'accès à des formulations de béton dont les propriétés constituent un compromis particulièrement intéressant pour le béton préfabriqué.

Selon un premier aspect, l'invention vise donc un système d'adjuvants pour béton comprenant en association :

- (a) un superplastifiant
- (b) un accélérateur ; et
- (c) un extenseur de rhéologie.

L'accélérateur est de préférence choisi parmi les sels de calcium, notamment parmi le nitrate calcium, le nitrite de calcium, le chlorure de calcium ou le thiocyanate de calcium.

Le superplastifiant est avantageusement un polymère peigne comportant au moins les motifs (I) et (II) suivants :



25

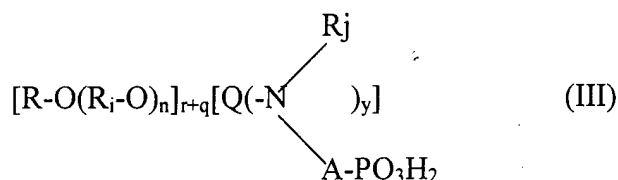
où * désigne le point de rattachement au squelette du polymère peigne, R1 une liaison chimique ou un groupement alkylène de 1 à 8 atomes de carbone, m vaut 0 ou 1, R2 désigne un atome d'oxygène ou un groupement amine, Alk désigne un alkylène de 2 à 4 atomes de carbone linéaire ou ramifié, n désigne un nombre entier compris entre 3 et 500, un même polymère pouvant porter des greffons de longueurs différentes, et R3 désigne un atome d'hydrogène ou un groupement hydrocarboné tel qu'un alkyle comportant de 1 à 25 atomes de carbone.

30

*—R4 (II)

où R4 comprend une fonction anionique à pH supérieur à 10.

L'extendeur de rhéologie est de préférence un polyphosphonate polyalkoxylé de formule (III) ou un de ses sels, seul ou en mélange.:



5

dans laquelle :

R est un atome d'hydrogène ou un groupe hydrocarboné monovalent comportant de 1 à 18 atomes de carbone et éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

10

les R_i sont semblables ou différents entre eux et représentent un alkylène comme l'éthylène, le propylène, le butylène, l'amylène, l'octylène ou le cyclohexène, ou un arylène comme le styrène ou le méthylstyrène, les R_i renferment éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

Q est un groupe hydrocarboné comportant de 2 à 18 atomes de carbone et éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

15

A est un groupe alkylidène comportant de 1 à 5 atomes de carbone ;

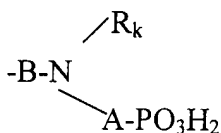
les R_j sont semblables ou différents entre eux et peuvent être choisis parmi:

- le groupe A-PO₃H₂, A ayant la signification précitée,
- le groupe alkyle comportant de 1 à 18 atomes de carbone et pouvant

20

porter des groupements [R-O(R_i-O)_n], R et R_i ayant les significations précitées,

- et le groupe



R_k désignant un groupement tel que R_j, - B désignant un groupement alkylène comportant de 2 à 18 atomes de carbone,

25

"n" est un nombre supérieur ou égal à 0,

"r" est le nombre des groupes [R-O(R_i-O)_n] portés par l'ensemble des R_j,

"q" est le nombre des groupes [R-O(R_i-O)_n] portés par Q, la somme

4

"r+q" est comprise entre 1 et 10,

"y" est un nombre entier compris entre 1 et 3,

Q, N et les R_j peuvent former ensemble un ou plusieurs cycles, ce ou ces cycles pouvant en outre contenir un ou plusieurs autres hétéroatomes.

5

Particulièrement préféré est un polyphosphonate polyalkoxylé constitué d'un composé organique hydrosoluble ou hydrodispersible comportant au moins un groupement amino-di-(alkylène-phosphonique) et au moins une chaîne polyoxyalkylée ou au moins un de ses sels.

10

En particulier, l'extendeur de rhéologie peut être un polyphosphonate polyalkoxylé de formule (III) dans laquelle R est un groupe méthyle, les R_i sont des groupements éthylène et propylène, n étant compris entre 30 et 50, r+q vaut 1, Q est un groupe éthylène, A est un groupe méthylène, y vaut 1 et R_j correspond au groupe $\text{CH}_2\text{-PO}_3\text{H}_2$.

15

Le système selon l'invention comprend le plus souvent en poids sec par rapport au poids de liant total 0,3 à 4% d'accélérateur, 0,05 à 2% de superplastifiant et de 0,005 à 1% d'extendeur de rhéologie.

Selon un deuxième aspect, l'invention vise un procédé de préparation de béton préfabriqué comprenant l'étape de :

20

- ajouter en quantité appropriée respectivement

(a) un superplastifiant ;

(b) un accélérateur et

(c) un extendeur de rhéologie

, simultanément ou successivement, à la pâte de béton lors du gâchage.

25

Enfin, selon un troisième aspect, l'invention vise l'utilisation du système d'adjuvant décrit pour la préparation de bétons préfabriqués.

Selon l'invention, le système d'adjuvant comporte en association un accélérateur, un superplastifiant et un extendeur de rhéologie.

30

Dans le contexte des formulations pour béton préfabriqué, le but est d'augmenter les résistances à la compression à jeunes âges (4, 6, 8 heures) tout en assurant une ouvrabilité d'au moins 30 minutes et de préférence d'au moins 45 minutes.

L'accélérateur est un composé ayant pour effet d'accélérer la vitesse d'hydratation du ciment, raccourcissant ainsi le temps de prise et accélérant la vitesse de montée en résistance.

De tels adjuvants sont mentionnés comme adjuvants de classe C avec leurs critères de performance dans la norme ASTM C494.

De préférence, l'accélérateur est un sel de calcium. De préférence le sel de calcium est un nitrite de calcium ou un nitrate de calcium ou un thiocyanate de calcium, ou un chlorure de calcium ou un mélange de ces sels. De façon encore plus préférentielle, l'accélérateur est un nitrite de calcium.

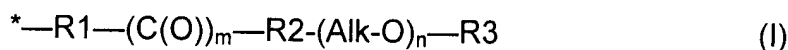
Le dosage d'accélérateur dans le cadre du système selon l'invention dépend de la formulation de béton, mais est le plus souvent de 0,3 à 4% en poids sec d'accélérateur par rapport au poids de liant total, le liant total étant défini comme la somme des poids du ciment et des charges (filler).

Le superplastifiant est un composé ayant pour effet de réduire la quantité d'eau nécessaire pour l'obtention d'un béton présentant un étalement donné.

De tels adjuvants sont mentionnés comme adjuvants de classe C avec leurs critères de performance dans la norme ASTM C494.

On connaît notamment des polymères superplastifiants de type polycarboxylates polyalkoxylés, par exemple des demandes de brevet US 6,858,074, EP 1 061 089 et US 7,736,488.

Particulièrement appropriés sont les superplastifiants de type polymère peigne comportant au moins les motifs (I) et (II) suivants :



25

où * désigne le point de rattachement au squelette du polymère peigne, R1 une liaison chimique ou un groupement alkylène de 1 à 8 atomes de carbone, m vaut 0 ou 1, R2 désigne un atome d'oxygène ou un groupement amine, Alk désigne un alkylène de 2 à 4 atomes de carbone linéaire ou ramifié (cela s'entend au sens large, plusieurs types d'alkylènes pouvant être présents sur le même greffon ou sur le même polymère), n désigne un nombre entier compris entre 3 et 500, un même polymère pouvant porter des greffons de longueurs différentes, et

30

R3 désigne un atome d'hydrogène ou un groupement hydrocarboné tel qu'un alkyle comportant de 1 à 25 atomes de carbone.



5

où R4 comprend une fonction anionique à pH supérieur à 10. Ces fonctions peuvent notamment être des fonctions carboxyliques ou des fonctions sulfonate.

Par superplastifiant de type polymère peigne, on entend aussi les superplastifiants obtenus par mélange de polymères différents comportant des motifs de type (I) et (II).

10

Le dosage de superplastifiant dépend notamment de la quantité de ciment et du dosage d'accélérateur. Le plus souvent, il est exprimé en matière sèche de superplastifiant par rapport au poids cumulé du ciment et d'accélérateur, de 0,05 à 2% et de préférence de 0,1 à 1%, typiquement environ de 0,125 à 0,6%.

15

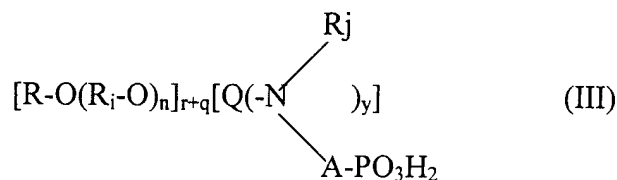
Un extenseur de rhéologie est un composé ayant pour effet de prolonger l'ouvrabilité d'un béton, en maintenant l'étalement du béton frais pendant une durée donnée.

Contrairement à un retardateur, un extenseur de rhéologie permet de prolonger l'ouvrabilité du béton sans pour autant engendrer un retard de la prise important.

20

Des extendeurs de rhéologie préférés dans le cadre de l'invention sont les polyphosphonates polyalkoxylé décrits dans la demande de brevet FR-2696736. Particulièrement préféré à titre d'extenseur de rhéologie est donc un polyphosphonate polyalkoxylé de formule (III), ou un de ses sels, seul ou en mélange.

25



dans laquelle :

R est un atome d'hydrogène ou un groupe hydrocarboné monovalent comportant de 1 à 18 atomes de carbone et éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

30

les R_i sont semblables ou différents entre eux et représentent un alkylène comme l'éthylène, le propylène, le butylène, l'amylène, l'octylène ou le cyclohexène, ou un arylène comme le styrène ou le méthylstyrène, les R_i renferment éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

5 Q est un groupe hydrocarboné comportant de 2 à 18 atomes de carbone et éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

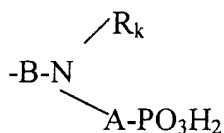
A est un groupe alkylidène comportant de 1 à 5 atomes de carbone ;

les R_j sont semblables ou différents entre eux et peuvent être choisis parmi:

- le groupe $A-PO_3H_2$, A ayant la signification précitée,

10 - le groupe alkyle comportant de 1 à 18 atomes de carbone et pouvant porter des groupements $[R-O(R_i-O)_n]$, R et R_i ayant les significations précitées,

- et le groupe



15 R_k désignant un groupement tel que R_j , - B désignant un groupement alkylène comportant de 2 à 18 atomes de carbone,

"n" est un nombre supérieur ou égal à 0,

"r" est le nombre des groupes $[R-O(R_i-O)_n]$ portés par l'ensemble des R_j ,

"q" est le nombre des groupes $[R-O(R_i-O)_n]$ portés par Q, la somme

"r+q" est comprise entre 1 et 10,

20 "y" est un nombre entier compris entre 1 et 3,

Q, N et les R_j peuvent former ensemble un ou plusieurs cycles, ce ou ces cycles pouvant en outre contenir un ou plusieurs autres hétéroatomes,

25 Par exemple, le polyphosphonate polyalkoxylé peut être constitué d'un composé organique hydrosoluble ou hydrodispersible, comportant au moins un groupement amino-di-(alkylène-phosphonique) et au moins une chaîne polyoxyalkylée ou au moins un de ses sels.

30 Le dosage d'extendeur de rhéologie dépend surtout de la quantité de ciment et du système accélérateur. Le plus souvent, il est exprimé en matière sèche d'extendeur par rapport au poids de liant total (ciment+filler et/ou ajouts

cimentaires), de 0,005 à 1% et de préférence de 0,01 à 0,2%, typiquement environ de 0,015 à 0,15%.

Particulièrement préféré est un système constitué des trois composantes décrites ci-dessus, à l'exclusion d'autres adjuvants, tout du moins d'adjuvants susceptibles d'affecter l'ouvrabilité et la résistance précoce.

L'invention a également pour objet un procédé de préparation de béton préfabriqué comprenant l'étape d'ajouter en quantité appropriée respectivement

(a) un superplastifiant

(b) un accélérateur ; et

(c) un extenseur de rhéologie,

simultanément ou successivement, à la pâte de béton.

Avantageusement, le système d'adjuvant est additionné à la composition de béton lors du gâchage, de préférence par ajout à l'eau de gâchage. En variante, les adjuvants peuvent être ajoutés aux composantes solides du béton, notamment au ciment et/ou au sable, mais leur homogénéisation peut être plus difficile

L'ajout peut être réalisé indifféremment, simultanément ou successivement, le plus simple étant généralement de peser successivement les adjuvants avant de les introduire dans l'eau de gâchage.

Bien entendu, d'autres adjuvants habituels connus de l'homme de l'art peuvent également être ajoutés à la composition de béton. A titre d'exemple, on peut citer des entraîneurs d'air et les agents anti-mousses.

Cependant, il est important afin de préserver le compromis de propriétés recherchées de ne pas ajouter d'autres adjuvants ayant un effet sur le temps de prise, et notamment pas de retardateur de prise. En effet, le retard de prise retarde la montée de la résistance et ne permet donc pas l'obtention des valeurs de résistance à la compression à jeunes âges recherchées.

Les compositions de béton pour lesquelles le système d'adjuvants selon l'invention peut être utile peuvent comprendre à titre de liant hydraulique différents types de ciments, tels que par exemple les ciments CEM I, CEM II, CEM III, CEM V tels que décrits dans la norme EN 197-1. Parmi ceux-ci, les ciments CEM I ne comportent pas d'ajouts. Il est néanmoins possible d'additionner des ajouts comme les laitiers, les cendres volantes, les fillers calcaire, les fillers siliceux à ces

ciments, Les compositions de béton peuvent être des bétons de classes de résistances différentes, telles que les C25/30 à C50/60.

L'invention sera décrite plus en détail au moyen des exemples suivants.

5 **EXEMPLES**

Les performances des systèmes d'adjuvant selon l'invention, comportant un superplastifiant (SP), un accélérateur (X) et un extenseur de rhéologie (Y) en termes d'ouvrabilité et de résistance précoce ont été comparées à celles des exemples de comparaison pour une composition de béton de formulation suivante, rapportée à 1 m³ :

10

15

Ciment Portland CEM I 52,5 R (SPLC)	400 kg
Filler La Tour Blanche	130 kg
Sable 0-4 du site de Bernières	810 kg
Gravillon 4/8 du site de Villermain	280 kg
Gravier 8/16 alluvionnaire de Loire	525 kg
Eau	175 l

20

Le ciment utilisé est le ciment de Saint Pierre La Cour produit par la société Lafarge, qui est du type CEM I 52,5R selon la norme EN 197-1.

Les concentrations des adjuvants sont exprimées respectivement en pourcentage d'extrait sec par rapport à la quantité de liant total (ciment + filler et/ou ajouts cimentaires).

25

(a) Mesure de l'étalement

L'ouvrabilité a été évaluée par mesure de diamètre d'étalement (slump flow). L'essai est réalisé à l'aide du cône d'Abrams selon la norme EN 12350-2. L'essai consiste à remplir d'un béton fraîchement préparé un moule sans fond de forme tronconique de dimensions suivantes :

30

diamètre du cercle de la base supérieure	100 +/- 0,5 mm
diamètre du cercle de la base inférieure	200 +/- 0,5 mm
hauteur	300 +/- 0,5 mm.

On soulève le cône verticalement. L'étalement est mesuré à 5, 15, 30 et 45 minutes selon quatre diamètres à 45° avec un pied à coulisse. Le résultat de la mesure d'étalement est la moyenne des quatre valeurs à +/- 10 mm. Les essais sont réalisés à 20°C.

5

(b) Mesure de la résistance à la compression Rc

La résistance précoce est évaluée par la mesure de la résistance à la compression Rc d'éprouvettes de béton aux échéances de 2, 4, 6, 8 et 24 heures à la température de 20°C, selon la norme PR NF EN 12390-3 (Essai pour béton durci – Partie 3 Résistance à la compression des éprouvettes).

10

EXEMPLE A : Superplastifiant seul

On prépare une formulation béton selon les indications ci-dessus en ajoutant à l'eau de gâchage un système d'adjuvant comportant seulement un superplastifiant (SP, CHRYSOFluid Premia 196, commercialisé par la société CHRYSO) dans la quantité indiquée dans le tableau 1.

15

Les résultats de l'évaluation de la formulation de béton sont rassemblés dans les tableaux 1 et 2. Ils font apparaître que le maintien d'ouvrabilité est assuré sur 45 minutes, mais que la résistance permettant un démoulage des pièces n'est atteinte qu'après 6 h.

20

EXEMPLES B et C : Superplastifiant combiné à l'accélérateur

On prépare deux formulations béton avec un système d'adjuvant comprenant un superplastifiant (SP, CHRYSOFluid Premia 196, commercialisé par la société CHRYSO) et un accélérateur (X, Solution aqueuse de nitrite de calcium à 30% en poids), ce dernier étant utilisé à un dosage de 5% en poids de matière sèche, pour l'exemple B et de 9 % pour l'exemple C. OK pour les valeurs

25

Les résultats de l'évaluation de la formulation de béton sont rassemblés dans les tableaux 1 et 2. L'ajout au superplastifiant d'un accélérateur permet d'assurer une résistance précoce très élevée, d'autant plus que le dosage en accélérateur est augmenté (exemple C). Cependant, l'amélioration de la résistance se fait au détriment de l'ouvrabilité, laquelle conduit à une durée pratique d'utilisation de la formulation comprise entre seulement 15 et 30 minutes.

30

A

EXEMPLE D : Accélérateur combiné à extenseur de rhéologie

On prépare une formulation de béton comme dans les exemples précédents mais avec un système d'adjuvant comprenant un accélérateur (X, Solution aqueuse de nitrite de calcium à 30% en poids) et un extenseur de rhéologie (Y, CHRYSOFluid Optima 100 commercialisé par la société CHRYSO).

Les résultats de l'évaluation de la formulation de béton sont rassemblés dans les tableaux 1 et 2.

On constate qu'en l'absence du superplastifiant, il est nécessaire d'augmenter notablement le dosage en extenseur de rhéologie afin d'obtenir une ouvrabilité assurant une durée pratique d'utilisation comprise entre 30 et 45 minutes. On remarque par ailleurs qu'à même dosage en accélérateur, la résistance précoce est nettement altérée comparée à l'exemple C.

EXEMPLE E : Superplastifiant combiné à extenseur de rhéologie

On prépare une formulation de béton comme dans les exemples précédents mais avec un système d'adjuvant comprenant maintenant un superplastifiant (SP, CHRYSOFluid Premia 196, commercialisé par la société CHRYSO) et un extenseur de rhéologie (Y, CHRYSOFluid Optima 100 commercialisé par la société CHRYSO).

Les résultats de l'évaluation de la formulation de béton sont rassemblés dans les tableaux 1 et 2.

On constate qu'en l'absence d'accélérateur, le système d'adjuvants assure une ouvrabilité satisfaisante mais les résistances précoces sont insuffisantes.

EXEMPLES 1 et 2: Superplastifiant combiné à accélérateur et extenseur de rhéologie

On prépare une formulation de béton comme dans les exemples précédents avec un système d'adjuvant comprenant un superplastifiant (SP, CHRYSOFluid Premia 196, commercialisé par la société CHRYSO), un accélérateur (X, $\text{Ca}(\text{NO}_2)_2$) et un extenseur de rhéologie (Y, CHRYSOFluid Optima 100 commercialisé par la société CHRYSO) dans les dosages indiqués dans le tableau 1.

A

On constate comme sur l'exemple D que l'extendeur de rhéologie entraîne une amélioration du maintien d'ouvrabilité.

5 Cette association d'adjuvants présente un compromis entre maintien de rhéologie satisfaisant sur une durée de 30 minutes s'accompagnant de performances mécaniques de très bon niveau aussi bien à l'échéance de 4 heures qu'à échéance de 6 et 8 heures.

10 En outre, on remarque que le système selon la présente invention permet, par l'apport d'un faible dosage en extendeur de rhéologie, inférieur à 0,3%, de maintenir la résistance précoce à un niveau excédent largement les spécifications de la préfabrication.

Tableau 1 : Ouvrabilité (20°C)

Ex	SP %	X %	Y %	Étalement (mm)			
				5 min	15 min	30 min	45 min
1	0,17	2,7	0,06	705	715	615	550
2	0,17	2,7	0,12	730	740	735	670
A	0,19	-	-	710	710	700	690
B	0,19	1,5	-	725	720	710	680
C	0,19	2,7	-	720	680	410	-
D	-	2,7	0,6	715	720	700	700
E	0,17	-	0,12	720	710	720	710

15 On constate des résultats rassemblés dans le tableau 1 que les valeurs d'étalement sont insuffisantes pour le système d'adjuvant selon l'exemple C, comportant seulement un superplastifiant et un accélérateur. La présence supplémentaire d'un extendeur de rhéologie permet de revenir vers des valeurs d'étalement acceptables.

Tableau 2 : Résistances précoces (20°C)

Ex	SP %	X %	Y %	Rc (MPa)				
				2 h	4 h	6 h	8 h	24 h
1	0,17	2,7	0,06	< 1,5	6,5	15,5	22	49,5
2	0,17	2,7	0,12	-	1,6	7,5	15,5	49,1
A	0,19	-	-	-	-	4	10	49,5
B	0,19	1,5	-	-	-	5	9	47
C	0,19	2,7	-	-	11	18	27	50
D	-	2,7	0,6	-	-	-	6	49,5
E	0,17	-	0,12	-	-	-	2	45

5 On note à partir des résultats rassemblés dans le tableau 2 de grandes différences entre les valeurs entre 4h et 8h alors que ces valeurs convergent à 24h. L'ajout supplémentaire d'accélérateur et d'extenseur de rhéologie n'affecte donc pas la valeur de résistance à la compression finale du matériau.

Cependant, on constate que la résistance à la compression à 4h, 6h et 8h des formulations préparées avec les systèmes selon les exemples A et B, contenant pas ou peu d'accélérateur, est nettement insuffisante.

10 En revanche, on note que l'ajout d'un superplastifiant, d'un accélérateur et d'un extenseur de rhéologie en association permet d'aboutir à un compromis de propriétés en termes de maintien de l'ouvrabilité et de résistance précoce intéressant notamment pour les bétons préfabriqués.

REVENDEICATIONS

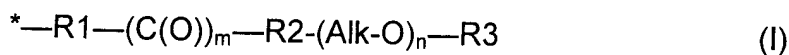
1. Système d'adjuvant pour béton comprenant en association :

- 5 (a) un superplastifiant ;
(b) un accélérateur ; et
(c) un extenseur de rhéologie.

10 2. Système selon la revendication 1, dans lequel l'accélérateur est choisi parmi les sels de calcium.

15 3. Système selon la revendication 2, dans lequel l'accélérateur est choisi parmi le nitrate calcium, le nitrite de calcium, le chlorure de calcium ou le thiocyanate de calcium.

4. Système selon l'une des revendications 1 à 3, dans lequel le superplastifiant est un polymère peigne comportant au moins les motifs (I) et (II) suivants :



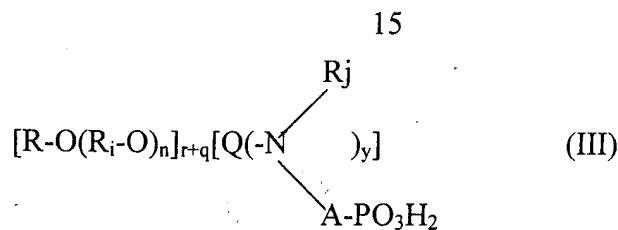
20 où * désigne le point de rattachement au squelette du polymère peigne, R1 une liaison chimique ou un groupement alkylène de 1 à 8 atomes de carbone, m vaut 0 ou 1, R2 désigne un atome d'oxygène ou un groupement amine, Alk désigne un alkylène de 2 à 4 atomes de carbone linéaire ou ramifié, n désigne un nombre entier compris entre 3 et 500, un même polymère pouvant porter des greffons de longueurs différentes, et R3 désigne un atome d'hydrogène ou un groupement hydrocarboné tel qu'un alkyle comportant de 1 à 25 atomes de carbone.



25 où R4 comprend une fonction anionique à pH supérieur à 10.

30

5. Système selon l'une des revendications 1 à 4, dans lequel l'extenseur de rhéologie est un polyphosphonate polyalkoxylé de formule (III), ou un de ses sels, seul ou en mélange :



dans laquelle :

R est un atome d'hydrogène ou un groupe hydrocarboné monovalent comportant de 1 à 18 atomes de carbone et éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

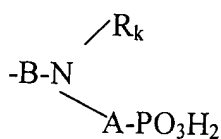
les R_i sont semblables ou différents entre eux et représentent un alkylène comme l'éthylène, le propylène, le butylène, l'amylène, l'octylène ou le cyclohexène, ou un arylène comme le styrène ou le méthylstyrène, les R_i renferment éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

Q est un groupe hydrocarboné comportant de 2 à 18 atomes de carbone et éventuellement un ou plusieurs hétéroatomes ;

A est un groupe alkyldène comportant de 1 à 5 atomes de carbone ;

les R_j sont semblables ou différents entre eux et peuvent être choisis parmi :

- le groupe $A-PO_3H_2$, A ayant la signification précitée,
- le groupe alkyle comportant de 1 à 18 atomes de carbone et pouvant porter des groupements $[R-O(R_i-O)_n]$, R et R_i ayant les significations précitées,
- et le groupe



R_k désignant un groupement tel que R_j , - B désignant un groupement alkylène comportant de 2 à 18 atomes de carbone,

"n" est un nombre supérieur ou égal à 0,

"r" est le nombre des groupes $[R-O(R_i-O)_n]$ portés par l'ensemble des R_j ,

"q" est le nombre des groupes $[R-O(R_i-O)_n]$ portés par Q, la somme

"r+q" est comprise entre 1 et 10,

"y" est un nombre entier compris entre 1 et 3,

Q, N et les R_j peuvent former ensemble un ou plusieurs cycles, ce ou ces cycles pouvant en outre contenir un ou plusieurs autres hétéroatomes.

5 6. Système selon la revendication 5, dans lequel l'extendeur de rhéologie est un polyphosphonate polyalkoxylé constitué d'un composé organique hydrosoluble ou hydrodispersible comportant au moins un groupement amino-di-(alkylène-phosphonique) et au moins une chaîne polyoxyalkylée ou au moins un de ses sels.

10 7. Système selon la revendication 6, dans lequel l'extendeur de rhéologie est un polyphosphonate polyalkoxylé de formule (III) dans laquelle R est un groupe méthyle, les R_i sont des groupements éthylène et propylène, n étant compris entre 30 et 50 $r+q$ vaut 1, Q est un groupe éthylène, A est un groupe méthylène, y vaut 1 et R_j correspond au groupe $\text{CH}_2\text{-PO}_3\text{H}_2$.

15 8. Système selon l'une des revendications précédentes, comprenant en poids sec par rapport au poids de liant total 0,3 à 4% d'accélérateur, 0,05 à 2% de superplastifiant et de 0,005 à 1% d'extendeur de rhéologie.

20 9. Procédé de préparation de béton préfabriqué comprenant l'étape d'ajouter en quantité appropriée respectivement
(a) un superplastifiant ;
(b); un accélérateur ; et
(c) un extendeur de rhéologie,
simultanément ou successivement, à la pâte de béton.

25

10. Utilisation du système d'adjuvant selon l'une des revendications 1 à 8 pour la préparation de bétons préfabriqués.