

Spécification technique normalisée

Ouvrages hydroélectriques

Béton; ciment portland type LH-HQ (20M)

Fourniture

SN-26.2-2011

RÉVISION 3

Avertissement

Un amendement (A) peut modifier le présent document. Dans un tel cas, il a préséance sur celui-ci jusqu'à son intégration lors de la prochaine révision du document.

Modifications

Révisions no. :	Détails	Date
0	Adaptation du devis normalisé de la SEBJ - 93 et du devis émis pour la construction de l'aménagement SM-3 par l'unité Mécanique, Structure et Architecture (MSA)	00-03
1	Révision par A. Prézeau et M. Rivest, MSA Mise à jour selon les expériences vécues sur les chantiers d'Hydro-Québec et de la SEBJ.	05-05
2	Révision par l'unité MSA Mise à jour à la suite de la rencontre avec les cimentiers en 2005 et en vue de la construction des aménagements Eastmain 1A / Sarcelle / Rupert.	07-11
3	Révision de l'unité MSA Mise à jour selon les expériences vécues sur les chantiers d'Hydro-Québec et de la SEBJ lors de la construction des aménagements Du Rocher à Grand-Mère, Chute-Allard et Rapides-des-Cœurs, Eastmain 1 et 1A, La Sarcelle et Rupert.	11-06

Avis :

Le ciment LH de construction pour ouvrages hydroélectriques est éco-responsable par le choix de ses intrants énergétiques tels que les pneus hors d'usage et autres combustibles de remplacement reconnus par l'association Canadienne du ciment et Recyc-Québec.

TABLE DES MATIÈRES

	Page
1. Objet	1
2. Type de ciment Portland.....	1
3. Normes	1
3.1 Généralités.....	1
3.2 Liste des normes	1
3.3 Normes applicables	2
4. Caractéristiques.....	2
4.1 Généralités.....	2
4.2 Uniformité du ciment.....	2
4.3 Ajouts cimentaires	2
4.4 Caractéristiques chimiques	3
4.5 Caractéristiques physiques	4
4.6 Caractéristiques mécaniques	4
5. Méthodes et fréquences d'essais	5
5.1 Méthodes d'essais	5
5.2 Fréquences d'essais.....	5
6. Contrôle de la qualité	5
6.1 À la cimenterie	5
6.2 Au chantier.....	6
7. Échantillonnage et inspections par Hydro-Québec	6
8. Critères d'acceptation	7
9. Marquage, emballage, entreposage.....	7

LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 1 – Caractéristiques chimiques.....	3
Tableau 2 – Caractéristiques physiques.....	4
Tableau 3 – Caractéristiques mécaniques	4
Tableau 4 – Fréquences d'essais.....	5

1. Objet

Le présent devis définit les exigences requises pour la fourniture du ciment portland à basse chaleur d'hydratation utilisé dans la fabrication du béton de masse et porte sur le ciment LH-HQ (20M) en utilisant des désignations semblables à la norme CSA A3000-08 « Compendium des matériaux liants ». Le ciment de type 20M devient le ciment de type LH-HQ (20M). LH signifie Low heat, HQ signifie Hydro-Québec et 20M entre parenthèses est l'ancienne appellation.

2. Type de ciment Portland

La présente spécification technique normalisée ne s'applique que pour type LH-HQ (20M).

3. Normes

3.1 Généralités

Les abréviations utilisées dans la liste des normes du présent devis ont la signification suivante :

CAN	:	Norme nationale du Canada
ASTM	:	American Society for Testing and Materials

3.2 Liste des normes

CSA A3000-08	:	Compendium des matériaux liants
CSA A3001-08	:	Liants utilisés dans le béton
CSA A3003-08	:	Méthodes d'essai chimique pour les liants utilisés dans le béton et la maçonnerie
CSA A3004-08	:	Méthodes d'essai et méthodes normalisées pour les liants utilisés dans le béton et la maçonnerie
CSA A3005-08	:	Appareillage et matériaux d'essai pour les liants utilisés dans le béton et la maçonnerie
ASTM C114-10	:	Standard Methods for Chemical Analysis of Hydraulic Cement
ASTM C115-10	:	Standard Test Method for Fineness of Portland Cement by the Turbidimeter
ASTM C151-09	:	Standard Test Method for Autoclave Expansion of Portland Cement
ASTM C186-05	:	Standard Test Method for Heat of Hydration of Hydraulic Cement
ASTM C204-07	:	Standard Test Method for Fineness of Portland Cement by Air Permeability Apparatus

3.3 Normes applicables

Où il y a contradiction entre les normes ou partie des normes mises en référence et le présent devis, les exigences du présent devis ont préséance.

4. Caractéristiques

4.1 Généralités

Le ciment portland, tout en répondant à la définition de la norme CSA A3000-08 et en tenant compte de l'article 4.3 ci-après, doit être conforme à chacune des caractéristiques chimiques, physiques et mécaniques décrites aux tableaux 1, 2 et 3.

4.2 Uniformité du ciment

Les coefficients de variation de la résistance à la compression à 28 jours pour le ciment type LH-HQ (20M) calculés selon la méthode énoncée au chapitre 4 article 4.7 de la norme CSA A3001-08 ne doivent pas dépasser 8,0 %.

Ces coefficients de variation doivent être déterminés à l'aide des résultats obtenus sur 15 échantillons les plus récents, prélevés à la sortie des broyeurs et à la sortie des silos de stockage sur une période ne dépassant pas 12 mois.

4.3 Ajouts cimentaires

Les ajouts cimentaires tels que fumée de silice, les pouzzolanes et les carbonates de calcium ne sont pas permis à moins d'autorisation écrite d'Hydro-Québec.

4.4 Caractéristiques chimiques

Tableau 1 – Caractéristiques chimiques

DESCRIPTION DE L'ESSAI	EXIGENCES
Perte au feu à 1000 ± 50 °C (max.)	2,5 %
Teneur en insolubles (max.)	0,7 %
Teneur en trioxyde de soufre, SO_3 (min./max.)	2,0/2,5 %
Teneur en oxyde de magnésium, MgO (max.)	5,0 %
Alumine tricalcique, C_3A ⁽¹⁾ (max.)	5,0 %
Chaux libre, CaO (max.)	1,0 %
Oxyde de sodium, Na_2O	-
Oxyde de potassium, K_2O	-
Teneur en alcalis équivalents, $\text{Na}_2\text{O} + 0,658 \text{ K}_2\text{O}$	
moyenne inférieure à	0,65 %
maximum	0,7 %
Teneur en silice, SiO_2	-
Teneur en oxyde ferrique, Fe_2O_3	-
Teneur en alumine, Al_2O_3	-
Teneur en chaux vive, CaO	-
Silicate tricalcique, C_3S	-
Silicate bicalcique, C_2S	-
Ferro aluminate tétracalcique, C_4AF	-

Note : ⁽¹⁾ Lorsqu'on exprime des composés, C = CaO et A = Al_2O_3
(ex.. : $\text{C}_3\text{A} = 3\text{CaO} \cdot \text{Al}_2\text{O}_3$).

4.5 Caractéristiques physiques

Tableau 2 – Caractéristiques physiques

DESCRIPTION DE L'ESSAI	EXIGENCES
⁽¹⁾ Finesse de mouture, m ² /kg (min./max.) (Blaine) (ASTM C204)	280/360
Résistance à la désagrégation, expansion maximale (norme A3004-B5)	0,3 %
Résistance aux sulfates 14 jours, expansion maximale (norme A3004-C6)	0,050 %
Temps de prise initiale en minutes, appareil Vicat, norme A3004-B2	
minimum	120
maximum	375
Chaleur d'hydratation à 7 jours kJ/kg (max.) (norme A3004-B7)	275 ⁽²⁾

Notes : ⁽¹⁾ Pour le cas de dérogation des valeurs minimales, une revérification sera faite avec l'appareil «Turbidimeter» ASTM C115. La valeur minimale requise est de 160 m²/kg pour le ciment type LH-HQ (20M).

⁽²⁾ La chaleur d'hydratation moyenne de 5 essais consécutifs doit être inférieure à 265 KJ/kg et 90 % des résultats doivent être inférieurs à l'exigence maximale de 275 kJ/kg

4.6 Caractéristiques mécaniques

Tableau 3 – Caractéristiques mécaniques

DESCRIPTION DE L'ESSAI	EXIGENCES
Résistance à la compression, MPa (min.)	
à 3 jours	9,5
à 7 jours	14,0
à 28 jours	26,5
à 91 jours	36,0

Notes :

- a) Pour le type de ciment portland LH-HQ (20M), les cubes d'essai doivent être préparés avec un rapport eau/ciment de 0,470 en masse.
- b) 90 % des résultats doivent être supérieurs aux valeurs exigées.

5. Méthodes et fréquences d'essais

5.1 Méthodes d'essais

Tous les essais sont exécutés selon les méthodes décrites dans les normes CSA A3003-08 et CSA A3004-08 et si elles n'existent pas dans cette norme, on doit se référer aux normes ASTM pertinentes.

5.2 Fréquences d'essais

Les essais doivent être exécutés aux fréquences indiquées au tableau suivant :

Tableau 4 – Fréquences d'essais

MATÉRIAU	ESSAI	FRÉQUENCE	REMARQUE
Ciment	Finesse de mouture (Blaine)	1/500 tonnes	
	Temps de prise initiale	1/500 tonnes	
	Résistance à la compression sur cubes (50 mm de côté)	1/500 tonnes	3 cubes à 3 jours 3 cubes à 7 jours 3 cubes à 28 jours 3 cubes à 91 jours
	Résistance aux sulfates	1/2000 tonnes	
	Résistance à la désagrégation	1/500 tonnes	
	Chaleur d'hydratation à 7 jours	1/500 tonnes	
	Essais chimiques selon l'article 4.4	1/5000 tonnes	

Note : La fabrication du ciment est de l'ordre de 500 à 2 500 tonnes/jour

6. Contrôle de la qualité

6.1 À la cimenterie

Le cimentier doit pratiquer l'autocontrôle, tel que défini aux chapitres 4 et 5. Un rapport sur toutes les caractéristiques énumérées au chapitre 4 du présent devis et une attestation que les essais ont été faits selon les modalités définies au présent devis doivent être soumis à l'Entrepreneur avant expédition de chaque livraison de la cimenterie. L'Entrepreneur doit transmettre tous les rapports provenant du cimentier à Hydro-Québec, également avant la livraison du ciment au chantier. Le cimentier est autorisé à transmettre en copie conforme les résultats obtenus à la cimenterie. Lorsque le transport s'effectue par train, chaque wagon doit posséder une fiche qui identifie la date du rapport et de l'attestation ci-haut mentionné. Une copie de chaque fiche sera remise à Hydro-Québec.

Dans un premier temps, ce rapport sera soumis avec les résultats d'essais sur la résistance à la compression à 3 jours et par la suite, il sera complété avec les résultats à 7, 28 et 91 jours.

6.2 Au chantier

L'Entrepreneur doit mettre en œuvre des procédures de suivi concernant la gérance de l'entreposage et du transport du ciment.

Les procédures suivantes doivent être appliquées :

- Le ciment provenant de sources différentes devrait être ensilé séparément et ce jusqu'à son incorporation dans le béton;
- Les silos contenant un ciment provenant d'une source doivent être complètement épuisés avant d'ajouter un ciment provenant d'une deuxième source;
- L'Entrepreneur doit aviser Hydro-Québec par écrit de toutes les livraisons de ciment effectuées au chantier;
- Si un autre type de ciment est utilisé à la même usine de fabrication du béton, un système de cadenassage efficace doit être installé à l'entrée des silos et à la sortie des silos;
- Un registre dans lequel les livraisons du ciment doivent être tenues à jour doit être disponible en tout temps pour Hydro-Québec.

7. Échantillonnage et inspections par Hydro-Québec

Le représentant d'Hydro-Québec a en tout temps le droit d'accès pour faire le prélèvement d'échantillons et les inspections à la cimenterie, dans le matériel de transport, aux endroits de stockage, de livraison et de réception. L'Entrepreneur doit mettre à la disposition du représentant d'Hydro-Québec tous les moyens pour faire les prélèvements et inspections sans frais additionnels.

L'Entrepreneur doit installer sur la conduite d'alimentation des silos et sur la benne-balance à ciment à des endroits facilement accessibles des robinets permettant de prélever des échantillons de ciment.

Le prélèvement, l'identification d'échantillons et de lots doivent être conformes à la norme A3004-A1 et aux exigences du présent devis.

À moins d'avis contraire de la part d'Hydro-Québec, les essais au chantier sont effectués sur des échantillons composites formés de trois échantillons simples prélevés à partir de livraisons différentes identifiables soit sur trois citernes différentes à l'intérieur d'une quantité de 500 tonnes. Ces échantillons sont prélevés sur la conduite d'alimentation des silos entre 10 et 90 % du déchargement du ciment de la citerne. Les fréquences d'essais sont celles indiquées à l'article 5.2.

Le ciment en vrac entreposé plus longtemps que six mois à la cimenterie ou entreposé en sacs plus longtemps que trois mois pourra être revérifié afin de s'assurer qu'il est en conformité avec les exigences du présent devis. Alors, Hydro-Québec peut décider de faire revérifier, à la réception, les résultats d'essais de la finesse de mouture (Blaine), du temps de prise, de la résistance à la compression à 3 jours et de la perte au feu.

8. Critères d'acceptation

Toute livraison de ciment doit recevoir l'acceptation du représentant d'Hydro-Québec avant expédition de la cimenterie.

Tout ciment qui n'est pas conforme avec une seule des exigences du présent devis peut être refusé.

9. Marquage, emballage, entreposage

Le ciment doit être marqué, emballé et entreposé en conformité avec les exigences de la norme A3004-A1.