

PAR COURRIEL

Québec, le 9 janvier 2020

Objet : Demande d'accès n° 2019-06-037 – Lettre de réponse suivant un avis au tiers

Monsieur,

Comme nous vous en informions le 19 septembre dernier, le Ministère devait transmettre un avis à un tiers avant de vous remettre un document concernant les plus récents documents en lien avec les bilans et l'état actuel des ouvrages retenus des eaux dans le barrage Kiamika, la digue Kiamika-2 et la digue Kiamika-5.

Le tiers ayant consenti à ce que nous vous transmettions ce document, nous le joignons à la présente. Il s'agit de :

- Extrait d'étude d'évaluation de la sécurité des ouvrages du réservoir Kiamika d'avril 2006, 116 pages.

Conformément à l'article 51 de la Loi sur l'accès aux documents des organismes publics et sur la protection des renseignements personnels (RLRQ, chapitre A-2.1), vous pouvez demander la révision de cette décision auprès de la Commission d'accès à l'information. Vous trouverez, en pièce jointe, une note explicative concernant l'exercice de ce recours ainsi qu'une copie des articles précités de la Loi.

Pour obtenir des renseignements supplémentaires, vous pouvez communiquer avec M. Sergimar Martins De Araujo, analyste responsable de votre dossier, à l'adresse courriel sergimar.martinsdearaujo@environnement.gouv.qc.ca, en mentionnant le numéro de votre dossier en objet.

Veuillez agréer, Monsieur, l'expression de nos sentiments les meilleurs.

La directrice,

(Original signé)

Julie Samuël

p. j. 2



Étude d'évaluation de la sécurité des ouvrages du réservoir Kiamika



Rapport
Volume 1/2



SERVICES ÉNERGIE BROOKFIELD INC.

Étude d'évaluation de la sécurité des ouvrages du réservoir Kiamika

RAPPORT
VOLUME 1/2

RSW INC.
1010, de la Gauchetière Ouest, bureau 500
Montréal (Québec) Canada H3B 0A1

P48-0191 COR-EX (EX-0059)

Avril 2006

Téléphone : (514) 878-2621

Télécopieur : (514) 397-0085

Courriel : rsw@rswinc.com

La qualité du roc est qualifiée de « excellente » avec des indices de récupération de 100% et des indices de qualité de la roche (RQD) pour les deux forages variant de 89% à 100% (réf. LVM-Fondatec, annexe E).

Les essais d'eau sous-pression ont montré des absorptions de 1,0 l/min.m au forage F-1-05 et de 3,3 l/min.m au forage F-2-05. Les essais d'eau sous-pression ont été réalisés sous des pressions d'injection d'eau de 139 à 375 kPa (réf. LVM-Fondatec, annexe E).

Un piézomètre de type « Casagrande » a été installé dans le forage F-1-05 à tous les forages pour mesurer, s'il y a lieu, les sous-pressions de la fondation du barrage.

6.3 OBSERVATIONS DU BARRAGE

Les ouvrages du barrage ont fait l'objet d'une inspection visuelle afin de relever les dommages apparents. Les observations relevées lors de l'inspection à sec, plus précisément sur les parties non-submergées du barrage, sont décrites de façon générale dans les sections subséquentes. Les observations détaillées et les photos associées sont présentées à l'annexe C-1. Les observations détaillées de l'inspection sous-marine sont décrites dans le rapport inclus à l'annexe F.

Le niveau d'eau du côté amont était à l'élévation 268,95 m lors des inspections visuelles.

Il est important de noter que les niveaux exprimés dans le présent rapport et dans les annexes ne sont pas des niveaux mesurés mais plutôt les niveaux indiqués sur les dessins de référence selon le système impérial (en pieds) et convertis en unités du système géodésique canadien (en mètres). Les dessins de références sont inclus à l'annexe G.

Les unités utilisées dans ce rapport pour le dimensionnement des anomalies en hauteur (H), largeur (L) et profondeur (P) sont exprimées en millimètres, sauf indication contraire.

6.3.1 Culées gauche et droite

Les culées gauche et droite sont des ouvrages de type barrage poids. La culée gauche est composée de quatre plots dont seulement deux sont visibles, soit les plots B et C. Les deux autres plots de la culée gauche sont enfouis dans le remblai. La culée droite, située à l'autre extrémité du barrage, est composée de deux plots, soit les plots D et E. Alors, seulement les plots visibles ont été observés.

Les culées gauche et droite sont, de façon générale, en « très bon » état.

Dans la partie submergée de la culée gauche, on observe des anomalies mineures au droit du joint de construction horizontale (niveau 268,224 m) tel que de l'érosion localisée, un nid de cailloux, un éclatement de béton mineur et une fissure verticale ouverte.

Dans la partie non-submergée de la culée gauche, on constate un manque de scellement du joint de retrait verticale et une détérioration du béton dans la partie supérieure au droit de ce joint, et cela de part et d'autre du barrage. Quelques détériorations de béton mineures sont également visibles sur la crête, notamment une, le long de ce joint. Au plot C, on observe un suintement le long des deux joints de construction (niveaux 268,224 m et 262,738 m). On peut constater également un suintement au joint de retrait entre le plot C et le premier pilier de la section déversante gauche.

La culée droite du barrage ne présente aucune anomalie importante du côté aval, ni du côté amont incluant la partie submergée.

6.3.2 Sections déversantes gauche et droite

Les sections déversantes gauche et droite sont situées de part et d'autre de l'ouvrage de contrôle. Elles sont composées chacune de quatre plots de deux passes, pour un totale de huit passes. La section déversante gauche est composée des passes n^{os} 1 à 8 tandis que la section déversante droite est composée des passes n^{os} 12 à 19.

La tablier de la passerelle de béton qui surplombe les sections déversantes gauche et droite se comporte bien. Les réparations effectuées antérieurement

sur les rampes d'accès aux extrémités de la passerelle ont subies une légère détérioration. On observe également une détérioration du béton sur la face aval du tablier à la passe n° 8. Les garde-corps de part et d'autre de la passerelle ne semblent pratiquement pas atteints par la corrosion mais on constate que de nombreux panneaux et barreaux de garde-corps ont été déformés par des impacts de véhicules tout terrain qui circulent sur le barrage.

De façon générale, presque tous les piliers supportant la passerelle au-dessus des déversoirs montrent des fissures verticales sur leurs faces aval et une fissuration polygonale fermée d'efflorescence et de calcaire sur les parois amont ce qui indique la présence d'une réaction alcalis-granulats (RAG) probable. Parmi ces piliers, quelques-uns sont fissurés sur leurs têtes côté amont et sonnent creux au martelage.

Dans l'ensemble, la surface aval des déversoirs est en « très bon » état. Le béton des sections déversantes du barrage comportent de légères détériorations locales considérées comme normales et sans conséquences. Les anomalies communes aux sections déversantes gauche et droite sont des défauts mineurs tels que quelques fissures, des détériorations de faibles profondeurs sur le béton de masse et au droit des joints de construction et quelques suintements au droit des joints de construction. On observe également des suintements aux joints de retrait entre la section déversante gauche et les deux piliers d'extrémités. Les joints de retrait situés en aval des sections déversantes gauche et droite se comportent bien.

Les drains du système de drainage du barrage sont situés au pied aval, au droit des joints de retrait. Selon les dessins de référence du barrage, il existe quatre exutoires de drains pour chacune des sections déversantes du barrage. Les deux premiers exutoires de drains de la section déversante gauche, vis-à-vis les piliers n°s 1 et 3, et tout ceux de la section déversante droite, vis-à-vis les piliers n°s 14, 16, 18 et 20, sont obstrués par du sable et de l'enrochement. Par contre, on observe une venue d'eau importante provenant des drains localisés vis-à-vis les piliers n°s 7 et 9 de la section déversante gauche. Ces venues d'eau s'écoulent vers un seuil jaugeur à quelques mètres en aval.

Dans la partie submergée des sections déversantes gauche et droite, on constate des anomalies tel que de l'érosion localisée au droit du fond marin, des nids de cailloux, des éclatements mineurs de béton et quelques fissures verticales. L'érosion peut atteindre une profondeur qui varie entre 100 mm et 150 mm par endroits. Les éclatements observés ont une surface très minime avec des profondeurs qui varient entre 50 mm et 100 mm.

6.3.3 Ouvrage de contrôle

L'ouvrage de contrôle est située entre les sections déversantes gauche et droite et est composé d'un déversoir à poutrelles (passe à billes), une vanne de fond et une vanne de demi-fond lesquels sont identifiées comme la passe n°9, la passe n°10 et la passe n°11 respectivement.

Dans l'ensemble, le béton des piliers de l'ouvrage de contrôle ne montrent pas de problèmes majeurs de détérioration. Les côtés et la face aval des piliers semblent généralement en « bon » état. Toutefois, on observe sur quelques piliers, une détérioration du béton au droit des joints de construction, plus particulièrement à l'arête de la face aval et le côté du pilier. On peut également constater des épaufrures de béton et des ouvertures au droit des joints de construction sur les faces latérales et aval des piliers.

Le pilier n°11, situé entre la vanne de fond et la vanne de demi-fond, possède deux fissures obliques ouvertes. Il faut noter que ces fissures ont été visualisées de loin dû à l'inaccessibilité des pertuis adjacents au pilier. La première fissure est sur le côté droit du pilier et son ouverture est estimée à 25 mm à la surface. La deuxième fissure pourrait être un joint de coulé. Elle est située du côté gauche du pilier et semble suivre le profil du coursier adjacent du côté droit. Son ouverture est estimée à 15 mm.

Le manque d'étanchéité au droit des poutrelles de la passe à billes et de la vanne de demi-fond n'a pas permis l'inspection du béton au droit des rainures et des coursiers de ces derniers. La vanne de fond n'a pu être inspectée à sec car elle est submergée en partie. Le coursier du déversoir à poutrelles (passe à billes) a été inspecté en partie du haut du tablier et un écoulement d'eau était présent dans le passage. On constate de l'érosion généralisée sur toute la surface du coursier et une érosion plus prononcée à la jonction blindage –

béton du coursier. La profondeur de l'érosion le long du joint varie entre 100 mm et 200 mm.

Les murs guideaux se comportent bien. On aperçoit à l'occasion une faible érosion localisée près du niveau d'eau, un nid de cailloux et un joint de construction et quelques fissures obliques.

Dans la partie submergée de l'ouvrage de contrôle, on constate des anomalies tel que de l'érosion au droit des rainures, des éclatements de béton, et quelques fissures verticales. Les zones d'érosion, parfois avec acier d'armature apparent, peuvent atteindre une profondeur qui varie entre 25 mm et 150 mm par endroits. Les éclatements de béton observés ont une surface très minime avec des profondeurs qui peuvent atteindre 150 mm.

Des infiltrations d'eau détectées antérieurement qui ont fait l'objet d'une étude détaillée (réf. 24) sont toujours présentes. Ces infiltrations proviennent d'une zone de roc fracturé dans le canal d'amenée de la vanne de fond. Lors de la présente étude, un essai de coloration a été effectué mais ne s'est pas avéré concluant en raison du fort débit d'adduction qui diluait excessivement le produit de coloration. Par contre, un deuxième essai s'est avéré plus concluant en remettant en suspension une grande quantité de particules fines provenant du fond marin au droit de la zone de roc fracturé. Ces particules fines ont été rapidement retrouvées à la sortie du drain vis-à-vis le pilier n°9 de la section déversante gauche, ce qui nous permet de confirmer que les infiltrations d'eau dues à la zone de roc fracturée communiquent avec le système de drainage de la section déversante gauche.

6.4 ÉQUIPEMENTS DE MÉCANIQUE LOURDE

6.4.1 Description des équipements de mécanique lourde

6.4.1.1 Généralités

Les équipements de mécanique lourde sont localisés dans la section de contrôle de l'ouvrage où sont situés les passages hydrauliques. De la rive gauche à la rive droite, on retrouve successivement le déversoir à poutrelles, le passage de fond et le passage de demi-fond. Le déversoir à poutrelles est équipé principalement d'un jeu de poutrelles et d'un palonnier qui s'insèrent

7. DIGUES MORIER, KIAMIKA-2 ET KIAMIKA-5

7.1 GÉNÉRALITÉS

L'état général des ouvrages en remblai (digues Morier, Kiamika-2 et Kiamika-5) a été évalué au cours d'une visite d'inspection réalisée le 27 juin 2005.

Cette inspection visuelle, réalisée par les représentants de RSW ayant une expertise en conception d'aménagement d'ouvrages similaires, a couvert les aspects liés à la géotechnique de ces digues. Cette inspection a ainsi permis de déterminer l'état et le comportement de ces ouvrages, en vue de recommandations sur leur entretien et éventuelle réparation.

Le détail des observations sur l'état de ces ouvrages est décrit aux sections suivantes de ce rapport et les photos associées se trouvent à l'annexe C-3.

7.2 OBSERVATIONS DIGUE MORIER

7.2.1 Description

La digue Morier est une digue en remblai mise en eau en 1954. Elle s'étend sur une longueur d'environ 630 m et possède une hauteur maximale de 18,5 m par rapport au socle rocheux, ou 15 m par rapport au terrain naturel. Cette digue est un ouvrage de type zoné constitué d'un noyau central de till fondé sur le roc. Ce noyau est protégé en aval par un filtre de sable de 1,5 m de largeur et entouré par des recharges amont et aval formées de matériaux granulaires perméables (réf. dessin KRF-001-004, annexe G).

Le talus amont est protégé par un enrochement de protection de 0,9 m d'épaisseur, placé suivant une pente de 3H:1V du pied amont de la digue au niveau 271 m, et selon une pente de 2H:1V entre les niveaux 271 m et 272,95 m (niveau maximal de la crête).

Le talus aval est protégé par une couche de gravier de 0,3 m d'épaisseur placée selon une pente de 2,5H:1V du pied aval de la digue au niveau 271 m et suivant une inclinaison de 2H:1V entre les niveaux 271 m et 272,95 m.

Des essais de pénétration standard (SPT) et des analyses granulométriques, effectués en 1997 durant la mise en place des piézomètres, indiquent que la recharge aval de la digue est constituée de sable graveleux avec traces de silt ou silteux, de compacité dense à très dense (N variant de 40 à 100). Le noyau, constitué de till, a une compacité allant de moyenne à très dense (N variant de 25 à 71).

Le terrain naturel retrouvé est constitué de sable et gravier avec des traces de silt, ou de sable avec traces de gravier et un peu de silt. La compacité mesurée dans ce secteur varie de moyenne à très dense (N variant de 11 à 51) (réf. 10).

Le système d'auscultation de la digue Morier comprend 12 repères-témoins installés en 1991 servant à mesurer les déplacements en crête, ainsi que 6 piézomètres installés en 1997 placés dans la recharge aval, au pied aval de la digue et dans le terrain naturel en aval de la digue.

Selon les observations effectuées lors de la visite d'inspection, l'état de la digue Morier peut être qualifié de « très bon ». Cet ouvrage ne présente en effet que des détériorations mineures ou des anomalies qui ne mettent pas en cause son bon fonctionnement et sa pérennité.

7.2.2 Talus amont et aval

Diverses observations ont été notées durant l'inspection visuelle des talus amont et aval de la digue Morier. Ces observations sont les suivantes :

- Du côté amont, l'enrochement de protection en place est relativement homogène, mais disséminé par endroits où l'enrochement est manquant ou laisse apparaître des plus petites pierres, notamment près des chaînages 50, 150, 200 et 575. La granulométrie mesurée de façon aléatoire sur le terrain permet d'obtenir des dimensions minimales et maximales pour l'enrochement d'environ 200 mm et 900 mm respectivement. L'enrochement ne semble présenter aucun signe d'instabilité ni traces d'érosion, ce qui démontre un comportement acceptable.

Il faut toutefois noter que la végétation présente sur le talus amont est très abondante et a rendu l'inspection visuelle de ce secteur difficile (photos G-1 à G-4).

Il faut également noter que cette présence de végétation a empêché de confirmer la présence de terriers de marmottes (dont certains seraient évalués à près de 1,5 m de profondeur) notés dans les rapports et les fiches d'inspections du ministère de l'Environnement (réf. 9 et 10).

La pente moyenne du talus amont, mesurée sur le terrain à l'aide d'un clinomètre de poche, est conforme aux valeurs indiquées sur les dessins de la digue (réf. dessin KRF-001-004, annexe G) avec des pentes de 2H:1V et 3H:1V selon le niveau considéré.

- Du côté aval, la couche de gravier de protection est relativement uniforme. La présence de végétation sous forme d'herbes a été notée (photos G-5 et G-6). Cette végétation moins dense que celle observée sur le talus amont de la digue, ne nuit pas à la protection du talus aval. Aucune trace d'érosion n'a été observée, toutefois, des traces de VTT (véhicules tout terrain) et/ou motos sont visibles à plusieurs endroits du talus aval. La pente moyenne du talus aval, mesurée à l'aide d'un clinomètre de poche, confirme les valeurs (2H:1V et 2,5H:1V) indiquées sur les dessins de la digue (réf. dessin KRF-001-004, annexe G).

7.2.3 Crête

Selon les dessins de la digue Morier (réf. dessin KRF-001-004, annexe G), la partie supérieure de la crête de cet ouvrage est constituée d'une couche de sable et gravier compacté de 0,10 m d'épaisseur et mesure 7,60 m de large. L'inspection visuelle de la crête montre la présence de déformations vallonnées qui pourraient avoir été causées par le passage de véhicules (photo G-7).

7.2.4 Pied aval

Les rapports du ministère de l'Environnement (réf. 9 et 10) indiquent la présence de mares d'eau stagnantes observées entre 1986 et 1989 au pied aval de la digue entre les chaînages 400 et 500 ainsi que près du piézomètre F6. Ces mares n'ont plus été observées depuis 1990 (réf. 9) et n'ont pas été identifiées durant cette visite d'inspection. De plus, l'absence de données recueillies au

piézomètre F6 empêche d'évaluer la profondeur de la nappe phréatique dans ce secteur.

La présence de traces d'eau à la surface du sol a toutefois été notée à 25 m du pied aval de la digue, près du piézomètre F3 (photos G-8 et G-9).

L'analyse des données piézométriques de 1998 à 2002 montre en effet que la nappe phréatique au piézomètre F3 est localisée près de la surface du terrain naturel à une profondeur variant de 0,25 m à 0,89 m selon le niveau d'eau du réservoir Kiamika.

Le piézomètre F3 étant un piézomètre simple (piézomètre à une cellule), il n'est pas possible d'évaluer le gradient vertical à cet endroit.

Il est cependant possible d'évaluer le gradient d'écoulement vers l'aval entre les piézomètres F2 et F3 où il existe un léger abaissement de la nappe entre ces deux piézomètres. Le gradient horizontal entre ces deux piézomètres est négligeable, et mesure en moyenne 0,01 avec une valeur maximale de 0,03. Ces très faibles gradients indiquent que l'écoulement d'eau souterrain au pied aval de la digue n'affecte pas la stabilité du pied aval de l'ouvrage.

7.3 OBSERVATIONS DIGUE KIAMIKA 2

7.3.1 Description

La digue Kiamika-2 est une digue en remblai mise en eau en 1954 qui présente la même coupe type que la digue Morier. Elle s'étend sur environ 344 m de long, possède une hauteur maximale de 17 m au dessus du socle rocheux et de 10 m au dessus du terrain naturel, ainsi qu'une largeur en crête de 7,60 m. Comme la digue Morier, la digue Kiamika-2 est un ouvrage qui sert à retenir les eaux du réservoir Kiamika.

Le talus amont de cette digue est protégé par un enrochement de protection de 0,9 m d'épaisseur, placé suivant des pentes de 3H:1V et 2H:1V selon le niveau considéré. Le talus aval est protégé par une couche de gravier de 0,3 m d'épaisseur, placée suivant des pentes de 2,5H:1V et 2H:1V (réf. dessin KRF-001-004, annexe G).

Des essais de pénétromètre standard (SPT) et des analyses granulométriques réalisés en 2003 durant l'installation des piézomètres dans la recharge aval et dans le terrain naturel en aval de la digue indiquent la présence de sable silteux

ou sable graveleux. Les indices N mesurés montrent une compacité moyenne (N=24) à très dense (N=93).

D'autres sondages effectués en crête de la digue aux chaînages 110 et 160 confirment la présence d'un noyau de till de compacité très dense (indice N autour de 60).

Selon les analyses granulométriques de 2003, le terrain naturel dans le secteur de la digue est défini comme étant du till (sable silteux ou sable et silt avec traces de gravier) (réf. 14).

Le système d'auscultation de la digue est constitué de 6 repères-témoins installés en 1991 permettant de mesurer les déplacements en crête et de 7 piézomètres (1 installé en 1992 et 6 installés en 2003) dans la recharge aval et dans le terrain naturel en aval de la digue.

Un déversoir de jaugeage en "V" a également été installé en 1992 à environ 20 m du pied aval de la digue afin d'évaluer les débits d'eau de fuite (Photo G-19).

Selon les observations faites durant l'inspection, l'état de la digue Kiamika-2 peut être qualifié de « très bon ».

7.3.2 Talus amont et aval

Les observations notées durant l'inspection visuelle des talus amont et aval de la digue Kiamika-2 sont les suivantes :

- L'enrochement de protection amont est généralement uniforme avec quelques pierres manquantes par endroits. La granulométrie de cet enrochement est comparable à celle de la digue Morier, et aucun signe d'érosion n'a été noté durant la visite d'inspection. Toutefois, la végétation présente sur l'enrochement amont est assez dense (photos G-10 et G-11) et doit faire l'objet d'un contrôle plus régulier. Les fiches d'inspection de la digue préparées de 1998 à 2002 par le Centre d'expertise hydrique du Québec (réf. 15) révèlent l'existence de terriers sur le talus amont, dont la présence n'a pas pu être confirmée durant l'inspection visuelle en raison de la végétation abondante. La pente moyenne du talus amont, mesurée à

l'aide d'un clinomètre de poche, est conforme aux valeurs indiquées aux dessins de la digue (réf. dessin KRF-001-004, annexe G).

- Du côté aval, la couche de gravier protecteur de 0,30 m est endommagée, notamment près du chaînage 50 où des traces créées par la circulation de VTT sont observées et laissent apparaître le matériau de la recharge aval de la digue (photos G-12 et G-13). Le gravier est également disséminé par endroits et la présence de végétation (herbes) est également notée (photos G-14 et G-15). Cependant, aucune trace d'érosion n'a été observée. La mesure de la pente du talus aval montre également qu'elle est constante le long de la digue et conforme aux valeurs indiquées aux dessins.

7.3.3 Crête

La crête de la digue Kiamika-2 est formée d'une couche de sable et gravier compactée de 0,10 m d'épaisseur, et des mesures effectuées au cours de la visite d'inspection montrent que la largeur de crête est de 7,60 m tel qu'indiqué aux dessins. Comme à la digue Morier, la crête de la digue Kiamika-2 présente des déformations de vallonement dues au passage de véhicules (photo G-16). Toutefois, ces déformations n'affectent pas la stabilité et l'intégrité de la digue.

7.3.4 Pied aval

L'inspection a permis de noter la présence d'une mare d'eau située près du chaînage 100 à 3 m du pied aval de la digue (photo G-17). Cette mare d'eau est identifiée dans les différents rapports d'inspection du ministère de l'Environnement (réf. 18 et 19) et indiquée aux dessins (réf. dessin B9550-3A, annexe G). Elle s'étend sur une distance d'environ 30 m, sur une largeur de 5 m à 8 m. Cette mare est également observable en hiver (réf. 19). Les lectures piézométriques effectuées au piézomètre F2, situé à environ 1 m en amont de cette mare, affichent des niveaux d'eau supérieurs au niveau du terrain naturel de 0,04 m à 0,24 m. L'analyse des gradients verticaux au piézomètre F2 (selon les données d'août 2003 à juillet 2005) montre toutefois que les gradients sont généralement dirigés vers le bas (gradients descendants) et affichent des valeurs très faibles (figure 7-1), soit une valeur moyenne de 0,01 avec un maximum de 0,04. Ces faibles valeurs indiquent que l'écoulement d'eau souterrain au pied de la digue ne menace pas la stabilité de l'ouvrage.

Une seconde mare d'eau, située en aval du chemin d'accès à la digue à environ 7 m en aval de la première mare, a également été notée (réf. dessin B9550-3A, annexe G). C'est de cette mare d'eau que s'écoule l'eau passant par le déversoir de jaugeage de la digue (photo G-19). L'eau de cette mare s'écoule vers l'aval de la digue dans un canal naturel qui se prolonge dans un secteur boisé. Les débits mesurés varient de 0,08 l/s à 0,80 l/s et peuvent atteindre exceptionnellement des valeurs proches de 1,83 l/s (Figure 7-2). Il n'y a aucune corrélation entre le niveau du réservoir et le débit mesuré au déversoir.

Les données piézométriques recueillies au piézomètre F3, placé à 1 m de cette mare d'eau et à environ 5 m en amont du déversoir de jaugeage (réf. dessin B9550-3A, annexe G), indiquent que la nappe phréatique se trouve près de la surface du terrain naturel à une profondeur moyenne de 0,60 m. Les gradients verticaux qui y sont mesurés sont négligeables (moyenne de 0,007 et maximum de 0,01).

La comparaison des niveaux mesurés aux piézomètres F2 et F3 indique la présence d'un gradient d'écoulement vers l'aval (de F2 vers F3) d'une valeur moyenne de 0,02 et d'une valeur maximale de 0,04. Ce très faible écoulement horizontal s'étend sur environ 12 m (distance séparant les deux piézomètres), et permet de conclure que la seconde mare d'eau est alimentée par la zone de résurgence existant au pied du barrage. Les faibles gradients d'écoulement existant entre les piézomètres F2 et F3 peuvent être considérés comme étant sécuritaires et sont trop faibles pour menacer la stabilité de la digue.

Figure 7-1 Gradients verticaux au piézomètre F2 de la digue Kiamika 2

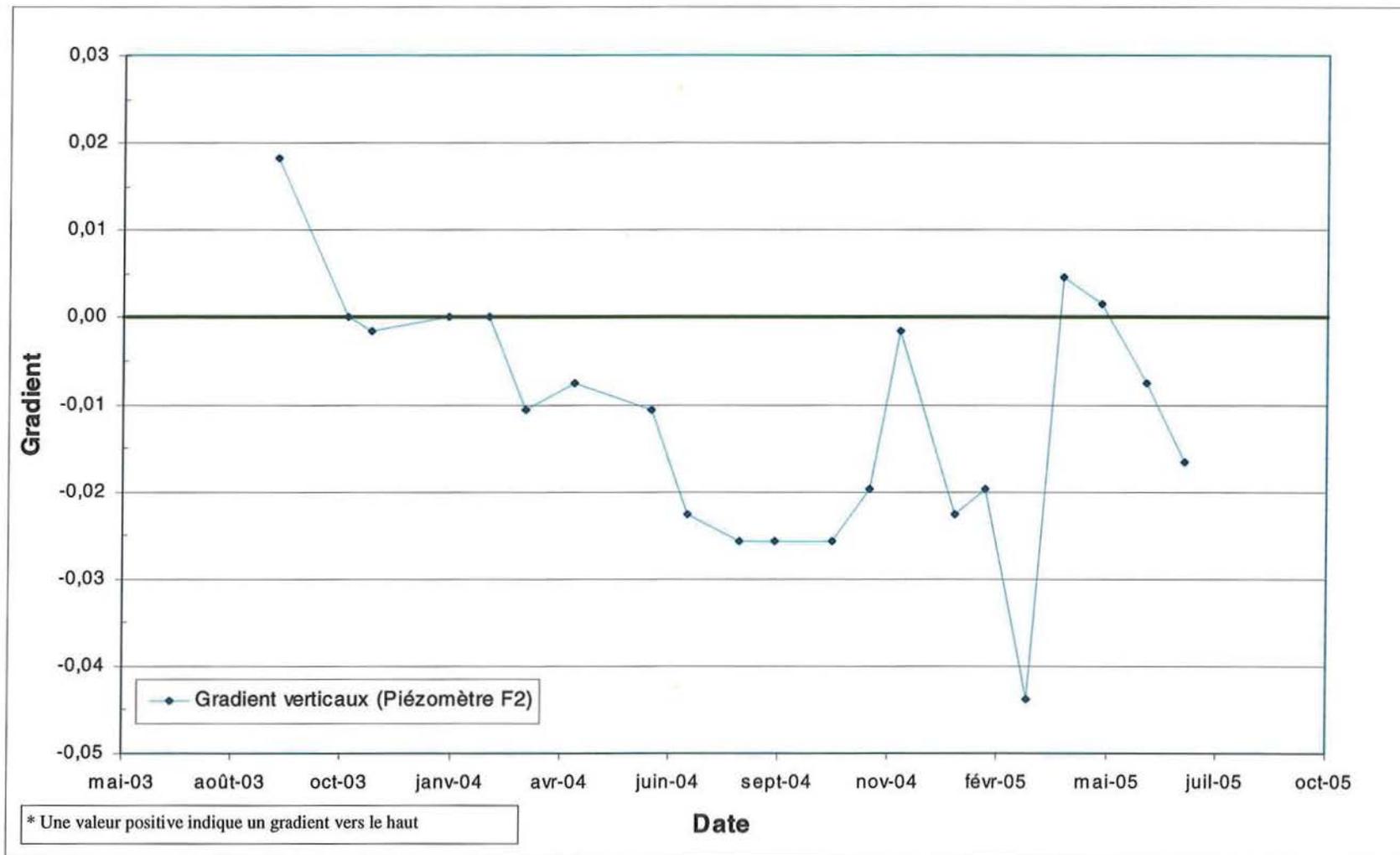
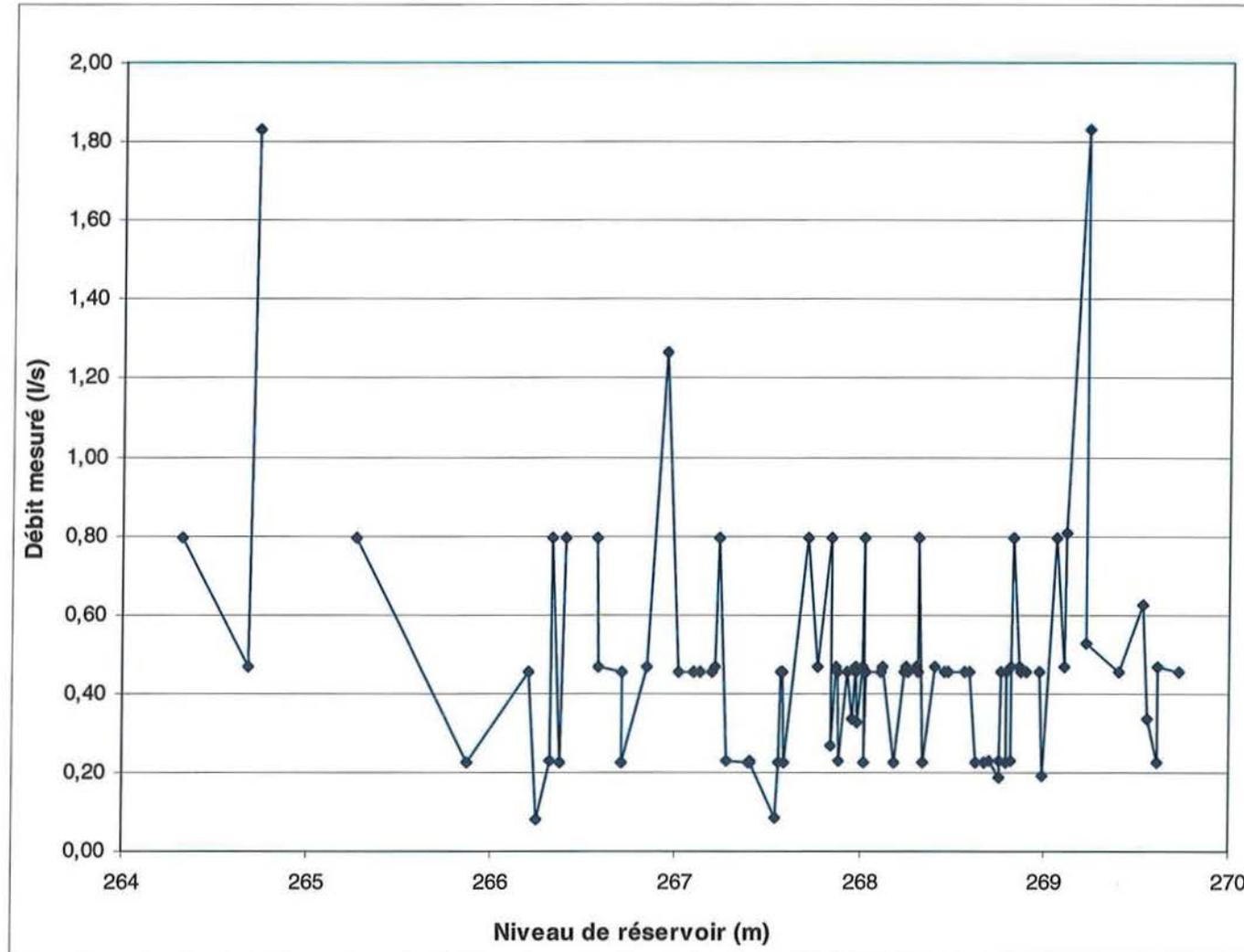


Figure 7-2 Variation des débits au déversoir de jaugeage de la digue Kiamika-2 en fonction du niveau de réservoir



7.4 OBSERVATIONS DIGUE KIAMIKA-5

7.4.1 Description

La digue Kiamika-5 est un petit ouvrage en remblai faisant partie du complexe Kiamika. Cette digue mesure environ 160 m de long, a une hauteur maximale de 2,5 m au dessus du terrain naturel et possède une largeur en crête de 6,4 m. Cette digue n'est pas en contact avec l'eau du réservoir en condition normale et sert de digue de revanche.

Selon le dessin (KRF-001-004, annexe G), la digue Kiamika-5 est constituée d'un noyau imperméable (probablement de till) entouré d'une recharge granulaire et d'un enrochement de protection amont. Le perré du talus amont de cette digue mesure 0,9 m d'épaisseur, placé suivant une pente de 2H:1V du pied amont de la digue jusqu'en crête au niveau 272,9 m (niveau maximal). L'enrochement employé est de même dimension que celui du perré amont des digues Morier et Kiamika-2. La pente du talus aval est de 2H:1V et le matériau de la recharge aval (sable et gravier) n'est pas protégé par une couche de gravier protectrice comme aux digues Kiamika-2 et Morier.

Selon les observations relevées pendant la visite d'inspection, l'état de la digue Kiamika-5 peut être qualifié de « très bon ».

Il faut noter que cette digue ne comporte aucun système d'auscultation et n'a pas fait l'objet d'investigations géotechniques. Ainsi, aucune information géotechnique concernant les déplacements en crête de cette digue n'est disponible.

7.4.2 Talus amont et aval

Les observations sur les talus amont et aval de la digue Kiamika-5 relevés au cours de l'inspection visuelle sont les suivantes :

- Du côté amont, l'enrochement de protection est uniforme et est en « bon » état, aucun signe d'érosion n'ayant été noté. La végétation recouvrant le perré est toutefois assez dense (photo G-20). La pente du talus amont est uniforme et respecte la valeur de 2H:1V indiquée aux dessins.

- Du côté aval, le talus est recouvert d'herbe de longueur moyenne. Cette couverture végétale moins dense que celle observée du côté amont n'affecte pas le comportement de l'ouvrage (photo G-21). Aucune trace d'érosion n'a été observée sur ce talus. La pente moyenne du talus aval, mesurée à l'aide d'un clinomètre de poche, confirme la valeur de 2H:1V des dessins de la digue (réf. dessin KRF-001-004, annexe G).

7.4.3 Crête

La crête de la digue Kiamika-5 est constituée d'une couche de sable et gravier compacté de 0,10 m d'épaisseur et mesure environ 6,4 m de large. L'inspection visuelle de la crête ne révèle aucun phénomène particulier (photo G-22).

7.4.4 Pied aval

Le pied aval de la digue Kiamika-5 est longé par le chemin d'accès conduisant à cet ouvrage. Durant la visite d'inspection, aucune anomalie ou phénomène particulier n'a été relevé dans ce secteur.

7.5 ANALYSES DE STABILITÉ

7.5.1 Généralité et méthodologie

Des analyses de stabilité en conditions statique et sismique des talus amont et aval des digues Morier et Kiamika-2 ont été réalisées en 1998 par RSW (réf. 2). Ces analyses ont été effectuées en 2D et en contraintes effectives avec le logiciel SLOPE/W de GEO-SLOPE, en employant la méthode de Bishop et le modèle de résistance au cisaillement de Mohr-Coulomb. L'effet d'un séisme est introduit dans l'analyse par la méthode pseudo-statique. La valeur retenue pour le coefficient pseudo-statique (k) est de 0,05 (réf. 25).

7.5.2 Critères et paramètres de calcul utilisés

Les caractéristiques géométriques qui ont été utilisées dans ces calculs de stabilité sont les suivantes et se basent sur les informations des dessins KRF-001-004 et KRF-001-002 (annexe G):

- pente amont de 3H:1V jusqu'au niveau 271,0 m et 2H:1V jusqu'au niveau de la crête;

- largeur en crête de 7,6 m;
- niveau 272,8 m en crête;
- pente aval de 2,5H:1V jusqu'au niveau 271,0 m et 2H:1V jusqu'à la crête;
- enrochement de protection amont d'une épaisseur de 0,9 m;
- protection de gravier du talus aval d'une épaisseur de 0,3 m;
- noyau d'une largeur de 4,6 m en crête, s'élargissant selon une pente de 0,5H:1V jusqu'au terrain naturel, rétrécissant par la suite jusqu'au socle rocheux (largeur de 9,1m) selon une pente de 1H:1V;
- filtre aval de 1,5 m de largeur;
- surface du terrain naturel sous la recharge amont fixée au niveau 259,2 m (Morier) et à 263,0 m (Kiamika-2);
- surface du terrain naturel sous la recharge aval variant de 259,2 m à 258,0 m jusqu'au pied de la digue, et diminuant ensuite vers l'aval jusqu'au niveau 257,2 m (digue Morier). Pour la digue Kiamika-2, ce niveau est fixé à 263 m;
- fondation rocheuse au niveau 254,5 m (Morier) et variant de 257,6 m à 256,0 m dans la direction aval (Kiamika-2).

Les niveaux d'eau considérés sont :

- niveau maximal d'exploitation : 270,66 m;
- niveau minimal d'exploitation : 257,56 m.

Les caractéristiques des matériaux sont :

Riprap :	$\gamma_{sat} = 20 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_h = 18 \text{ kN/m}^3$	$\phi' = 45^\circ$
Recharges amont et aval :	$\gamma_{sat} = 22 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$	$\phi' = 36^\circ$
Filtre aval :	$\gamma_{sat} = 22 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$	$\phi' = 35^\circ$
Noyau :	$\gamma_{sat} = 23 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_h = 22 \text{ kN/m}^3$	$\phi' = 37^\circ$
Protection aval de gravier:	$\gamma_{sat} = 22 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_h = 20 \text{ kN/m}^3$	$\phi' = 40^\circ$
Terrain Naturel :	$\gamma_{sat} = 23 \text{ kN/m}^3$	$\gamma_h = 22 \text{ kN/m}^3$	$\phi' = 37^\circ$

Ces valeurs sont basées sur les analyses de granulométrie disponibles et sur les valeurs typiques de matériaux semblables telles qu'utilisées pour les ouvrages en terre à la Baie James.

7.5.3 Résultats et conclusions

Selon les observations de l'inspection visuelle réalisée en juin 2005 et présentées dans ce document, les pentes des talus amont et aval des digues Morier et Kiamika sont conformes aux valeurs indiquées aux dessins. Ces pentes correspondent donc aux critères de calculs qui ont été utilisés dans les analyses de stabilité.

La nature et les propriétés des matériaux constituant la digue Kiamika-2, qui étaient présumées dans l'analyse de stabilité de 1998 (réf. 2), ont également pu être confirmées à l'aide des analyses granulométriques et essais de pénétration standard réalisés durant la mise en place des piézomètres à la digue Kiamika-2 en 2003 (réf. 21).

Les informations géotechniques de la digue Morier demeurent inchangées et sont basées sur les essais réalisés en 1997 lors de l'installation des piézomètres de cette digue (réf. 20).

Il faut noter que le niveau d'exploitation maximal du réservoir ne change pas et demeure fixé à 270,66 m, tandis que le niveau d'exploitation minimal du réservoir augmente de 257,56 m à 258,16 m.

Ce changement de niveau n'a toutefois pas d'influence sur l'analyse de stabilité car le niveau 258,16 m demeure inférieur au niveau minimal du terrain naturel sous la recharge amont de la digue Morier (259,2 m) et de la digue Kiamika-2 (263,0 m).

Il faut noter également que le niveau d'eau atteint en crue considéré dans les études de 1998 était de 270,66 m. En considérant le mode de gestion de 2002, le niveau atteint en crue de sécurité est de 270,72 m. Des vérifications ont montré que ce nouveau niveau n'a pas d'influence sur les résultats de l'analyse de stabilité des digues Morier et Kiamika 2 réalisée en 1998 (tableaux 1 à 4, annexe D-2).

La différence entre les niveaux piézométriques utilisés dans le calcul de stabilité de 1998 (réf. 2) et ceux mesurés par les piézomètres de la digue Kiamika-2 (installés en 2003), est négligeable. En effet, les niveaux mesurés aux piézomètres F1 et F4 placés dans la recharge aval de la digue Kiamika-2, affichent des valeurs supérieures de 1 à 2 m par rapport aux valeurs théoriques considérées dans le calcul de 1998. Une vérification a montré que cette différence n'affecte pas les coefficients de sécurité calculés et ne change pas les résultats de l'analyse de stabilité réalisée en 1998 (tableaux 3 et 4, annexe D-2).

Les conclusions de l'analyse de stabilité des digues Morier et Kiamika-2 demeurent donc inchangées. Ainsi, les résultats démontrent que ces deux digues sont des ouvrages stables aussi bien en condition statique que sous sollicitations sismiques, selon les hypothèses de calcul considérées (réf. 2).

La même conclusion peut aussi s'appliquer à la digue Kiamika-5 dont la faible hauteur (2,5 m) et les pentes de 2H:1V suffisent à garantir une stabilité adéquate de cet ouvrage de revanche lorsque les mêmes propriétés de matériaux que ceux des digues Morier et Kiamika-5 sont considérés.

7.6 AUSCULTATION DES DIGUES MORIER, KIAMIKA-2 ET KIAMIKA-5

7.6.1 Digue Morier

Les mesures d'auscultation en crête réalisées en 2004 (réf. 13) montrent que les déplacements enregistrés depuis la mise en place du système d'auscultation en 1992 sont très faibles. En effet, le déplacement maximal suivant l'axe longitudinal de la digue est de 2 mm et de 5 mm suivant l'axe transversal. Le tassement maximal mesuré sur la crête de cet ouvrage est de 3 mm (réf. 13). Les déplacements angulaires des piliers mesurés à l'aide d'assiettes de tiltmètre, affichent également de faibles valeurs. Ces mesures indiquent un déplacement angulaire maximal de 0°2'35" (0,043 degrés) depuis la première installation en 1991. Ces déplacements sont négligeables.

ANNEXE C-1

Observations et photos civil

1. OBSERVATIONS CIVIL

1.1 GÉNÉRALITÉS

Le niveau d'eau du côté amont était à l'élévation 268,95 m lors des inspections visuelles.

Il est important de noter que les niveaux exprimés dans le présent rapport et dans les annexes ne sont pas des niveaux mesurés mais plutôt les niveaux indiqués sur les dessins de référence selon le système impérial (en pieds) et convertis en unités du système géodésique canadien (en mètres). Les dessins de référence sont inclus dans l'annexe G.

Les unités utilisées dans ce rapport pour le dimensionnement des anomalies en hauteur (H), largeur (L) et profondeur (P) sont exprimées en millimètres, sauf indication contraire.

1.2 CULÉE GAUCHE

La culée gauche est un ouvrage de type barrage poids et est composée de quatre plots dont seulement deux sont visibles, soit les plots B et C. Donc, seulement ces deux plots ont été observés.

➤ Face aval :

o Plot B :

- présence de 3 fissures horizontales fermées d'une longueur entre 2 à 3 m chacune (photo C-1) dans la zone à partir joint de retrait entre les plots B et C et le du centre du plot B;
- présence d'une fissure verticale fermée avec efflorescence d'une longueur d'environ 2 m (photo C-2) au centre du plot B;
- détérioration du béton (100H x 350L x 100P) (photos C-1 et C-3) au niveau de la crête et au droit du joint de retrait entre les plots B et C.

- o Plot C :
 - présence d'une fissure oblique fermée avec efflorescence d'une longueur d'environ 2 m (photo C-4) plus ou moins au centre du plot C;
 - suintement au joint de construction (niveau 268,224 m). Présence de végétation dans le joint de construction (niveau 268,224 m) et fuite d'eau active à environ 10 m à la gauche du pilier n°1. Le suintement de ce joint continue dans la face gauche du pilier n°1 sur une distance d'environ 1,5 m (photo C-5);
 - suintement au joint de construction (niveau 262,738 m). Présence de calcaire et dépôts brunâtres le long du joint. Le suintement de ce joint continue dans la face gauche du pilier 1 sur une distance d'environ 3 m (photos C-5 et C-6);
 - suintement du joint de retrait entre la face gauche du pilier n°1 et le plot C (photo C-7);
 - joint de construction ouvert de 5 à 8 mm et quelques éclats de béton de faible profondeur sur la rampe d'accès à la passerelle du déversoir gauche (photo C-8).
- Face amont :
 - o Plot B :
 - présence d'une fissure verticale d'une ouverture de 0,1 mm avec efflorescence plus ou moins au centre du plot B;
 - présence d'une zone humide de 400L x 600H à une distance d'environ 4,3 m à la gauche du joint de retrait entre les plots B et C (photo C-9);
 - manque de scellement au joint de retrait entre les plots B et C et détérioration du béton (100H x 600L x 100P) au niveau de la crête et au droit du joint (photo C-9).

o Plot C :

- présence de trois fissures verticales fermées avec efflorescence situées à environ 2 m, 6 m et 13,5 m à la gauche du pilier n°1 (photos C-10 et C-11) .

➤ Crête :

- manque de scellement au joint de retrait entre les plots A et B (photo C-12) ;
- détérioration du béton (250H x 2500L x 50P) de l'arête aval du plot B (photo C-13);
- détériorations mineures au béton en surface de la crête et aux arêtes au droit du joint de retrait entre les plots B et C, tel qu'observées auparavant sur les faces amont et aval (photos C-14 (amont) et C-3 (aval));
- présence de deux fissures fermées sur la crête qui sont le prolongement des fissures verticales observées sur la face amont (photos C-15 et C-16);
- éclats de béton de faible profondeurs et fissures fermées en amont et en aval de rampe d'accès à la passerelle du déversoir gauche (photos C-17 et C-8).

1.3 SECTION DÉVERSANTE GAUCHE

La section déversante gauche est située à la gauche de l'ouvrage de contrôle et est composée de quatre plots de deux passes chacun pour un totale de huit passes. Pour cette partie du barrage, les passes n°1 à 8 ont été observées.

➤ Déversoirs :

o Passes n°1 et 2 :

- Face amont :
 - rien à signaler.
- Crête :
 - fissure fermée dans la passe n°2 à la droite du pilier n°2 (photo C-18) et à la gauche du pilier n°3 (photo C-19).

- Face aval :
 - joint de construction (niveau 262,738 m) : présence de calcaire sur le long du joint et suintement sur environ 75% du joint (photo C-20);
 - joint de retrait avec le pilier no1 : suintement du joint à partir d'environ 2 m plus haut du joint de construction (niveau 265,481 m) (photo C-20).
- o Passes n^{os} 3 et 4 :
 - Face amont :
 - rien à signaler.
 - Crête :
 - fissure fermée dans la passe n^o4 à la droite du pilier n^o4 (photo C-21).
 - Face aval :
 - joint de construction (niveau 262,738 m) : présence de calcaire brunâtre sur le long du joint et suintement tout le long du joint (photo C-22);
 - passe n^o3 : détériorations mineures du béton d'une profondeur de 25 mm au droit du joint de construction (niveau 262,738 m) et au joint de retrait entre les passes n^{os}2 et 3 (photo C-22);
 - passe n^o4 : épaufrures mineures du béton d'une profondeur de 25 à 50 mm au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photo C-22);
 - passe n^o4 : deux fissures fermées, qui se croisent perpendiculairement, d'une longueur approxi-mative de 2 m chacune situées en bas du joint de construction (niveau 261,214 m) (photo C-22).

- o Passes n^{os} 5 et 6 :
 - Face amont :
 - passe n^o 6 : détérioration du béton de l'arête amont (400L x 100P) à la gauche du pilier n^o 7 (photo C-23).
 - Crête :
 - fissure fermée dans la passe n^o 5 à la gauche du pilier n^o 6 (photo C-24).
 - Face aval :
 - fissure verticale ouverte de 2 mm vis-à-vis le pilier n^o 6 sur toute la hauteur du déversoir (photo C-25);
 - détérioration du béton (900L x 900H x 50P) au droit de la fissure vis-à-vis le pilier n^o 6 et en dessous du joint de construction (niveau 261,214 m) (photo C-25);
 - passe n^o 6 : épaufrure du béton d'environ 100 mm de hauteur et d'une profondeur de 75 mm au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) ; suintement et présence de calcaire au droit de ce même joint (photo C-25).
- o Passes n^{os} 7 et 8 :
 - Face amont :
 - fissure verticale ouverte vis-à-vis le pilier n^o 8 (photo C-26).
 - Crête :
 - deux fissures fermées sur le tablier de la passe n^o 8 (sur le pilier n^o 8) (photos C-26 et C-27);
 - passe n^o 7 : cavité dans le béton (200 x 200 x 50P) à la droite du pilier n^o 7 (photo C-28).

▪ Face aval :

- fissure verticale fermée à partir du pilier N°8 et se prolonge jusqu'au radier (photos C-29 et C-30);
- passe n°7 : épaufrures mineures du béton d'une profondeur d'environ 50 mm au droit du joint de construction supérieure (photo C-29);
- passes n°7 et 8 : suintement et présence de calcaire au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photo C-29);
- manque de scellement dans la partie inférieure du joint de retrait entre le déversoir de la passe n°8 et le pilier n°9 (photo C-29).

➤ Piliers :

De façon générale, presque tous les piliers supportant la passerelle au-dessus des déversoirs montrent des fissures verticales sur leurs faces aval et une fissuration polygonale fermée d'efflorescence et de calcaire sur les parois amont ce qui indique la présence d'une réaction alcalis-granulats (RAG) probable. Parmi ces piliers, quelques-uns sont fissurés sur leurs têtes côté amont et sonnent creux au martelage.

En plus de la fissuration, les anomalies propres à chaque pilier sont décrites ci-dessous :

o Pilier n°1 :

▪ Face gauche :

- quelques fissures fines fermées avec efflorescence (photo C-31);
- suintement et présence de calcaire et de dépôts brunâtres partiellement au joint de construction (niveau 268,224 m) et tout le long du joint de construction (niveau 262,738 m) (photo C-31).

- Face aval :
 - quelques fissures fines fermées avec efflorescence (photos C-31, C-32 et C-33);
 - épaufrure du béton (150H x 1800L x 100P) et suintement avec présence de calcaire et de dépôts brunâtres tout le long du joint de construction (niveau 262,738 m) (photos C-31, C-32 et C-33)
 - épaufrure du béton (75H x 1800L x 50P) tout le long du joint de construction (niveau 265,481 m) (photos C-31 et C-33).
- Face droite :
 - quelques fissures fines fermées avec efflorescence (photos C-34);
 - suintement avec présence de calcaire et de dépôts brunâtres tout le long du joint de construction (niveau 262,738 m) (photo C-34);
 - fissure fine verticale (ouv. 0,1 mm) vis-à-vis la poutre aval de la passerelle (photo C-35).
- o Pilier n°2 :
 - Face gauche :
 - fissure horizontale ouverte de 0,8 mm à 2 mm avec efflorescence sur toute la longueur du pilier vis-à-vis les appuis des poutres de la passerelle (photo C-36);
 - fissure diagonale ouverte de 1 mm en amont de la poutre aval de la passerelle (photo C-36);
 - fissure fine verticale (ouv. 0,1 mm) en amont de la poutre amont de la passerelle (photo C-36);
 - zone de béton avec agrégats exposés entre les poutres de la passerelle. La profondeur est estimée entre 5 et 10 mm (photo C-36).
 - Face aval :
 - fissure verticale ouverte dans le centre du pilier (photo C-37);
 - fissure horizontale ouverte entre le haut du pilier et la poutre de la passerelle (photo C-37);

- détérioration du béton à la base du pilier (photo C-37).
- Face droite :
 - fissure fine verticale (ouv. 0,5 mm) en amont de la poutre aval de la passerelle (photo C-38);
 - zone de béton avec agrégats exposés en aval de la poutre amont de la passerelle. La profondeur est estimée entre 5 et 10 mm (photo C-38);
 - le joint entre le pilier et le déversoir est ouvert d'environ 10 mm (photo C-38).
- o Pilier n°3 :
 - Face gauche :
 - deux fissures horizontales ouvertes dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle. La fissure supérieure est ouverte de 4 mm et celle inférieure est ouverte de 2 mm à 3 mm (photo C-39);
 - deux fissures diagonales fermées avec calcaire sous la poutre amont de la passerelle (photo C-39);
 - zone de béton avec fissures (ouv. 2 mm) et calcaire sonne creux dans la partie supérieure du pilier à partir de la poutre amont vers le nez amont du pilier (650H x 800L) (photos C-18 et C-19);
 - deux fissures diagonales fermées avec calcaire située sous la zone de béton qui sonne creux décrite ci-haut (photo C-39).
 - Face aval :
 - fissure verticale ouverte dans la moitié droite du pilier (photo C-40);
 - présence de calcaire dans la partie inférieure du pilier (photo C-40);
 - fissure horizontale ouverte entre le haut du pilier et les poutres aval de la passerelle (photo C-40).

- Face droite :
 - fissure verticale (ouv. 8 mm) part en amont de la poutre aval de la passerelle et se prolonge jusqu'au déversoir (photo C-41);
 - fissure verticale (ouv. 5 mm) d'une longueur d'environ 350 mm sous l'appui de la poutre aval de la passerelle (photo C-41);
 - les deux fissures décrites ci-haut sont dans une zone de béton qui sonne creux située directement sous l'appui de la poutre aval de la passerelle (356 mm de large) et se prolonge jusqu'au déversoir (photo C-41);
 - fissure sub-horizontale ouverte de 2 mm à 3 mm sur presque toute la longueur du pilier et située à environ 200 mm de la surface du déversoir (photo C-41);
 - la partie amont du pilier est parsemée de fissures fines fermées avec efflorescence photo C-41);
 - zone de béton avec fissures et calcaire sonne creux dans la partie supérieure du pilier à partir de la poutre amont vers le nez amont du pilier (700H x 800L) (photo C-41).
- o Pilier n°4 :
 - Face gauche :
 - trois fissures horizontales ouvertes dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle. La fissure supérieure est ouverte de 0,6 mm, la fissure intermédiaire est ouverte de 1 mm et celle inférieure est ouverte de 0,6 mm à 1 mm (photo C-42);
 - fissure verticale (ouv. 0,6 mm) sous l'appui de la poutre aval de la passerelle se prolonge jusqu'au déversoir (photo C-42);
 - fissure sub-verticale (ouv. 0,6 mm) d'une longueur d'environ 800 mm sous l'appui de la poutre amont de la passerelle (photo C-42);
 - zone de béton avec fissures (ouv. 4 mm à 6 mm) et calcaire sonne creux dans la partie supérieure du pilier à partir de la poutre amont vers le nez amont du pilier (800H x 500L) (photo C-42);

- fissures verticales fermées avec calcaire situées sous la zone de béton qui sonne creux décrite ci-haut. Parmi ces fissures, une est dégagée du calcaire et on détecte une ouverture de 4 mm (photo C-42).
- Face aval :
 - fissure verticale ouverte dans le centre du pilier (photo C-43).
- Face droite :
 - fissure verticale ouverte de 0,3 mm à 1 mm part de l'appui de la poutre aval de la passerelle et se prolonge jusqu'au déversoir (photo C-44);
 - fissure horizontale ouverte de 0,3 mm d'une longueur d'environ 1 500 mm située dans la partie inférieure du pilier (photo C-44);
 - fissure diagonale ouverte de 5 mm à 1 mm d'une longueur d'environ 600 mm située en amont de la poutre amont de la passerelle (photo C-44);
 - le joint entre le pilier et le déversoir est ouvert d'environ 10 mm (photo C-44).
- o Pilier n°5 :
 - Face gauche :
 - deux fissures horizontales ouvertes dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle. La fissure supérieure est ouverte d'environ 10 mm et celle inférieure est ouverte de 0,1 mm (photo C-45);
 - fissure verticale ouverte de 7 mm à 1 mm sur presque toute la hauteur du pilier. Elle débute en amont de la poutre aval de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-45);
 - petites fissures horizontales fermées avec calcaire sous la poutre amont de la passerelle (photo C-46);

- zone de béton avec fissures (ouv. 8 mm et 10 mm) et calcaire, sonne creux dans la partie supérieure du pilier à partir de la poutre amont vers le nez amont du pilier (700H x 1000L) (photo C-46);
- la fissure horizontale ouverte de 8 mm décrite ci-dessus se prolonge dans la poutre amont sur 800 mm avec une ouverture d'environ 3 mm (photo C-46).
- Face aval :
 - fissures verticales ouvertes et fissuration polygonale avec efflorescence et calcaire surtout sur la moitié gauche du pilier (photo C-47);
 - fissure horizontale ouverte entre le haut du pilier et les poutres aval de la passerelle (photo C-47);
 - détérioration du béton à la base de la moitié droite du pilier (photo C-47).
- Face droite :
 - fissure verticale (ouv. 1 mm) d'une longueur d'environ 450 mm sous l'appui de la poutre aval de la passerelle (photo C-48);
 - fissure verticale (ouv. 1,5 mm) à une distance de 300 mm sous l'appui de la poutre aval de la passerelle et se prolonge jusqu'au déversoir (photo C-48);
 - deux fissures fines (ouv. 0,1 mm) au centre/ inférieur du pilier (photo C-48);
 - fissure sub-horizontale ouverte de 0,5 mm à 3 mm sur toute la longueur du pilier et située à environ 200 mm de la surface du déversoir (photo C-48);
 - la partie supérieure amont du pilier est parsemée de fissures fines fermées avec efflorescence (photo C-48);
 - deux fissures horizontales fermées avec calcaire dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle (photo C-48);

- o Pilier n°6 :
 - Face gauche :
 - deux fissures horizontales ouvertes et petite zone d'agrégats exposés dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle. La fissure supérieure est ouverte d'environ 0,4 mm et celle inférieure est ouverte de 0,3 mm (photo C-49);
 - fissure verticale ouverte de 0,4 mm sur presque toute la hauteur du pilier part à 300 mm de l'appui de la poutre aval de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-49);
 - fissure horizontale au niveau des appuis des poutres. Elle débute au nez amont avec une ouverture d'environ 6 mm et se prolonge vis-à-vis l'appui de la poutre aval avec une ouverture d'environ 0,4 mm (photo C-49);
 - deux fissures fines verticales plus au moins au centre de la partie amont du pilier (photo C-49).
 - Face aval :
 - fissure verticale ouverte dans le centre du pilier (photo C-50);
 - fissure horizontale ouverte entre le haut du pilier et la poutre aval de la passerelle (photo C-50).
 - Face droite :
 - deux fissures fines verticales à l'extrémité aval du pilier. La première fissure (ouv. 0,1 mm) part de l'appui de la poutre aval de la passerelle et se termine à environ 600 mm du déversoir. La deuxième fissure (ouv. 0,2 mm) part du déversoir et se termine à environ 500 mm de l'appui de la poutre aval (photo C-51);
 - deux fissures verticales dans la partie supérieure du côté amont du pilier. La première fissure (ouv. 5 mm) est à une distance de 100 mm de la face de la poutre amont et à une longueur d'environ 350 mm. La deuxième fissure (ouv. 0,8 mm) est à une distance d'environ 300 mm de la face de la poutre amont et à une longueur d'environ 900 mm (photo C-52);

- quelques fissures fines fermées avec efflorescence sur le nez amont du pilier (photo C-52);
- le joint entre le pilier et le déversoir est ouvert d'environ 10 mm (photo C-51).
- o Pilier n°7:
 - Face gauche :
 - fissure horizontale ouverte de 0,6 mm dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle. Elle part du coin supérieure de la face amont de la poutre amont et au droite de la poutre aval, elle descend en diagonale et se termine à la face aval du pilier avec une ouverture d'environ 8 mm (photo C-53);
 - fissure verticale ouverte de 0,3 mm sur presque toute la hauteur du pilier part à 300 mm de l'appui de la poutre aval de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-53);
 - fissure sub-horizontale au niveau de l'appui de la poutre amont avec ouverture de 1 mm et va rejoindre fissure verticale décrite ci-haut (photo C-53);
 - fissure diagonale ouverte de 2 mm. Elle débute à l'appui amont de la poutre amont et se termine dans la partie supérieure du pilier à 150 mm du nez amont (photo C-53);
 - quelques fissures fermées avec efflorescence vers le nez amont du pilier (photo C-53).
 - Face aval :
 - fissures verticales ouvertes sur les deux moitiés du pilier (photo C-54);
 - deux fissures obliques ouvertes dans la partie supérieure de la moitié droite du pilier (photo C-54);
 - présence d'un nid de cailloux dans le centre du pilier (photo C-54);
 - détérioration du béton à la base de la moitié droite du pilier (photo C-54).

- Face droite :
 - fissure verticale ouverte de 2 mm sous l'appui de la poutre aval et se prolonge jusqu'au déversoir où l'ouverture est d'environ 12 mm (photo C-55);
 - béton du coin aval du piler sonne creux au martelage (1200H x 200L) et le coin inférieur est disloqué (photo C-55);
 - petit éclat de béton (75H x 50L) au coin de l'appui aval de la poutre aval de la passerelle (photo C-55);
 - deux fissures verticales ouvertes de 0,5 mm au droit de la face amont de la poutre aval d'une longueur d'environ 1 000 mm chacune, dans la partie supérieure du côté amont du pilier (photo C-55);
 - fissure diagonale ouverte d'environ 8 mm débute dans la partie supérieure du pilier à une distance de 500 mm de la poutre et se dirige vers le nez amont du pilier pour finir avec une ouverture de 0,8 mm (photo C-55);
 - quelques fissures fines fermées avec efflorescence vers le nez amont du pilier (photo C-55);
 - deux fissures horizontales à l'extrémité aval du pilier et se prolongent vers l'amont. La première fissure (ouv. 0,3 mm) à une longueur d'environ 1 800 mm. La deuxième fissure, ouverte de 0,2 mm à 0,5 mm, fait presque toute la longueur du pilier (photo C-55);
 - épaufrure du joint entre le pilier et le déversoir (50H x 2000L x 25P) (photo C-55).
- o Pilier n°8 :
 - Face gauche :
 - fissure horizontale ouverte de 1 mm et d'une longueur d'environ 500 mm dans la partie supérieure du pilier, en amont de la poutre amont de la passerelle (photo C-56);

- fissure verticale ouverte de 0,8 mm et d'une longueur d'environ 200 mm dans la partie supérieure du pilier, en amont de la poutre amont de la passerelle (photo C-56);
 - fissure horizontale fermée, située à une distance de 600 mm du sommet du pilier, part de l'extrémité amont du pilier et se prolonge au droit des appuis des poutres de la passerelle (photo C-56);
 - fissure horizontale ouverte de 1 mm et d'une longueur d'environ 1 000 mm dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle (photo C-56);
 - détérioration de béton (300H x 500L x 75P) dans la partie supérieure du pilier au droit du rail aval de l'équipement de levage des vannes (photo C-57);
 - quelques fissures fermées avec efflorescence vers les extrémités aval et amont du pilier (photos C-56 et C-57).
- Face aval :
 - fissure verticale ouverte dans la partie supérieure du pilier (photo C-58);
 - fissures verticales et horizontales fermées avec efflorescence et calcaire dans la partie supérieure et inférieure du pilier (photo C-58);
 - détérioration de béton au droit du joint de construction (niveau 267,005 m) du pilier (photo C-58).
 - Face droite :
 - quelques fissures fermées avec efflorescence (photo C-59);
 - détérioration de béton à l'arête aval du joint de construction (niveau 267,005 m) du pilier (photo C-59).

1.4 OUVRAGE DE CONTRÔLE

L'ouvrage de contrôle est située entre les sections déversantes gauche et droite et est composé d'un déversoir à poutrelles (passe à billes), une vanne de fond et une vanne de demi-fond lesquels sont identifiées comme la passe n°9, la passe n° 10 et la passe n° 11 respectivement (photo C-60).

- Déversoir à poutrelles (passe à billes : passe n°9) :
 - Pilier n°9:
 - Face gauche :
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire (photos C-61 et C-62);
 - détérioration de béton (800H x 300L x 75P) à l'arête aval du pilier au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photos C-61, C-62 et C-63).
 - Face aval :
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire dans la partie supérieure du pilier (photo C-64);
 - épaufrure du joint de construction (niveau 268,529 m) et béton non-solidaire (200H x 200L x 75P) au coin droit du pilier (photos C-64 et C-63);
 - épaufrure du joint de construction (niveau 265,481 m) (200H x 2200L x 50P) (photo C-63).
 - Face droite :
 - joint de construction (niveau 268,529 m) ouvert d'environ 15 mm avec suintement (photo C-65);
 - épaufrure du joint de construction (niveau 265,481 m) et détérioration du béton avec nid de cailloux et suintement) (photo C-66);
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) du pilier (photo C-66).

- Mur guideau :
 - fissure oblique ouverte de 1 mm à 2 mm sur la face gauche de mur (photo C-67).
- Coursier :
 - le manque d'étanchéité au droit des poutrelles de la passe à billes et le ruissellement d'eau sur le coursier rendent l'inspection de ce dernier difficile (photos C-68 et C-69);
 - érosion du béton généralisée d'une profondeur qui varie entre 25 mm et 75 mm sur toute la surface du coursier (photos C-70 et C-71);
 - érosion du béton plus prononcée au joint de contact entre la partie du coursier en acier et la partie en béton. L'érosion est visible sur environ 400 mm de large et d'une profondeur qui varie entre 100 mm et 200 mm, et cela, sur toute la longueur du joint (photos C-70 et C-71).
- Tablier :
 - deux zones de béton détérioré (400H x 2500L x 100P) et (300H x 300L x 75P) sur la face aval du tablier à la gauche du pilier n°9 (passe n°8) (photo C-72);
 - détérioration de béton (300H x 2400L x 100P) sur la face aval du tablier à la gauche du pilier n°9 (passe n°9) (photo C-73).
- o Pilier n°10 :
 - Face gauche :
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire (photo C-69);
 - nid de cailloux (75H x 1000L) dans le béton du joint de construction (niveau 268,529 m) au droit de la rainure de poutrelles. Présence de végétation (photo C-69);
 - joint de construction (niveau 265,481 m) ouvert avec présence de calcaire (photos C-69 et C-74);

- détérioration de béton (300H x 300L x 50P) à l'arête aval du pilier au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photos C-74 et C-75).
- Mur guideau :
 - face gauche: fissure oblique ouverte de 1 mm qui traverse le mur de bord en bord (photo C-76).
- Vanne de fond (passe n°10) :
 - o Pilier n°10 :
 - Face aval :
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire dans la partie supérieure du pilier (photo C-74);
 - joint entre le béton du tablier et le pilier épaufré sur toute la largeur du pilier (photos C-74 et C-77);
 - fissure verticale ouverte sur la paroi vertical du pilier n°10 à partir du coin de la petite ouverture jusqu'au début de la partie inclinée du pilier (photos C-74 et C-77);
 - deux fissures obliques fermées avec efflorescence au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photo C-75);
 - détérioration de béton à l'arête aval au-dessus du passage hydraulique de la vanne de fond (photos C-75 et C-78);
 - détérioration de béton au joint de construction (niveau 257,556 m) sur la face aval du pilier n°10, près du niveau d'eau (photos C-78 et C-79).
 - Face droite :
 - pas visible;
 - Mur guideau :
 - face droite : joint de construction (niveau 257,556 m) ouvert de 10 mm entre le mur guideau et le coursier de la passe à billes (photo C-80).

- o Pilier n°11 :
 - Face gauche :
 - détérioration de béton (300H x 300L x 75P) à l'arête aval du pilier au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photo C-81);
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire dans la partie centrale du pilier et au droit des joints de construction (photo C-81);
 - détérioration de béton (200H x 350L x 100P) à l'arête aval du pilier au droit du joint de construction (niveau 259,994 m) (photos C-82 et C-83);
 - joint de construction (niveau 259,994 m) ouvert d'environ 15 mm au droit de l'arête aval du pilier (photos C-82, C-83 et C-84);
 - fissure ou possiblement joint de coulé oblique ouvert d'environ 10 mm à 15 mm entre le joint de construction (niveau 259,994 m) et le niveau d'eau. Cette fissure ou joint semble suivre le profil du coursier du pertuis adjacent au côté droit (photos C-82, C-83 et C-84).
- Vanne de demi-fond (passe n°11) :
 - o Pilier n°11 :
 - Face aval :
 - détérioration de béton (300H x 1500L x 75P) au joint de construction (niveau 265,481 m) sur la face aval du pilier n°11, près du niveau d'eau (photos C-81, C-85 et C-86);
 - détérioration de béton (200H x 900L x 100P) et présence de végétation au joint de construction (niveau 259,994 m) sur la face aval du pilier n°11 (photos C-82, C-83 et C-85);
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire dans la partie centrale du pilier (photos C-81 et C-85).

- Face droite :
 - fissure oblique ouverte d'environ 1 mm à 25 mm entre le joint de construction (niveau 259,994 m) et le coursier de la vanne de demi-fond (photos C-87, C-88 et C-89);
 - joint de construction (niveau 259,994 m) ouvert d'environ 1 mm à 2 mm (photo C-90).
- Coursier :
 - le manque d'étanchéité au droit de la vanne de demi-fond et le ruissellement d'eau sur le coursier rendent l'inspection de ce dernier impossible (photos C-60 et C-85);
- o Pilier n°12 :
 - Face gauche :
 - joint de construction (niveau 265,481 m) ouvert d'environ 1 mm à 2 mm (photo C-81);
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire à l'extrémité du pilier (mur guideau) (photo C-91);
 - présence d'un nid de cailloux (150H x 150L x 75P) à l'extrémité du pilier (mur guideau) près du niveau d'eau (photo C-91).
 - Face aval :
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire sur la face verticale du pilier n°12 sous la dalle en porte-à-faux du bâtiment de service (photo C-92).

1.5 SECTION DÉVERSANTE DROITE

La section déversante droite est située à la droite de l'ouvrage de contrôle et est composée de quatre plots de deux passes chacun pour un totale de huit passes. Pour cette partie du barrage, les passes n°12 à 19 ont été observées.

- Déversoirs :
 - o Passes n°12 et 13:
 - Face amont :
 - rien à signaler.

- Crête :
 - passe n°12: cavité dans le béton (250 x 250 x 75P) sur la partie supérieure du déversoir vis-à-vis le centre (photo C-93).
- Face aval :
 - passe n°12: présence de mousse sur la partie supérieure du déversoir à proximité du pilier n°12 et au droit du joint de construction (niveau 268,224 m) (photo C-94).
- o Passes n°14 et 15:
 - Face amont :
 - rien à signaler.
 - Crête :
 - rien à signaler.
 - Face aval :
 - passe n°14: épaufrures mineures du béton (50H x 4000L x 25P) au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photo C-95).
- o Passes n°16 et 17:
 - Face amont :
 - rien à signaler.
 - Crête :
 - rien à signaler.
 - Face aval :
 - passe n°16: cavité dans le béton (400H x 400L x 100P) sur la partie supérieure du déversoir vis-à-vis le centre (photo C-97);
 - passe n°16: détérioration du béton (300H x 3500L x 75P) au droit du joint de construction (niveau 268,224 m) (photos C-96 et C-97);
 - passe n°17: épaufrure du béton (150H x 5500L x 75P) au droit du joint de construction (niveau 268,224 m) (photo C-97);

- fissure verticale fermée à partir du pilier n°17 et se prolonge jusqu'au joint de construction (niveau 262,443 m) (photos C-96, C-97 et C-98).
 - o Passes n°18 et 19:
 - Face amont :
 - rien à signaler.
 - Crête :
 - rien à signaler.
 - Face aval :
 - passe n°18: épaufrure du béton (300H x 300L x 50P) au droit du joint de construction (niveau 268,224 m), côté gauche (photos C-99 et C-100);
 - passe n°18: épaufrure du béton (100H x 1000L x 50P) au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photo C-99);
 - passe n°19: cavité dans le béton (300H x 300L x 50P) sur la partie supérieure du déversoir au droit du pilier n°19 (photo C-101);
 - passe n°19: présence de mousse sur le joint de construction (niveau 268,224 m) (photo C-99);
 - passe n°19: épaufrure du béton (150H x 4000L x 75P) au droit du joint de construction (niveau 262,443 m) à partir du pilier n°20 (photo C-99).
- Piliers :

De façon générale, presque tous les piliers supportant la passerelle au-dessus des déversoirs montrent des fissures verticales sur leurs faces aval et une fissuration polygonale fermée d'efflorescence et de calcaire sur les parois amont ce qui indique la présence d'une réaction alcalis-granulats (RAG) probable. Parmi ces piliers, quelques-uns sont fissurés sur leurs têtes côté amont et sonnent creux au martelage.

En plus de la fissuration, les anomalies propres à chaque pilier sont décrites ci-dessous :

o Pilier n°12 :

▪ Face droite :

- quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire (photos C-102, C-103 et C-104);
- zone de béton avec fissures et calcaire sonne creux dans la partie supérieure du pilier à partir de l'échelle d'acier vers le nez amont du pilier (550H x 700L) (photo C-103);
- détérioration de béton (200H x 500L x 100P) dans la partie supérieure du pilier (dans la zone qui sonne creux) au droit du rail amont de l'équipement de levage des vannes (photo C-103);
- deux fissures horizontales ouverte de 0,8 mm chacune et d'une longueur d'environ 500 mm et 900 mm dans la partie supérieure du pilier, en amont de la poutre amont de la passerelle (photo C-103);
- joint horizontal ouvert d'environ 5 mm au niveau des appuis des poutres de la passerelle (photo C-103). Ce même joint est épaupré à partir de la face aval de la poutre aval de la passerelle jusqu'à l'extrémité aval du pilier (100H x 3000L x 50 à 70P) (photo C-104);
- fissure verticale ouverte de 7 mm (haut) à 1 mm (bas) avec efflorescence à partir de l'appui de la poutre aval de la passerelle vers le déversoir (photos C-103 et C-104);
- joint de construction (niveau 268,529 m) ouvert d'environ 1 mm à 2 mm (photo C-105);
- deux fissures obliques ouvertes au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photo C-105);
- détérioration de béton (300H x 800L x 50P) et fissures obliques fermées avec calcaire au droit du joint de construction (niveau 265,481 m) (photos C-105 et C-106);

- fissure oblique ouverte de 1 mm et d'une longueur d'environ 2 m à l'extrémité du pilier près du mur guideau (photo C-107);
- joint de construction vertical ouvert d'environ 1 mm sur une longueur de 1 550 mm entre le pilier et le mur guideau (photo C-107).
- o Pilier n°13 :
 - Face gauche :
 - fissure verticale ouverte de 2 mm (haut) à 0,2 mm (bas) à partir d'environ 250 mm en amont de la poutre amont de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-108);
 - quelques fissures fines (ouv. de 0,1 mm) vers l'amont du pilier.
 - Face aval :
 - fissure verticale ouverte dans le centre du pilier (photo C-109).
 - Face droite :
 - rien à signaler.
- o Pilier n°14 :
 - Face gauche :
 - fissure verticale ouverte de 2 mm (haut) à 0,2 mm (bas) à partir d'environ 250 mm en amont de la poutre amont de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-110);
 - zone de béton avec un réseau de fissures polygonales et calcaire qui sonne creux dans la partie supérieure amont du pilier vers le nez amont du pilier (photo C-110);
 - fissure horizontale ouverte de 1 mm et d'une longueur d'environ 1 000 mm dans la zone de béton qui sonne creux (photo C-110);
 - la partie amont du pilier est parsemée de fissures fines fermées avec efflorescence et calcaire (photo C-110);
 - fissure horizontale ouverte de 0,1 mm dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle (photo C-110);

- fissure verticale ouverte de 0,2 mm part de la face aval de la poutre amont de la passerelle et se continue sur une longueur d'environ 2,5 m (photo C-110);
- fissure verticale ouverte de 5 mm (haut) et fermée avec calcaire débute sous l'appui de la poutre aval de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-110);
- le joint entre le pilier et le déversoir est ouvert d'environ 5 mm (photo C-110).
- Face aval :
 - fissure verticale ouverte dans le centre de la moitié gauche du pilier (photo C-111);
 - fissuration fine fermée avec efflorescence et calcaire dans la partie supérieure et inférieure de la moitié gauche du pilier (photo C-111);
 - détérioration de béton au sommet de la moitié gauche du pilier (au niveau du tablier) (photo C-111).
- Face droite :
 - fissure verticale ouverte de 0,8 mm dans la partie supérieure du côté amont du pilier. Elle est à une distance de 600 mm de la face de la poutre amont et à une longueur d'environ 1,5 m (photo C-112);
 - fissure horizontale ouverte de 0,1 mm dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle (photo C-112).
- o Pilier n°15 :
 - Face gauche :
 - fissure verticale ouverte de 0,8 mm (haut) à 0,3 mm (bas) à partir d'environ 250 mm en amont de la poutre amont de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-113);
 - fissure verticale ouverte de 0,2 mm sous la poutre aval de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-113);
 - quelques fissures fines (ouv. de 0,1 mm) vers l'amont du pilier.

- Face aval :
 - rien à signaler.
- Face droite :
 - rien à signaler.
- o Pilier n°16 :
 - Face gauche :
 - deux fissures verticales ouvertes de 0,8 mm et de 0,4 mm sur la partie amont du pilier (photo C-114);
 - fissure oblique ouverte de 1 mm à 0,2 mm à partir du déversoir et se prolonge vers l'amont (photo C-114).
 - Face aval :
 - rien à signaler.
 - Face droite :
 - zone de béton avec un réseau de fissures polygonales et calcaire qui sonne creux dans la partie supérieure amont du pilier vers le nez amont du pilier (photo C-115);
 - deux fissures verticales ouvertes de 10 mm et de 4 mm d'une longueur d'environ 300 mm chacune dans la zone de béton qui sonne creux (photo C-115);
 - la partie amont du pilier est parsemée de fissures fines fermées avec efflorescence (photo C-115);
 - fissure horizontale ouverte de 0,1 mm dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle;
 - fissure verticale ouverte de 0,1 mm avec efflorescence sous l'appui de la poutre aval de la passerelle (photo C-115).

- o Pilier n°17 :
 - Face gauche :
 - fissure verticale ouverte de 0,2 mm à partir d'environ 250 mm en amont de la poutre amont de la passerelle et se prolonge vers le bas (photo C-116);
 - fissure verticale ouverte de 0,3 mm sous la poutre aval de la passerelle et se prolonge vers le déversoir pour terminer à une ouverture de 0,8 mm (photo C-116);
 - quelques fissures fines (ouverture de 0,1 mm) dans le centre du pilier.
 - Face aval :
 - rien à signaler.
 - Face droite :
 - fissure verticale ouverte de 1 mm dans la partie supérieure du côté amont du pilier. Elle est à une distance de 150 mm de la face de la poutre amont et à une longueur d'environ 1,4 m (photo C-117);
 - fissures obliques ouvertes de 0,2 mm au droit de la fissure verticale décrite ci-dessus dans la partie supérieure du pilier (Photo C-117);
 - fissure horizontale ouverte de 0,2 mm dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle;
 - épaufrure du joint entre le pilier et le déversoir (75H x 2300L x 25P) (photo C-117).

- o Pilier n°18 :
 - Face gauche :
 - fissure verticale ouverte de 5 mm et d'une longueur d'environ 350 mm dans la partie supérieure amont du pilier (photo C-118);
 - zone de béton avec un réseau de fissures fermées avec calcaire dans la partie amont du pilier vers le nez amont du pilier (photo C-118);
 - la partie du pilier sous la passerelle est parsemée de fissures fines entre 0,1 mm et 0,2 mm d'ouverture (photo C-118).
 - Face aval :
 - rien à signaler.
 - Face droite :
 - zone de béton avec un réseau de fissures fermées avec calcaire dans la partie amont du pilier vers le nez amont du pilier (photo C-119).
- o Pilier n°19 :
 - Face gauche :
 - deux fissures verticales ouvertes de 0,5 mm et d'une longueur d'environ 300 mm dans la partie supérieure amont du pilier (photo C-120);
 - zone de béton avec plusieurs fissures fermées avec calcaire dans la partie amont du pilier vers le nez amont du pilier (photo C-120);
 - fissures fines verticales et horizontales entre 0,1 mm et 0,2 mm d'ouverture dans la partie du pilier sous la passerelle (photo C-20);
 - le joint entre le pilier et le déversoir est ouvert d'environ 5 mm à 10 mm (photo C-120).

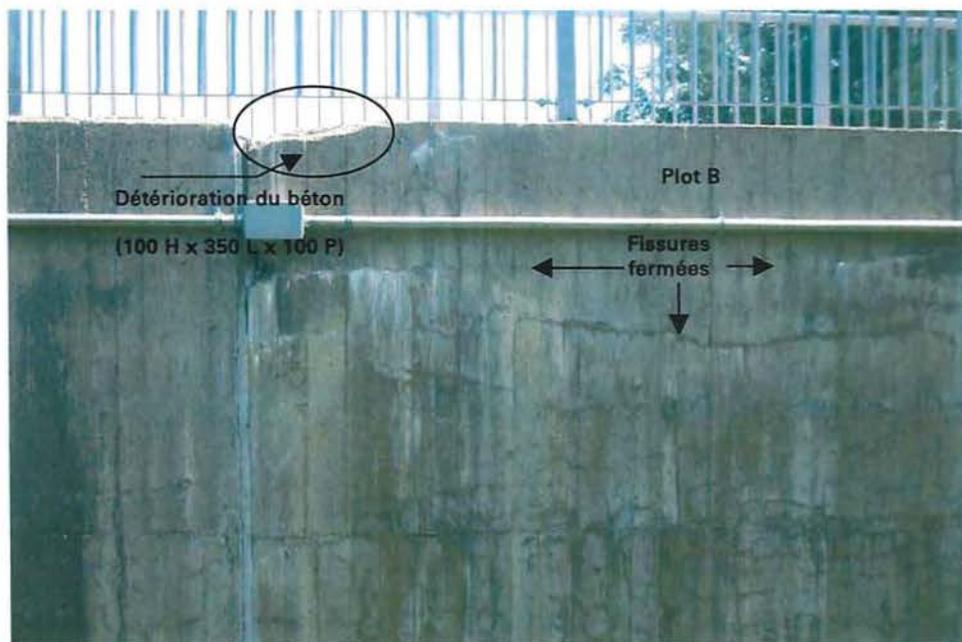
- Face aval :
 - fissures verticales ouvertes dans le centre du pilier (photo C-121);
 - quelques fissures fermées avec efflorescence dans la partie supérieure du pilier (photo C-121).
- Face droite :
 - deux fissures verticales ouvertes de 1 mm dans la partie supérieure amont du pilier (photo C-122);
 - fissure horizontale ouverte de 3 mm dans la partie supérieure du côté amont du pilier. Cette fissure se prolonge dans la face amont de la poutre amont de la passerelle sur une longueur 600 mm avec une ouverture de 2 mm (photo C-122);
 - quelques fissures horizontales et verticales fermées avec calcaire du côté amont du pilier (photo C-122);
 - trois fissures horizontales ouvertes de 0,2 mm à 0,3 mm dans la partie supérieure du pilier entre les poutres de la passerelle;
 - zone de béton (200 mm x 200 mm) avec agrégats exposés à faible profondeur dans la partie du pilier sous la passerelle (photo C-122).
- o Pilier n°20 :
 - Face gauche :
 - béton éclaté sous l'appui de la poutre amont de la passerelle (120H x 360L x 50P) (photo C-123);
 - épaufrure du joint entre les poutres de la passerelle (75H x 1120L x 25P) (photo C-123);
 - quelques fissures horizontales fermées de calcaire au droit de la rainure derrière l'échelle d'acier (photo C-123);
 - fissure oblique (ouv. 0,2 mm) part de l'appui de la poutre aval de la passerelle et se prolonge vers le déversoir (photo C-124);
 - quelques fissures verticales fermées de calcaire vers l'extrémité aval du pilier (photo C-124).

- détérioration du béton (400H x 150L x 50P) au droit de l'arête aval du joint de construction (niveau 267,005 m) (photos C-125 et C-126).
- Face aval :
 - quelques fissures fermées avec efflorescence dans la partie supérieure du pilier (photo C-126);
 - détérioration de béton au coin gauche du joint de construction (niveau 267,005 m) (photo C-126).
- Face droite :
 - quelques fissures fermées avec efflorescence et calcaire dans la partie supérieure du pilier (photo C-127).

1.6 CULÉE DROITE

La culée droite est un ouvrage de type barrage poids et est composée de deux plots, soit les plots D et E. Ces plots ont été observés.

- Face aval :
 - o Plot D :
 - présence de mousse dans le joint de construction horizontal (niveau 269,748 m) à une distance d'environ 5 m du pilier n°20 (photo C-128);
 - joint de construction horizontal (niveau 271,272 m) ouvert de 5 à 8 mm et éclat de béton de faible profondeur sur la rampe d'accès à la passerelle du déversoir droit (photo C-128).
 - o Plot E :
 - rien à signaler.
- Face aval :
 - o Plot D et E :
 - rien à signaler.
- Crête :
 - rien à signaler.



C-1 : Culée gauche – Face aval – Plot B



C-2 : Culée gauche – Face aval – Plot B



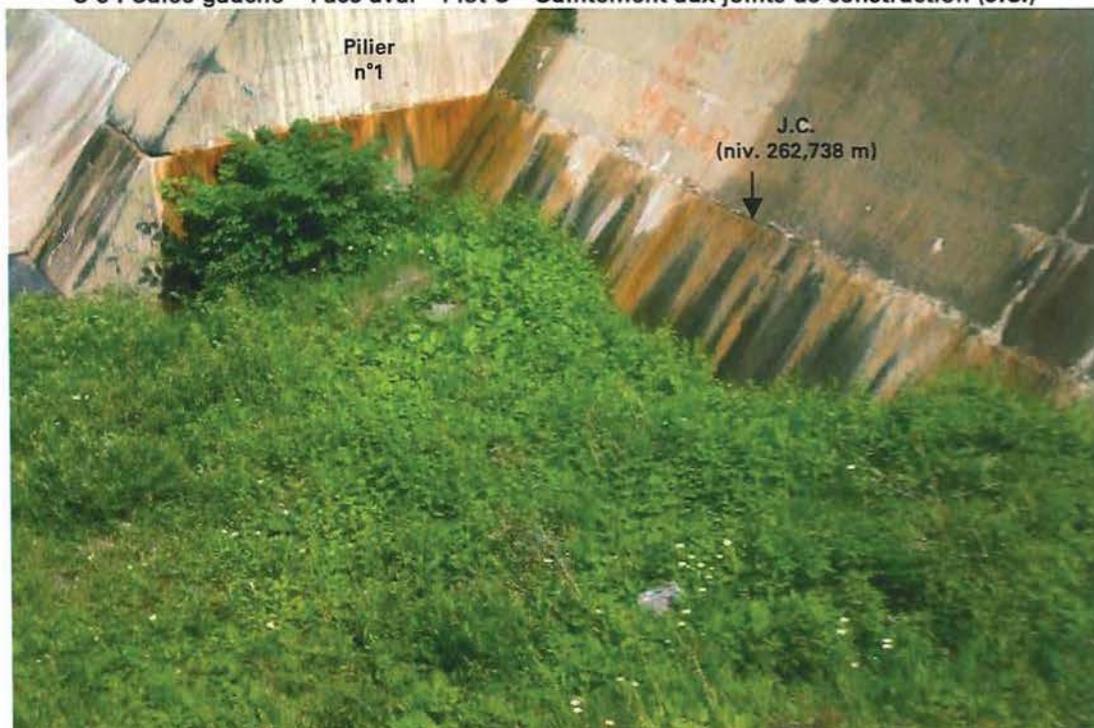
C-3 : Culée gauche – Crête – Plot B



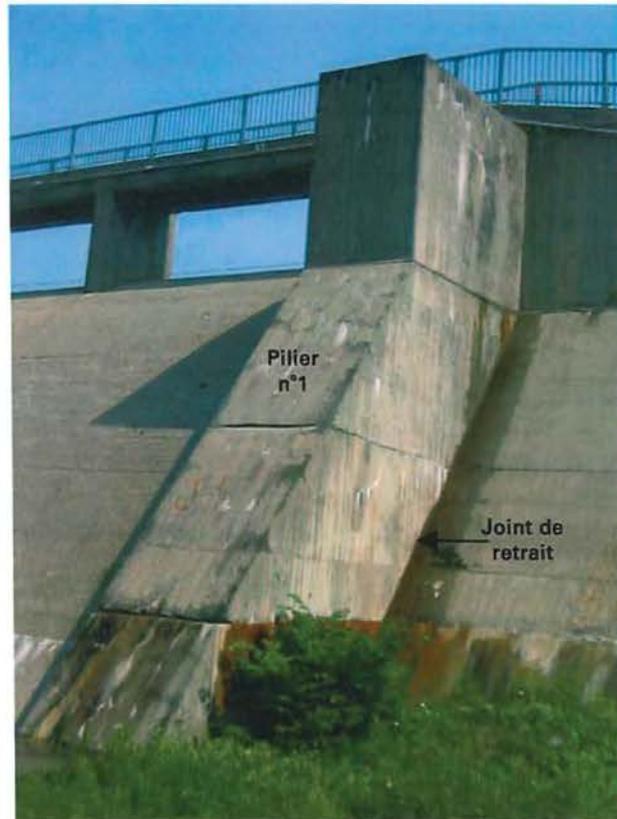
C-4 : Culée gauche – Face amont – Plot C



C-5 : Culée gauche – Face aval – Plot C – Suintement aux joints de construction (J.C.)



C-6 : Culée gauche – Face aval – Plot C – Suintement au joint de construction (J.C.)



C-7 : Culée gauche – Face aval – Plot C – Suintement du joint de retrait au pilier n°1



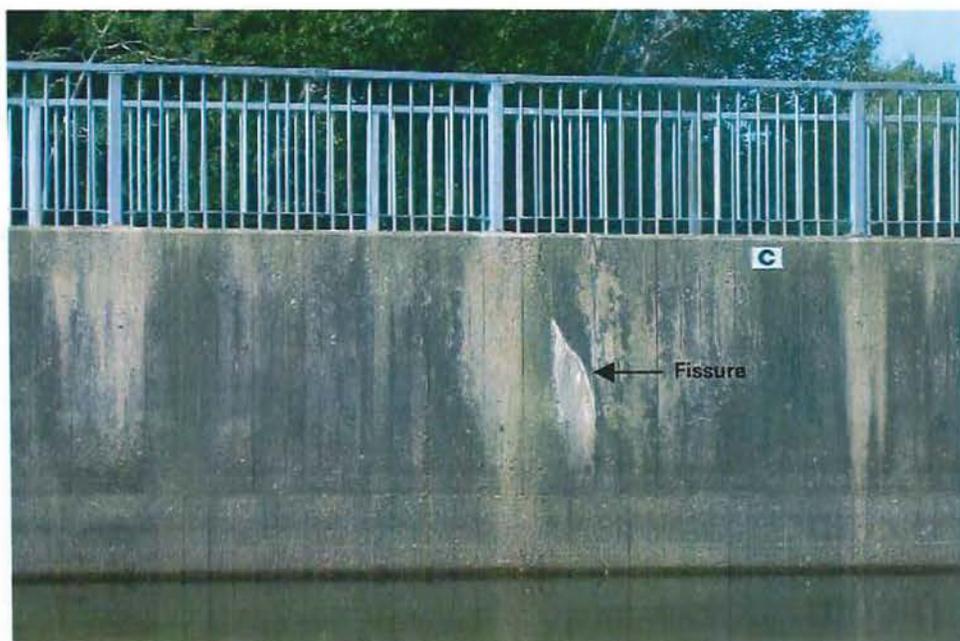
C-8 : Culée gauche – Face aval – Plot C – J.C. de la rampe d'accès ouvert et éclats de béton



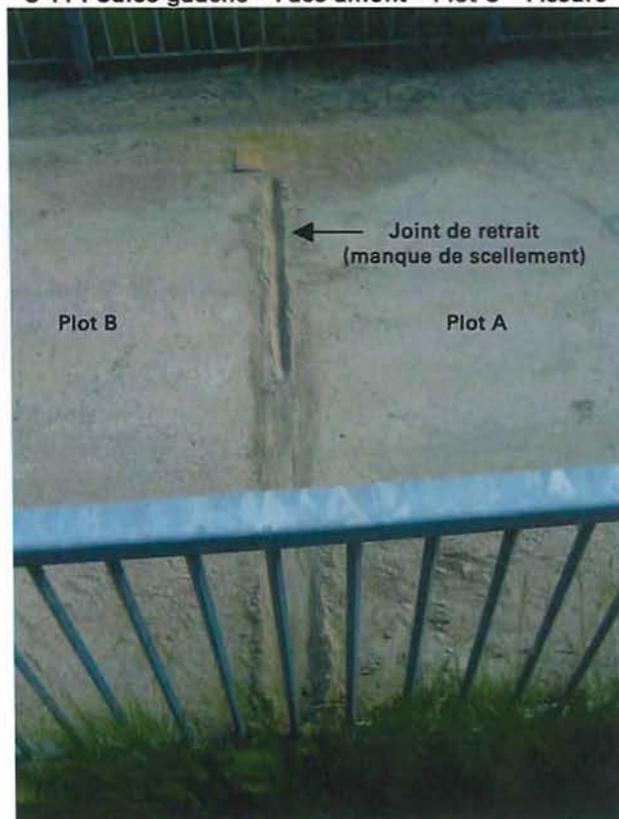
C-9 : Culée gauche – Face amont – Plot B et Plot C



C-10 : Culée gauche – Face amont – Plot C - Fissures



C-11 : Culée gauche – Face amont – Plot C – Fissure



C-12 : Culée gauche – Crête – Joint de retrait entre Plot A et B



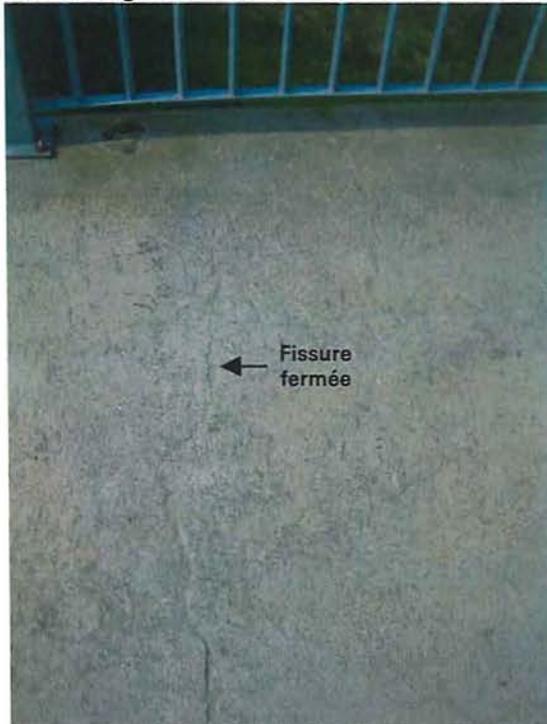
C-13 : Culée gauche – Crête – Plot B



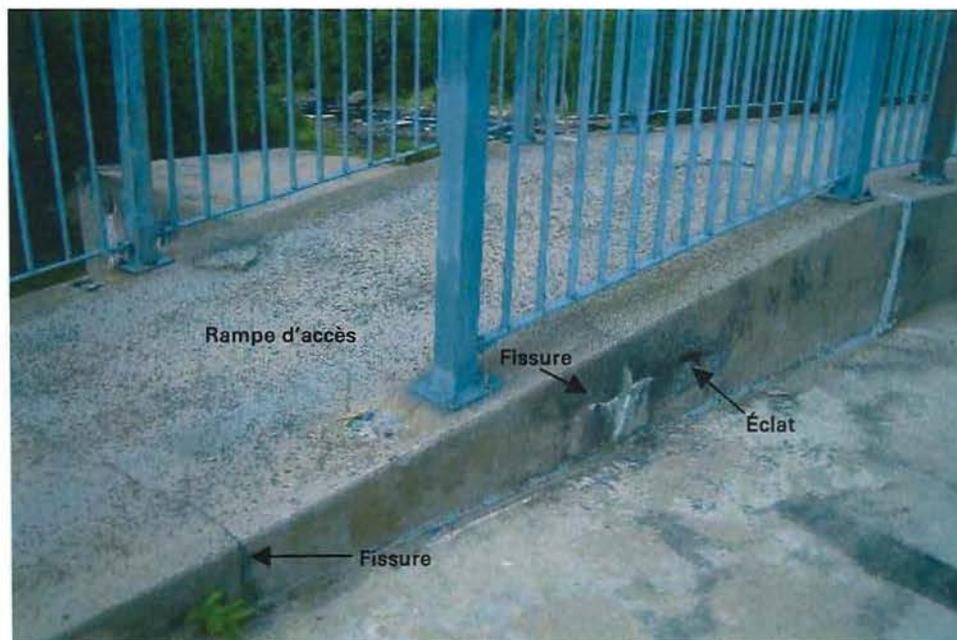
C-14 : Culée gauche – Crête – Joint de retrait au Plot B et C



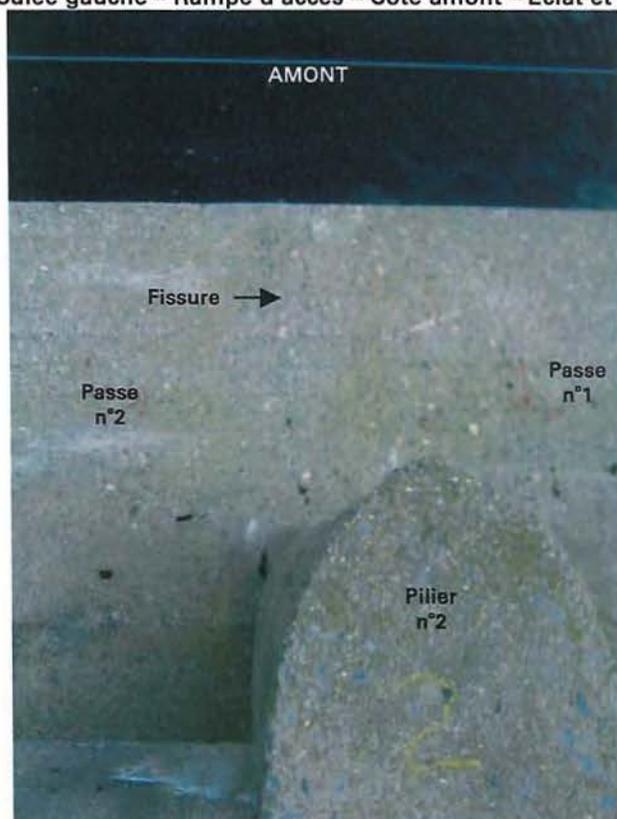
C-15 : Culée gauche – Crête – Plot C – Fissure fermée



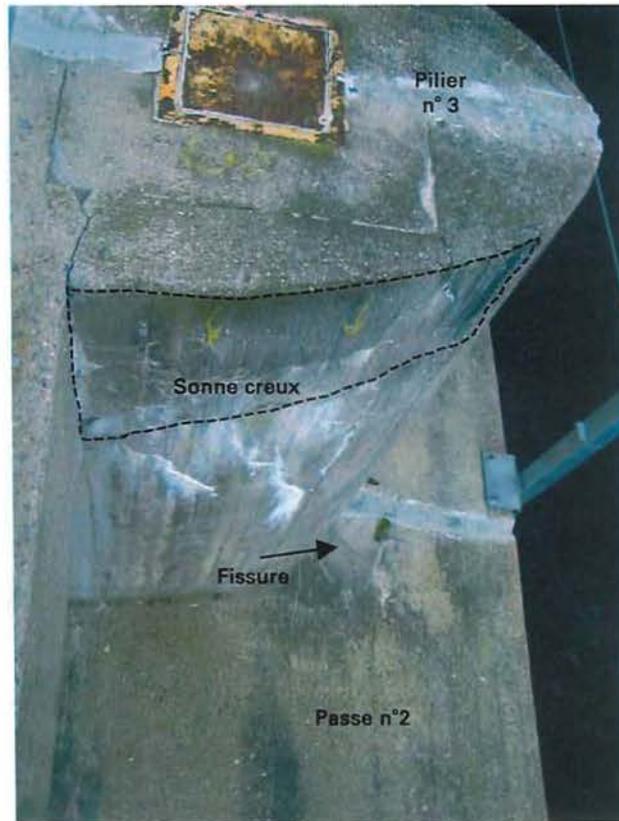
C-16 : Culée gauche – Crête – Plot C – Fissure fermée



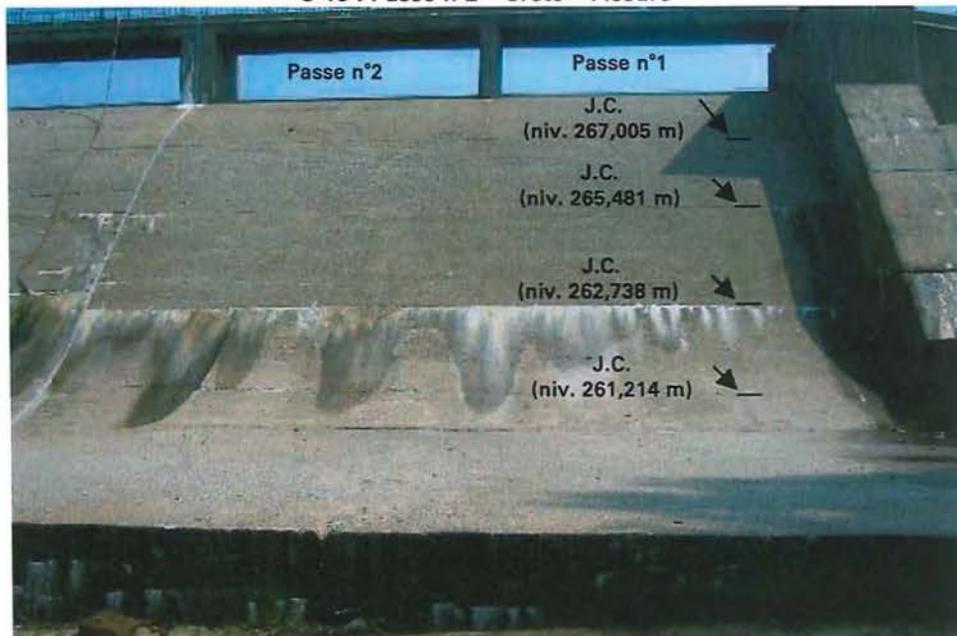
C-17 : Culée gauche – Rampe d'accès – Côté amont – Éclat et fissures



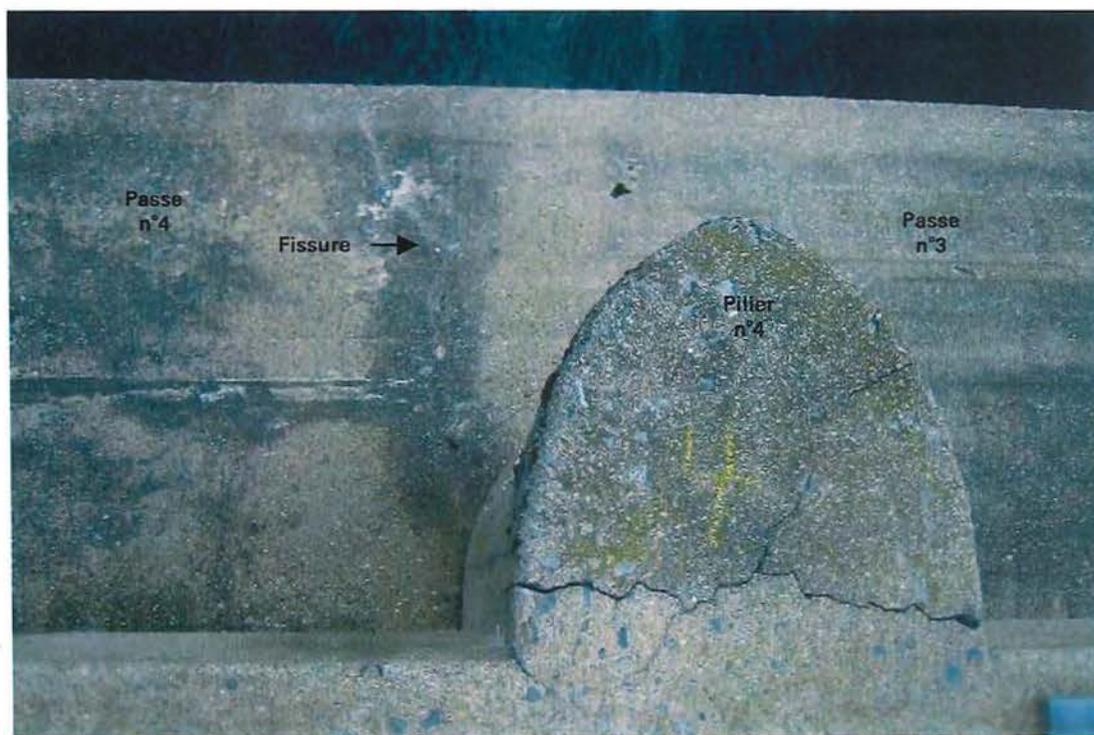
C-18 : Passe n°2 – Crête - Fissure



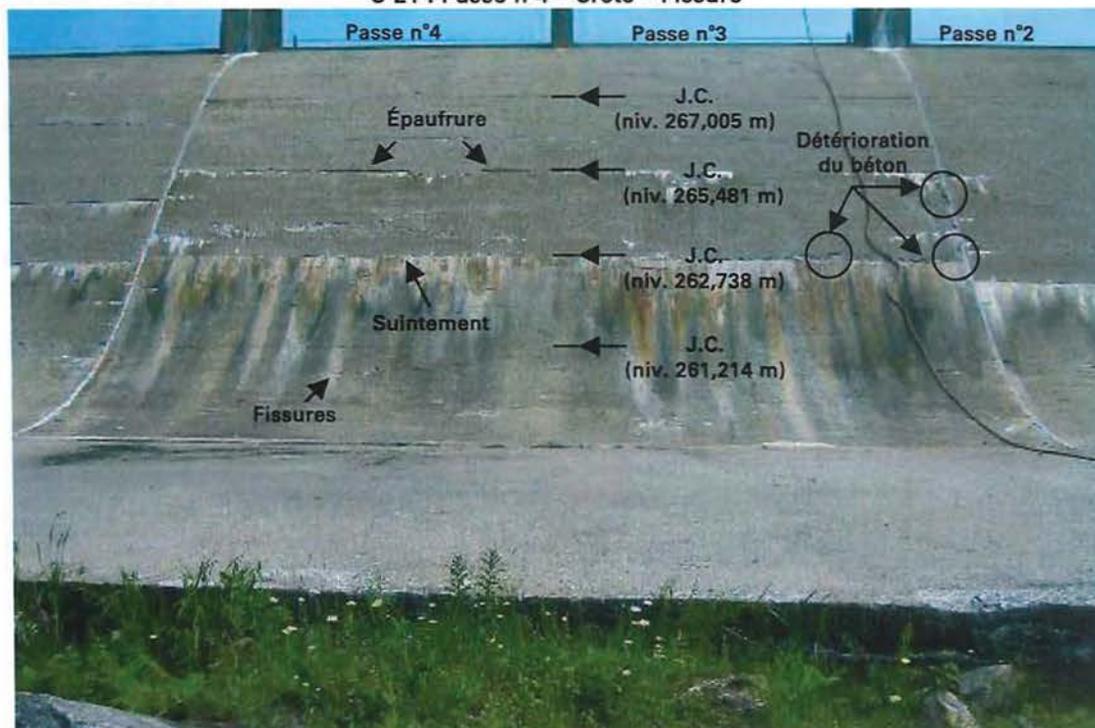
C-19 : Passe n°2 – Crête – Fissure



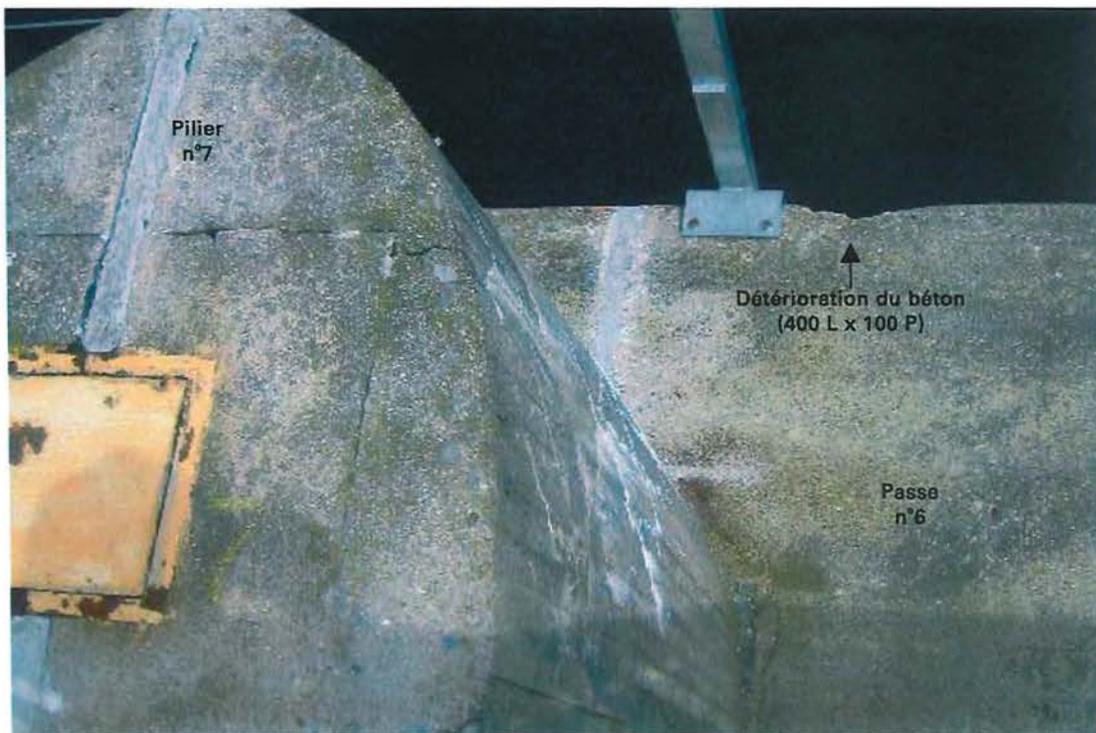
C-20 : Passes n°1 et 2 – Face aval – Suintement au J.C.



C-21 : Passe n°4 – Crête – Fissure



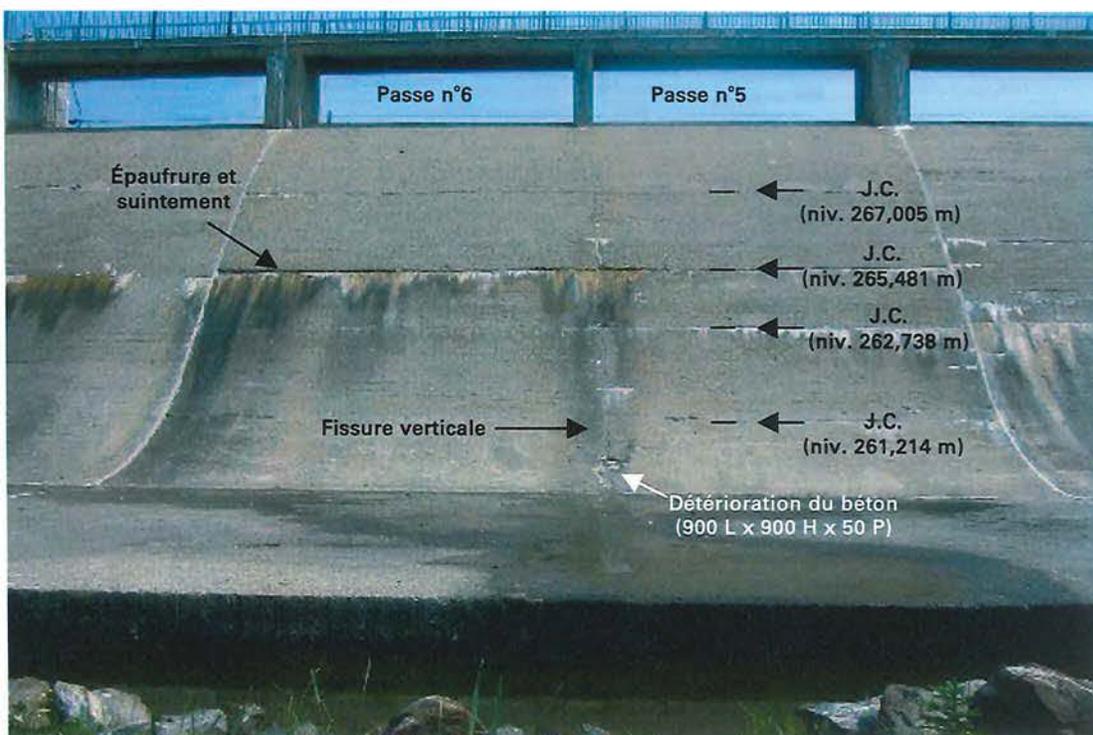
C-22 : Passe n°3 et 4 – Face aval



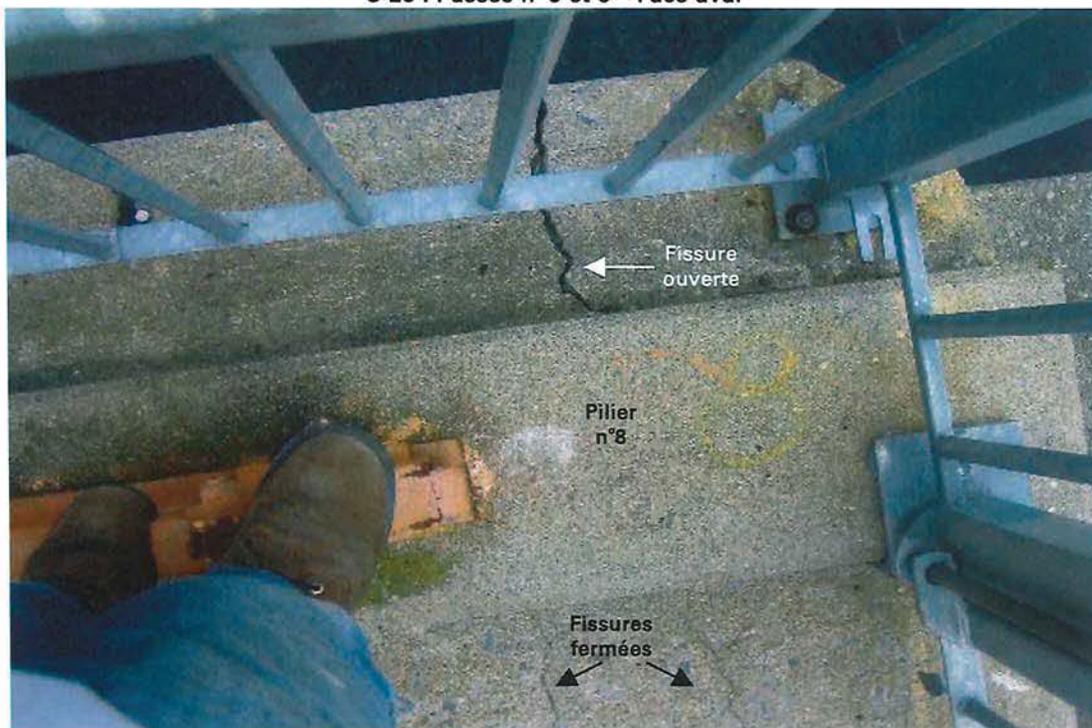
C-23 : Passe n°6 – Amont – Détérioration du béton



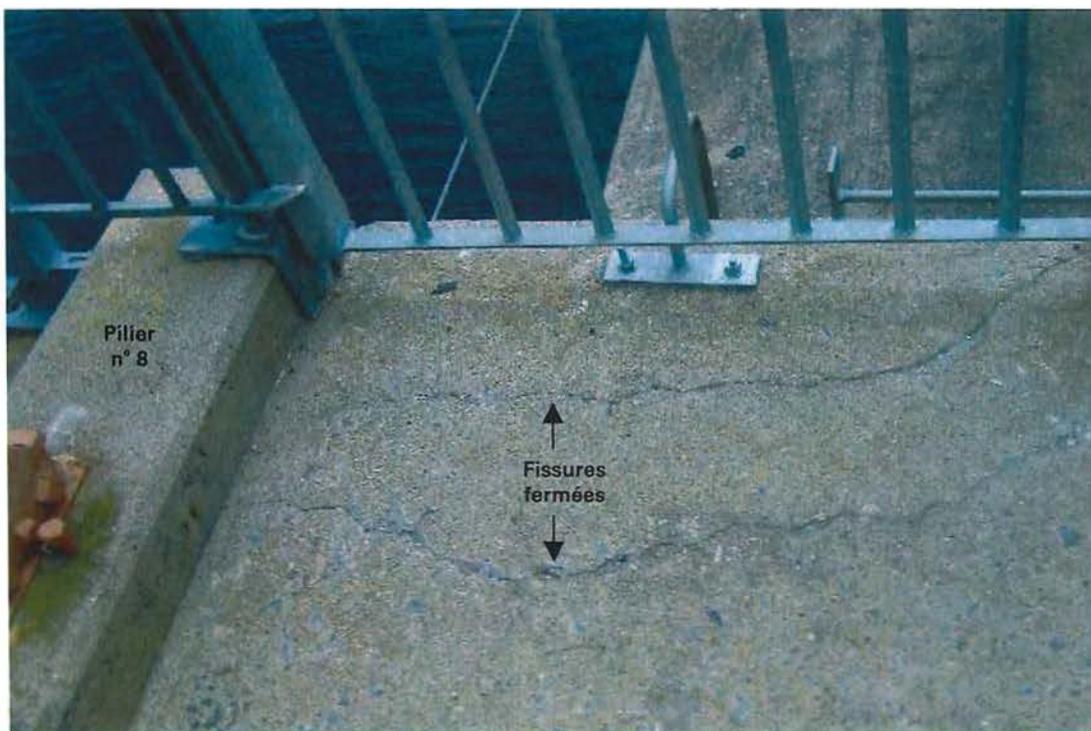
C-24 : Passe n°5 – Crête – Fissure



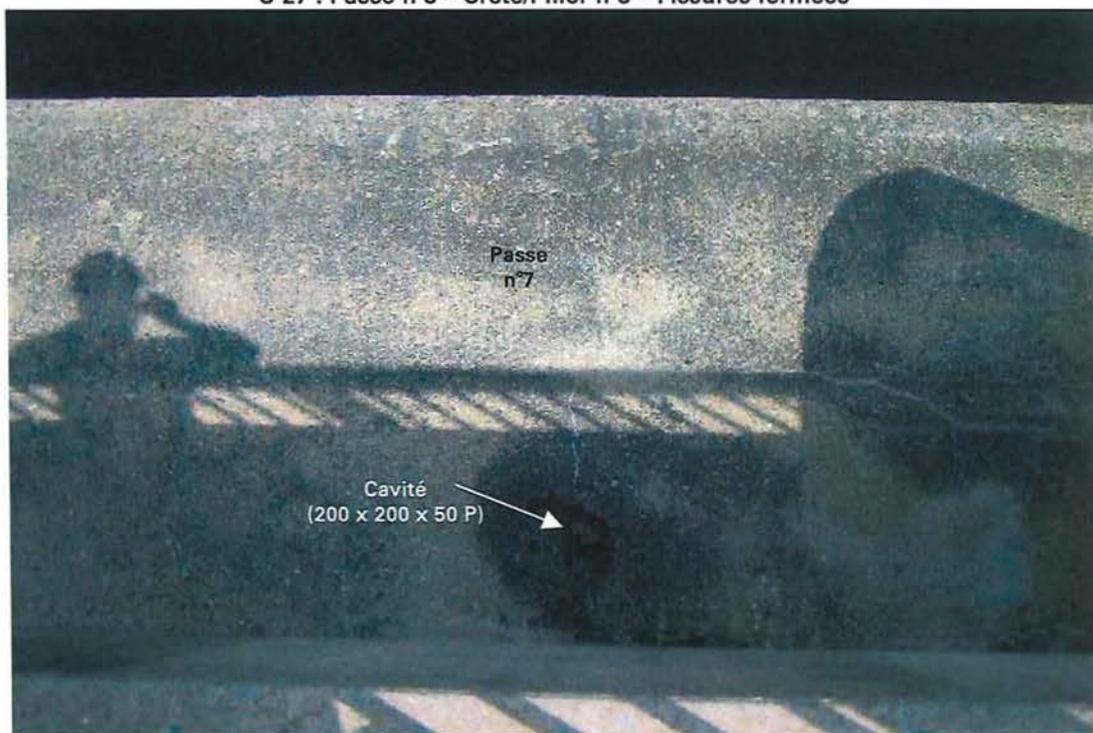
C-25 : Passes n°5 et 6 – Face aval



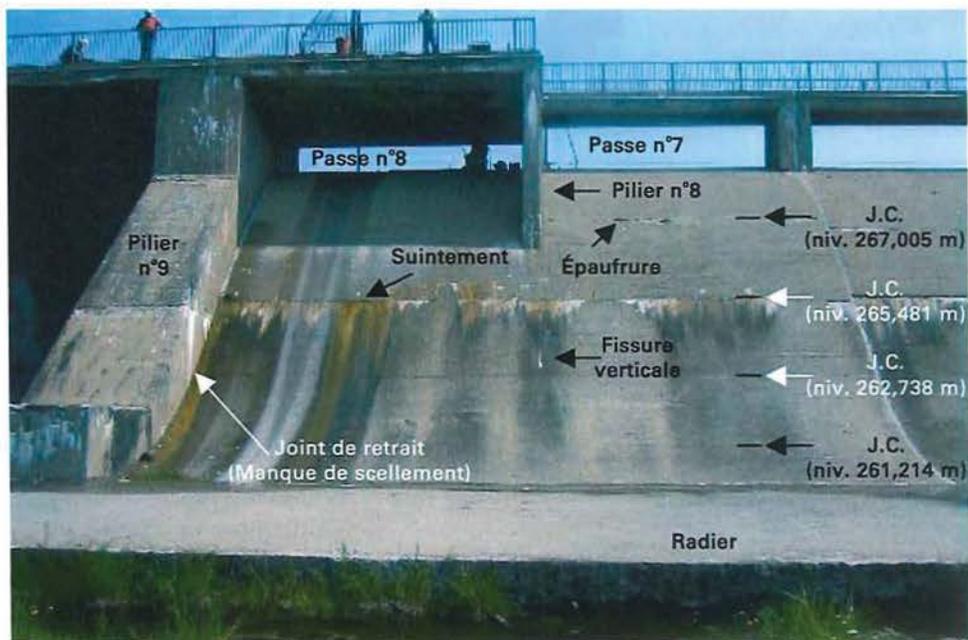
C-26 : Passe n°8 – Amont/Pilier n°8 – Fissure ouverte



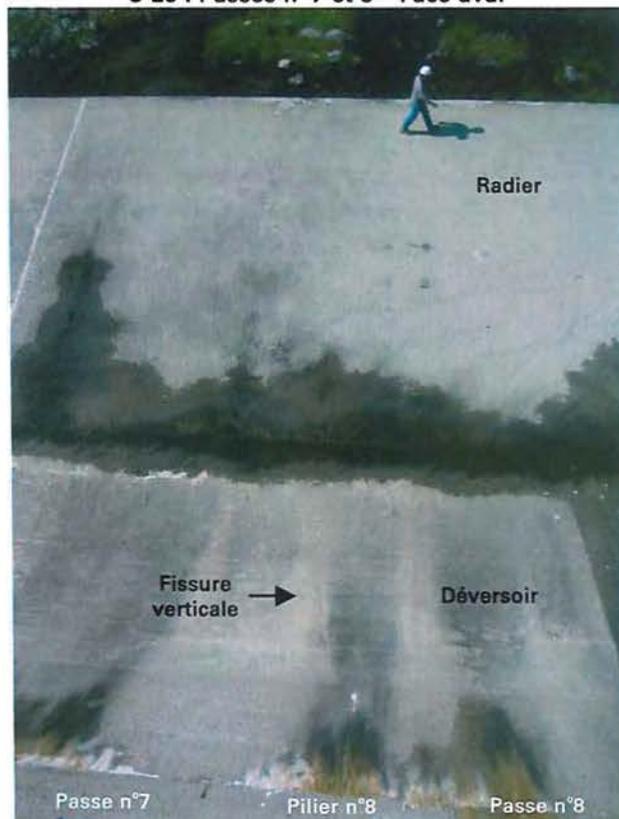
C-27 : Passe n°8 – Crête/Pilier n°8 – Fissures fermées



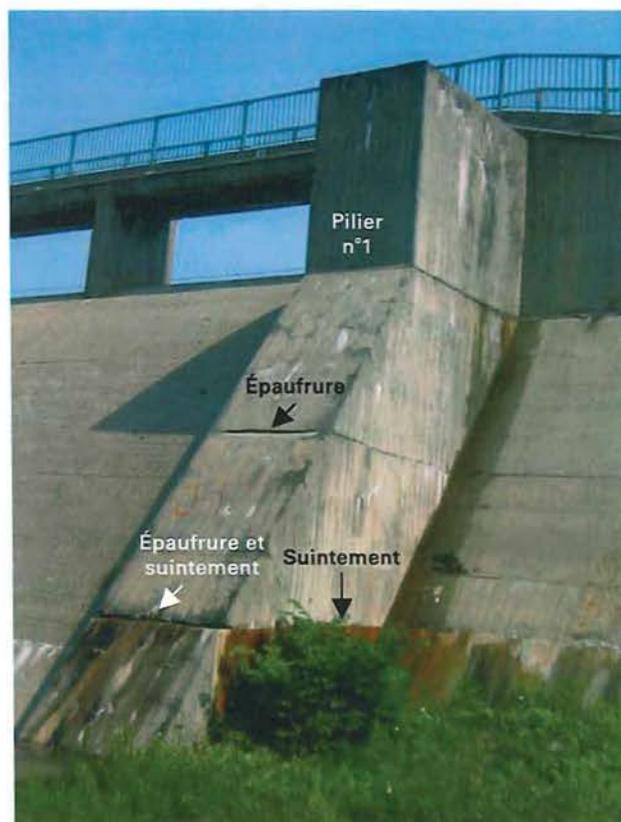
C-28 : Passe n°7 – Crête – Cavité



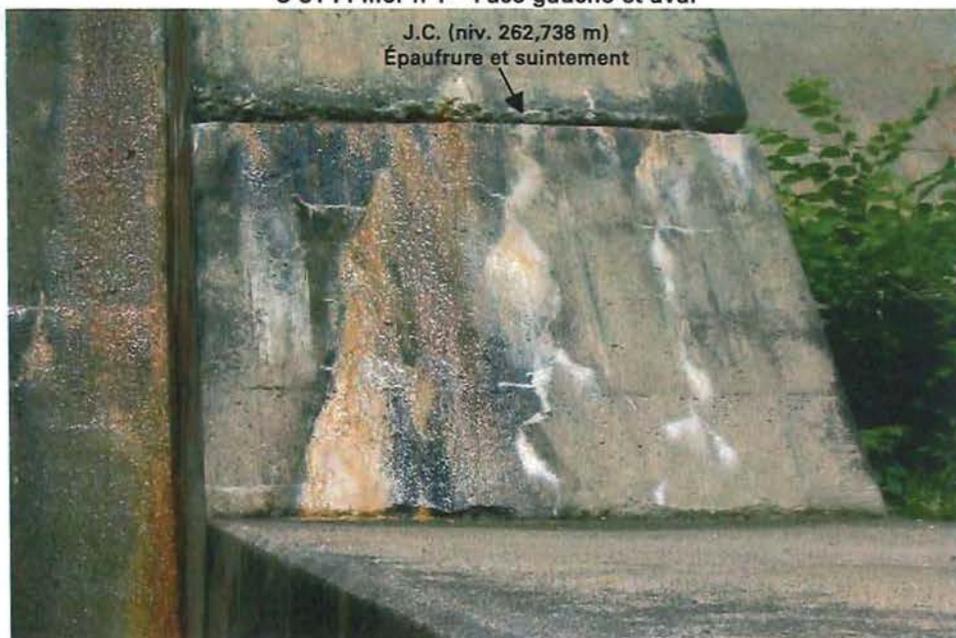
C-29 : Passes n°7 et 8 – Face aval



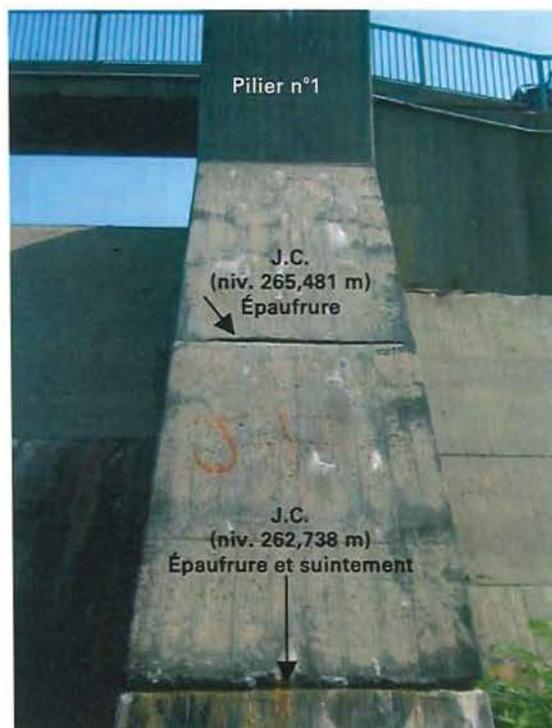
C-30 : Passes n°7 et 8 – Face aval



C-31 : Pilier n°1 – Face gauche et aval



C-32 : Pilier n°1 – Face aval – J.C.



C-33 : Pilier n°1 – Face aval – Joints de construction



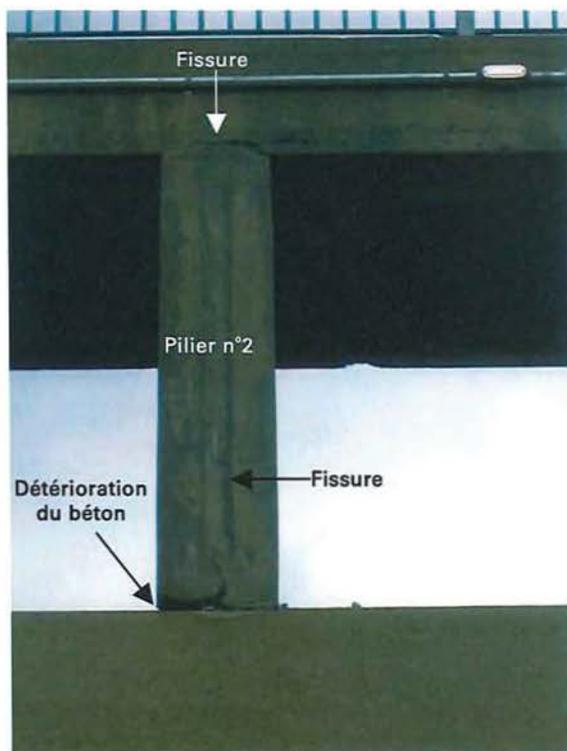
C-34 : Pilier n°1 – Face droite



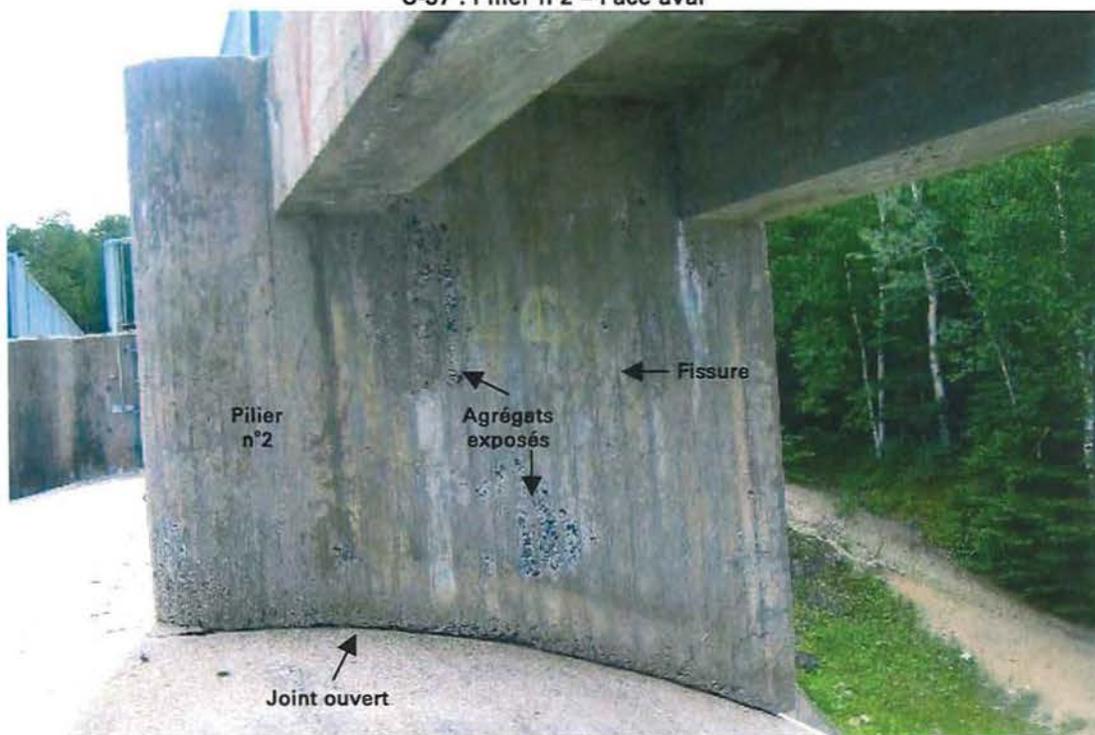
C-35 : Pilier n°1 – Face droite – Fissure



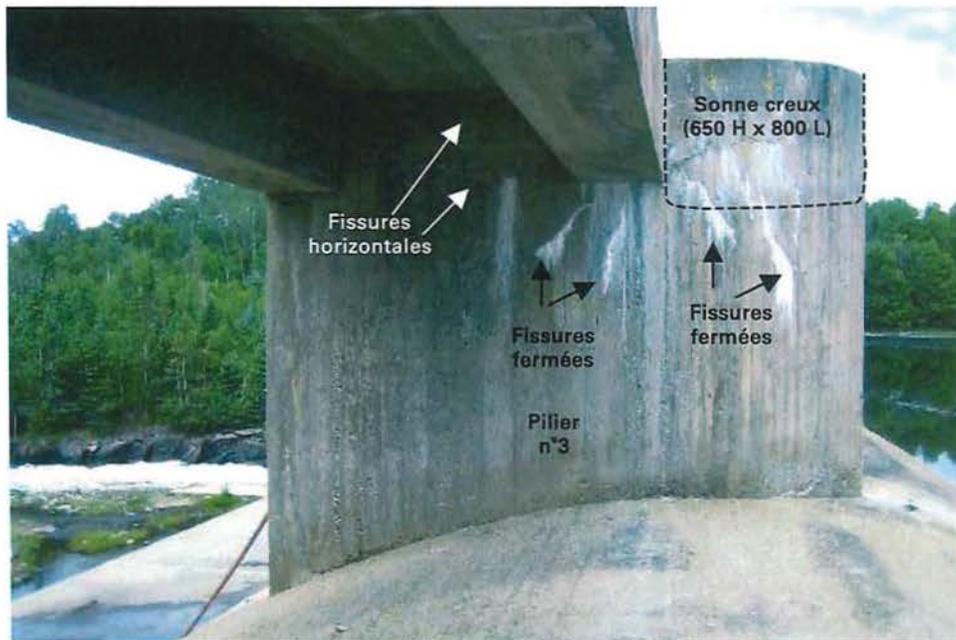
C-36 : Pilier n°2 – Face gauche – Fissures



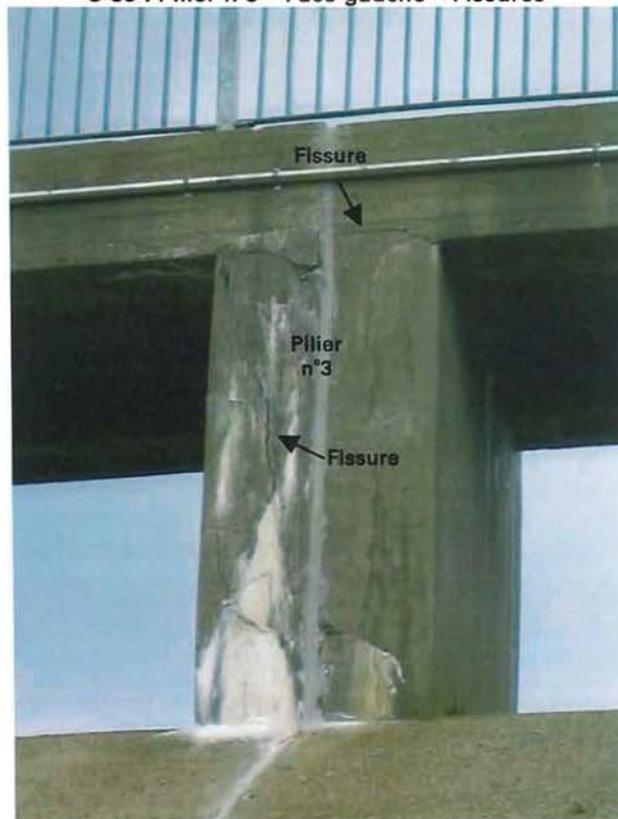
C-37 : Pilier n°2 – Face aval



C-38 : Pilier n°2 – Face droite – Fissures



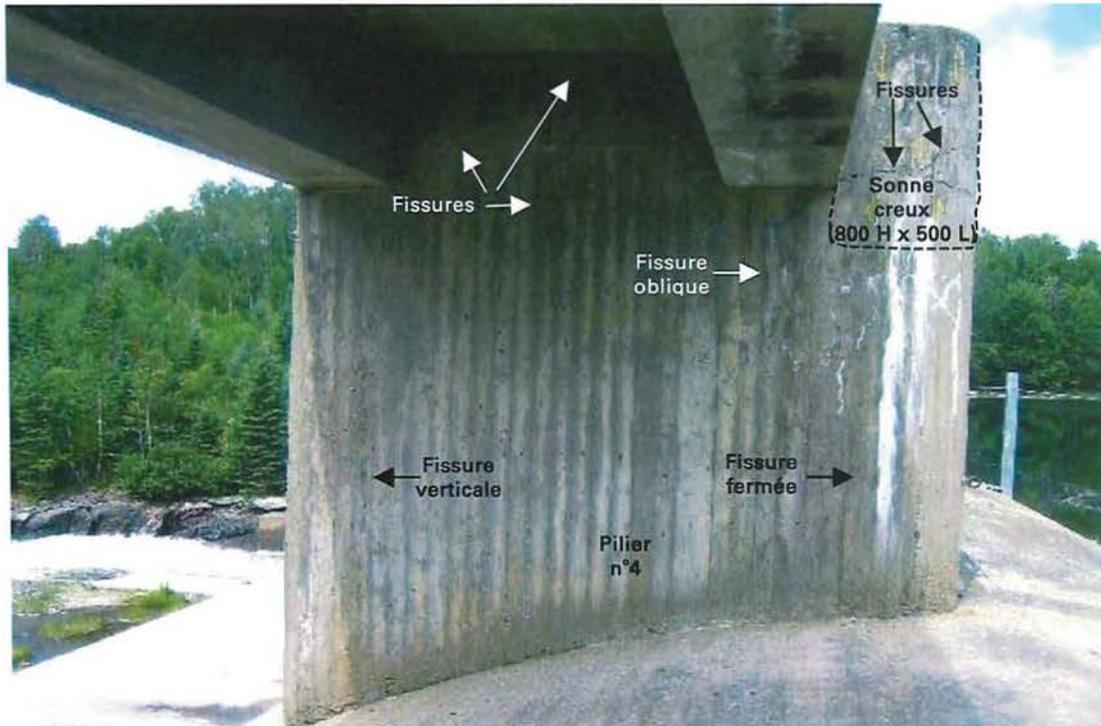
C-39 : Pilier n°3 – Face gauche – Fissures



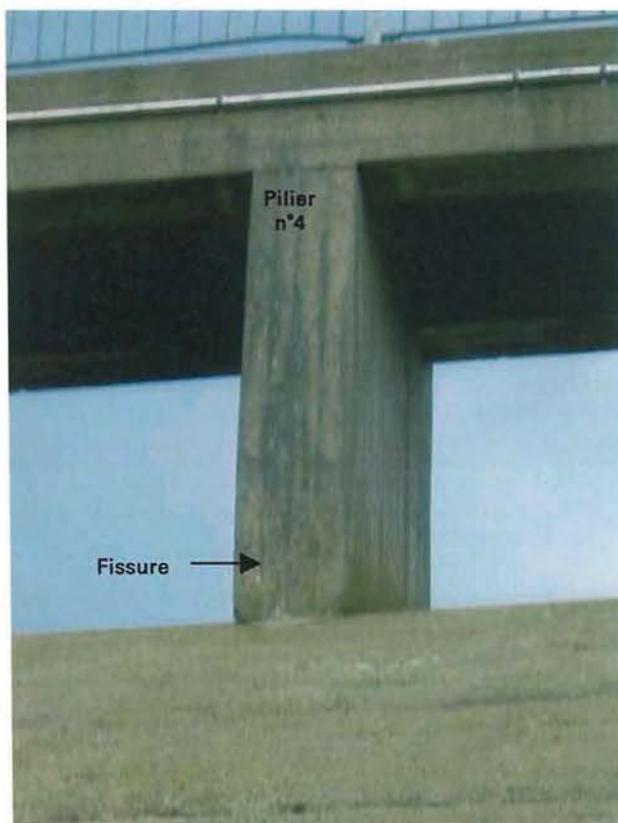
C-40 : Pilier n°3 – Face aval



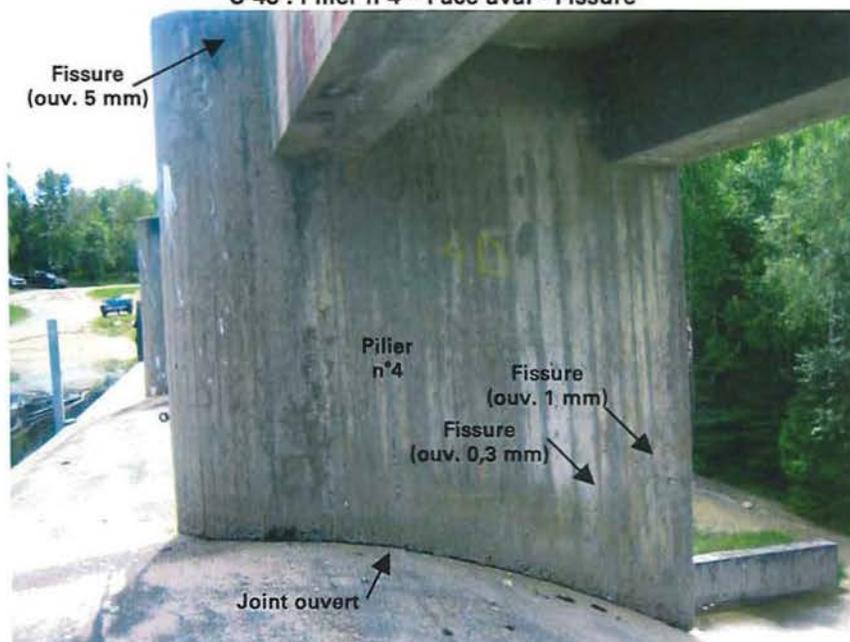
C-41 : Pilier n°3 – Face droite – Fissures



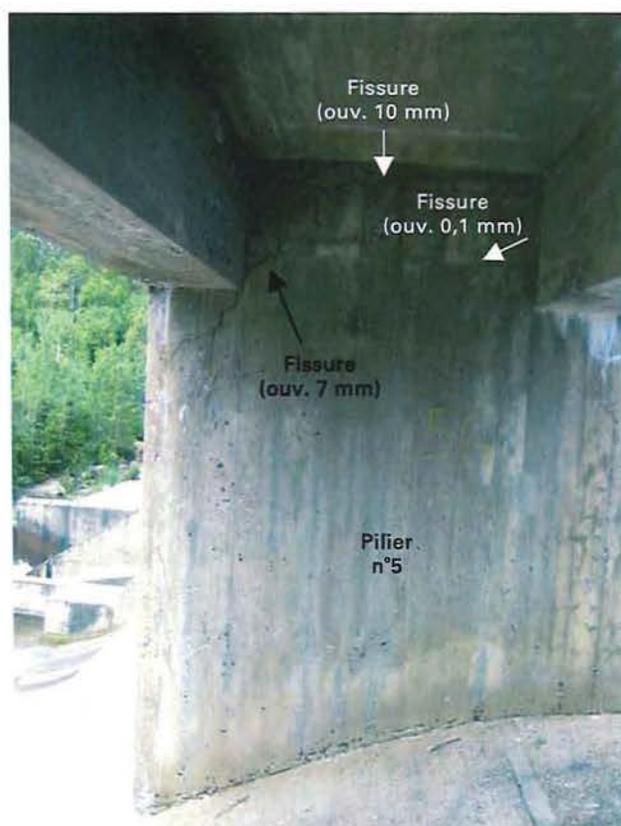
C-42 : Pilier n°4 – Face gauche – Fissures



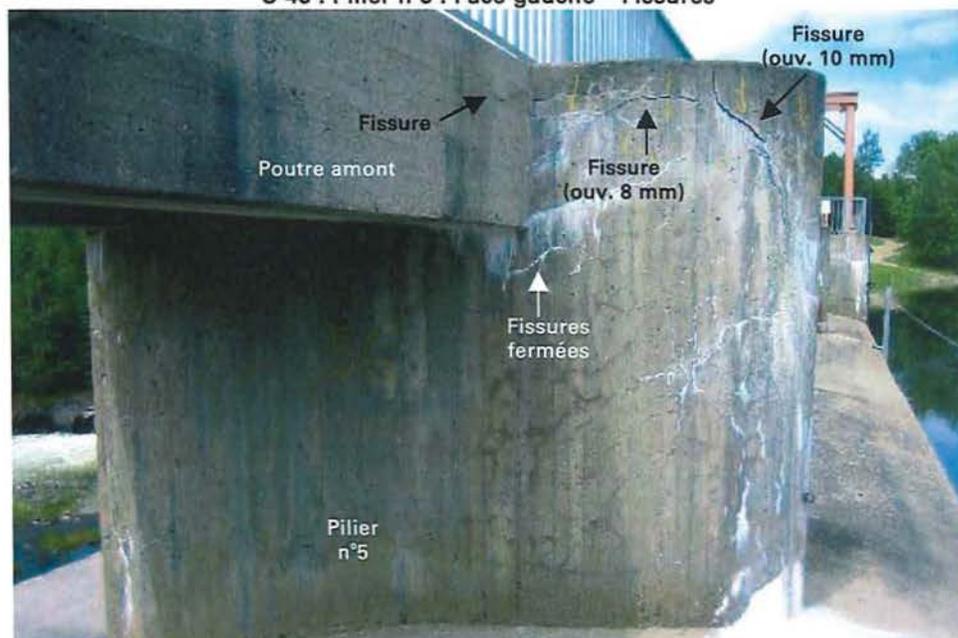
C-43 : Pilier n°4 – Face aval - Fissure



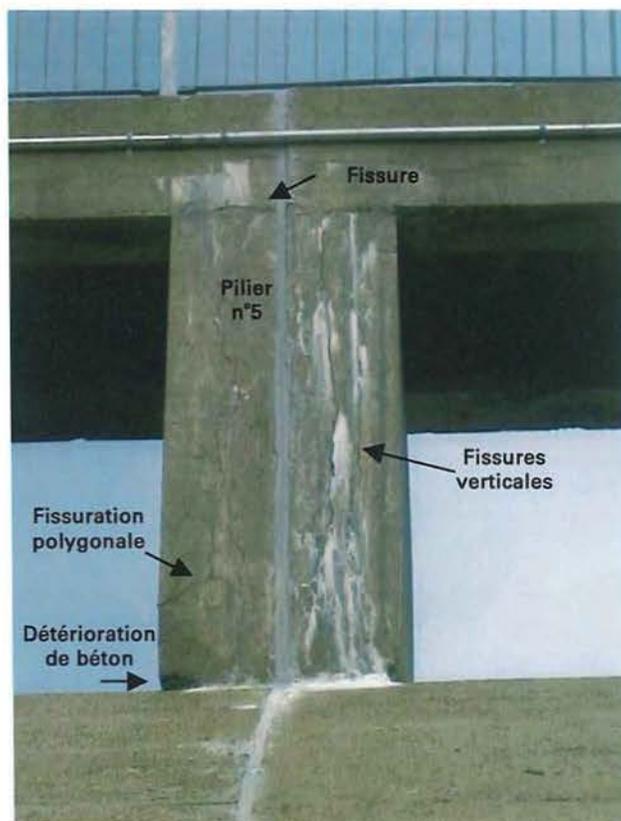
C-44 : Pilier n°4 – Face droite - Fissures



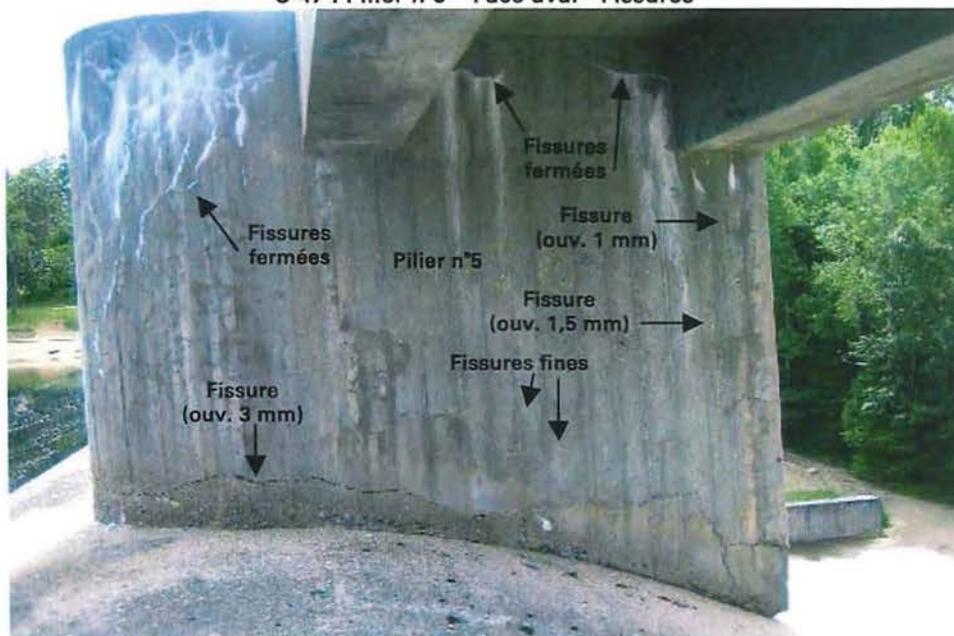
C-45 : Pilier n°5 : Face gauche – Fissures



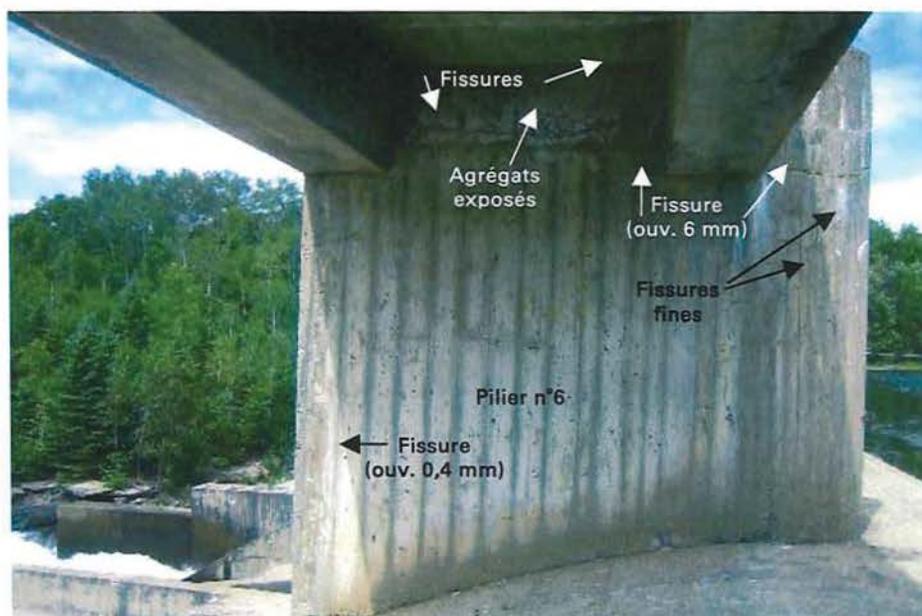
C-46 : Pilier n°5 – Face gauche - Fissures



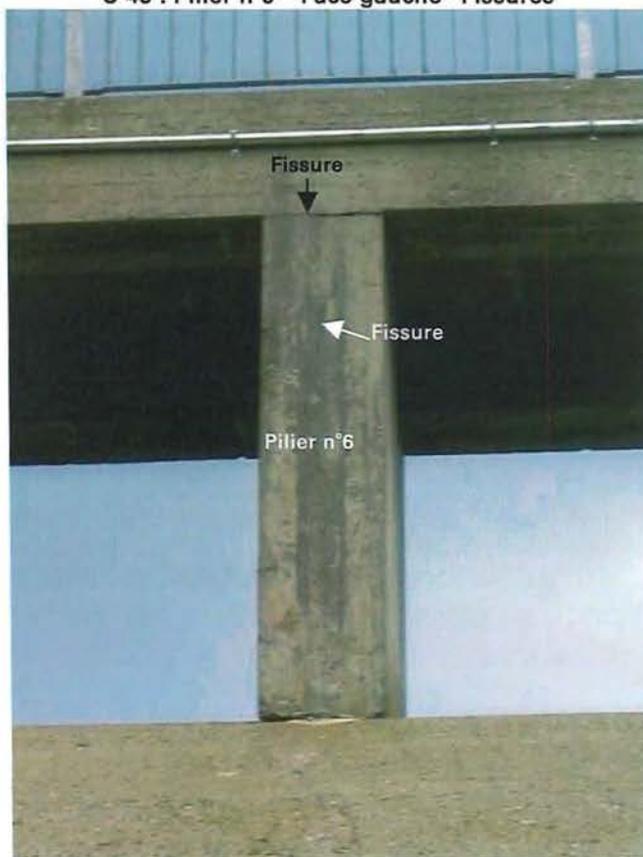
C-47 : Pilier n°5 – Face aval - Fissures



C-48 : Pilier n°5 – Face droite – Fissures



C-49 : Pilier n°6 – Face gauche – Fissures



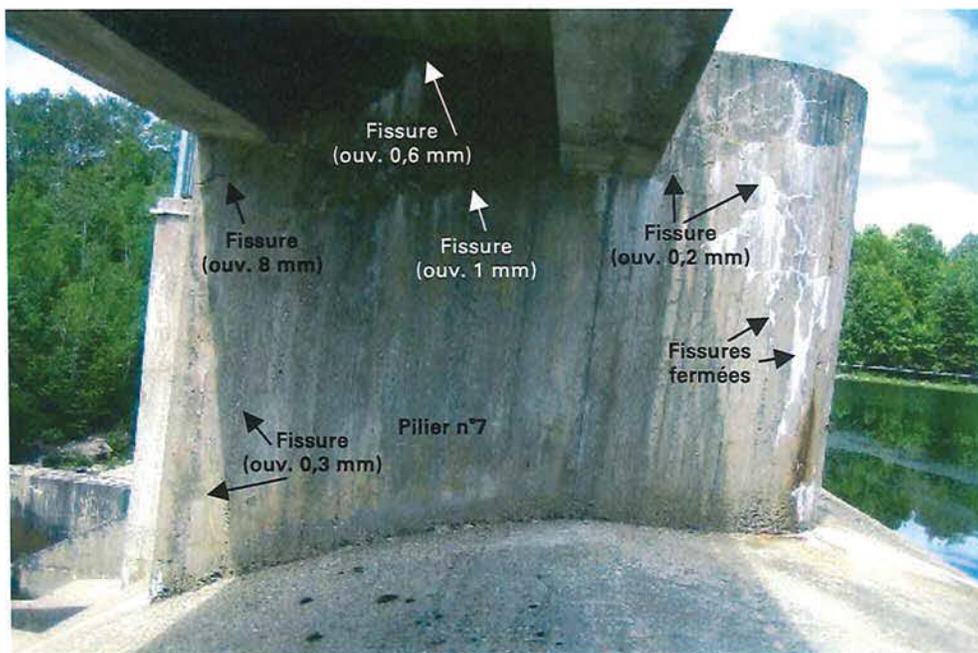
C-50 : Pilier n°6 – Face aval – Fissures



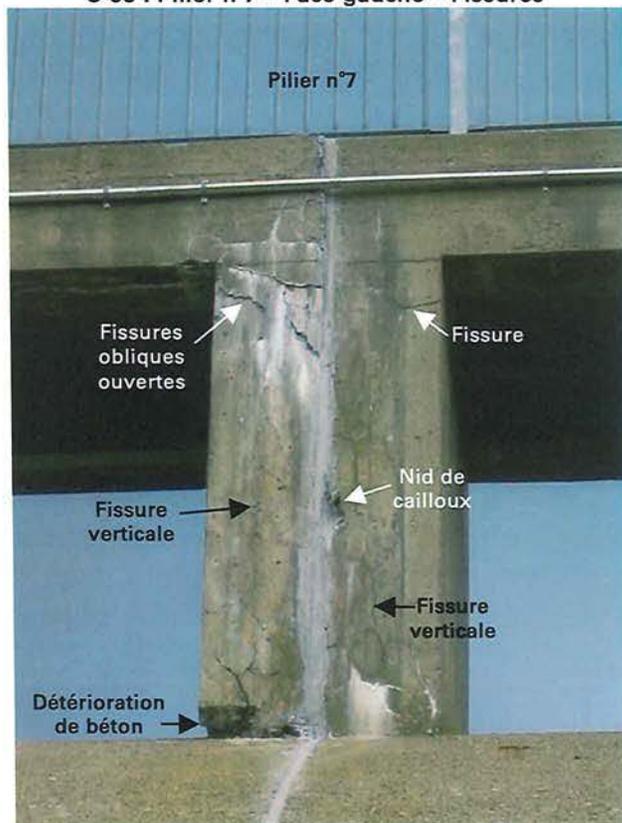
C-51 : Pilier n°6 – Face droite – Fissures



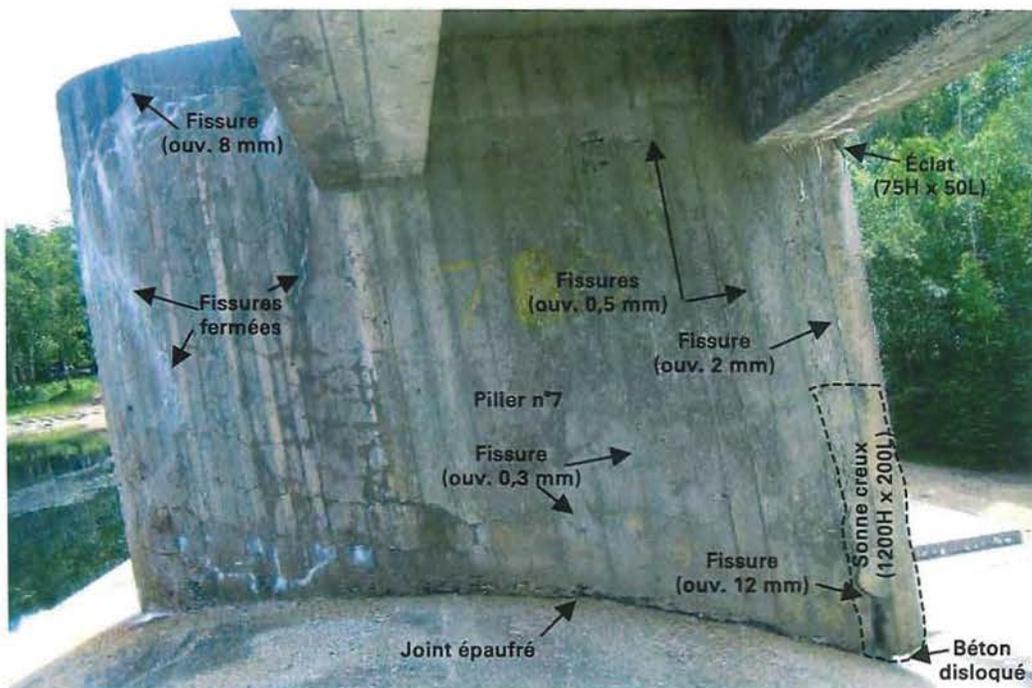
C-52 : Pilier n°6 – Face droite – Côté amont - Fissures



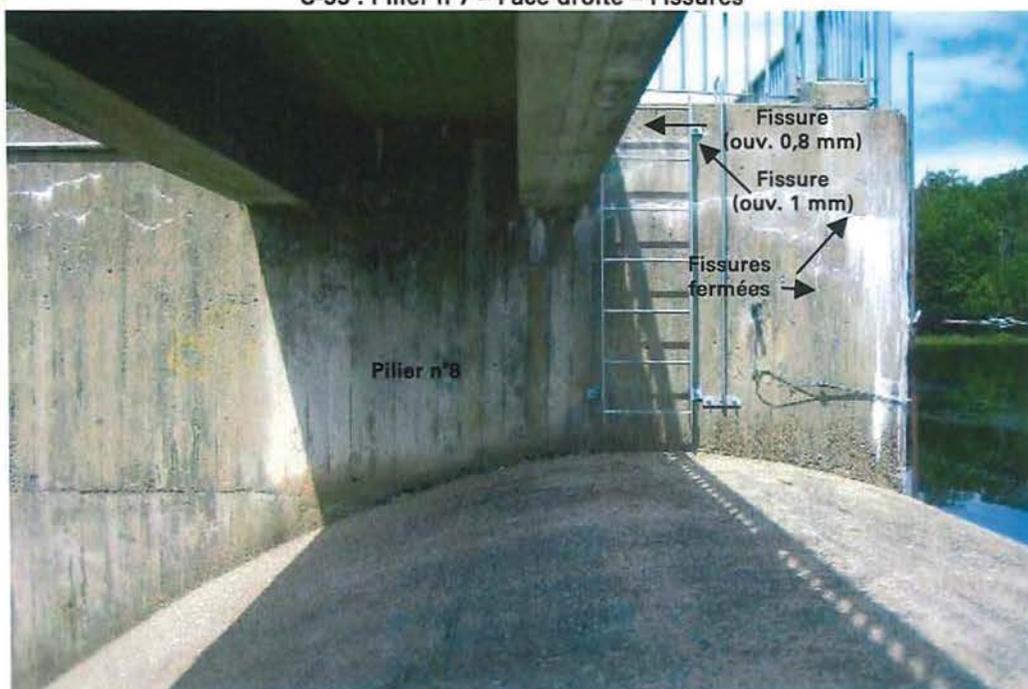
C-53 : Pilier n°7 – Face gauche – Fissures



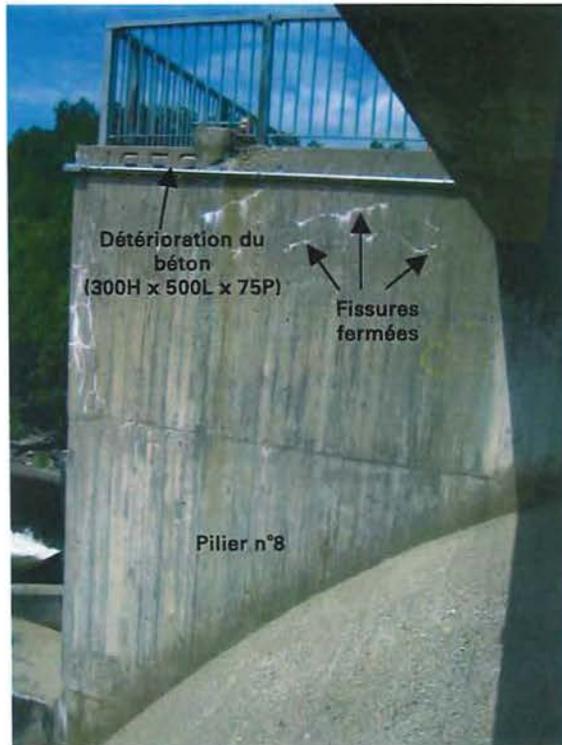
C-54 : Pilier n°7 – Face aval – Fissures



C-55 : Pilier n°7 – Face droite – Fissures



C-56 : Pilier n°8 – Face gauche - Amont – Fissures



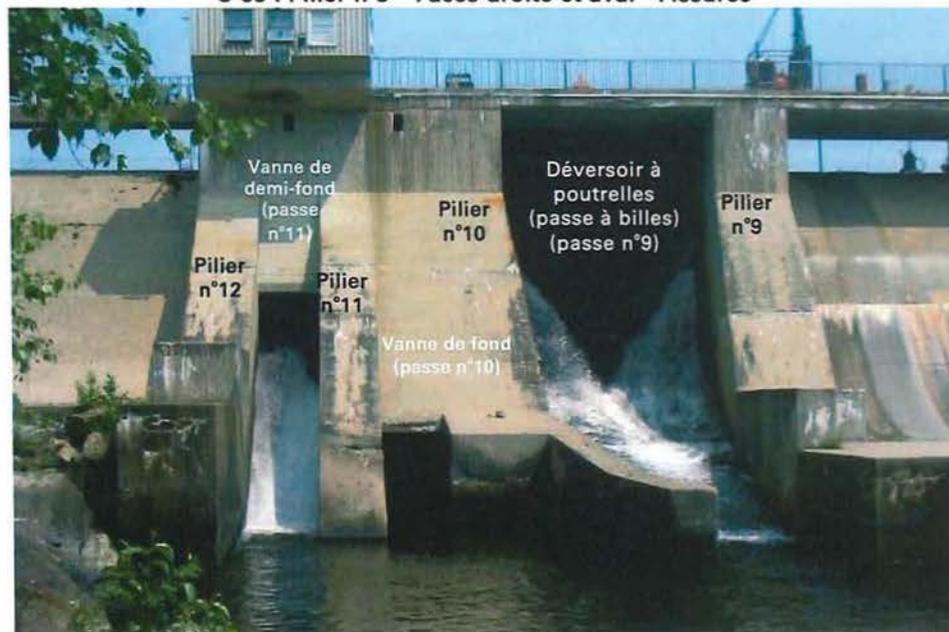
C-57 : Pilier n°8 – Face gauche – Aval – Fissures



C-58 : Pilier n°8 – Faces gauche et aval - Fissures



C-59 : Pilier n°8 – Faces droite et aval - Fissures



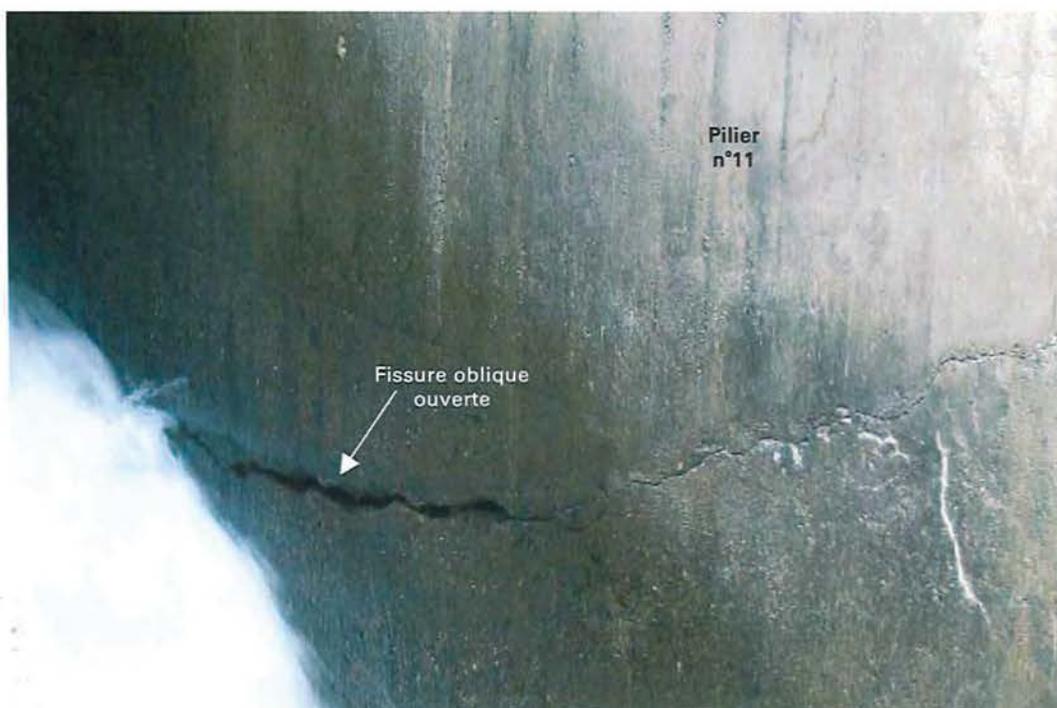
C-60 : Ouvrage de contrôle – Face aval



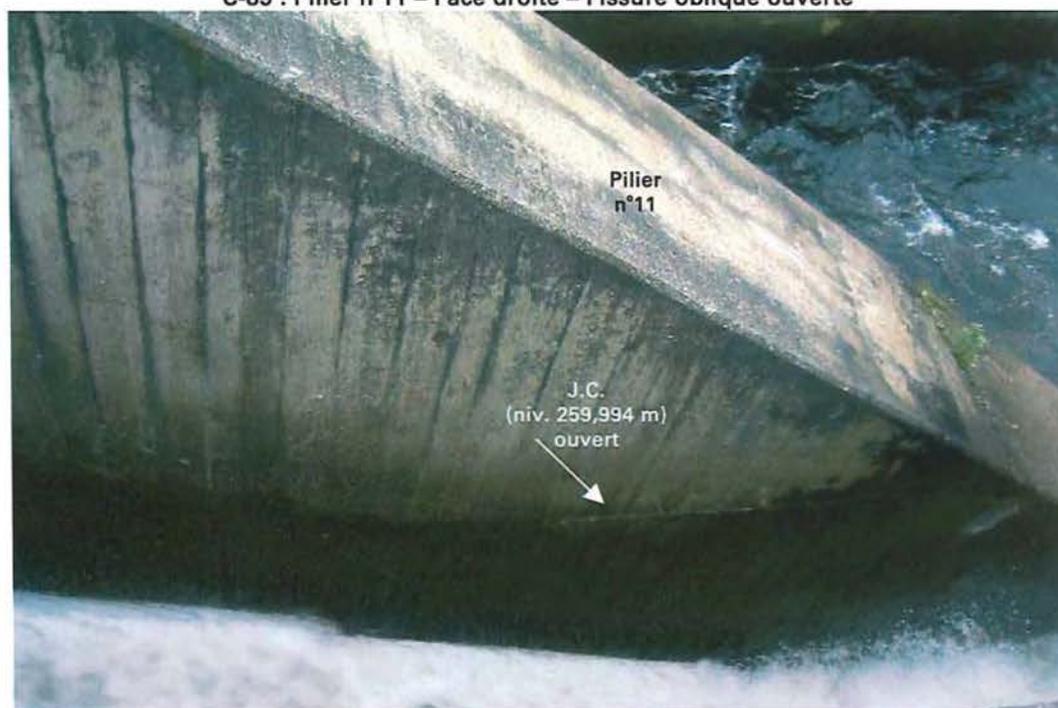
C-87 : Pilier n°11 – Face droite – Fissure oblique ouverte



C-88 : Pilier n°11 – Face droite – Fissure oblique ouverte



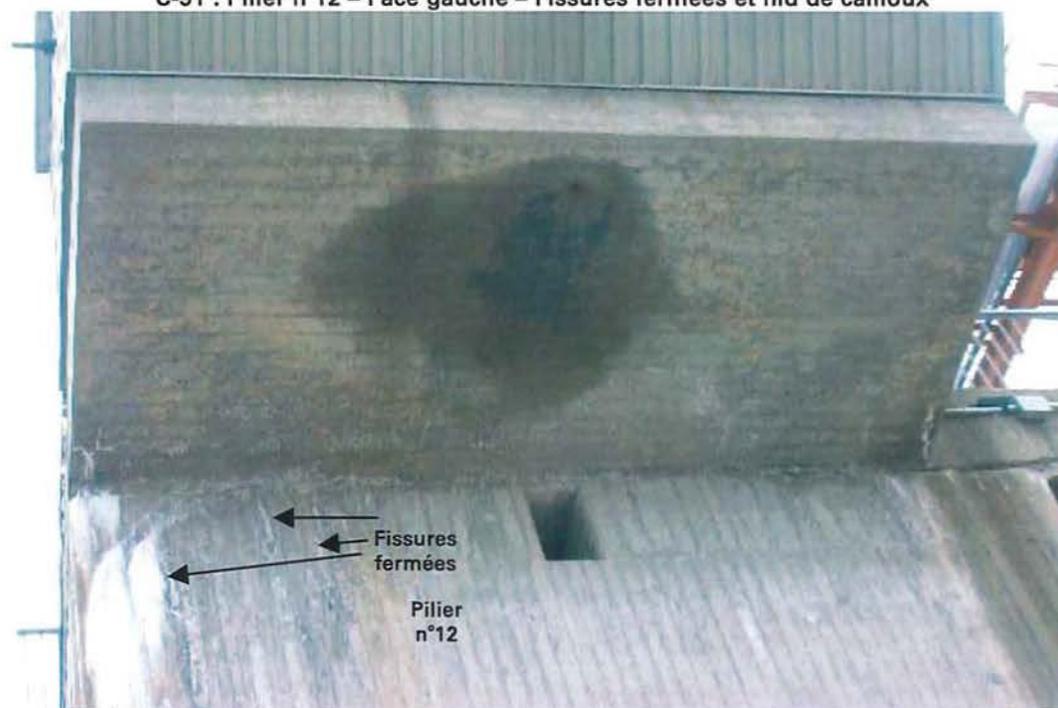
C-89 : Pilier n°11 – Face droite – Fissure oblique ouverte



C-90 : Pilier n°11 – Face droite – Joint de construction ouvert



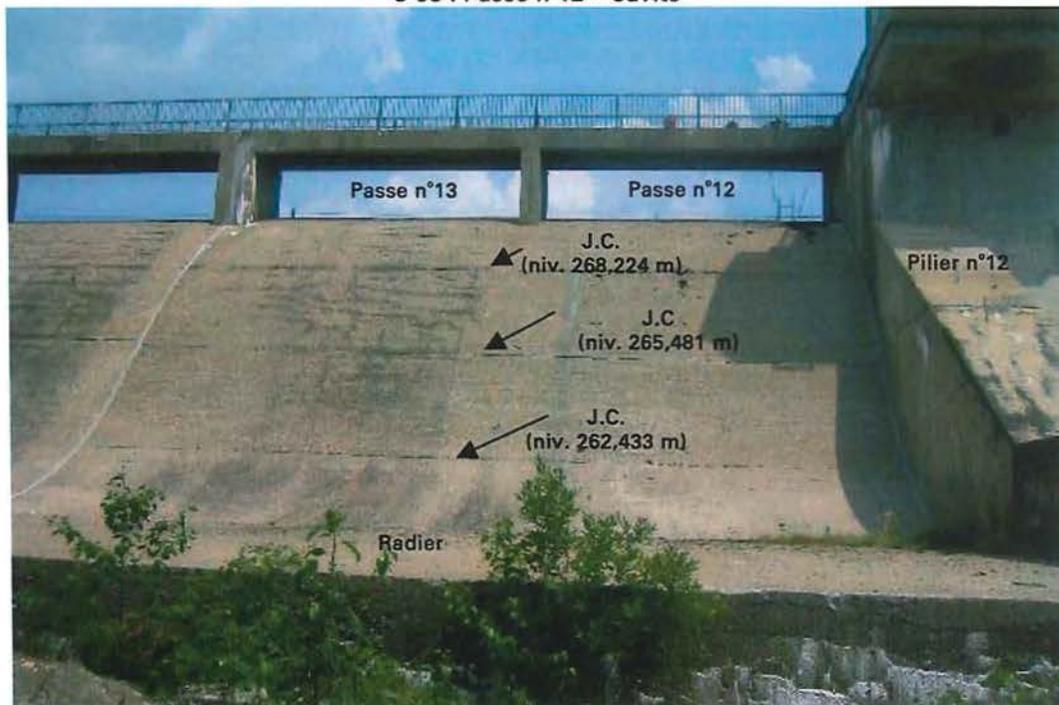
C-91 : Pilier n°12 – Face gauche – Fissures fermées et nid de cailloux



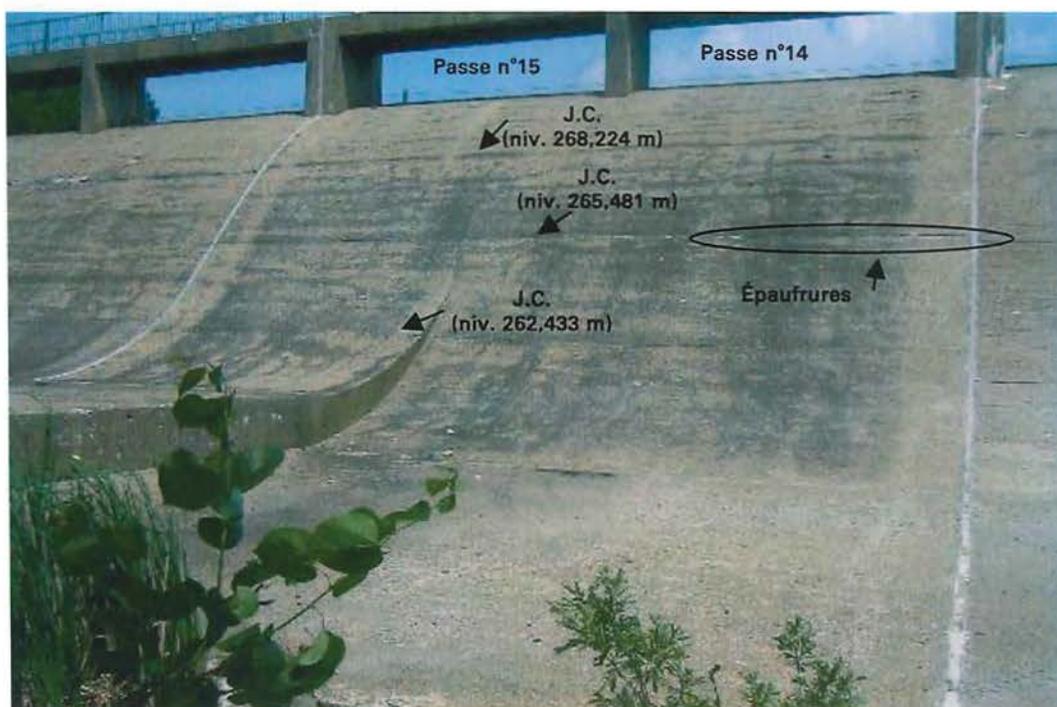
C-92 : Pilier n°12 – Face aval – Fissures fermées sur la face verticale



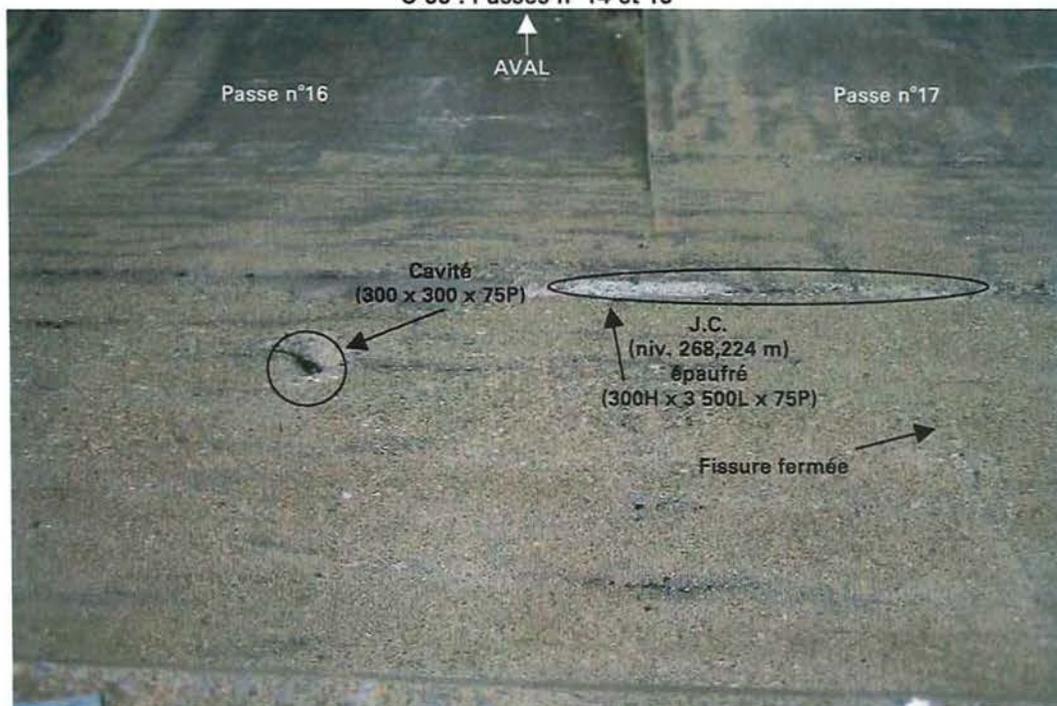
C-93 : Passe n°12 – Cavité



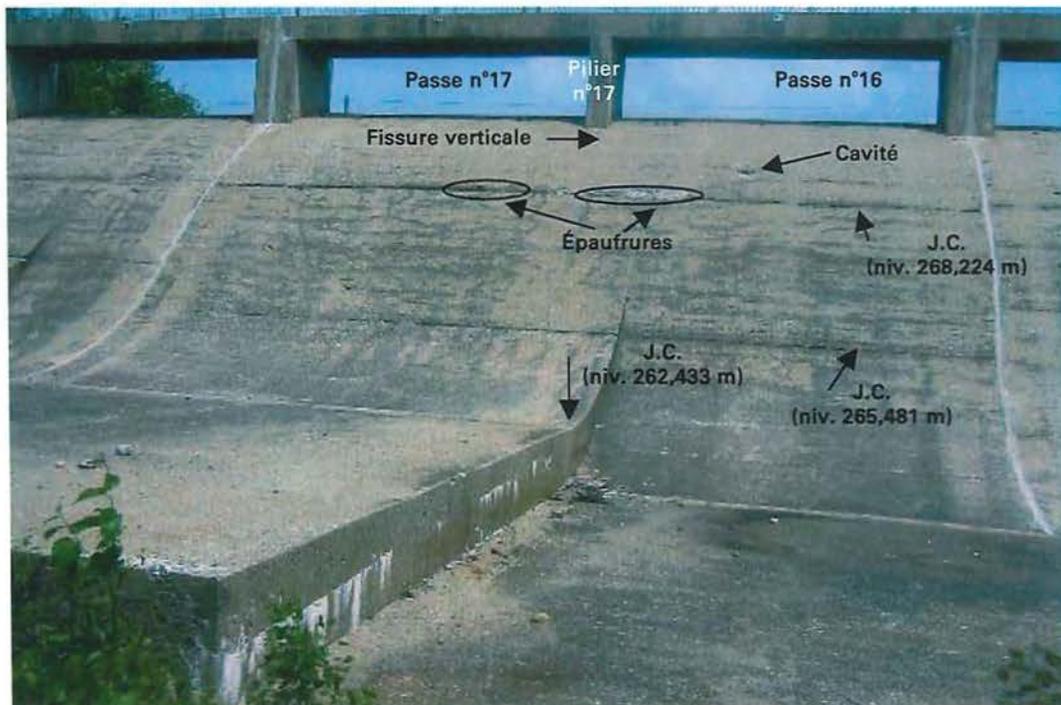
C-94 : Passes n°12 et 13



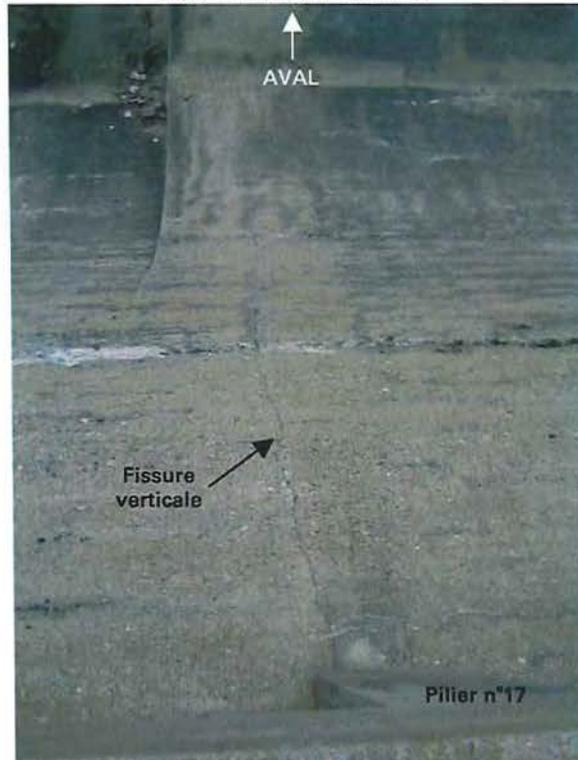
C-95 : Passes n°14 et 15



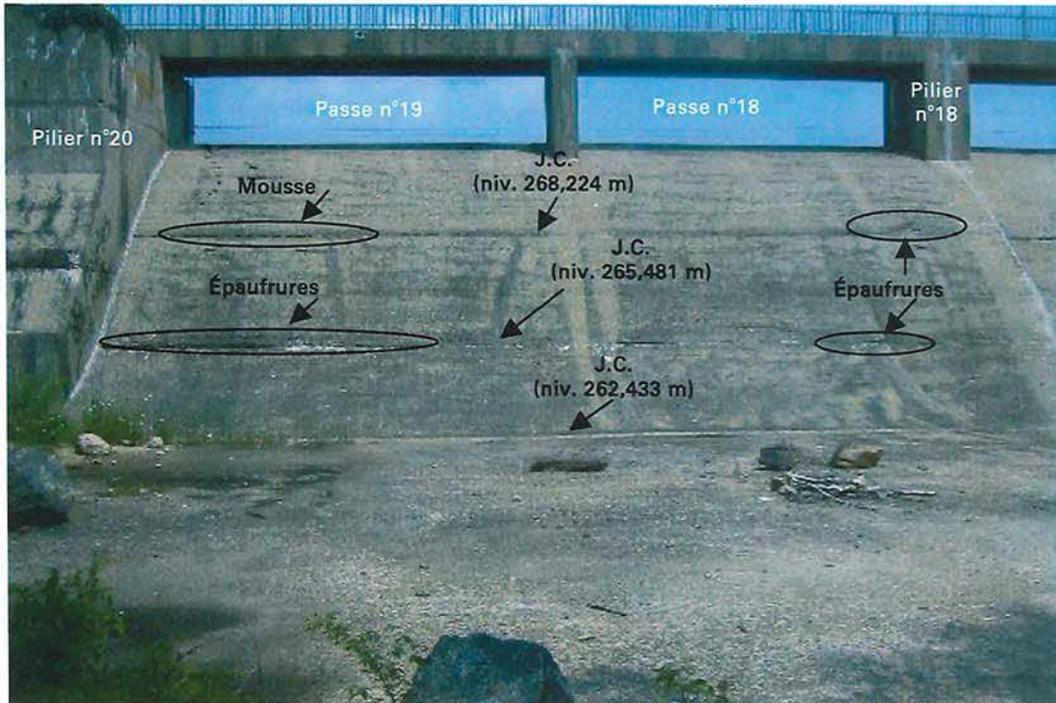
C-96 : Passes n°16 et 17 - J.C. épaufré, cavité et fissure



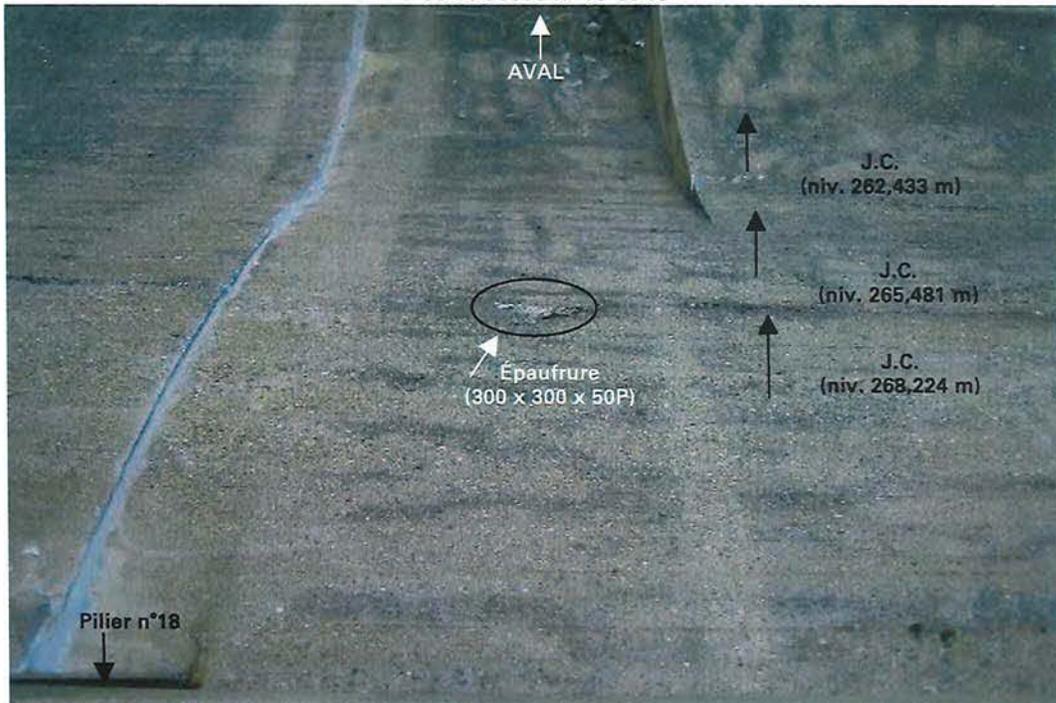
C-97 : Passes n°16 et 17



C-98 : Pilier n°17 – Fissure verticale



C-99 : Passes n°18 et 19



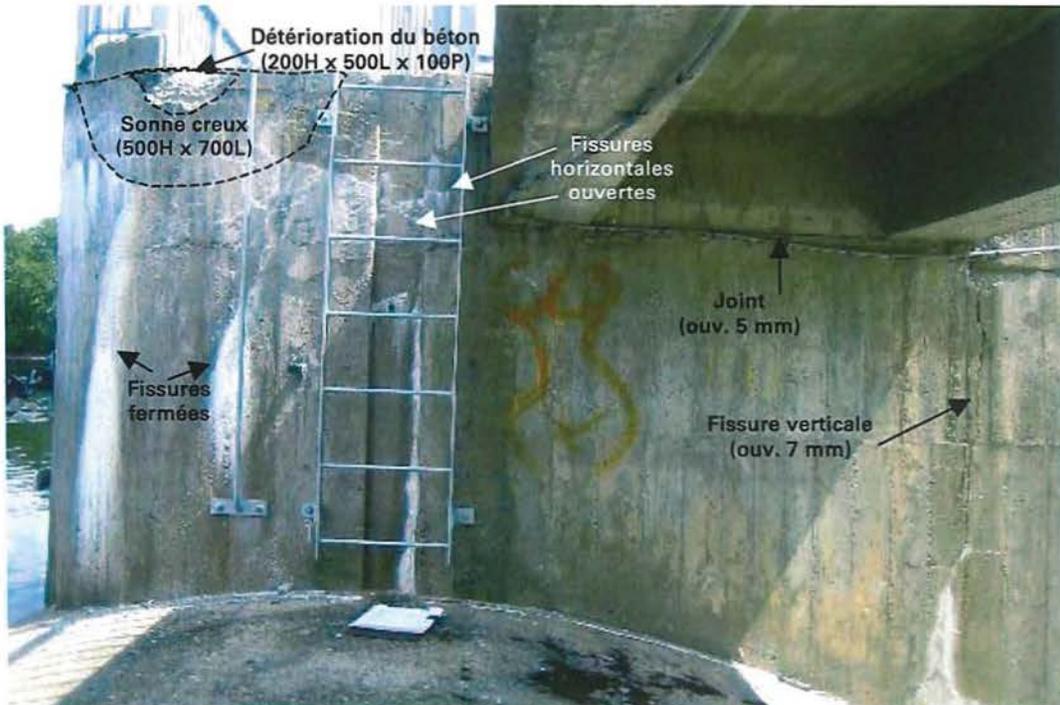
C-100 : Passe n°18 – Épaufrure au J.C.



C-101 : Passe n°19 – Cavité



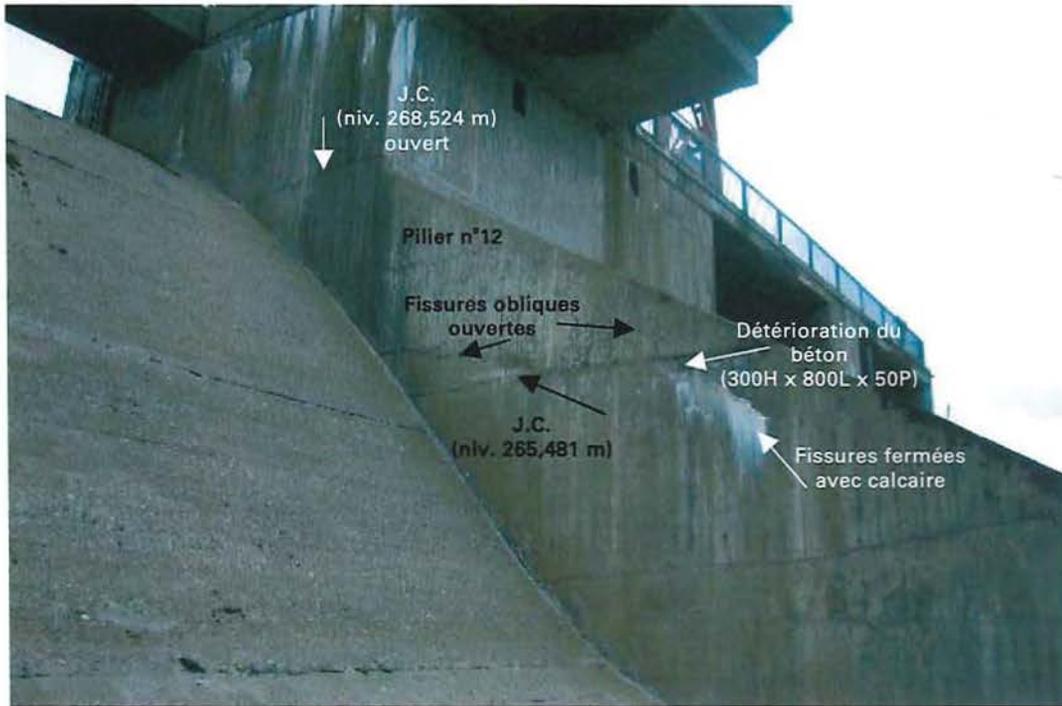
C-102 : Pilier n°12 – Face droite



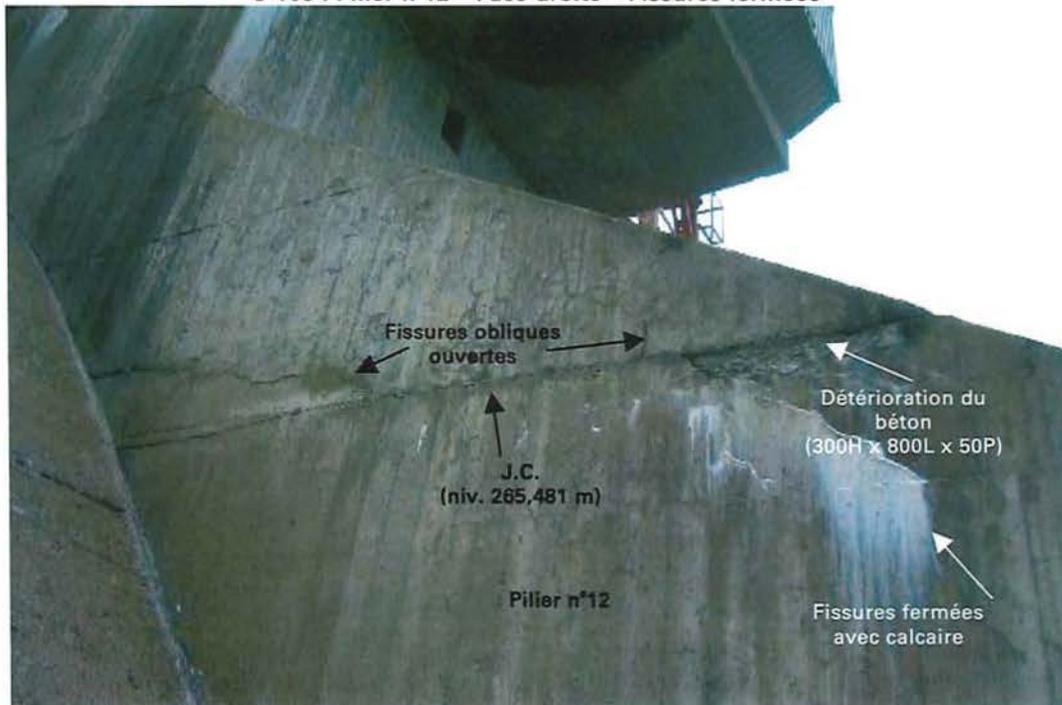
C-103 : Pilier n°12 – Face droite – Amont



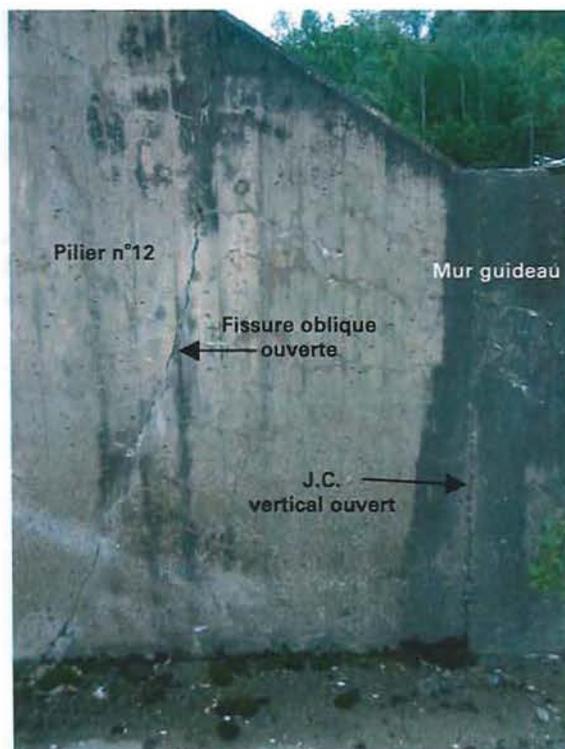
C-104 : Pilier n°12 – Face droite – Aval



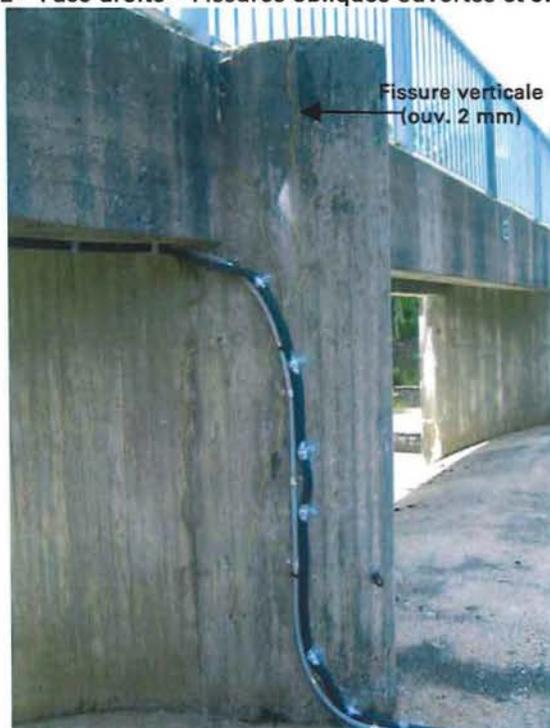
C-105 : Pilier n°12 – Face droite – Fissures fermées



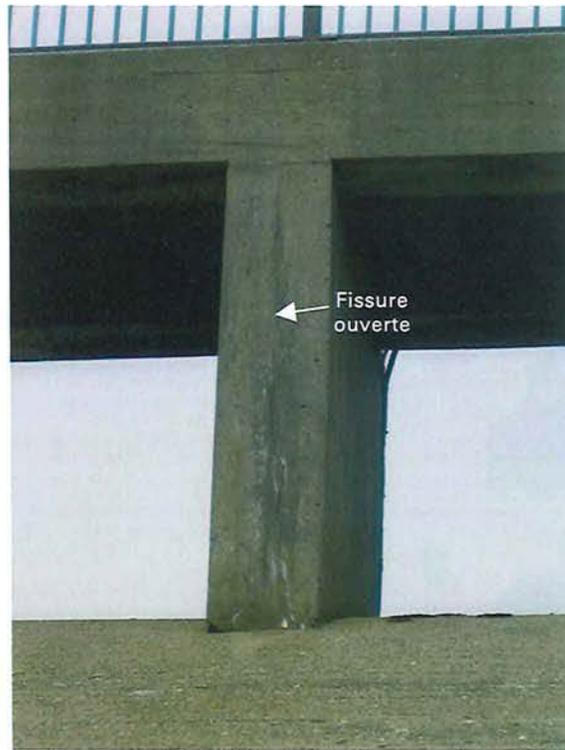
C-106 : Pilier n°12 – Face droite – Fissures obliques ouvertes et détérioration du J.C.



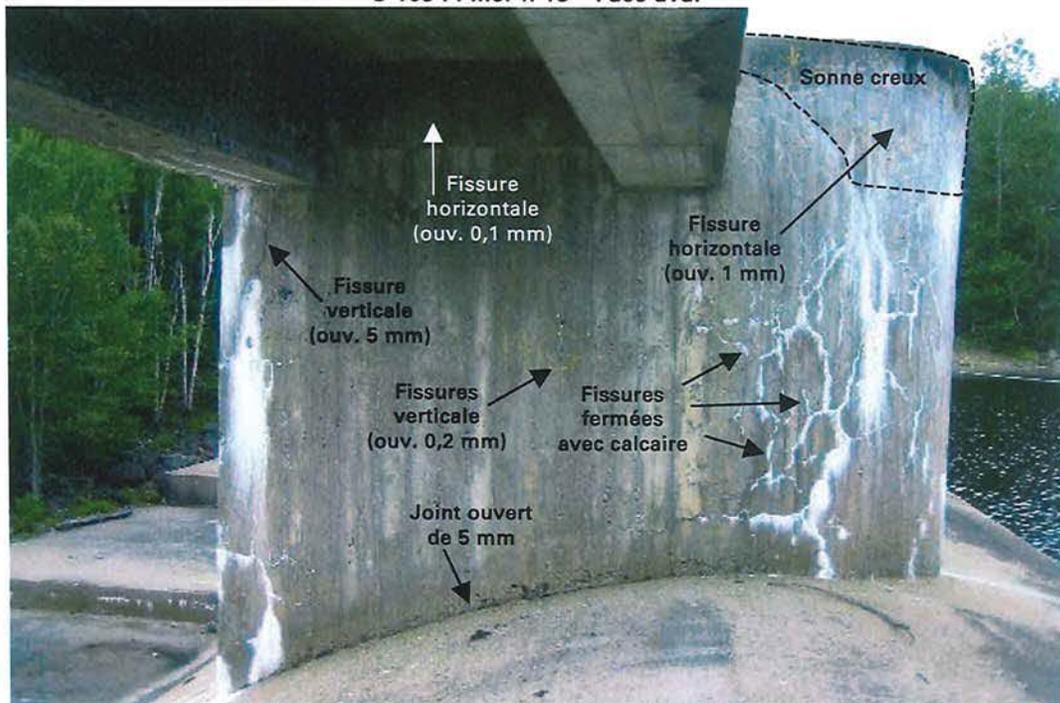
C-107 : Pilier n°12 – Face droite – Fissures obliques ouvertes et J.C. vertical ouvert



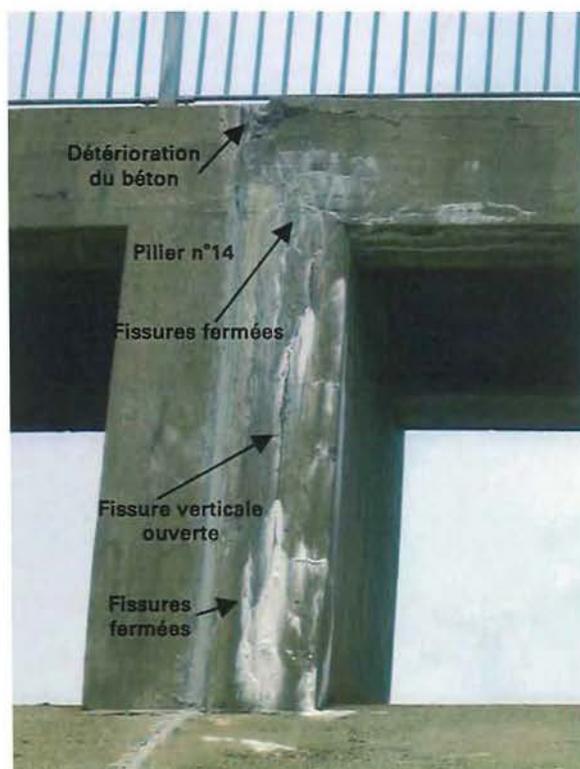
C-108 : Pilier n°13 – Face gauche – Amont - Fissures



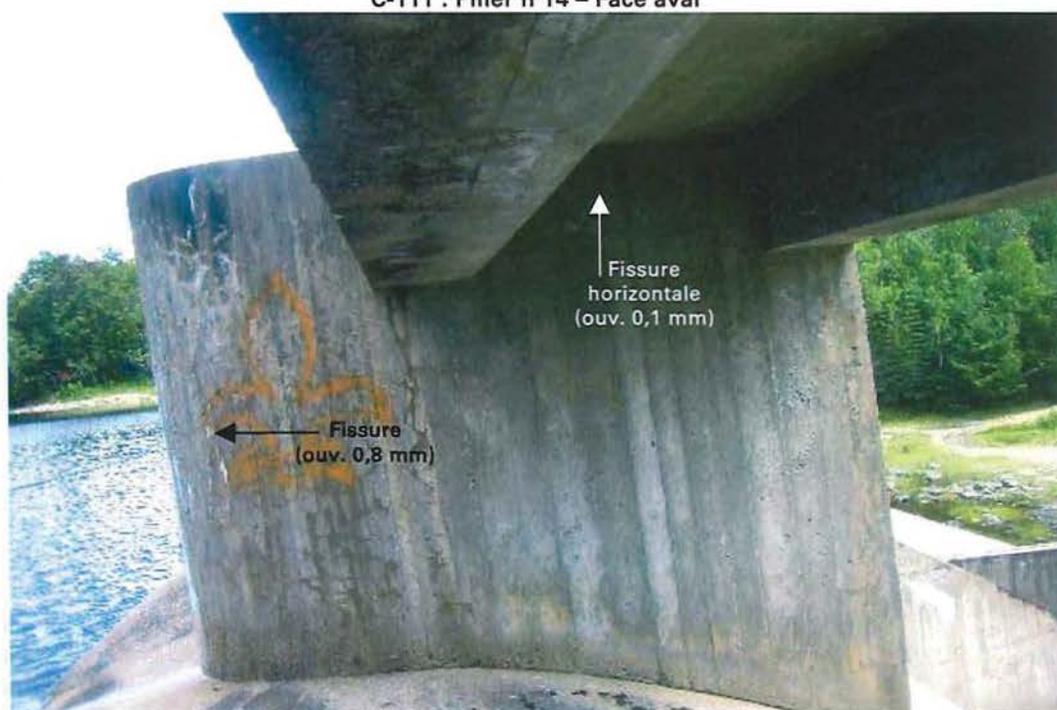
C-109 : Pilier n°13 – Face aval



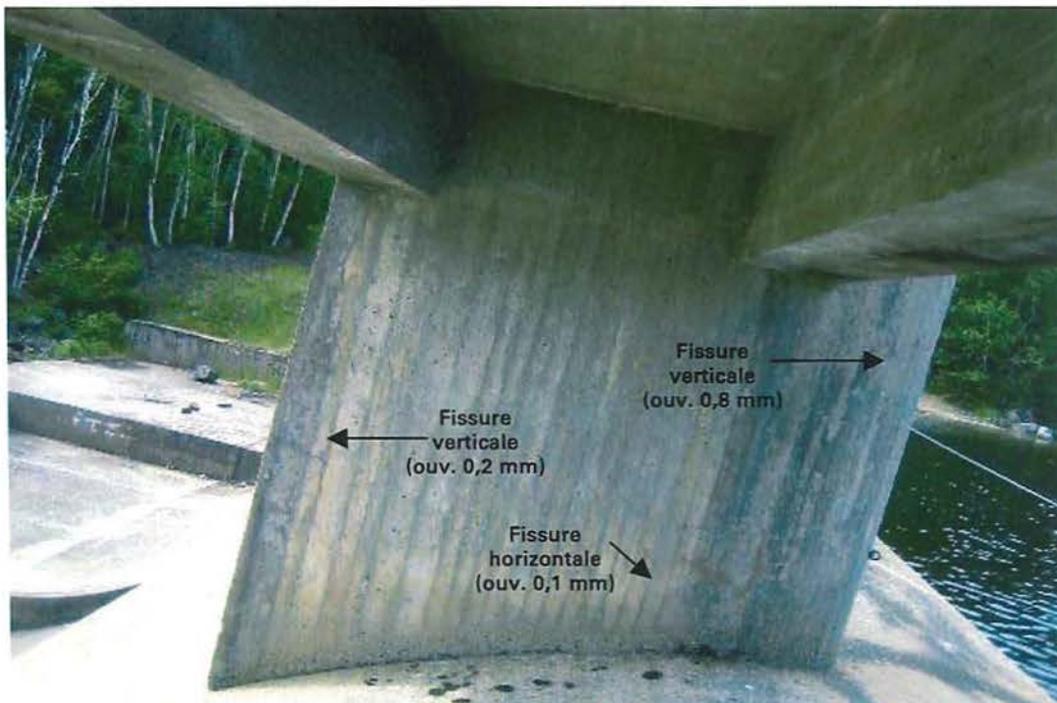
C-110 : Pilier n°14 – Face gauche



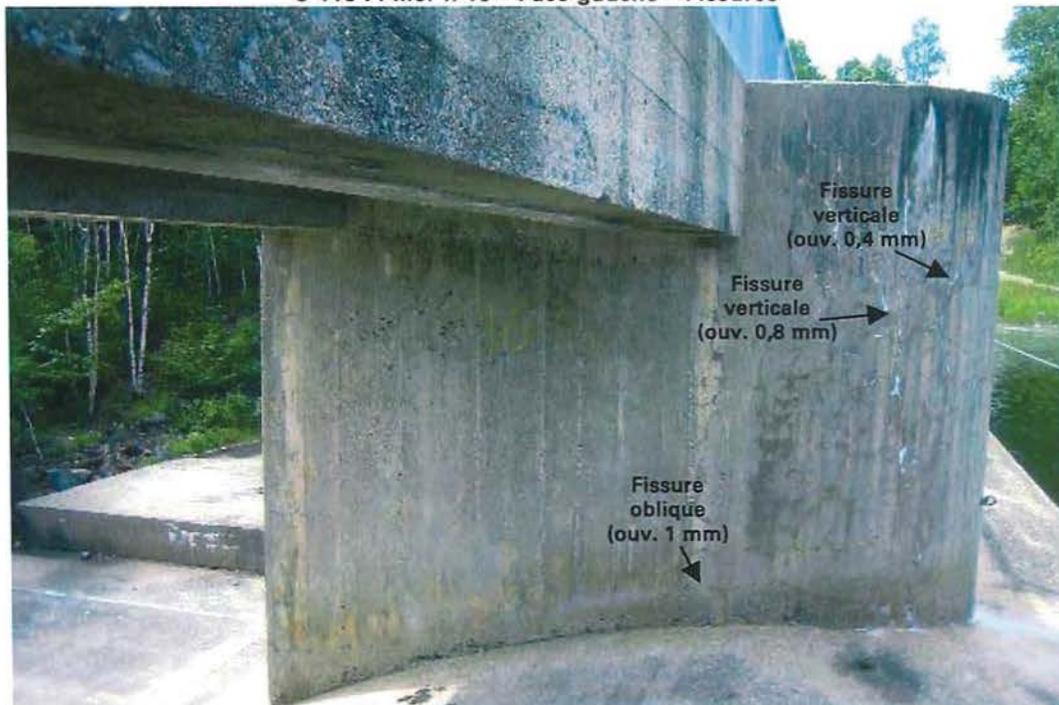
C-111 : Pilier n°14 – Face aval



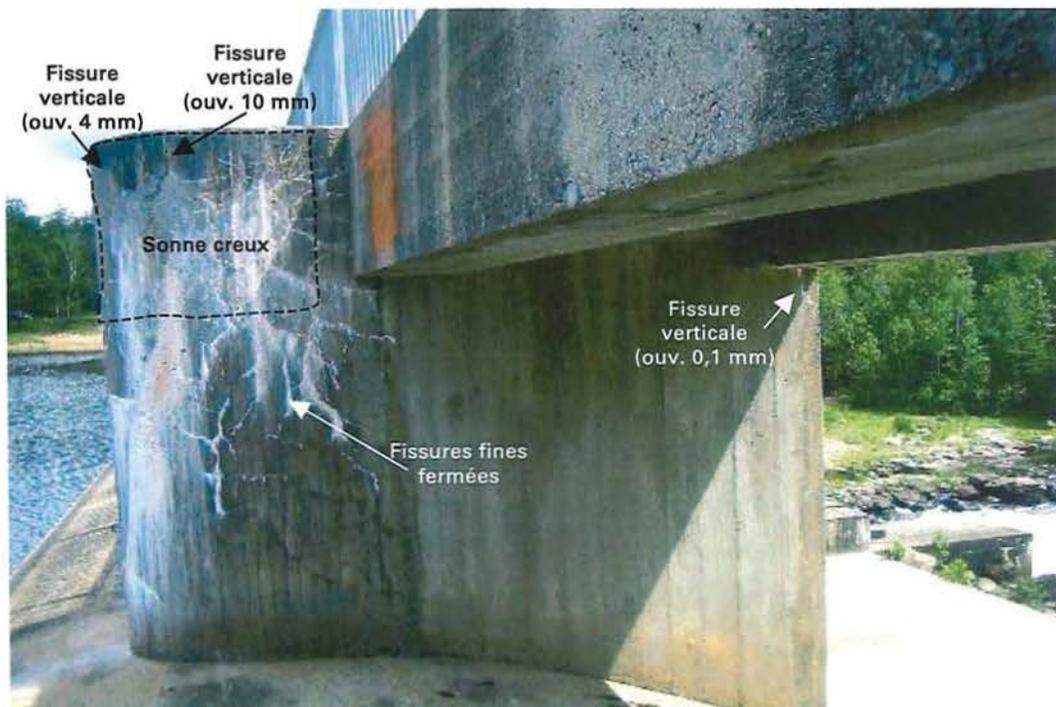
C-112 : Pilier n°14 – Face droite



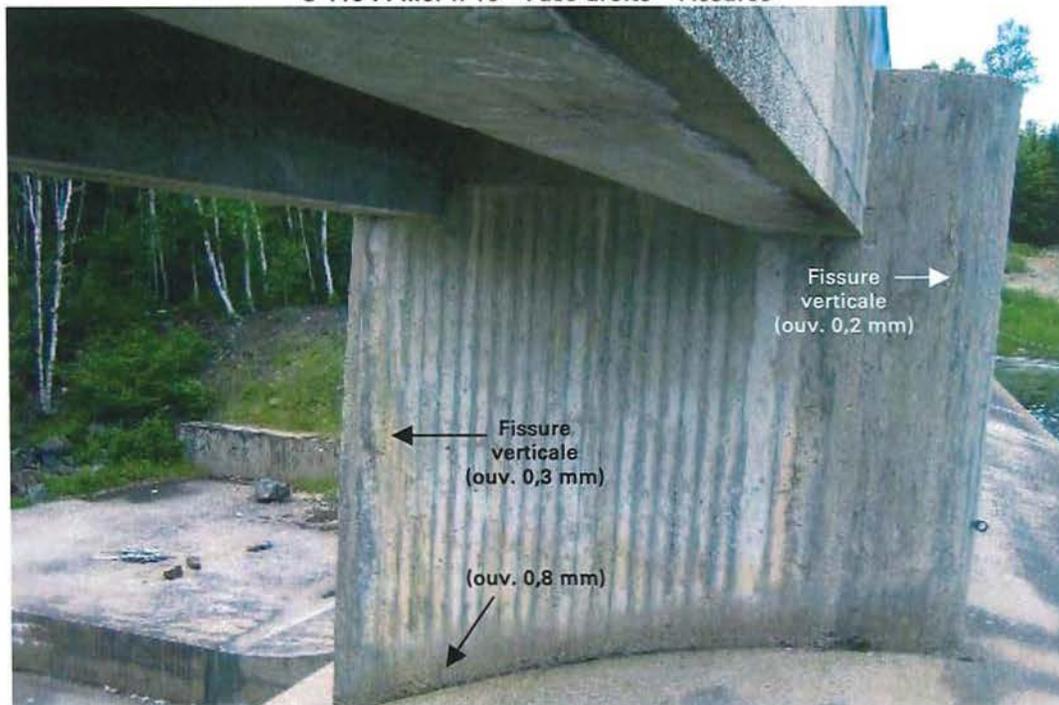
C-113 : Pilier n°15 – Face gauche – Fissures



C-114 : Pilier n°16 – Face gauche – Fissures



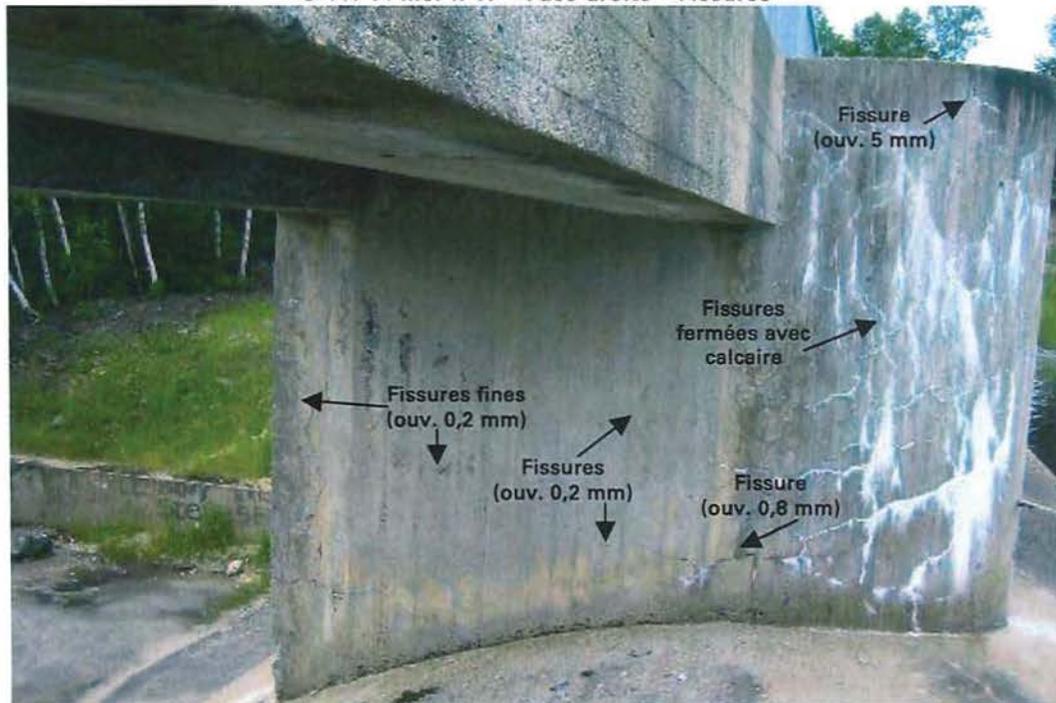
C-115 : Pilier n°16 – Face droite – Fissures



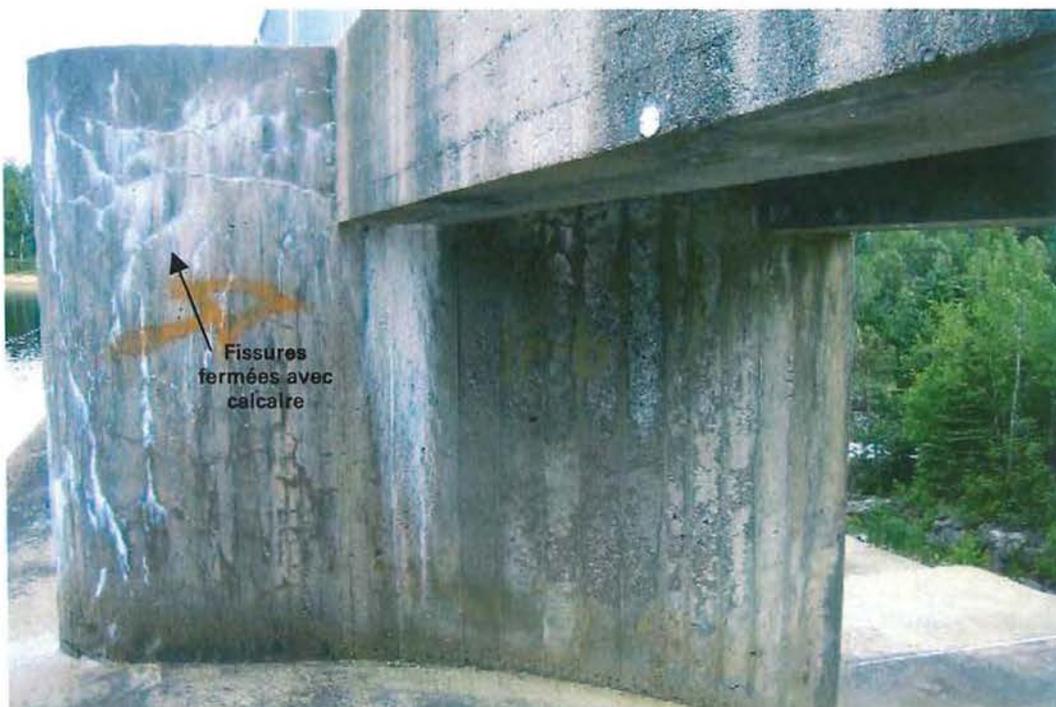
C-116 : Pilier n°17 – Face gauche – Fissures



C-117 : Pilier n°17 – Face droite – Fissures



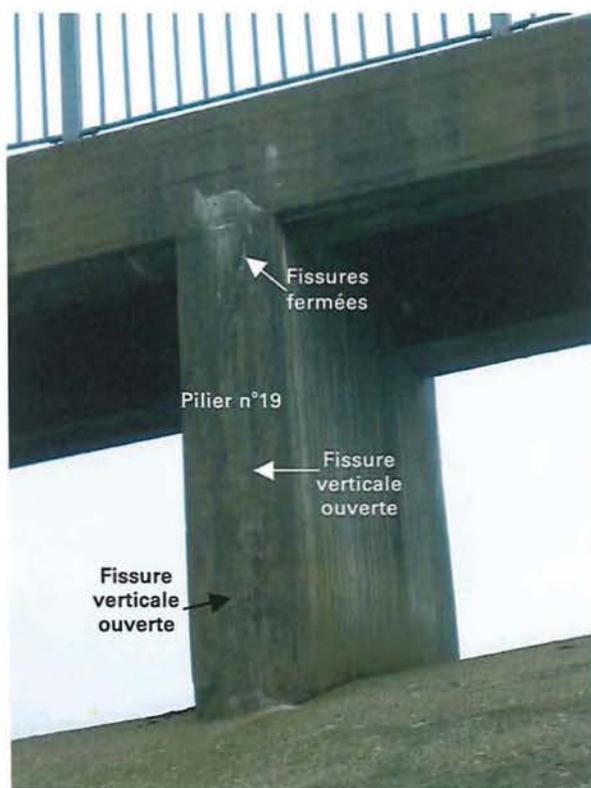
C-118 : Pilier n°18 – Face gauche – Fissures



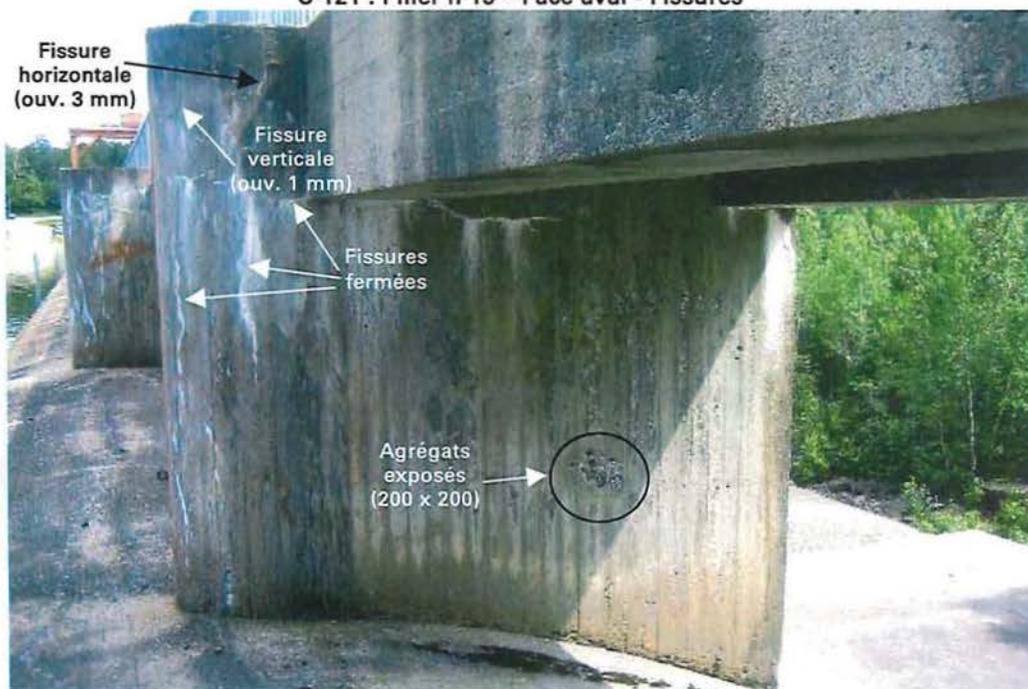
C-119 : Pilier n°18 – Face droite – Fissures



C-120 : Pilier n°19 – Face gauche – Fissures



C-121 : Pilier n°19 – Face aval - Fissures



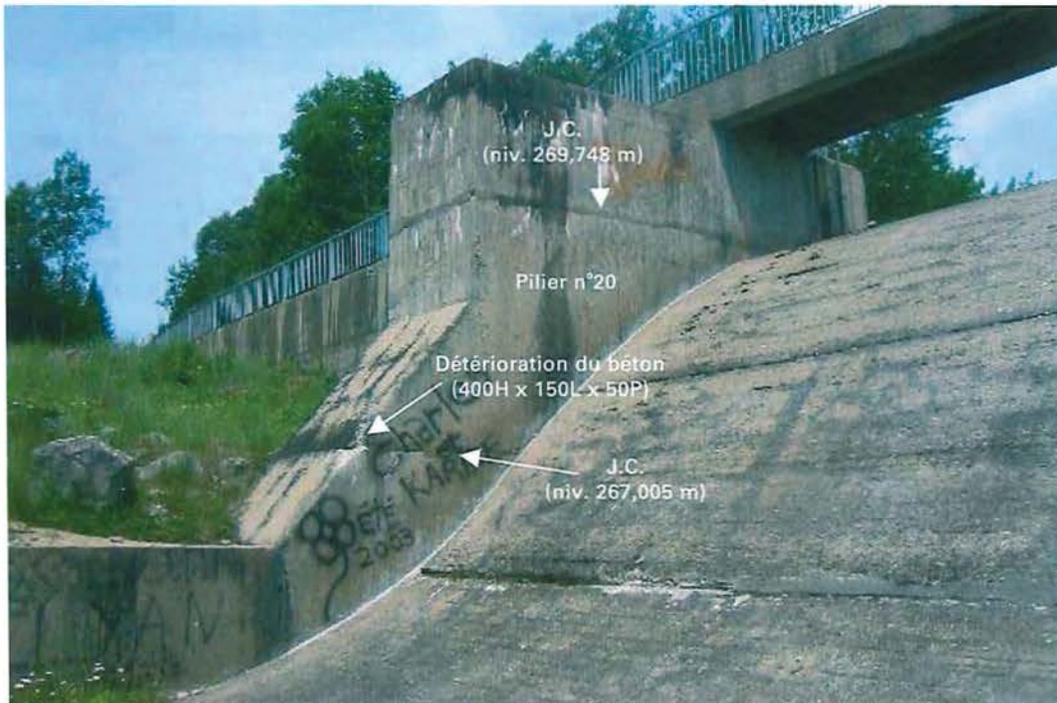
C-122 : Pilier n°19 – Face droite - Fissures



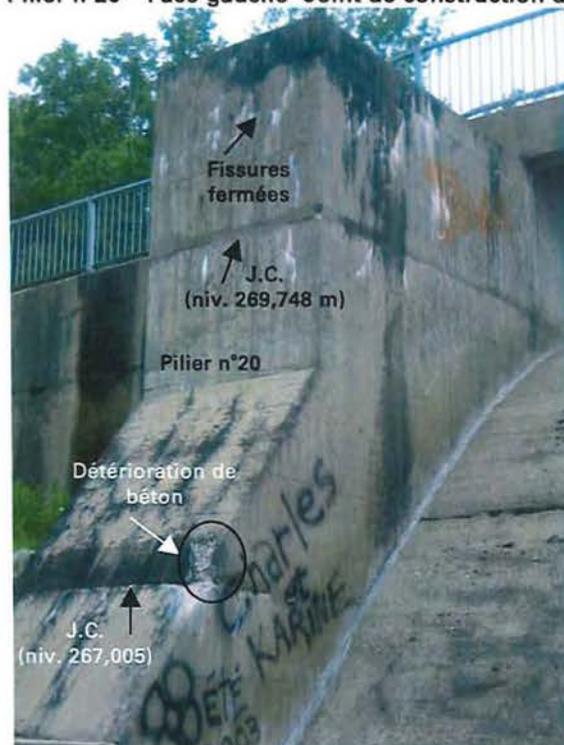
C-123 : Pilier n°20 – Face gauche - Fissures



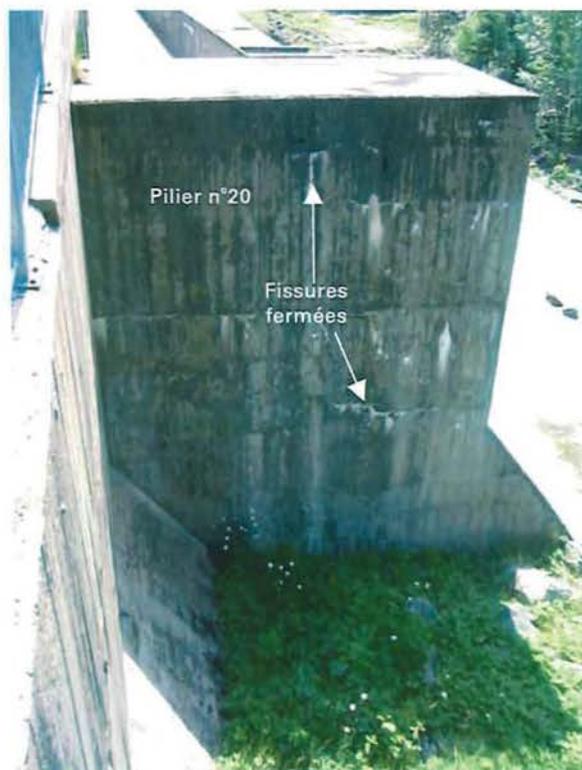
C-124 : Pilier n°20 – Face gauche- Aval – Fissures



C-125 : Pilier n°20 – Face gauche- Joint de construction détérioré



C-126 : Pilier n°20 – Face aval



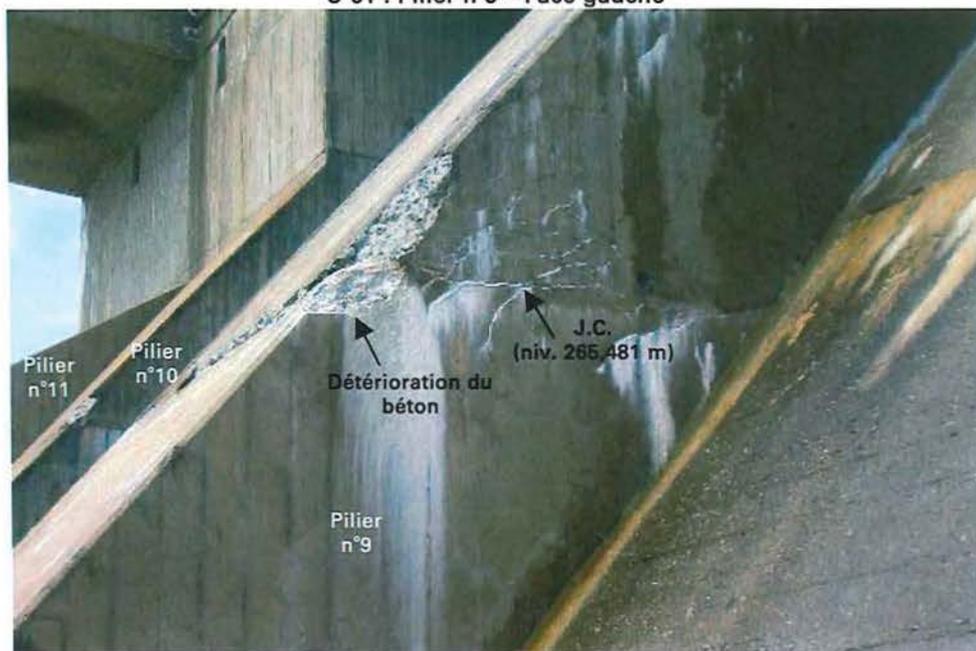
C-127 : Pilier n°20 – Face droite – Fissures fermées



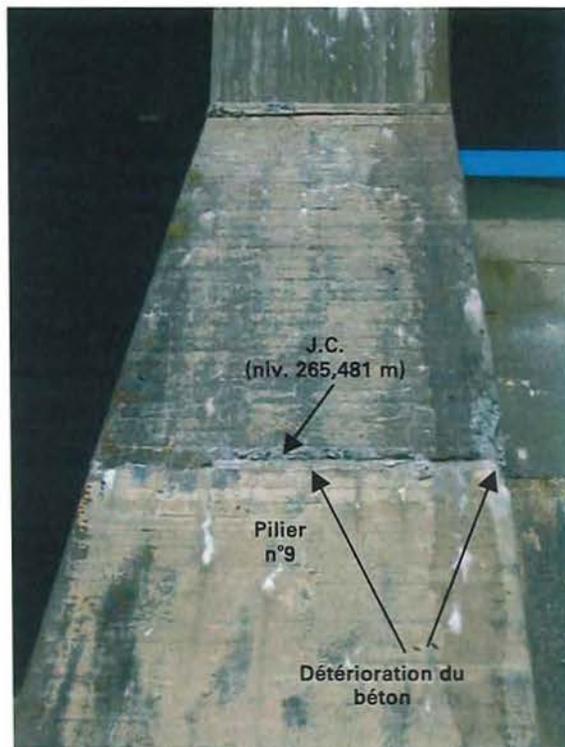
C-128 : Culée droite – Côté aval – J.C. et rampe d'accès



C-61 : Pilier n°9 – Face gauche



C-62 : Pilier n°9 – Face gauche - Déterioration du béton au J.C.



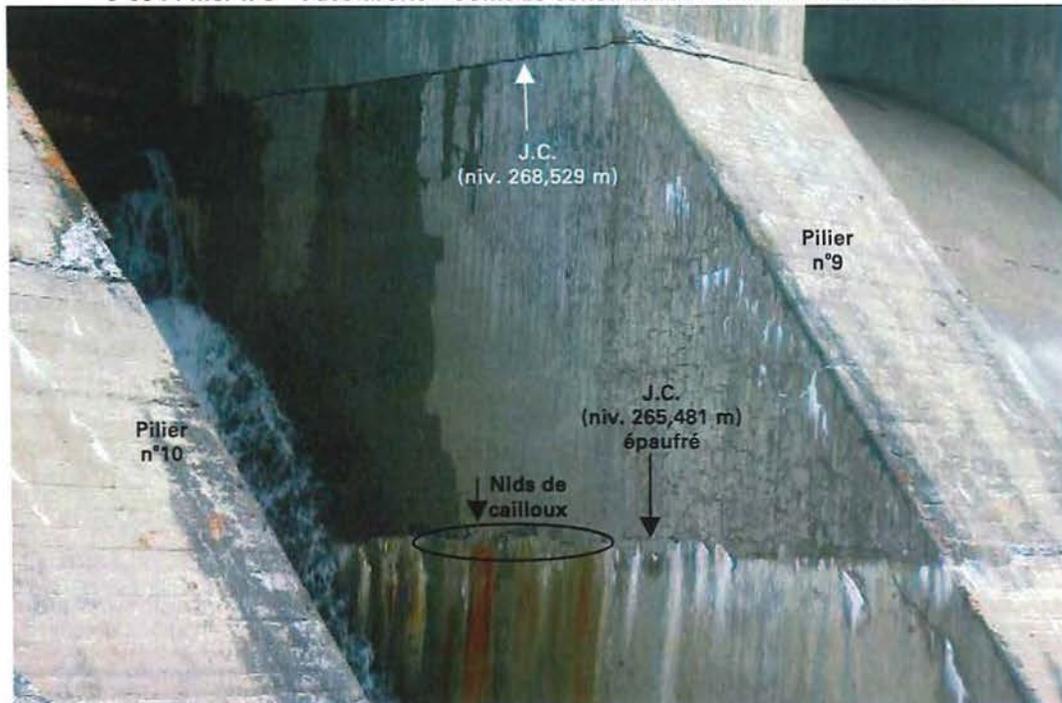
C-63 : Pilier n°9 – Face aval – Détérioration du béton au J.C.



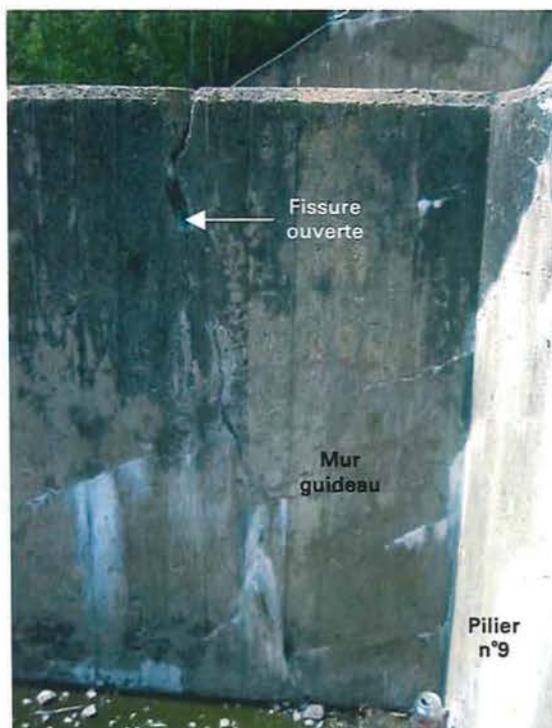
C-64 : Pilier n°9 – Face aval – Détérioration du béton au J.C.



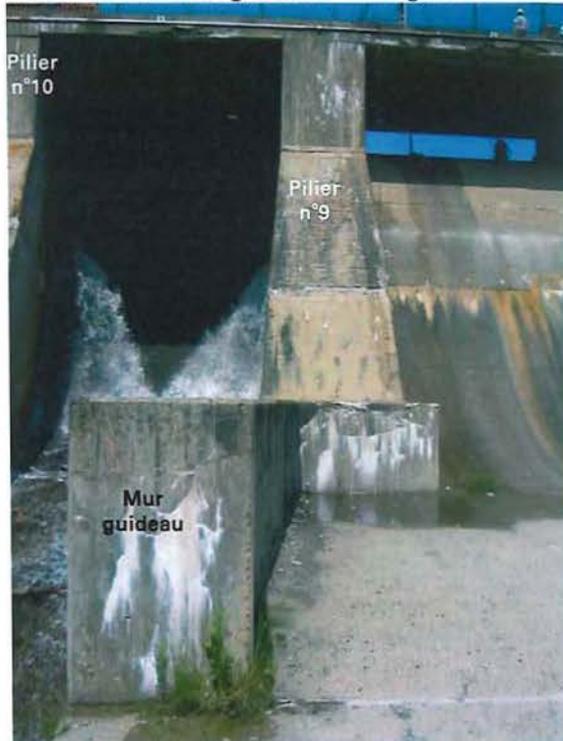
C-65 : Pilier n°9 – Face droite – Joint de construction ouvert avec suintement



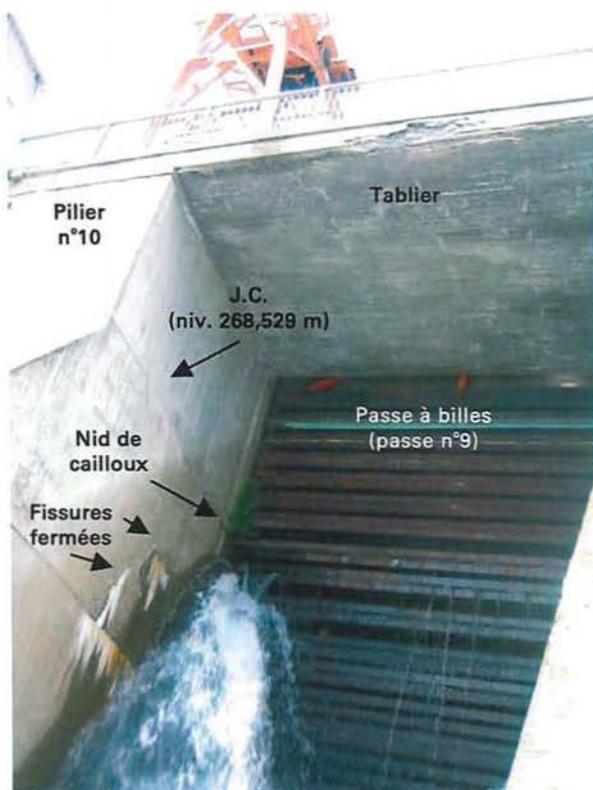
C-66 : Pilier n°9 – Face droite – Joint épaufré avec suintement et nid de cailloux



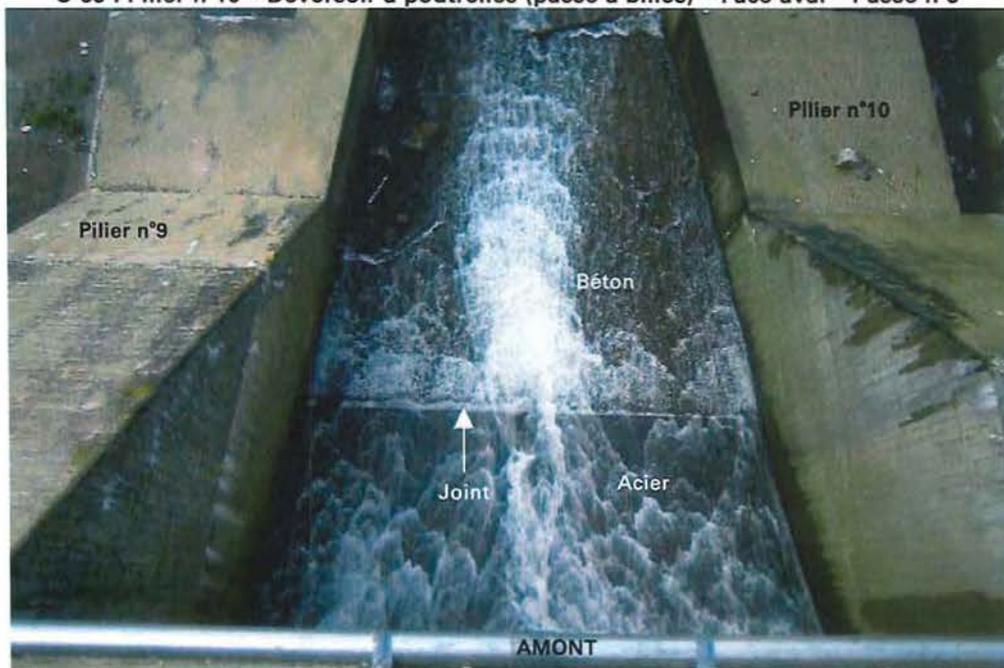
C-67 : Pilier n°9 – Mur guideau – Face gauche – Fissure



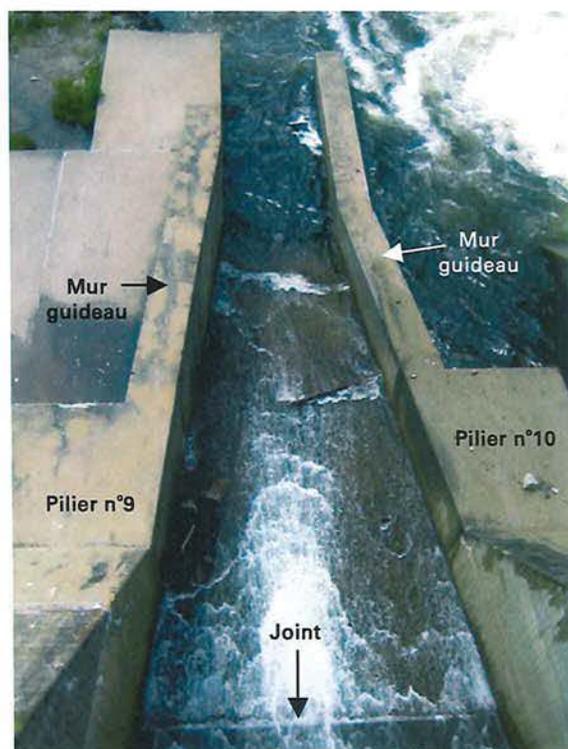
C-68 : Pilier n°9 – Déversoir à poutrelles (passe à billes) – Face aval – Passe n° 9



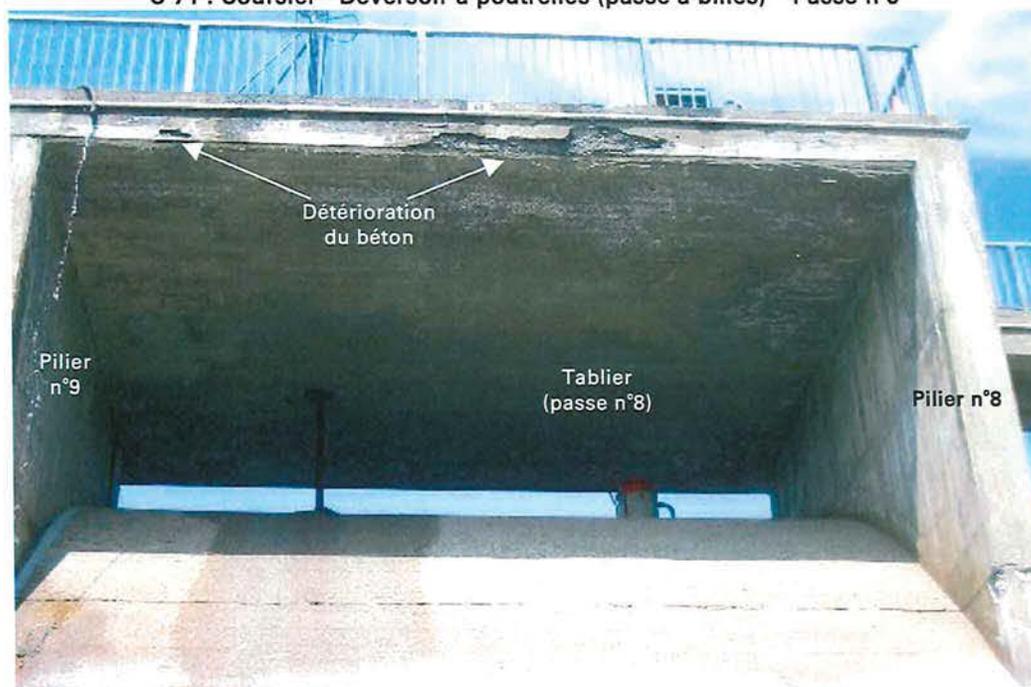
C-69 : Pilier n°10 – Déversoir à poutrelles (passe à billes) – Face aval – Passe n°9



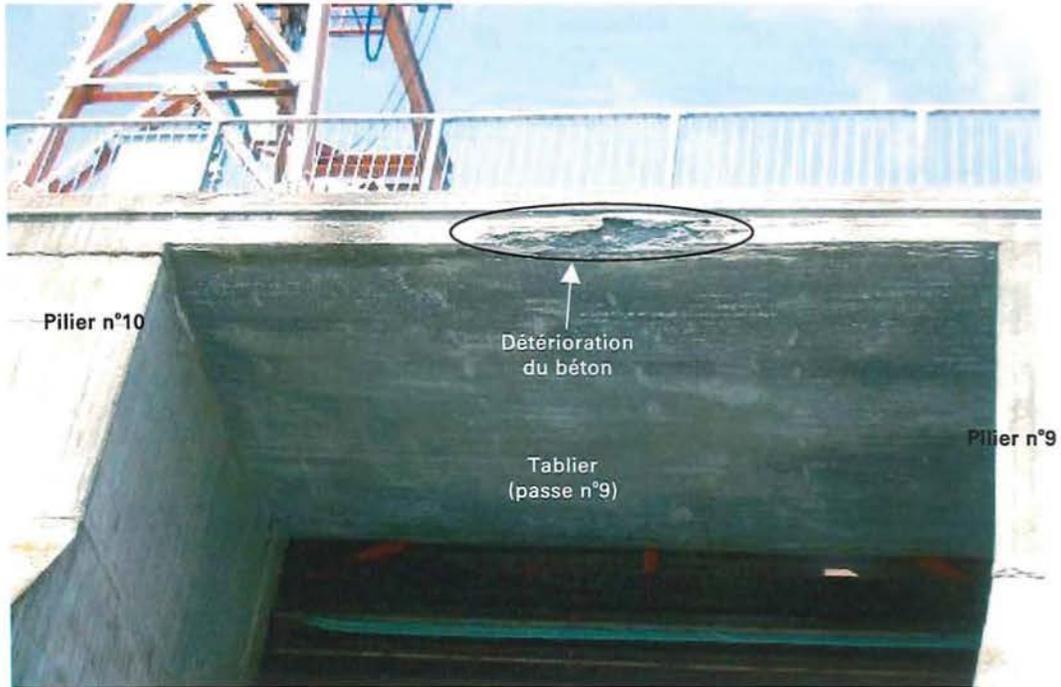
C-70 : Coursier - Déversoir à poutrelles (passe à billes) – Passe n°9



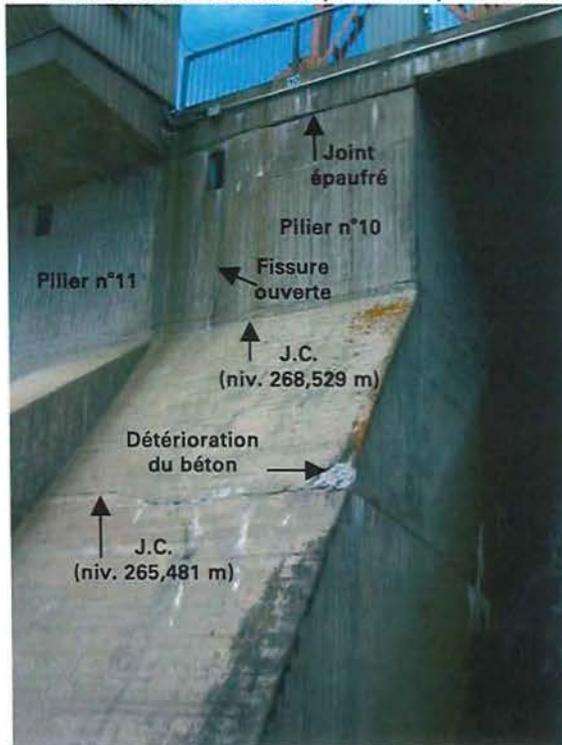
C-71 : Coursier - Déversoir à poutrelles (passe à billes) – Passe n°9



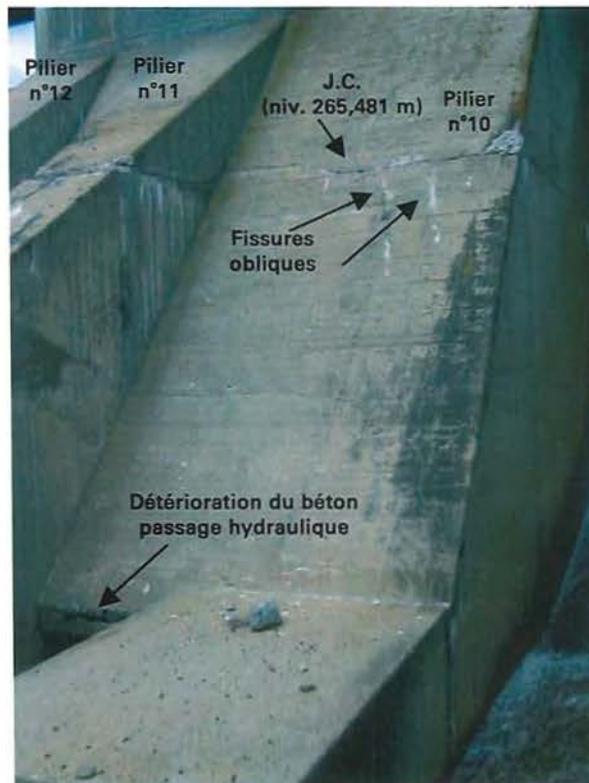
C-72 : Pilier n°9 – Tablier gauche – Face aval (Passe n°8) – Détérioration du béton



C-73 : Pilier n°9 – Tablier droit – Face aval (Passe n°9) – Détérioration du béton



C-74 : Pilier n°10 – Face aval



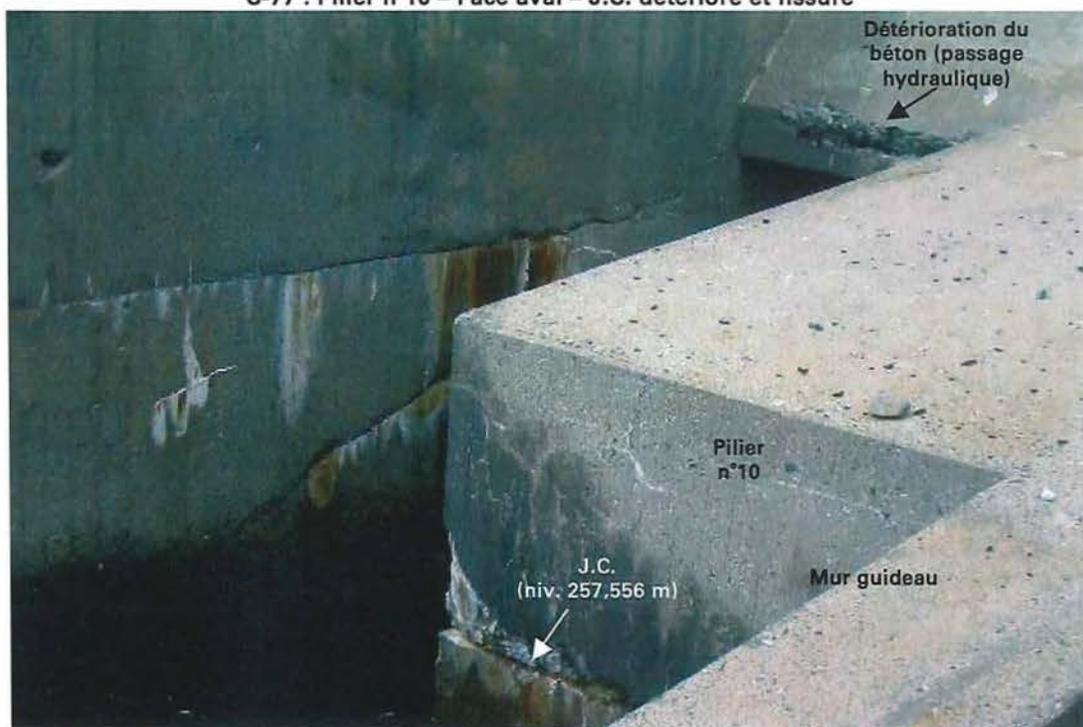
C-75 : Pilier n°10 – Face aval



C-76 : Pilier n°10 – Mur guideau – Face gauche - Fissure



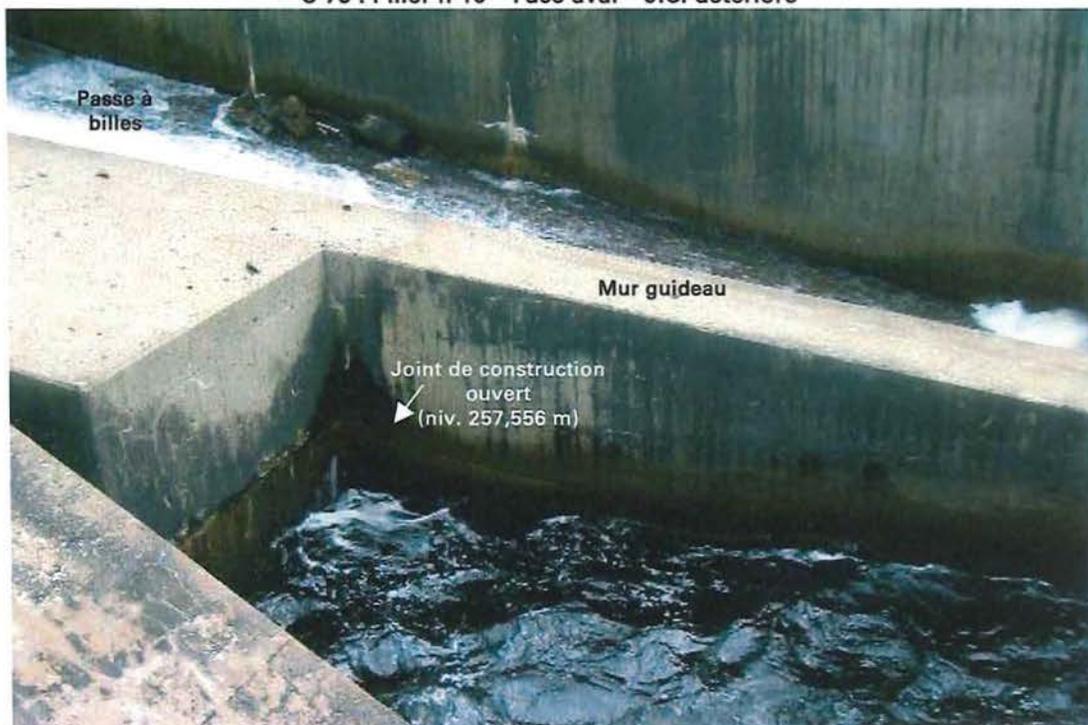
C-77 : Pilier n°10 – Face aval – J.C. détérioré et fissure



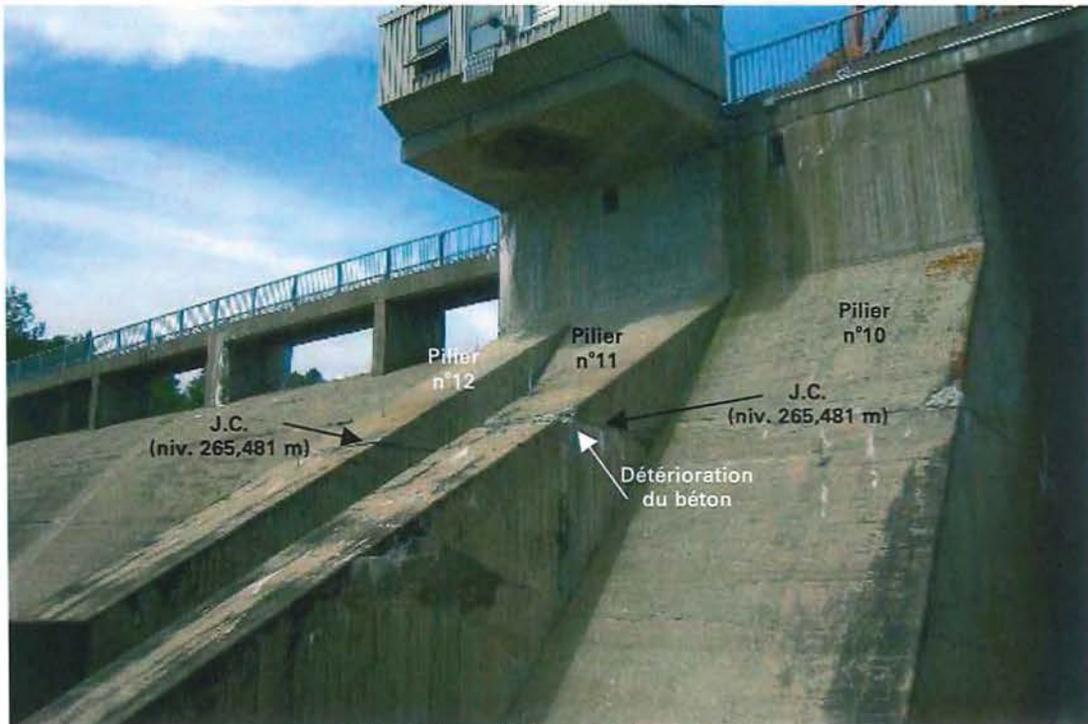
C-78 : Pilier n°10 – Face aval – Détérioration du béton



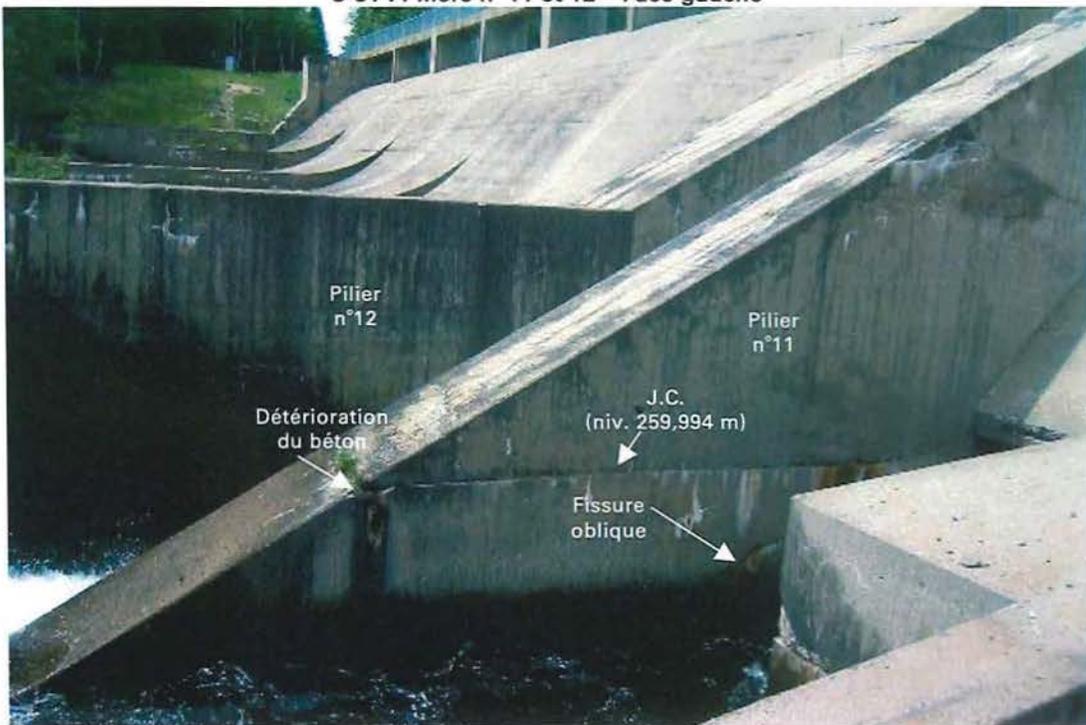
C-79 : Pilier n°10 – Face aval – J.C. détérioré



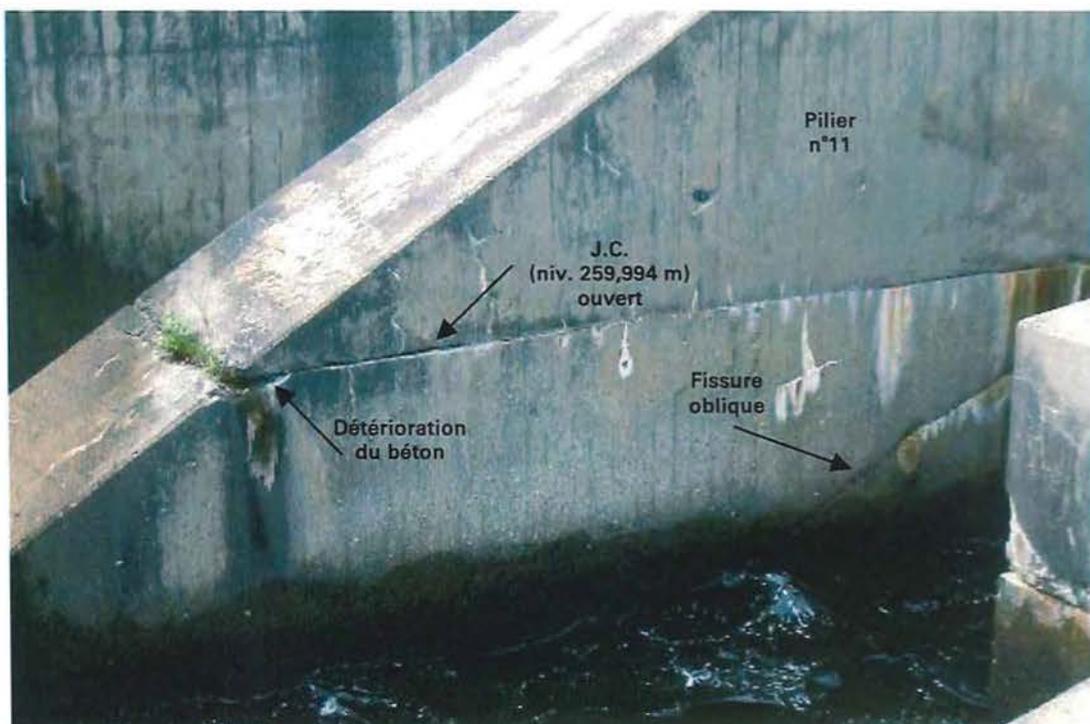
C-80 : Mur guideau – J.C. ouvert 10 mm



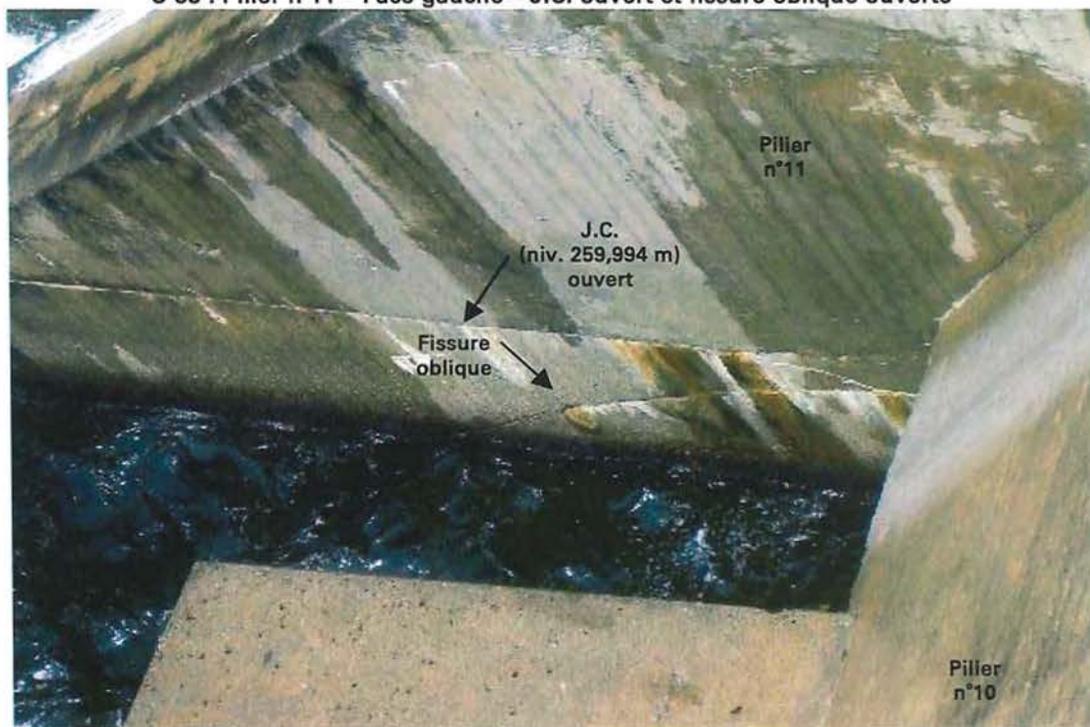
C-81 : Piliers n°11 et 12 – Face gauche



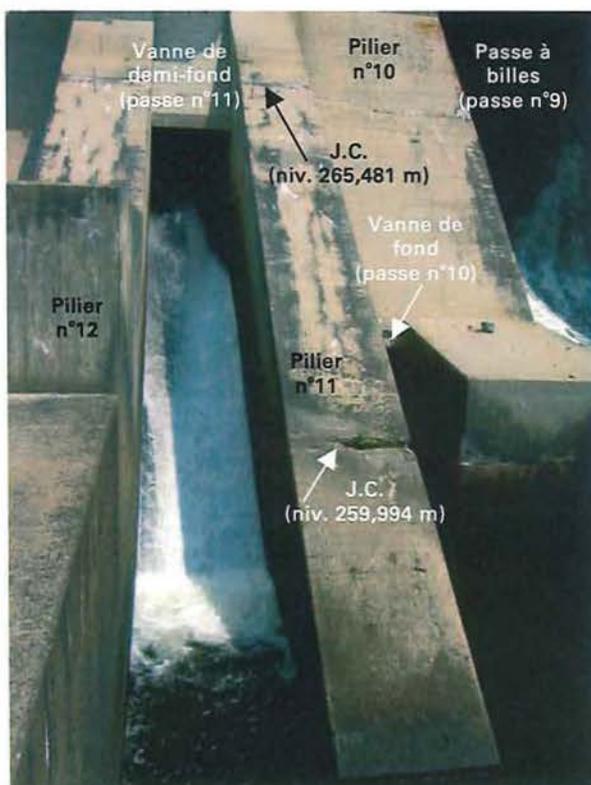
C-82 : Pilier n°11 – Face gauche



C-83 : Pilier n°11 – Face gauche – J.C. ouvert et fissure oblique ouverte



C-84 : Pilier n°11 – Face gauche – J.C. ouvert et fissure oblique ouverte



C-85 : Pilier n°11 – Face aval – Joints de construction détériorés



C-86 : Pilier n°11 – Face aval – Joint de construction détérioré