PR-338

7 février 2004

Proposition du Conseil administratif du 3 mars 2004 en vue de l'ouverture d'un crédit de 1 275 000 francs destiné aux travaux d'assainissement des bétons du mur de soutènement aval, du mur de soutènement amont et du dispositif des contreforts situés au pied des falaises du bois de la Bâtie.

Mesdames et Messieurs les conseillers,

Préambule

C'est le 25 juin 2002 que la proposition PR-188, arrêté II, portant sur un crédit de 432 900 francs, destiné aux travaux de pose de filets de protection sur les falaises du bois de la Bâtie, fut votée par le Conseil municipal. Rappelons les constantes et paramètres qui sont à l'origine du projet:

– pose de filets de protection en acier;
– élagage ou abattage de certains arbres en porte-à-faux;
– replantation arbustive.

Suite au vote de l'arrêté II du crédit précité, un bureau d'ingénieur civil a été mandaté afin de faire procéder à des travaux de débroussaillage et d'élagage, en collaboration avec le Service des espaces verts et de l'environnement, et d'élaborer l'étude et le projet d'exécution.

Cette étude a établi l'état avancé de dégradation des bétons concernant les ouvrages jouxtant les falaises et le cheminement piéton à savoir:

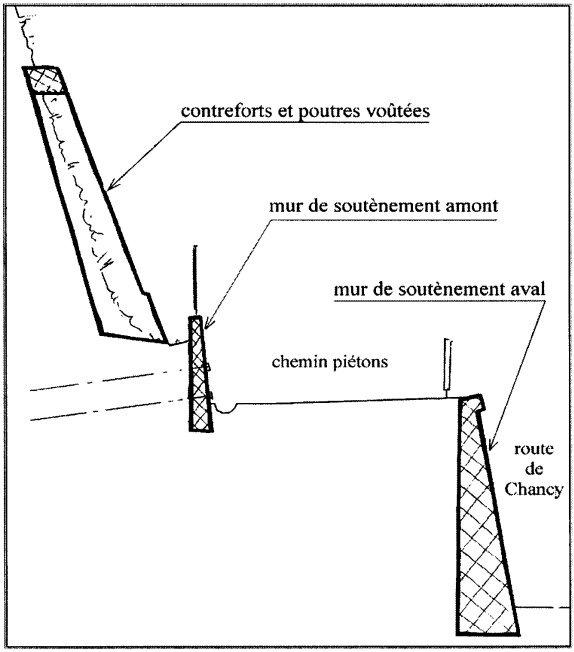
– les murs de soutènement aval et amont;
– le dispositif de contreforts des falaises.

La présente demande de crédit a pour but d'assainir l'ensemble des éléments en béton précités.

Exposé des motifs

Les explications ci-après émanent, dans une large mesure, des rapports découlant des études susmentionnées. La coupe type a pour but de montrer les trois ouvrages distincts en béton qui nécessitent, comme décrit précédemment, un assainissement.

Coupe type :



1. Mur de soutènement aval

Description de l'ouvrage

Des investigations complémentaires ont été menées par le bureau d'ingénieur et ont permis de préciser la géométrie du mur et les conditions géotechniques du terrain dans lequel il a été bâti.

L'ouvrage, probablement construit au début du XX^{e} siècle, dans les années 1920 ou 1930, n'est pas un mur de soutènement de type poids, mais un parement de protection du pied de la falaise; celle-ci est composée de graviers naturellement cimentés et entaillée pour la construction de la rampe de Saint-Georges. La réalisation de l'ouvrage est probablement liée à celle du dispositif de contreforts disposé sur la partie inférieure de la falaise.

Ainsi, ce mur n'est pas armé et n'a pas de semelle. Il est constitué d'un béton présentant une résistance à la compression très faible, type béton maigre, avec probablement de la chaux comme liant. Son épaisseur, déterminée par carottage à différentes hauteurs, est de 60 cm en moyenne. Le parement est protégé par un

crépi d'environ 8 à 10 mm d'épaisseur. Il a été surmonté par un bloc de tête lors de la réalisation, au début des années 1960, d'un caniveau technique et d'un cheminement piéton derrière le mur.

Constat

Lors de l'inspection de l'ouvrage, il a été constaté que le crépi était décollé sur de grandes surfaces et menaçait de tomber sur la chaussée. Une intervention d'urgence a été menée le 4 décembre 2002, afin de piquer les zones dangereuses. Environ 25% de la surface de crépi a ainsi été enlevée.

Le mur présente plusieurs fissures verticales, plus ou moins ouvertes. Toutefois, on ne constate pas d'humidité le long de ces fissures. Une fissure horizontale s'est également ouverte entre le bloc de tête et le mur.

Le bloc de tête du mur est armé sur les deux rampes aux extrémités de l'ouvrage et probablement non armé sur la partie haute du mur. Le crépi se décolle en de nombreux endroits et des fers sont apparents ponctuellement.

Stabilité de l'ouvrage et stabilité générale

Bien que l'ouvrage n'ait pas une fonction de mur de soutènement, sa stabilité a été vérifiée en appliquant le concept des facteurs de sécurité globaux. La sécurité est considérée comme suffisante avec un rapport entre le moment stabilisant et le moment renversant supérieur ou égal à 1,5.

La stabilité générale du complexe mur/terrain a aussi été vérifiée et se révèle être assurée. Toutefois, cette vérification tient compte de la résistance au cisaillement du mur et c'est la raison pour laquelle il est impératif que la protection de surface du mur soit refaite au plus vite, afin de préserver l'intégrité de l'ouvrage et donc sa résistance.

2. Mur de soutènement amont

Description de l'ouvrage

Ce mur a été construit en 1970, lors de la réalisation du cheminement piéton le long de la route de Chancy, au pied de la falaise du bois de la Bâtie.

Sa fonction n'est pas d'assurer la stabilité du terrain, mais de protéger le chemin piéton des éboulis provenant du pied de la falaise. Comme les événements l'ont montré, cette fonction de protection est limitée et ne permet pas de contenir les glissements de terrain provenant de la tête de la falaise.

Sur le premier tronçon, en venant de l'Arve, sur une longueur d'environ 55 m, le mur est ancré par deux rangs de tirants permanents. Ces derniers sont en partie scellés dans le terrain et en partie bloqués par des contreplaques dans les cavernes existantes à proximité. Sur le reste de sa longueur, le mur est appuyé et fixé horizontalement dans les contreforts de sécurisation de la falaise.

Constat

L'état général de l'ouvrage est bon, compte tenu de son âge et de son exposition à proximité d'une voie de circulation à gros trafic (risque accru de carbonatation).

On relève environ 50 points de dégradations ponctuelles de type béton éclaté et fer rouillé à nu, ainsi que trois surfaces d'environ 4 à 5 m^2 présentant les mêmes symptômes. Ces dégradations sont typiques de la conjugaison de la carbonatation du béton et d'un manque local de recouvrement de l'armature.

Les joints ne présentent pas de dégâts et les points de scellement de la barrière sont sains.

La clôture en treillis qui surmonte le mur est détériorée en plusieurs endroits et présente des zones corrodées.

Les joints du caniveau de récolte des eaux de pluie situé au pied du mur et constitué d'éléments préfabriqués en béton présentent divers petits éclats.

3. Contreforts situés au pied de la falaise

Description de l'ouvrage

Cette partie d'ouvrage a probablement été réalisée en même temps que le mur de soutènement aval qui longe la route de Chancy.

Il s'agit d'une sorte de grille en béton à grandes mailles, disposée sur la face de la partie inférieure de la falaise. Elle est composée de contreforts verticaux espacés d'environ 5 m, reliés entre eux par deux rangs de poutres horizontales également espacées d'environ 5 m.

Le rang supérieur de poutres domine le chemin piéton d'environ 9 m côté Arve, hauteur qui diminue progressivement à environ 4 m côté Lancy. Le rang inférieur est disposé à environ 5 m en dessous et disparaît sous le chemin piéton côté Lancy. Les derniers entraxes de contreforts ne sont probablement reliés entre eux que par le rang supérieur de poutres.

Ce dispositif recouvre le tiers inférieur de la falaise sur environ 110 m de longueur, ce qui ne correspond pas à la totalité de la longueur à risques potentiels, qui est d'environ 140 m.

Les contreforts ont une largeur moyenne de 80 cm et une épaisseur d'environ 80 cm, variant en fonction du terrain. Ils sont constitués par une maçonnerie de blocs de béton de 25 cm de hauteur, empilés contre terre et d'un parement bétonné, probablement coulé dans un coffrage. L'ensemble n'est pas armé et est revêtu d'un enduit de protection à base de mortier. Sur au moins deux éléments, la face extérieure est bétonnée en forme de cunette rectangulaire, dont une reçoit une conduite EP en acier provenant du chemin longeant la crête de la falaise.

Les éléments horizontaux sont des poutres en béton non armé, de hauteur variant de 60 cm aux appuis à 35 cm au milieu de la portée. L'arête supérieure est horizontale, alors que l'inférieure est cintrée en forme de voûte très tendue. Ces poutres ont été bétonnées contre terre et ont une épaisseur moyenne de 40 cm.

La fonction de cet ouvrage comme élément de stabilisation et de sécurisation de la falaise ne nous paraît pas évidente. Il semble que, en retenant de la terre et en permettant ainsi à la végétation de pousser, le dispositif vise à la protection contre l'érosion de surface et permette ainsi de prévenir le détachement et l'éboulement de pierres.

Constat

Lors de l'inspection de l'ouvrage, nous avons dégagé et examiné trois entraxes de contreforts situés dans la partie la plus haute de l'ouvrage. En raison de l'absence d'armatures, ces éléments ne présentent pas les habituelles dégradations que l'on observe sur les ouvrages en béton et leur état général peut être qualifié de satisfaisant compte tenu de leur âge. Néanmoins, d'une manière générale, on observe une dégradation et un décollement de l'enduit de mortier, principalement près du contact avec le terrain et de nombreuses fissures plus ou moins importantes.

En de nombreux endroits, on relève une érosion du terrain au contact des éléments béton et la formation d'affouillements qui peuvent être parfois importants. Ce phénomène est particulièrement marqué sous les poutres horizontales où il se forme des vides de plusieurs centimètres, voire décimètres.

Les éléments horizontaux ont permis une accumulation de terre sur leur face supérieure, composée d'éboulis et de végétaux compostés. De la végétation pousse dans ce terreau favorable. Il en résulte une charge verticale sur ces éléments qui, compte tenu de leur géométrie très tendue, ne peuvent pas travailler en voûte et qui, en raison de l'absence d'armature, ne peuvent pas résister en poutre. Lorsque le contact entre l'élément en béton et le terrain est bon, la charge est

transmise au terrain sans incidence pour l'ouvrage. C'est probablement le mode de fonctionnement qui a été voulu par les concepteurs de l'ouvrage. Par contre, lorsque l'élément béton est décollé du terrain, il doit reprendre la charge sans report possible, ce pour quoi il n'a pas été conçu. Les poutres supérieures sont complètement ou partiellement décollées du terrain d'appui sur leur épaisseur et il s'est formé une cavité d'érosion dessous. On y constate d'importantes fissures traversantes tant au milieu de la portée que sur les appuis et la menace de ruptures est bien réelle.

Une poutre horizontale, située à proximité de la partie médiane du chemin, s'est effondrée, probablement peu après le glissement de terrain de mars 2001. A cet endroit, on constate la formation d'un vallon prononcé entre les deux contreforts. La zone depuis le début de la falaise jusqu'à sa moitié a été recouverte d'un treillis de protection fixé sur les poutres et contreforts. Il s'agit d'un treillis de type clôture et celui-ci a été partiellement arraché par le glissement de terrain de mars 2001.

Le défrichage effectué pour l'inspection a aussi permis de constater que, contrairement à ce que l'on pouvait attendre, le système de contreforts ne sert pas d'appui à une zone surplombante. Une telle zone existe bien, mais elle est située environ 2 à 3 m en dessus des poutres supérieures.

Il est à noter que, selon toute vraisemblance, le dispositif n'intervient pas directement dans la stabilisation du versant. En effet, son poids propre est trop faible et ses éléments pas assez résistants pour offrir une quelconque résistance mécanique à un glissement de terrain, ou à une rupture d'un pan de falaise. De ce point de vue, il pourrait être supprimé. Par contre, en formant un système de retenue pour des terrains de couverture, il offre une protection contre l'érosion de la surface, prévient le détachement et l'éboulement de pierres et permet à la végétation de pousser, d'où une fonction positive au niveau du paysage.

Description des travaux

1. Mur de soutènement aval

Le crépi doit être enlevé sur l'ensemble de la surface du mur, y compris le bloc de tête. Les fissures horizontales et verticales doivent être colmatées au coulis de ciment. Les fers apparents seront dégagés par piquage et traités. Le béton sera ensuite reprofilé au mortier de ragréage.

La réfection du parement sera faite par un béton projeté armé d'un treillis. La surface sera talochée et pourra éventuellement être protégée par une peinture de protection ou un antigraffiti, ce qui contribue à améliorer la durée de vie de l'ouvrage.

Les barbacanes devront être nettoyées et débouchées s'il y a lieu.

Le joint entre le trottoir et l'arrière du bloc de tête du mur doit être enlevé et refait.

Les scellements de la barrière doivent être assainis et la barrière nettoyée et ponctuellement retouchée.

N.B.: Le crépi de protection de la surface ayant dû être partiellement enlevé, le parement du mur n'est plus protégé des intempéries et risque, compte tenu de la qualité médiocre du béton, de subir rapidement des dégâts d'érosion. Aussi, il faudra intervenir au plus vite pour procéder aux travaux de réfection du parement.

2. Mur de soutènement amont

Les zones dégradées devront être piquées de manière à enlever tout le béton éclaté autour des fers d'armature. Les fers seront brossés et traités contre la corrosion. Le béton sera ensuite reprofilé avec un mortier de ragréage. Afin d'offrir une durabilité à long terme, il sera nécessaire de compléter ces réparations indispensables par des mesures d'entretien et de protection de l'ouvrage. Celles-ci consisteront en un lavage à haute pression de la surface, à l'application d'un bouche-pores et à la mise en place d'une peinture de protection ou d'un antigraffiti.

Lors des travaux d'assainissement, les teneurs en chlorures du béton au pied du mur devront être contrôlées et, s'il y a lieu, une stabilisation chimique au MFP entreprise sur une hauteur d'environ 50 cm.

La clôture doit être réparée ou remplacée. Dans le cadre du projet de sécurisation de la falaise, nous remplacerons cette clôture par une clôture renforcée susceptible de compléter le dispositif de protection contre les éboulements ou glissements de terrain.

Les éclats sur le caniveau de récolte des eaux de pluie doivent être rhabillés et le joint entre le caniveau et le mur refait. Les barbacanes du mur devront être nettoyées et débouchées si nécessaire.

Le tronçon de mur situé côté Arve comprend 21 ancrages permanents dont les têtes ne sont pas visitables et dont la tension ne peut pas être contrôlée, ce qui n'est pas conforme aux normes actuellement en vigueur. Mais, dans son état actuel, l'ouvrage ne présente pas de symptôme de dégradations liées aux ancrages. Les scellements des têtes d'ancrage sont dans un état parfait et aucune trace d'humidité n'est visible.

En conséquence, nous estimons qu'en l'état actuel de l'ouvrage il n'est pas nécessaire de prendre des mesures particulières de renforcement ou de remplacement des ancrages. Toutefois, nous devons garder à l'esprit qu'un faible risque de défaillance d'un ancrage existe sans pour autant mettre en péril la sécurité

publique. Si un tel événement devait se produire, la situation devra être réévaluée et les mesures d'assainissements nécessaires prises. L'analyse de l'état des ancrages devra être refaite dans un délai d'environ huit à dix ans.

3. Contreforts situés au pied de la falaise

Les éléments en béton devront être dégagés de la végétation qui les enveloppe et nettoyés au jet à haute pression afin d'en éliminer les mousses et les parties désagrégées.

Les vides qui se sont creusés entre le béton et le terrain devront être comblés, par exemple avec du béton projeté. Il faudra auparavant purger les éléments instables à la surface du terrain et piquer le béton désagrégé.

L'enduit de surface devra être refait là où il manque, principalement le long des contreforts. Les fissures les plus importantes devront êtres colmatées ou injectées.

Les poutres horizontales devront être renforcées de manière à pouvoir résister à la charge de terre même sans appui sur le terrain et à prévenir le risque d'une rupture fragile. La solution la plus simple serait d'augmenter la hauteur des poutres en y ajoutant par-dessous une armature inférieure enrobée avec un béton projeté de 5 à 10 cm d'épaisseur.

Afin d'assurer le contact avec le terrain et d'offrir une sécurité générale améliorée, nous proposons de compléter le renforcement par quelques clous du même type que les clous d'ancrage du treillis, à forer dans le terrain juste sous la poutre et à intégrer dans le béton de renforcement inférieur.

Les contreforts devront localement être renforcés par la pose d'un treillis sur la surface enrobé de béton projeté.

La pose des treillis cloués devra être adaptée au dispositif de contreforts et de poutres. Le recouvrement systématique sera arrêté au droit des poutres supérieures. Lorsque la situation le nécessite, un coupon de treillis sera intégré entre les contreforts et les poutres.

Une consultation préliminaire des services de sécurité des chantiers et du trafic a été effectuée, car la suppression d'une voie de circulation sera indispensable pour mener à bien les travaux de réfection, notamment concernant la réfection des deux murs de soutènement. Il en résulte que l'Office des transports et de la circulation souhaite que ces travaux soient réalisés pendant les vacances d'été, afin de limiter les incidences négatives sur le trafic de cette artère chargée. Les lignes de contact TPG devront être déplacées. De plus, les travaux devront se

faire en préservant le chemin piéton qui longe le pied de la falaise. De ce fait, il faudra prévoir la réalisation d'un tunnel de protection du chemin piéton, sur toute la longueur de la zone, avec un accès de chantier passant sur le tunnel.

Estimation du coût

Assainissement des bétons

	Fr.	Fr.
1. Mur de soutènement aval	265 000	
2. Mur de soutènement amont	104 000	
3. Contreforts situés au pied de la falaise	448 000	
Tunnel de protection	176 000	
Total travaux		993 000
Honoraires d'ingénieur	80 000	
Honoraires géotechnicien	5 000	
Total honoraires		85 000
		1 078 000
Divers et imprévus 5%		53 900
		1 131 900
TVA 7,6%		86 024
		1 217 924
Frais de promotion 4%		48 717
		1 266 640
Intérêts intercalaires $\frac{1\,266\,640 \times 3{,}75 \times 4}{2 \times 100 \times 12}$		7917
Total des travaux d'assainissement des murs de soutènement aval et amont du cheminement piéton, des contreforts et des poutres voûtées en béton situés au pied de la falaise du bois de la Bâtie		1 274 557
Arrondi à:		1 275 000

Programme des travaux

Le délai référendaire écoulé, les travaux pourront commencer deux mois après le vote du Conseil municipal et dureront quatre mois.

Autorisation de construire

Aucune autorisation de construire n'est nécessaire, car il s'agit de travaux d'entretien réalisés sur des ouvrages existants, sans modification de la géométrie et sans changement majeur de l'aspect actuel.

Régime foncier

La falaise du bois de la Bâtie, attenante à la route de Chancy, fait partie du domaine privé. La Ville de Genève en est la propriétaire.

Programme financier quadriennal

Cet objet est prévu au 20e programme financier quadriennal 2002-2005 sous le numéro 101.015.12 «Entretien et rénovation du domaine public».

Maîtrise d'ouvrage et maîtrise d'œuvre

Le service gestionnaire et le service bénéficiaire de ce crédit est le Service entretien du domaine public.

Budget prévisionnel d'exploitation et charge financière

La réalisation de ce projet n'entraîne aucune charge financière sur les futurs budgets de fonctionnement de la Ville.

Quant à la charge financière pour l'investissement prévu à l'arrêté I (1 275 000 francs), il faudra tenir compte d'une charge annuelle de 87 740 francs (amortissement au moyen de 20 annuités, intérêts au taux de 3,25%).

Au bénéfice de ces explications, nous vous invitons, Mesdames et Messieurs les conseillers, à approuver les projets d'arrêtés ci-après:

PROJET D'ARRÊTÉ

LE CONSEIL MUNICIPAL,

vu l'article 30, alinéa 1, lettre e), de la loi sur l'administration des communes du 13 avril 1984;

sur proposition du Conseil administratif,

arrête:

Article premier. – Il est ouvert au Conseil administratif un crédit de 1 275 000 francs destiné aux travaux d'assainissement des murs de soutènement aval et amont du cheminement piéton, des contreforts et des poutres voûtées en béton situés au pied de la falaise du bois de la Bâtie.

Art. 2. – Au besoin, il sera provisoirement pourvu à la dépense prévue à l'article premier au moyen d'emprunts à court terme à émettre au nom de la Ville de Genève, à concurrence de 1 275 000 francs.

Art. 3. – La dépense prévue à l'article premier sera inscrite à l'actif du bilan de la Ville de Genève, dans le patrimoine administratif, et amortie au moyen de 20 annuités, qui figureront au budget de la Ville de Genève dès l'année suivant la date de mise en exploitation, soit de 2004 à 2023.