

## **Aménagement hydroélectrique de Lavey : augmentation de la production et modifications constructives du barrage**

### **Crédit d'études**

*Préavis N° 2009/51*

Lausanne, le 23 septembre 2009

Monsieur le président, Mesdames et Messieurs,

#### **1. Objet du préavis**

Par le présent préavis, la Municipalité sollicite de votre Conseil un crédit d'investissement du patrimoine administratif de 6'150'000 francs pour les études des projets d'augmentation de production d'électricité de l'aménagement hydroélectrique de Lavey (projet « Lavey+ »), de création d'une échelle à poissons et de modifications constructives du barrage pour l'amélioration du transit des sédiments. Ce montant se répartit de la manière suivante :

- 5'400'000 francs de coûts d'études de projet définitif ;
- 400'000 francs pour la coordination et le suivi du projet ;
- 350'000 francs d'intérêts intercalaires.

Ce préavis permettra la réalisation des études et l'analyse des prix au retour des soumissions pour les travaux de réalisation. C'est sur cette base que sera rédigé le préavis de réalisation dont le montant est estimé à ce jour pour l'ensemble des travaux à un total de l'ordre de 193 millions de francs - y compris coordination du projet (1 million de francs) et intérêts intercalaires (14 millions de francs) - montant sur lequel sera balancé le crédit sollicité par le présent préavis.

Ces travaux importants sont réalisés d'une part dans l'esprit de la loi fédérale sur l'énergie qui fixe des objectifs d'augmentation de la production hydraulique et d'autre part dans la perspective du renouvellement de la concession qui arrive à échéance en 2030, des travaux importants réalisés sur l'ouvrage étant pris en compte de manière significative dans les négociations. Ils doivent également contribuer à satisfaire aux exigences demandées par le projet de troisième correction du Rhône en matière d'évacuation de crues.

Les différents éléments du projet et leur articulation ont trouvé un accueil favorable aussi bien auprès des autorités concédantes que des associations de protection de la nature, consultées de manière préliminaire.

Les trois comptes d'attente, d'un montant total de 1'050'000 francs, ouverts pour couvrir les frais d'études préliminaires et d'avant-projet liés à ces différents projets d'amélioration du fonctionnement et de la production de l'aménagement de Lavey seront balancés par imputation sur le crédit d'investissement sollicité.

## 2. Table des matières

1.	Objet du préavis.....	1
2.	Table des matières .....	2
3.	Eléments de contexte.....	2
3.1.	La loi sur l'énergie .....	2
3.2.	L'aménagement de Lavey.....	2
3.3.	Renouvellement de la concession .....	3
3.4.	La remise en service de Cleuson-Dixence .....	3
4.	Les projets.....	4
4.1.	Augmentation de la production de l'aménagement de Lavey.....	4
4.2.	Mesures de compensations écologiques .....	5
4.3.	Etude hydraulique du barrage .....	6
5.	Procédure d'appel d'offres .....	7
6.	Aspects financiers.....	8
6.1.	Charge d'investissement et échelonnement des dépenses .....	8
6.2.	Plan des investissements .....	8
6.3.	Impacts sur le budget .....	8
6.3.1.	Charge de personnel .....	8
6.3.2.	Charges financières .....	8
7.	Conclusions .....	9

## 3. Eléments de contexte

### 3.1. La loi sur l'énergie

La loi fédérale sur l'énergie (LEne) vise à contribuer à un approvisionnement énergétique suffisant, diversifié, sûr, économique et compatible avec les impératifs de la protection de l'environnement. Elle fixe des objectifs de stabilisation de la consommation et d'augmentation de la production d'énergie renouvelable.

En particulier, l'article 1, alinéa 3 demande que « la production annuelle moyenne d'électricité provenant d'énergies renouvelables [soit] augmentée, d'ici à 2030, de 5'400 GWh au moins par rapport à la production de l'an 2000 », soit une augmentation de 10%. Les Services industriels (SIL) participeront à cet effort au travers de la société d'investissement dans les énergies renouvelables qui fait l'objet du rapport-préavis 2009/27<sup>1</sup>.

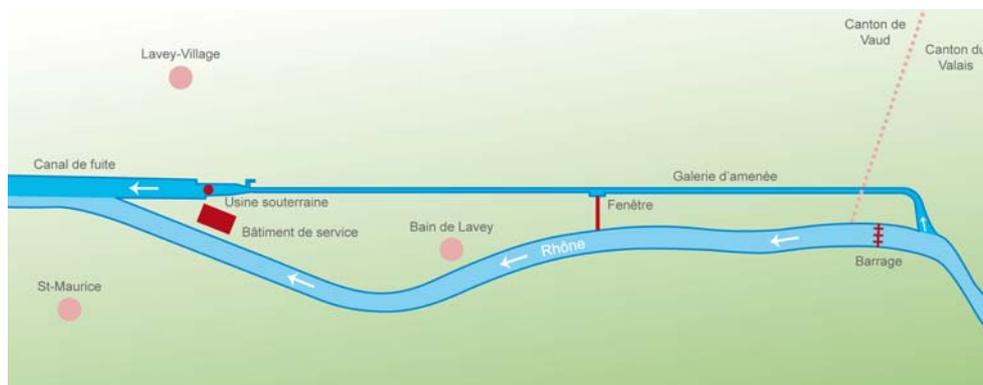
L'alinéa 4 de ce même article est consacré spécifiquement à la production des centrales hydrauliques suisses et demande que celle-ci soit « augmentée, d'ici à 2030, de 2'000 GWh au moins par rapport à la production de l'an 2000 ». Une partie importante de cette production supplémentaire sera obtenue par l'optimisation des ouvrages déjà existants. C'est le cas du projet d'augmentation de la production de l'aménagement de Lavey, de l'ordre de 75 GWh/an, qui contribuera à l'objectif fédéral pour l'hydraulique à hauteur de 3,75%.

### 3.2. L'aménagement de Lavey

La centrale hydroélectrique de Lavey a été mise en service en 1950. Elle est aujourd'hui équipée de 3 groupes turboalternateurs. Les turbines Kaplan à 8 pales, à axe vertical, ont une puissance de 31 MW chacune. La centrale produit près de 400 GWh par année et couvre environ 30% des besoins en approvisionnement électrique des SIL.

<sup>1</sup> Rapport-préavis 2009/27 « Création d'une société d'investissement pour l'augmentation de la production lausannoise d'électricité d'origine renouvelable - Complément de crédit d'étude pour une installation géothermique à Lavey - Mise en œuvre d'un système communal de rétribution à prix coûtant subsidiaire pour les installations photovoltaïques privées - Réponses à la motion de M. Jacques Bonvin et consorts et aux postulats de M. Filip Uffer, de M. Jean-Pierre Bébox, de M. François Huguenet et de M. Charles-Denis Perrin», en cours de traitement par le Conseil communal.

L'aménagement utilise la chute de 44 mètres entre le barrage et la centrale souterraine située près de Lavey-Village.



*Plan d'ensemble de l'aménagement de Lavey*

La galerie d'amenée a une longueur de 4 km et un diamètre de 7,75 m. Elle génère d'importantes pertes de charge<sup>2</sup> qui avec celles induites à la prise d'eau, limitent la production d'énergie dans le cadre de la concession actuelle.

### 3.3. Renouvellement de la concession

L'aménagement hydroélectrique de Lavey est au bénéfice d'une concession de 80 ans qui arrive à échéance en 2030. Cette concession est attribuée à 42% par le Canton de Vaud et à 58% par le Canton du Valais.

En 2030, selon la loi fédérale sur les forces hydrauliques (LFH), les concédants bénéficieront d'un droit de retour gratuit sur les parties mouillées de l'aménagement de Lavey, soit environ 75 à 80% de sa valeur économique et disposeront d'une option d'achat sur les 20 à 25% restants.

Les SIL ont obtenu de la Conseillère d'Etat vaudoise en charge de l'énergie l'engagement de principe d'un renouvellement de la concession vaudoise. Fort de ce soutien, la Municipalité a déposé officiellement une demande de renouvellement pour 80 ans auprès du Conseil d'Etat.

Quant à la part valaisanne de la concession, il existe une divergence entre le texte de la concession, qui permet à la Ville de Lausanne de la renouveler aux mêmes conditions sur la base de la référence à un article de la loi fédérale désormais abrogé, et la législation cantonale valaisanne en matière de droit de retour des installations à l'échéance des concessions, qui prévoit que le Canton en fasse un usage systématique au bénéfice des Forces motrices valaisannes (FMV). Le renouvellement de la concession pour la partie valaisanne nécessitera donc encore des négociations, notamment en matière de droit transitoire et de droits acquis.

Les études financées par le présent préavis, ne seront réalisées que lorsque la Ville aura obtenu des garanties suffisantes sur l'avenir de l'ensemble de l'ouvrage à l'échéance des concessions en 2030. Pour ne pas ralentir le projet, l'accord du Conseil communal est sollicité parallèlement aux négociations en cours avec les autorités concédantes.

### 3.4. La remise en service de Cleuson-Dixence

Le 12 décembre 2000, le puits blindé de l'aménagement de Cleuson-Dixence, qui amène les eaux du barrage de Grande Dixence à la centrale de Bieudron, en amont du barrage de Lavey, s'est rompu à une altitude de 1'234 m. La conduite a subi une déchirure de 9 m de long sur 60 cm de large. Cet accident d'exploitation a fait trois victimes et causé d'importants dégâts matériels.

<sup>2</sup> Pertes de charge : pertes d'énergie cinétique dues au frottement dans la galerie. Elles sont proportionnelles au carré de la vitesse d'écoulement.

Le complexe de Cleuson-Dixence est en réhabilitation depuis 2003. Les travaux sont presque terminés et sa remise en service est prévue en 2010. Elle aura un impact important sur le débit du Rhône, qui sera modifié par des pointes plus importantes aux heures de forte consommation, en particulier en hiver.

Avec un groupe en révision à cette période, l'aménagement de Lavey dans sa configuration actuelle ne pourra plus absorber ces débits, ce qui entraînera des pertes de production.

#### 4. Les projets

L'aménagement hydroélectrique de Lavey fait l'objet de plusieurs projets étroitement liés dont les études de faisabilité et d'avant-projet ont été financées par trois comptes d'attente, et pour lesquels le présent préavis demande le financement de la poursuite des études de projet :

- augmentation de la production de l'aménagement par la création d'une seconde galerie d'amenée et d'un quatrième groupe turboalternateur (projet « Lavey+ ») ;
- amélioration du transit des sédiments pour éviter l'ensablement du barrage, protection des prises d'eau contre le charriage et mesures d'amélioration pour assurer l'évacuation des crues sensible et extrême, selon les directives cantonales ;
- création d'une passe à poissons pour le franchissement de la chute d'environ 8 mètres entre l'aval et l'amont du barrage, comme mesure de compensation écologique au projet Lavey+ et à l'activité de Cleuson-Dixence ;

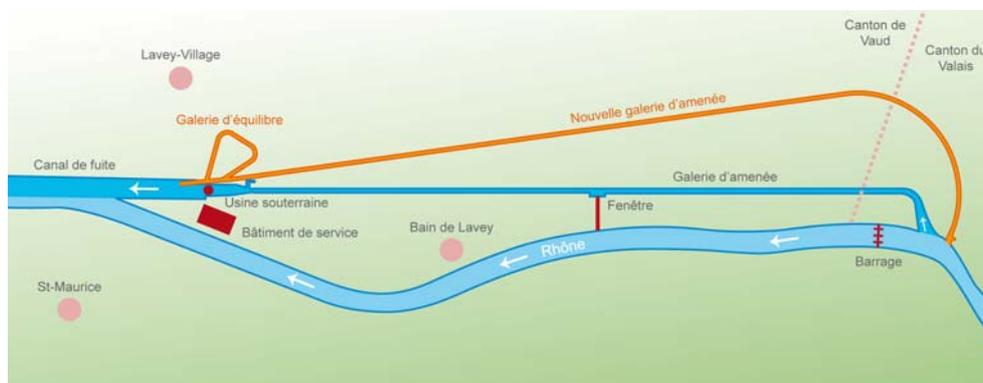
Le préavis de réalisation, sous réserve de l'obtention à chaque étape des autorisations nécessaires, pourrait être présenté à votre Conseil à fin 2011.

##### 4.1. Augmentation de la production de l'aménagement de Lavey

L'étude de faisabilité réalisée début 2008 par le bureau d'ingénieurs Stucky a démontré qu'un accroissement de production de l'aménagement de Lavey était envisageable, moyennant des dispositions constructives particulières permettant de réduire les pertes de charge. Début 2009, un mandat d'étude d'avant-projet sommaire a été confié au groupement LOGE (Bureaux d'ingénieurs Lombardi et Groupe E).

Après étude de plusieurs variantes, le projet recommandé par ce groupement consiste à construire une nouvelle prise d'eau, une nouvelle galerie et une nouvelle chambre d'équilibre. Ces nouveaux équipements permettront d'alimenter le groupe 3 actuel ainsi qu'un nouveau groupe 4, prévu dans la caverne actuelle qui sera prolongée.

Cette solution permet de compenser les pertes de charge de l'ancienne galerie, par une exploitation plus souple et optimisée des 4 groupes.



*Plan d'ensemble du projet Lavey+*

La solution retenue permet d'éviter toute interruption de l'exploitation de la centrale de production durant les travaux et présente les avantages suivants :

- la meilleure rentabilité financière (seule variante où tous les scénarios financiers et d'exploitation testés, y compris les plus défavorables, permettent un retour sur investissement avant la fin de la durée d'exploitation fixée à 80 ans pour les simulations) ;
- la production la plus importante, avec une production supplémentaire attendue de plus de 60 GWh/an par la réduction des pertes de charge et de plus de 10 GWh/an par le turbinage des volumes d'eau supplémentaires en hiver dus à la remise en service de la centrale de Bieudron, soit au total de l'ordre de 75 GWh/an ;
- la plus grande souplesse d'exploitation, grâce à la possibilité d'utiliser avec la nouvelle galerie d'amenée les groupes 3 et 4 séparément ou simultanément, ce qui facilitera les opérations de maintenance et permettra un turbinage optimal, quelles que soient les variations de débits du Rhône.

A ce jour, cette variante a un coût total estimé à 181 millions de francs (études, chef de projet et intérêts intercalaires compris).

Le coût des études de projet définitif envisagées par le présent préavis est estimé au maximum à 3,6 millions de francs (hors intérêts intercalaires). La société ou le consortium retenu devra :

- présenter l'étude définitive de projet ;
- préparer le dossier technique et les études d'impact pour la mise à l'enquête ;
- préparer l'appel d'offre pour les travaux de génie civil (prise d'eau, galerie d'amenée, chambre d'équilibre, galerie de fuite, analyser les soumissions et proposer le meilleur adjudicataire ;
- préparer l'appel d'offre pour les éléments électromécaniques (groupe turboalternateur, transformateur, équipements moyenne et haute tension, équipements auxiliaires), analyser les soumissions et proposer le meilleur adjudicataire.

#### 4.2. Mesures de compensations écologiques

Cleuson-Dixence SA est en cours de négociations pour la création d'une échelle à poissons en béton en bacs successifs au barrage de Lavey comme mesure de compensation écologique à l'exploitation de sa propre centrale qui se trouve en amont.



*Echelle à poissons en béton  
au barrage de Verbois près de Genève (SIG)*



*Passe à poissons « rivière artificielle »  
au barrage de Winznau près d'Olten (Alpiq)*

Comme mesure de compensation au projet Lavey+, les SIL ont proposé de réaliser une passe à poissons de type « rivière artificielle » pour le contournement du barrage. Ce type de réalisation est beaucoup mieux intégré dans le paysage. Son coût est également nettement supérieur – près du double - du fait d'une pente plus douce impliquant un tracé beaucoup plus long que celui d'une passe en béton.

Les premiers contacts ont montré que ces importantes mesures de compensation en faveur de la préservation du biotope et du paysage devraient convenir à la fois aux autorités, aux associations de protection de la nature et aux associations de pêcheurs.

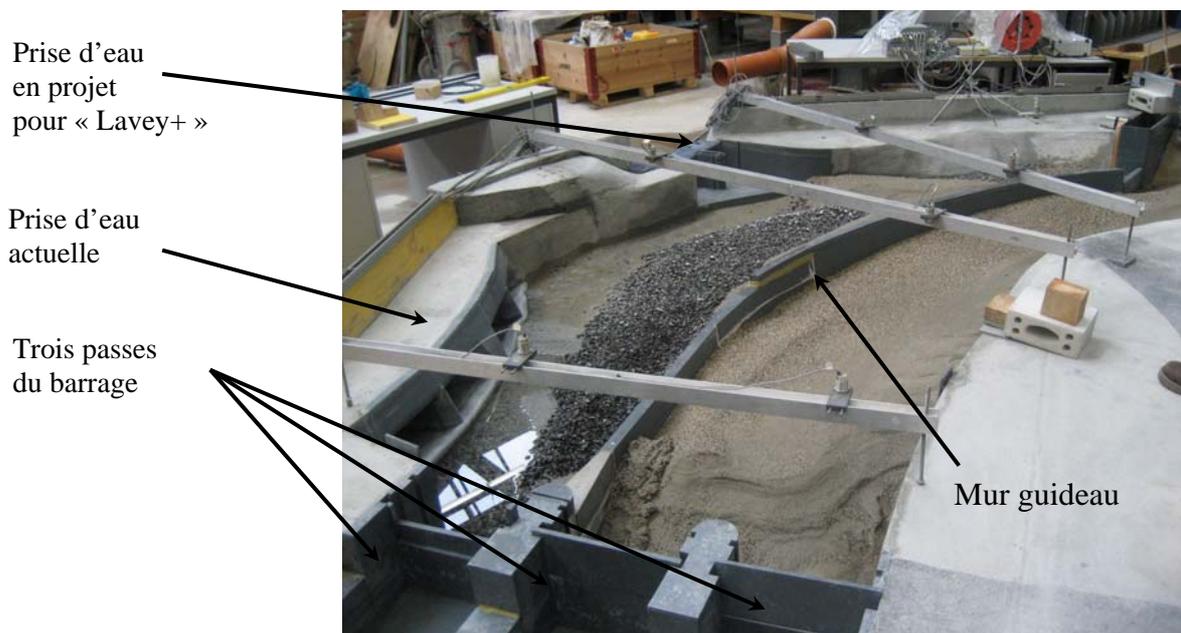
### 4.3. Etude hydraulique du barrage

Le barrage de l'aménagement de Lavey, constitué de 3 passes, permet de retenir l'eau 8 mètres au-dessus du lit naturel du Rhône. En automne 2000, une crue exceptionnelle d'un débit mesuré au pont de Dorénaz de 1'250 m<sup>3</sup>/s, a mis en lumière un certain nombre de problèmes et montré les limites du barrage actuel :

- les apports de limon par le Rhône sont extrêmement importants et provoquent un ensablement du barrage, qui entraîne une perte de production ;
- des charriages importants et des apports en matériaux grossiers jusqu'au barrage - encore augmentés depuis quelques années par l'abandon de l'exploitation de plusieurs gravières en rivière en amont du barrage - entraînent le rehaussement du lit du Rhône en amont du barrage et une usure importante du radier de la galerie ;
- la capacité d'évacuation du barrage dans la configuration actuelle ne permet pas de passer le débit de crue sensible de 1'450 m<sup>3</sup>/s - qui n'apparaît statistiquement qu'une fois tous les cents ans (crue centennale) - avec la sécurité nécessaire, soit avec une des vannes hors service (n-1).

A plus long terme, après la réalisation des travaux de correction du Rhône dans le secteur du barrage ou au plus tard au renouvellement de la concession, le barrage doit avoir la capacité de faire transiter la crue extrême de 1915 m<sup>3</sup>/s - qui n'apparaît statistiquement qu'une fois tous les mille ans (crue millénaire) - avec les 3 passes ouvertes sans porter atteinte à la sécurité de l'ouvrage.

Après consultation de l'Etat du Valais, par ses services des Routes et des Cours d'eau et des Forces hydrauliques, les SIL ont commandé une étude hydraulique du barrage de Lavey, débutée en 2005. Cette étude a été confiée au groupement Stucky - BG - HydroComos, qui a élaboré des modèles numériques d'écoulement de surface (1 D) et en coupe (2 D) et proposé des solutions constructives.



*Modèle physique du barrage à l'échelle 1 :40 construit à l'EPFL.*

Les résultats des modélisations numériques ont ensuite été transmis au Laboratoire de constructions hydrauliques de l'Ecole polytechnique fédérale de Lausanne (LCH-EPFL) qui a réalisé un modèle physique du barrage à l'échelle 1:40 pour les tester.

L'étude initiale avait pour objectifs :

- de préciser la capacité actuelle du barrage afin de proposer des solutions pour le passage des crues,

- d'améliorer le transit des sédiments en limitant les turbulences du courant, notamment en prolongeant le mur guideau existant, de sorte à protéger la prise d'eau contre le charriage et améliorer la capacité de l'ouvrage en cas de crues.

Suite aux résultats positifs de l'étude de faisabilité du projet Lavey+, la nouvelle prise d'eau a été prise en compte et ajoutée au modèle physique. L'étude hydraulique en cours devra s'attacher à déterminer les conditions et le coût des travaux en tenant compte de ces nouveaux paramètres. Les essais réalisés sur le modèle physique à ce jour ont permis de montrer qu'un mur guideau prolongé à l'amont favorise le passage de la crue extrême.

A ce jour, les modifications constructives envisagées ont un coût total estimé à 12 millions de francs (études, coordination et intérêts intercalaires compris).

Le coût des études de projet définitif sollicité par le présent préavis est estimé à 750'000 francs (hors intérêts intercalaires). La société ou le consortium retenu devra :

- présenter l'étude définitive de projet (extension du mur guideau et échelle à poissons) ;
- préparer le dossier technique et intégrer l'étude d'impact pour la mise à l'enquête ;
- préparer les différents appels d'offres pour les travaux, analyser les soumissions et proposer le meilleur adjudicataire ;

## 5. Procédure d'appel d'offres

L'appel d'offres pour l'ensemble des études comprend deux étapes :

1. projet définitif, qui fait l'objet du présent préavis, jusqu'à la mise en soumission, l'analyse des dossiers reçus et la proposition d'adjudication ;
2. projet d'exécution, y compris direction locale des travaux, dont le financement sera compris dans le préavis de réalisation.

Chaque étape sera chiffrée séparément, mais l'analyse sera faite sur l'offre globale et l'attribution du mandat se fera en deux étapes.

La société ou le consortium retenu sera mandaté pour les études complètes (étapes 1 et 2), dont le coût total est estimé à un montant de l'ordre de 13 millions de francs (hors intérêts intercalaires).

La répartition des montants entre le présent préavis et le préavis de réalisation est donc la suivante :

	<b>Etape I</b> (présent préavis)	<b>Etape II</b> (estimation)
<b>Projet définitif</b>	5'400'000.-	
<b>Projet d'exécution</b>		7'600'000.-
<b>Coût de réalisation</b>		165'000'000.-
<b>Chef de projet externe (5 ans)</b>	400'000.-	600'000.-
<b>Intérêts intercalaires</b>	350'000.-	13'650'000.-
<b>Total</b>	<b>6'150'000.-</b>	<b>186'850'000.-</b>
<b>Total étapes I + II (estimation)</b>	<b>193'000'000.-</b>	

La répartition entre les projets est estimée de la manière suivante :

	<b>Etudes</b>	<b>Réalisation</b>	<b>Chef de projet</b>	<b>Intérêts intercalaires</b>	<b>Total</b>
<b>Lavey+</b>	11'250'000.-	156'000'000.-	700'000.-	13'050'000.-	<b>181'000'000.-</b>
<b>Modifications constructives du barrage</b>	1'750'000.-	9'000'000.-	300'000.-	950'000.-	<b>12'000'000.-</b>
<b>Total</b>	<b>13'000'000.-</b>	<b>165'000'000.-</b>	<b>1'000'000.-</b>	<b>14'000'000.-</b>	<b>193'000'000.-</b>

## 6. Aspects financiers

### 6.1. Charge d'investissement et échelonnement des dépenses

Le présent préavis doit permettre de financer la réalisation de l'ensemble des études mentionnées au point 4 jusqu'à, et y compris, le retour des soumissions et l'analyse des prix. Le préavis de réalisation pourra ainsi être établi sur la base de prix concrets.

	Coût total	2008	2009	2010	2011
<b>Etudes Lavey +</b>					
Comptes d'attente	450'000.-		450'000.-		
Génie civil	3'000'000.-			2'300'000.-	700'000.-
Electromécanique	600'000.-			400'000.-	200'000.-
Chef de projet	320'000.-			160'000.-	160'000.-
Intérêts intercalaires	250'000.-		10'000.-	70'000.-	170'000.-
<b>Etudes de modifications du barrage</b>					
Comptes d'attente	600'000.-	250'000.-	350'000.-		
Amélioration de la capacité du barrage	500'000.-			350'000.-	150'000.-
Mandats divers	250'000.-			200'000.-	50'000.-
Chef de projet	80'000.-			40'000.-	40'000.-
Intérêts intercalaires	100'000.-		15'000.-	35'000.-	50'000.-
<b>Total</b>	<b>6'150'000.-</b>	<b>250'000.-</b>	<b>825'000.-</b>	<b>3'555'000.-</b>	<b>1'520'000.-</b>

### 6.2. Plan des investissements

Deux éléments figuraient au plan des investissements pour les années 2009 à 2012 :

- le « réaménagement hydraulique du barrage de Lavey », pour un montant de 3'230'000 francs ;
- le projet « Lavey+ », indiqué pour mémoire.

Face à la difficulté d'articuler des chiffres avant la réalisation des études de faisabilité, ces deux mentions avaient avant tout pour objectif de signaler l'existence de ces projets importants.

Les montants pour le projet d'exécution et la réalisation ne seront portés au plan des investissements qu'une fois les coûts précisés sur la base des retours de soumissions et le calendrier de réalisation déterminé. Dans l'intervalle, le projet y figurera pour mémoire.

### 6.3. Impacts sur le budget

#### 6.3.1. Charge de personnel

La direction de projet sera assurée par un Comité de pilotage composé de collaborateurs, de chefs de service et du directeur des SIL. Dès 2010, les SIL souhaitent pouvoir confier la coordination et le suivi des études à un chef de projet à 100%. Ce mandat pourra être confié à la société d'investissements dans les énergies renouvelables des SIL<sup>3</sup>.

Les projets financés par ce préavis n'impliquent donc pas d'augmentation de personnel aux SIL.

#### 6.3.2. Charges financières

Le crédit sollicité permettra de financer les études de projet définitif. Il sera balancé par imputation sur le crédit total évalué actuellement à environ 193 millions de francs, y compris la coordination du projet et intérêts intercalaires, qui sera sollicité ultérieurement par voie de préavis.

Jusqu'à la mise en service des installations prévues, les intérêts intercalaires sont portés en augmentation de la valeur des actifs en construction. Les charges financières réelles et les amortissements ne seront supportés que dès leur mise en service.

<sup>3</sup> Voir note 1.

## 7. Conclusions

Fondée sur ce qui précède, la Municipalité vous prie, Monsieur le président, Mesdames et Messieurs, de bien vouloir prendre les résolutions suivantes :

*Le Conseil communal de Lausanne,*

vu le préavis n° 2009/51 de la Municipalité, du 23 septembre 2009 ;

ouï le rapport de la Commission nommée pour examiner cette affaire ;

considérant que cet objet a été porté à l'ordre du jour,

*décide*

1. d'allouer à la Municipalité un crédit d'investissement du patrimoine administratif de 6'150'000 francs, destiné à la réalisation, une fois des garanties suffisantes obtenues des autorités concédantes sur l'avenir de l'ensemble de l'ouvrage à l'échéance des concessions en 2030, des études de projets d'augmentation de la production de l'aménagement hydroélectrique de Lavey et de transformations hydrauliques du barrage ;
2. de balancer par imputation sur ce crédit les trois comptes d'attente, d'un montant total de 1'050'000 francs, ouverts pour réaliser les études préliminaires ;
3. de prendre acte que le montant de ce crédit sera balancé par imputation sur le crédit d'investissement qui sera sollicité pour la réalisation des travaux et soumis ultérieurement à votre Conseil par voie de préavis.

Au nom de la Municipalité :

Le syndic :  
Daniel Brélaz

Le secrétaire :  
Philippe Meystre