

## Remplacement du dégrilleur Bieri et de la voie de roulement de la prise d'eau de l'aménagement hydroélectrique de Lavey

### Demande de crédit d'investissement

*Préavis N° 2015/89*

Lausanne, le 17 décembre 2015

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 CHF 1'380'000.- pour permettre le remplacement du dégrilleur Bieri et de la voie de roulement de la prise d'eau de l'aménagement hydroélectrique de Lavey. Elle propose de financer cet investissement par prélèvement sur le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey.

#### 2. Table des matières

1.	Objet du préavis.....	1
2.	Table des matières.....	1
3.	Préambule.....	2
3.1.	Fonction de dégrillage.....	2
3.2.	Principes actuels de nettoyage des grilles et de fermeture de la galerie.....	2
3.3.	Historique et problèmes de l'exploitation actuelle.....	3
4.	Variantes possibles.....	5
5.	Solution retenue.....	6
5.1.	Variante retenue et principes envisagés d'exploitation.....	6
5.2.	Le nouveau dégrilleur à bras et son intégration.....	6
5.3.	Fournitures et travaux requis.....	7
5.4.	Délais.....	7
6.	Aspects financiers.....	8
6.1.	Conséquences sur le budget d'investissement.....	8
6.2.	Conséquences sur le budget de fonctionnement.....	8
6.3.	Charges de personnel.....	8
6.4.	Charges d'exploitation.....	8
6.5.	Charges financières.....	9
6.6.	Tableau récapitulatif.....	9
7.	Conclusions.....	9

### 3. Préambule

L'aménagement hydroélectrique de Lavey, mis en exploitation en avril 1950, est au bénéfice d'une concession dont l'échéance est fixée fin 2030. Il turbine les eaux du Rhône au fil de l'eau, en utilisant de manière optimale la chute du Bois-Noir. Cet aménagement produit environ 400 GWh par année, ce qui correspond au tiers des besoins d'approvisionnement des SiL et permet de couvrir près de la moitié de la consommation lausannoise.

#### 3.1. Fonction de dégrillage

La prise d'eau de l'aménagement de Lavey a une forme légèrement courbe et se trouve en rive droite du Rhône, à une dizaine de mètres en amont du barrage. Elle comporte deux entrées perpendiculaires au fleuve de 30 mètres de long sur 5 mètres de haut séparées par un mur médian. Les entrées sont noyées pour éviter toute aspiration d'air dans la galerie. Elles se prolongent dans le rocher par des canaux en galerie dont la section diminue progressivement pour se raccorder à la galerie d'amenée d'eau longue de quatre kilomètres, débouchant à la centrale de production.



*Le barrage de Lavey et sa prise d'eau tangentielle*

Pour éviter les dommages sur les infrastructures et les équipements hydromécaniques de production, les entrées de la prise d'eau sont protégées du charriage caillouteux et autres détritiques par 64 grilles. Ces grilles entièrement noyées en exploitation normale doivent être nettoyées fréquemment pour maintenir la surface d'entrée disponible pour les débits à turbiner et ainsi réduire les pertes de charges causées par les détritiques retenus contre les grilles. Ce nettoyage automatisé ou manuel se décide selon une consigne de perte de charge maximale qui permet de garantir un débit régulier dans la galerie d'amenée. Sans un tel nettoyage, le niveau de production devrait être réduit.

#### 3.2. Principes actuels de nettoyage des grilles et de fermeture de la galerie

Le nettoyage des grilles est effectué à l'aide d'un chariot appelé « dégrilleur », qui possède une poche asservie à un mécanisme à câbles motorisé. Celle-ci descend par son poids propre, le long de glissières scellées dans les bétons inclinés de la prise d'eau puis le long des barreaux des grilles. Par ce mouvement de haut en bas, les détritiques sont poussés dans la poche du dégrilleur, et, à la fin de sa course, cette dernière se referme et les remonte ainsi saisis jusqu'à son tablier. L'ouverture d'un clapet permet ensuite de les déverser dans un canal (à détritiques).

Ce canal, d'une profondeur de 4.5 mètres, longe la prise d'eau et permet, grâce à l'ouverture d'une vanne de chasses située en amont de la prise, d'évacuer les objets collectés vers un bac à détritiques. Si nécessaire, l'opération de nettoyage se répète successivement sur les champs des grilles adjacentes, le dégrilleur se déplaçant latéralement sur sa voie de roulement.

Les débris stockés dans le bac sont ensuite prélevés par un portique équipé d'un grappin et évacués par camion vers une place d'entreposage en rive gauche où ils sont épandus avant leur évacuation finale pour leur valorisation dans une usine d'incinération. Les gros débris (troncs d'arbre) qui ne peuvent être récoltés par la poche et qui seraient plaqués contre les grilles sont pris par un grappin monté sur le dégrilleur pour les dégager en aval de la prise d'eau.

Des logements sont disposés le long de la prise d'eau en aval des grilles et du canal à débris. Lors des opérations d'inspection et d'entretien de la galerie d'amenée, soit en principe tous les sept ans, des batardeaux sont insérés manuellement dans ces logements pour fermer la galerie et permettre ensuite sa vidange.

### 3.3. Historique et problèmes de l'exploitation actuelle

Il est utile de rappeler tout d'abord l'historique des éléments principaux rattachés à la fonction de nettoyage des grilles de la prise d'eau du barrage de Lavey.

#### 3.3.1. Historique

Un premier dégrilleur du constructeur suisse Jonneret a été utilisé dès la mise en service de l'aménagement de Lavey, soit en 1950. Un deuxième dégrilleur Jonneret, techniquement plus abouti, a été mis en service en 1956 lors de la mise en service du troisième groupe de production. En cas de charriage important de bois flottants, les deux dégrilleurs étaient utilisés simultanément, nécessitant la présence de deux machinistes. Un treuil permettant la manutention et la pose des batardeaux de fermeture de la galerie a été prévu dès la conception de ces dégrilleurs.



Les deux dégrilleurs actifs à la prise d'eau du barrage ont été mis en service respectivement en 1956 et 1976.

Pour répondre aux modifications des exigences législatives, notamment en application des dispositions de la loi fédérale du 8 octobre 1971 sur la protection des eaux contre la pollution (LPEP)<sup>1</sup>, aujourd'hui abrogée, un bac à débris avec portail de collecte à réaliser à l'aval du canal à débris a été étudié. Sa construction a été terminée en 1976. Les déchets ont été ensuite transportés par camions et mis en décharge en rive gauche dans le canal d'amenée désaffecté de l'ancien aménagement du Bois Noir.

<sup>1</sup> LPEP, art. 28 : «Les débris et débris flottants qui, pour des raisons intéressant l'exploitation, sont retirés des eaux à proximité des centrales hydrauliques ne doivent pas être jetés à nouveau dans l'eau.». La LPEP a été remplacée depuis par la loi fédérale sur la protection des eaux (LEaux). L'art. 41 de la LEaux actuellement en vigueur formule cette obligation de la manière suivante : «Celui qui exploite un ouvrage de retenue a l'interdiction de rejeter en aval les débris flottants recueillis en amont. L'autorité peut autoriser des exceptions ».

Par la même occasion, le premier dégrilleur Jonneret a été remplacé en 1976 après 25 ans de service par un nouveau dégrilleur fabriqué par le constructeur suisse Bieri. De mode automatique, ce dégrilleur peut fonctionner via un ordre à distance ou en fonction des pertes de charges mesurées entre l'amont et l'aval des grilles. Ce nouveau dégrilleur a, par ailleurs, été équipé d'un grappin pour la saisie des gros bois flottants. Il n'a toutefois pas de treuil pour la manutention des batardeaux.

Le dégrilleur Jonneret restant sert depuis lors comme dégrilleur d'appoint et de secours. Seule une conduite locale est toutefois possible. Bien que sa poche ait été remplacée en 1971, les entraînements électriques de celle-ci sont d'origine. Le mode semi-automatique, qui permet le nettoyage du champ situé à l'endroit où se trouve le dégrilleur, a été mis en service vers 1995 ; cependant, la présence en cabine du machiniste est toujours nécessaire pour déplacer le dégrilleur et nettoyer les grilles de la prise d'eau.

Les grilles ont été remplacées lors de l'arrêt d'usine de 1990. Elles sont contrôlées lors de chaque arrêt périodique d'usine.

La mise en décharge dans le canal du Bois Noir n'a, par la suite, plus été possible en raison des modifications législatives relatives à la protection de l'environnement et des forêts, les déchets devant être acheminés dans des installations publiques d'élimination des déchets ou dans des décharges agréées par l'autorité cantonale. En 1999, la place de stockage et de tri intermédiaire mentionnée a donc été réalisée en rive droite. Le tonnage moyen des déchets collectés au barrage entre 2004 et 2013 est d'environ 600 tonnes par an.

### 3.3.2. Etat des glissières et des bétons

Au cours de l'arrêt d'usine de douze jours effectué en 2011, prévu pour l'inspection et les réparations rapides des bétons de la galerie, des usures inattendues ont été constatées sur la partie immergée des glissières de la poche des dégrilleurs et des bétons de scellement entourant celles-ci.

Des réparations ont été effectuées durant cet arrêt sur toutes les glissières de la partie aval de la prise plus fortement sollicitées par le nettoyage des grilles, ainsi que sur certaines glissières de la partie amont. Les réparations ont consisté à renforcer les glissières par des fers plats soudés sur leur fond.



*Etat d'une glissière et des bétons en avril 2015*

Les réflexions consécutives à l'arrêt ont considéré qu'il sera nécessaire de remplacer les glissières des poches des dégrilleurs et d'assainir les bétons de la prise d'eau dans les années à venir, opération qui nécessitera toutefois un arrêt prolongé de l'usine et qui pourrait être réalisée durant le prochain arrêt d'usine planifié fin 2017 ou en 2018, pour permettre l'inspection de la galerie et la réalisation de travaux tels ceux réalisés lors de l'arrêt 2011.

Malheureusement, les observations récentes en mars 2015 ont montré une forte dégradation des glissières et des bétons les enrobant. Les glissières ont été fortement sollicitées, plus particulièrement en raison de la constance des forts débits prévalant ces derniers étés. Des glissières se sont descellées des bétons et/ou leur fond a été arraché. Actuellement, depuis cette observation, le nettoyage ne se fait

plus sur trois champs de nettoyage et les descellements pourraient probablement s'étendre à d'autres champs.

Il est donc indispensable d'entreprendre sans attendre des mesures pour rétablir une exploitation normale et pouvoir garantir le niveau de production de l'aménagement.

### 3.3.3. *Autres considérations*

Par ailleurs, les états et les âges avancés des deux dégrilleurs en place doivent aussi être considérés :

- environ quarante ans de service pour le dégrilleur automatique à câbles Bieri ; ce dernier souffre depuis sa conception d'un problème de dimensionnement. Des améliorations réalisées par le personnel de l'aménagement de Lavey ont toutefois permis d'améliorer son rendement mais, malgré tout, il reste peu efficace lors des périodes de forts débits et de crues, ou lors de fort apports de détritrus. Dès lors, le deuxième dégrilleur manuel doit aussi être utilisé durant ces périodes ;
- 59 ans de service pour le dégrilleur manuel Jonneret ; ce dégrilleur à câbles plus robuste et de dimension appropriée donne encore entière satisfaction dans sa fonction de dégrilleur d'appoint ou de secours. Néanmoins, même en mode semi-automatique, il nécessite la présence d'un machiniste pour son exploitation.

L'assainissement des bétons sur les parois obliques de la prise d'eau, le scellement des nouvelles glissières de remplacement, l'intégration des équerres de protection de l'arrête de la prise d'eau et la fixation des guides de transition vers les grilles devraient causer un arrêt de production d'environ 2 à 3 mois, soit une perte de production d'environ 50 à 80 GWh (soit CHF 2'000'000.- à CHF 3'000'000.- au prix actuel du marché de l'électricité).

## 4. Variantes possibles

Plusieurs solutions ont été envisagées :

1. échange des glissières, réparation des bétons et achat de nouvelles poches à dégriller, adaptées spécialement avec plus de galets de roulement de manière à diminuer les usures. Une telle solution implique donc les coûts induits par la perte de production pendant les travaux, à laquelle il faut rajouter les coûts pour la fourniture des poches et pour les travaux de réhabilitation des bétons. Avec cette variante, l'efficacité des nettoyages n'est néanmoins pas améliorée et l'exploitation de la prise d'eau continuera à s'effectuer avec deux dégrilleurs proches de leur fin de vie. Les sollicitations sur les nouvelles glissières seront réduites mais toujours présentes ; cette solution n'est pas durable ;
2. achat d'un dégrilleur automatique à câbles qui ne nécessite pas de glissières : la poche, roulant sur de grands galets, reste plaquée contre les bétons puis contre les grilles par la force des débits entrant dans la prise. Après analyse, cette solution ne peut pas être retenue. La prise d'eau est trop pentue pour garantir le maintien latéral de la poche par l'effet de son poids propre et du courant entrant dans la prise d'eau ; comme cette dernière est tangentielle au courant naturel du Rhône, la composante latérale de la force de l'eau ne permet pas de garantir son maintien ;
3. achat d'un dégrilleur automatique à bras et à poche préhensive qui ne nécessite pas de glissières. Une telle solution permet de ne pas devoir remplacer les glissières et ainsi d'éviter la réparation des bétons de la paroi oblique de la prise d'eau. Les travaux ne devraient pas causer de perte de production sous réserve que l'état des grilles de la prise soit bon comme présumé. Si des réparations des grilles devaient toutefois s'avérer nécessaire, elles pourraient être entreprises lors de l'arrêt d'usine de 2017 ou 2018, prévu pour l'inspection de la galerie. Avec cette solution, le dégrilleur automatique Bieri est remplacé.

## 5. Solution retenue

### 5.1. Variante retenue et principes envisagés d'exploitation

Une délégation de l'exploitation de Lavey a visité plusieurs aménagements, dont ceux autrichiens d'Imst à prise d'eau tangentielle et de Feldkirch qui utilisent chacun un dégrilleur à bras. Les retours d'expériences faites durant dix ans par ces exploitants sont bons. Ils sont très satisfaits du choix effectué et les exploitations des prises ont pu être améliorées en termes de maintenance et d'interventions. En principe, dans tous les aménagements, un seul dégrilleur suffit au nettoyage de la prise d'eau ; un stock critique de pièces de rechange, une maintenance préventive et compétente sont garants de sa disponibilité.

Aussi, considérant les coûts des diverses variantes proposées (en incluant les coûts des pertes de production en cas d'arrêt d'usine), l'âge des dégrilleurs en place, ainsi que le problème de l'usure des glissières, l'acquisition d'un dégrilleur automatique à bras est la meilleure option technique et économique.

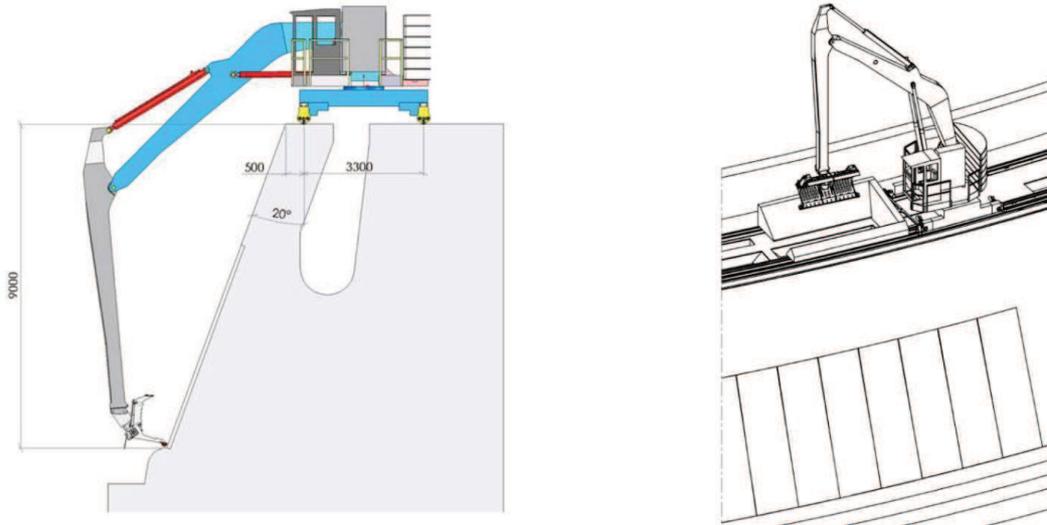
Le dégrilleur Jonneret existant (non automatique) sera conservé comme dégrilleur de secours et d'appoint lors de la période de mise au point du nouveau dégrilleur et lors du nettoyage des grilles en conditions hydrologiques sévères. Ce choix du maintien temporaire du dégrilleur Jonneret à la place du dégrilleur Bieri s'est fait en raison de sa construction plus robuste et de sa plus grande capacité à suppléer le nouveau dégrilleur automatique, comme pour l'actuel, lors des débits de crues et/ou lors de forts charriages. Le sort à terme du dégrilleur Jonneret (abandon ou remplacement) sera décidé sur la base des retours d'expérience tout en sachant que son maintien ne sera pas durable au vu de l'état des glissières et de sa vétusté.

### 5.2. Le nouveau dégrilleur à bras et son intégration

Les deux figures suivantes permettent de comprendre le principe de fonctionnement et d'exploitation du nouveau dégrilleur. En mode automatique, la présence d'un machiniste ne sera pas requise ; les manœuvres seront commandées en fonction des mesures des pertes de charge aux grilles ou après un ordre à distance d'un opérateur en salle de commande. En mode manuel, sa poche préhensible servira aussi comme grappin pour collecter les gros bois. Un wagon-entonnoir de déverse des détritits sera accroché au dégrilleur pour guider les détritits dans le canal existant et éviter que la voie de roulement soit encombrée. Un treuil sera monté sur le bras pour la manutention des batardeaux pour la fermeture de la galerie d'amenée d'eau à la centrale. A noter que ce modèle de dégrilleur permet de saisir des détritits de sections variables sur toute la largeur de la poche. De plus, la poche articulée n'est plus commandée par des vérins hydrauliques à tige qui sont vulnérables lors de charriage lorsque le bras est immergé ; ils ont été remplacés par des vérins rotatifs totalement intégrés à la poche et sans flexibles hydrauliques.

Ce nouveau dégrilleur nettoie les grilles de bas en haut et non de haut en bas comme le font les dégrilleurs existants ; ce mode opératoire permet de ne pas pousser les détritits vers le fond de la prise d'eau sans les saisir.

En raison des forces exercées et de l'écartement requis par ce nouveau type de dégrilleur, une nouvelle voie de roulement curviligne et robuste sera construite en deux étapes successives, afin de maintenir la production pendant ces travaux préparatoires. Un des rails du dégrilleur Jonneret en place sera conservé alors que certaines adaptations seront réalisées par le personnel de Lavey sur ce dégrilleur. La zone de travail du dégrilleur sera sécurisée pour le personnel afin d'éviter tout accident lors des mouvements du bras articulé et motorisé hydrauliquement.



*Principe du nouveau dégrilleur : bras articulé et wagon-entonnoir pour diriger les déversements de matériaux dans le canal à détrit*

### 5.3. Fournitures et travaux requis

La mise en œuvre de la solution retenue nécessite les opérations suivantes :

- les études de détails, la coordination et le suivi de la fabrication et des travaux ;
- l'acquisition d'une voie de roulement curviligne ;
- le démontage du dégrilleur Bieri ; les adaptations du dégrilleur Jonneret par le personnel de Lavey pour permettre le roulement sur un de nouveaux rails ;
- les travaux de génie civil et de montage des nouveaux rails, soit :
  - le décapage local du radier dans la zone d'emplacement prévu pour la nouvelle voie de roulement ;
  - le percement des trous pour les tiges d'ancrages des rails ;
  - le montage et le réglage des nouveaux rails ;
  - le scellement de la semelle d'appui des rails ;
- la fabrication, le transport, le montage et la mise en service du nouveau dégrilleur à bras ;
- la construction, le transport, le montage et mise en service du wagon de déverse ;
- la sécurisation de l'accès au secteur de roulement des dégrilleurs pour le personnel ;
- l'adaptation aux spécificités de la prise d'eau du programme automatique du nouveau dégrilleur ;
- l'intégration des données à échanger entre le dégrilleur et le contrôle-commande de l'aménagement.

### 5.4. Délais

Considérant l'état actuel des bétons, des glissières et la poursuite continue de leur dégradation ainsi que les délais de fabrication estimés, l'objectif est que le nouveau dégrilleur soit opérationnel pour la fonte des neiges du printemps 2017. Pour ce faire, selon les informations disponibles sur les délais de livraison, une commande ferme doit être passée au plus tard au début 2016.

## 6. Aspects financiers

### 6.1. Conséquences sur le budget d'investissement

La charge totale d'investissement est de CHF 1'380'000.-. L'utilisation de ce montant se répartit de la manière suivante :

Travaux à réaliser [kCHF]	Echelonnement des dépenses		
	Coût total	2016	2017
Etudes, suivi	140	60	80
Adaptations du dégrilleur Jonneret	15	15	0
Démontage du dégrilleur Bieri	5	5	0
Travaux de génie civil	150	150	0
Fourniture et montage des voies de roulement	70	70	0
Fabrication, transport, montage et mise en service du nouveau dégrilleur	680	340	340
Fabrication, transport et montage du wagon de déverse	50	25	25
Adaptation des automatismes du nouveau dégrilleur, formation du personnel	40	20	20
Intégration du contrôle-commande	20	0	20
Pièces de réserve	30	10	20
Sécurisation des accès	30	15	15
Montant de réserve, imprévus et renchérissement	150	60	90
<b>Total</b>	<b>1'380</b>	<b>770</b>	<b>610</b>
Prélèvements sur le fonds de réserve	-1'380	-770	-610
<b>Total net</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

Le crédit d'investissement nécessaire aux fournitures et travaux requis ne figure pas au plan des investissements pour les années 2015 à 2018. Toutefois, étant entièrement compensé par prélèvement sur le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey, il a un impact neutre sur le plan des investissements.

Au 31 décembre 2014, le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey présentait un solde de CHF 32'263'203.59.

Le montant du crédit est établi sur la base d'une offre budgétaire récente pour la fourniture du nouveau dégrilleur (avec utilisation d'un taux de change de 1.089 CHF/EURO). Pour tenir compte des incertitudes et inconnues, notamment en lien avec les travaux de génie civil (pas de plans de détails disponibles des bétons de la prise d'eau) et de la solution encore à étudier pour sécuriser la zone de travail du dégrilleur, un montant de réserve est pris en compte.

### 6.2. Conséquences sur le budget de fonctionnement

#### 6.3. Charges de personnel

Le personnel de Lavey réalisera, courant de l'été 2016, les adaptations principales du dégrilleur Jonneret. Les travaux de génie civil seront effectués par une entreprise active dans ce domaine, alors que le montage des rails puis du dégrilleur à bras reste de la compétence du fournisseur. En fin de mise en service, ce dernier formera le personnel pour son exploitation et sa maintenance courante.

Les coûts de la main-d'œuvre interne ne sont néanmoins pas pris en compte, du fait que l'investissement est immédiatement amorti par prélèvement sur le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey.

#### 6.4. Charges d'exploitation

Lors des travaux, aucune dépense d'exploitation n'est nécessaire. Aucune perte de production n'est prévue.

Une fois l'installation en service, l'entretien courant sera réalisé par le personnel de Lavey sans charge supplémentaire vis-à-vis des charges actuelles : le contrat de dépannage et de maintenance préventive, qui sera conclu avec le fournisseur du nouveau dégrilleur, sera du même ordre de grandeur que les dépenses annuelles de maintenance comptabilisées actuellement sur le dégrilleur Bieri.

#### 6.5. Charges financières

Les investissements seront entièrement amortis par prélèvement sur le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey dans l'année où ils seront consentis. Ils n'entraînent pas d'intérêt intercalaire.

#### 6.6. Tableau récapitulatif

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	Total
Personnel suppl. en CDD (en EPT)	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
<b>(en milliers de CHF, avec arrondi)</b>							
Charges de personnel	0	0	0	0	0	0	0
Charges d'exploitation	0	0	0	0	0	0	0
Charges d'intérêt	0	0	0	0	0	0	0
Charges d'amortissement	770	610	0	0	0	0	1'380
<b>Total charges suppl.</b>	<b>770</b>	<b>610</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1'380</b>
Prélèvement sur fonds de réserve	-770	-610	0	0	0	0	-1'380
<b>Total net</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>

### 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° 2015/89 de la Municipalité, du 17 décembre 2015 ;

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 CHF 1'380'000.- pour le remplacement du dégrilleur Bieri et la réalisation des travaux pour les adaptations consécutives du plan de travail de la prise d'eau de l'aménagement hydroélectrique de Lavey ;
2. d'amortir ce crédit au fur et à mesure des dépenses annuelles par prélèvement sur le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey.

Au nom de la Municipalité :

La vice-syndique :  
Florence Germond

La secrétaire adjointe :  
Sylvie Ecklin