



Crédit-cadre 2022-2030 pour les travaux de maintenance à réaliser sur les installations de production de l'aménagement hydroélectrique de Lavey avant l'échéance des concessions

Préavis N° 2022 / 02

Lausanne, le 3 février 2022

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

1. Résumé

L'aménagement hydroélectrique de Lavey est exploité par les Services industriels de Lausanne (SIL) depuis 1950. Il permet une production renouvelable de l'ordre de 400 GWh par an, représentant la moitié de leurs besoins d'approvisionnement pour assurer la fourniture d'énergie à leurs clients.

L'aménagement est au bénéfice de deux concessions de 80 ans, l'une vaudoise pour 42% de la force hydraulique du Rhône et l'autre valaisanne pour 58%, qui se terminent en 2030. Le Canton de Vaud est favorable au renouvellement de la concession vaudoise en faveur de la Ville. Le Canton du Valais attribuera la concession valaisanne à FMV S.A., société qu'il détient majoritairement.

Les installations de production doivent être maintenues tout au long de la concession dans un état permettant d'exploiter l'aménagement de manière optimale. Le présent préavis sollicite un crédit-cadre de CHF 20'110'000.- permettant de réaliser les grands travaux de maintenance et de réhabilitation sur la période restante des concessions actuelles, de 2022 à 2030, de sorte à remettre les installations dans l'état attendu. Il permet en particulier de financer les grands travaux suivants :

- réhabilitation des pales et des manteaux des trois groupes de production (campagne 2026-2029) ;
- réhabilitation des vannes de gardes des trois groupes de production, opération qui sera réalisée pour la première fois ;
- remplacement des disjoncteurs 125 kV des trois groupes de production ;
- réparation de la galerie d'amenée, qui entraînera un arrêt de production de quatre à six semaines ;
- remplacement du contrôle-commande et mise à jour du système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) ;
- renouvellement de plusieurs petits équipements et installations comme des compresseurs.

Dès 2031 et pour une période de 80 ans, l'aménagement de Lavey sera en principe exploité par une société détenue par FMV S.A. et la Ville.

2. Objet du préavis

Par le présent préavis, la Municipalité sollicite un crédit-cadre d'investissement du patrimoine financier de CHF 20'110'000.- pour effectuer les grands travaux de maintenance et de réhabilitation prévus pour l'aménagement hydroélectrique de Lavey jusqu'à fin 2030, date de l'échéance des concessions octroyées pour l'utilisation de la force du Rhône.

La Municipalité propose de financer ces investissements par prélèvement sur le fonds de réserve et de renouvellement de l'aménagement de Lavey.

3. Table des matières

1.	Résumé	1
2.	Objet du préavis	1
3.	Table des matières.....	2
4.	L'aménagement hydroélectrique de Lavey	2
4.1	Rappel historique	2
4.2	Les installations principales	3
5.	Situation en lien avec l'échéance des concessions	3
6.	Obligations du concessionnaire	4
6.1	Etat attendu des installations.....	4
6.2	Rapport demandé par l'autorité valaisanne et vérifications de l'état des installations	5
6.3	Exigences de l'autorité cantonale vaudoise.....	5
7.	Principes appliqués	5
7.1	Crédit-cadre	5
7.2	Stratégie de maintenance et cohérence avec le développement durable.....	6
7.3	Vérifications des cantons	6
8.	Plan de maintenance et d'investissement.....	7
9.	Travaux prévus	7
9.1	Campagne 2026-2029 de réhabilitation des pales et des manteaux des trois turbines Kaplan.....	7
9.2	Réhabilitation des trois vannes de garde des groupes de production.....	8
9.3	Travaux 2025 de réparation de la galerie d'amenée	8
9.4	Renouvellement du contrôle-commande et mise à jour du système de supervision	8
9.4.1	Renouvellement du contrôle-commande	8
9.4.2	Mise à jour du système de supervision.....	9
9.5	Renouvellement de diverses petites installations	9
9.6	Remplacement des disjoncteurs 125 kV des groupes de production	10
10.	Impact sur le climat et le développement durable.....	10
11.	Impact sur l'accessibilité pour les personnes en situation de handicap	11
12.	Aspects financiers	11
12.1	Estimation des travaux prévus.....	11
12.2	Conséquences sur le budget d'investissement	11
12.3	Echelonnement des dépenses d'investissement et des prélèvements sur fonds	12
12.4	Plan des investissements	12
12.5	Incidences sur le budget de fonctionnement	12
12.6	Rentabilité des investissements	12
13.	Conclusions.....	13

4. L'aménagement hydroélectrique de Lavey

4.1 Rappel historique

La Ville de Lausanne est au bénéfice de deux concessions cantonales de 80 ans entrées en force en 1950. Elles lui permettent d'utiliser la force hydraulique disponible dans le secteur allant :

- du point kilométrique pk 33.34 situé entre les villages de Dorénaz et de Collonges dans le Canton du Valais, soit un peu moins de 4 km en amont du barrage de l'aménagement ;
- jusqu'au point kilométrique pk 24.812, situé à l'embouchure du torrent du Courset, soit quelques 100 mètres en aval de la restitution du canal de fuite de l'aménagement dans le Rhône.

La concession Valaisanne représente 58% de la force hydraulique ainsi mise à disposition, tandis que la concession Vaudoise représente les 42% restants.

Le préavis pour le financement de la réalisation de l'aménagement hydroélectrique de Lavey a été voté en 1945. Sa construction a débuté la même année. L'aménagement a été mis en service en 1950 avec deux groupes de production, ce qui a permis l'arrêt de l'aménagement du Bois-Noir, propriété de la Ville de Lausanne, et dont la production était devenue insuffisante.

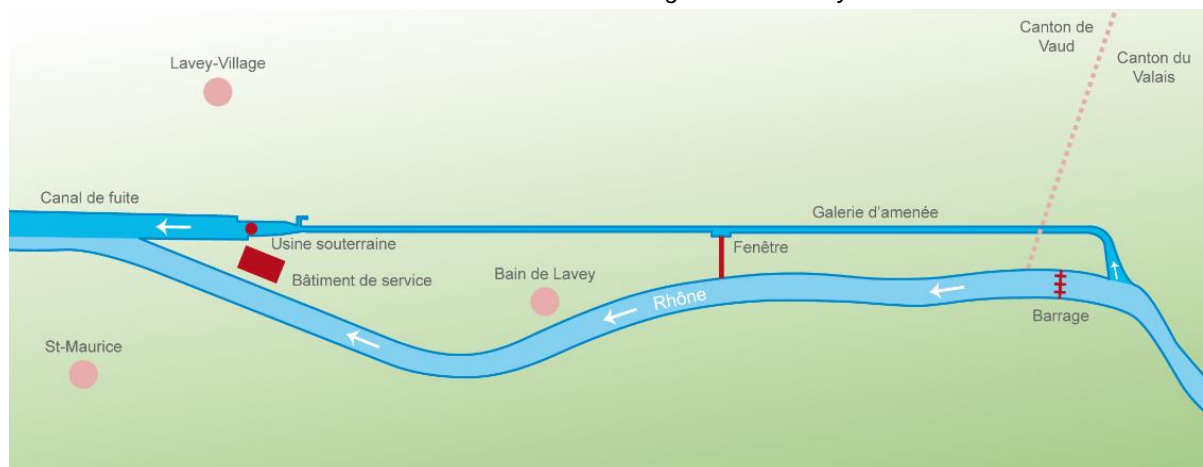
En raison de l'accroissement constant des besoins en électricité, un troisième groupe de production a été ajouté entre 1956 et 1957.

Mis à part pendant les 11 mois de l'année 1990 durant lesquels la galerie d'aménée de 4 km a été réhabilitée, ainsi que durant les périodes de réparations de la galerie d'une quinzaine de jours effectuées chaque sept ans environ, la succession des travaux de maintenance et de réhabilitations des installations a permis de garantir une exploitation 24 heures sur 24, 365 jours sur 365 sur plus de 70 ans.

4.2 Les installations principales

L'aménagement comprend un barrage au fil du Rhône situé entièrement dans le Canton du Valais. Les vannes mobiles du barrage maintiennent un niveau d'eau permettant d'alimenter une prise d'eau latérale entièrement immergée qui dévie une partie des eaux du fleuve dans une galerie d'aménée de 7,75 mètres de diamètre. Un peu moins de 4 km plus loin, le débit est réparti dans trois conduites forcées surmontées d'une cheminée d'équilibre. Les eaux passent ensuite au travers de trois turbines Kaplan chacune couplée à un alternateur de 36 MVA. L'énergie électrique produite à une tension de 10 kV est finalement évacuée au travers de transformateurs de puissance sur des lignes 125 kV, en direction de Saint-Triphon, et sur le réseau 6 kV alimentant les communes de Saint-Maurice et de Collonges.

Plan d'ensemble de l'aménagement de Lavey



La centrale produit près de 400 GWh par année ce qui permet de couvrir en moyenne près de la moitié des besoins en approvisionnement électrique des SIL.

5. Situation en lien avec l'échéance des concessions

A l'échéance d'une concession, l'autorité concédante peut exercer son droit de retour, signifiant qu'elle reprend son droit d'eau afin d'en disposer à nouveau soit pour elle-même soit pour l'octroyer à un tiers. Dans le cadre de cet exercice, elle a le droit de reprendre gratuitement et en proportion de la force

qu'elle dispose, les parties d'installations dites « mouillées »¹ et peut racheter dans la même proportion et contre le paiement d'une « indemnité équitable », les parties d'installations dites « sèches »².

S'agissant premièrement de la concession valaisanne, le Canton du Valais a informé la Municipalité qu'il a l'intention d'exercer son droit de retour à l'échéance de la concession valaisanne. Lors de cet exercice, ce dernier pourra ainsi recevoir gratuitement et en proportion de la force qu'il dispose (58%), les parties mouillées des installations, et pourra acquérir sa part des parties sèches contre le paiement à la Ville de l'indemnité équitable prévue par la loi cantonale sur l'utilisation de la force hydraulique (LcFH)³. Le Canton du Valais transférera ensuite, en principe, ces droits à FMV S.A. et lui vendra sa part des installations, et ce, conformément à la législation valaisanne⁴.

En conséquence, les investissements portant sur les parties mouillées des installations, qui font retour gratuitement, seront entièrement amortis à fin 2030. Pour les parties sèches, la détermination de l'indemnité équitable fera l'objet de discussions entre les parties.

S'agissant de la concession vaudoise, le Département concerné a validé de longue date le principe d'un renouvellement de la concession au bénéfice de la Ville. La procédure qui sera suivie par le Canton est toutefois en cours de clarification. En effet, la législation vaudoise en la matière⁵ est beaucoup plus sommaire que celle du Valais, qui est un canton alpin pour lequel la force hydraulique est un enjeu majeur.

La coordination entre les offices cantonaux vaudois et valaisans a été mise en place et une première séance a déjà eu lieu en fin d'année 2021 avec des représentants des SIL.

6. Obligations du concessionnaire

6.1 *Etat attendu des installations*

Pendant la période d'exploitation et également au moment de l'échéance de la concession et de la restitution des installations ou du renouvellement de la concession, celles-ci doivent être dans un état conforme aux exigences légales et à celles indiquées dans les concessions cantonales. La loi fédérale dispose avant tout que « le concessionnaire est tenu de maintenir en état d'être exploitées, les installations soumises au droit de retour » (art. 67, al. 3, LFH).

Le droit cantonal comprend également plusieurs dispositions relatives à l'état attendu des installations à la fin de la concession. Le législateur valaisan a ainsi prévu que « le concessionnaire est tenu de maintenir, pendant toute la durée de la concession, en un bon état d'entretien les installations qui font

¹ Les parties « mouillées » sont « les installations de retenue et de prise d'eau, les canaux d'amenée ou de fuite, les moteurs hydrauliques et les bâtiments qui les abritent, que ces ouvrages soient établis sur le domaine public ou sur le domaine privé, ainsi que le sol servant à l'exploitation de ces installations » (art. 67, al. 1, let. a, de la loi fédérale sur les forces hydrauliques (LFH)). La loi valaisanne est plus précise et ajoute notamment à cette liste : « [...] les turbines, ainsi que les appareils et autres dispositifs électriques nécessaires au fonctionnement de ces installations, y compris les bâtiments ou cavernes qui les abritent, que ces ouvrages soient établis sur le domaine public ou sur le domaine privé [...] » (art. 54, al. 2, let. a, LcFH).

² Les parties « sèches » sont « les installations servant à la production et au transport de l'énergie » (art. 67, al. 1, let. b, LFH). La loi valaisanne est plus précise et ajoute notamment à cette liste : « les installations servant à la production, à la transformation et au transport de l'énergie et les bâtiments de service et d'administration, si ces ouvrages se situent dans le canton » (art. 54, al. 2, let. b, LcFH). Elle indique en plus « pour les aménagements [...] à cheval sur la frontière cantonale, les installations et lignes de transport sont intégrées dans le droit de retour, pour autant qu'elles sont la propriété du concessionnaire et/ou qu'elles constituent des accessoires de l'usine, dont elles sont issues » (art. 54, al. 3, LcFH).

³ Article 56, LcFH « Indemnité équitable » : « 1 Le concessionnaire ne peut prétendre à une pleine indemnité pour le règlement financier de la cession des installations de production et de transport de l'énergie électrique. 2 L'indemnité équitable est calculée en partant de la valeur réelle au moment du retour, c'est-à-dire d'après la valeur à neuf réduite de la moins-value résultant de l'usure correspondant à la durée de vie de ces installations et de leur dépréciation économique et technique. [...] ».

⁴ Article 59f, LcFH « Utilisation des forces hydrauliques du Rhône » : « 1 A la suite d'un retour, le canton octroie à FMV une concession pour l'utilisation des forces hydrauliques du Rhône ou lui renouvelle une concession existante et lui vend l'aménagement hydroélectrique. 2 Lorsque, à la suite d'un retour, le canton octroie une concession pour l'utilisation des forces hydrauliques du Rhône à un tiers (société hydroélectrique) et y prend des participations, il vend ces participations à FMV. [...] ».

⁵ Quelques dispositions sont prévues dans la loi vaudoise sur l'utilisation des lacs et cours d'eau dépendant du domaine public (LLC) et dans le règlement d'application de la loi du 5 septembre 1944 sur l'utilisation des lacs et cours d'eau dépendant du domaine public et de la loi du 12 mai 1948 réglant l'occupation et l'exploitation des eaux souterraines dépendant du domaine public cantonal (RLLC).

l'objet d'un droit de retour, de sorte que soient assurées une utilisation rationnelle des cours d'eau avec le meilleur rendement possible et une exploitation normale et avant tout durable, lors de la reprise de l'aménagement hydroélectrique » (art. 55, al. 1, LcFH). S'il devait apparaître que le concessionnaire néglige ses obligations, le Canton peut déléguer une commission paritaire d'experts qui évalue les travaux d'entretien et de renouvellement omis. Le Canton du Valais peut alors ordonner, sur la base du rapport de la commission, l'exécution aux frais du concessionnaire des travaux s'avérant nécessaires⁶.

Quant à la législation vaudoise, elle indique que « le concessionnaire est tenu de maintenir constamment en parfait état tous les ouvrages établis pour l'utilisation de la concession » (art. 42, al. 1, RLLC). Elle précise également qu'« à l'expiration de la concession, le concessionnaire doit remettre en bon état d'entretien tous les ouvrages et installations repris par l'Etat. A ce défaut, l'Etat peut retenir le coût des réparations sur les indemnités dues au concessionnaire » (art. 59, RLLC).

6.2 Rapport demandé par l'autorité valaisanne et vérifications de l'état des installations

A la demande du Canton et selon un canevas prédéfini par le Service de l'énergie et des forces hydrauliques (SEFH-VS), les SIL terminent actuellement un rapport attestant du respect de leur obligation de réaliser les travaux d'entretien et de renouvellement. La législation valaisanne prévoit l'établissement de ce rapport au cours de la dixième année précédant l'échéance de la concession⁷. L'état général des installations et les travaux d'entretien et investissements réalisés et à venir doivent notamment y être décrits. Le Canton du Valais indique en outre souhaiter disposer de toutes les informations et données techniques et financières nécessaires au calcul de la valeur intrinsèque⁸ de l'aménagement. La législation applicable prévoit en effet la livraison dix ans avant l'échéance, des informations requises pour calculer l'indemnité équitable⁹.

6.3 Exigences de l'autorité cantonale vaudoise

En cas de renouvellement de la concession, la loi vaudoise exige du concessionnaire qu'il fournisse avant l'extinction de la concession, les plans et les documents établissant l'état des ouvrages et des installations accessoires¹⁰.

En complément, durant les dix dernières années de la concession, le concessionnaire ne peut plus incorporer de nouvelles valeurs au compte de construction sans l'autorisation de l'Etat (art. 60, al. 4 RLLC). Sans cette autorisation, elles sont considérées comme totalement amorties en cas de reprise des installations par l'Etat.

7. Principes appliqués

7.1 Crédit-cadre

Une période d'un peu moins de dix ans est disponible jusqu'à l'échéance des concessions pour réaliser l'ensemble des projets de maintenance et de réhabilitation qui doivent permettre de garantir la production et de maintenir et restituer les installations dans l'état attendu en conformité avec les exigences précitées. Dès lors, le fait de procéder avec un crédit-cadre sur cette période va permettre de planifier au mieux l'ensemble des projets identifiés.

⁶ Article 55, alinéa 4, LcFH VS : « Sur la base d'un rapport selon l'alinéa 3 [...], les communautés qui disposent de la force sont autorisées, éventuellement après avoir obtenu un rapport de la commission au sens de l'alinéa 2, à ordonner l'exécution des travaux s'avérant nécessaires aux frais du concessionnaire ».

⁷ Article 55, alinéa 3, LcFH VS : « Au cours de la dixième année précédant l'échéance de la concession, le concessionnaire établit à l'intention des communes qui disposent de la force et du département en charge des forces hydrauliques un rapport complet attestant du respect de l'obligation de réaliser les travaux d'entretien et de renouvellement ».

⁸ La valeur intrinsèque selon le livre bleu établi en 1988 par des experts mandatés par le Département de l'énergie du Canton du Valais et intitulé « Evaluation technico-économique d'un aménagement hydro-électrique lors de l'exercice du droit de retour avant ou sans anticipation » est définie comme étant « la valeur d'un bien (immeuble, aménagement, etc.) en l'état actuel (instant de l'expertise) et correspondant à la valeur de reconstitution de ce bien diminué de sa vétusté ».

⁹ Article 56, alinéa 4, LcFH VS : « Sur réquisition de la communauté qui dispose de la force, le concessionnaire est tenu, dix ans avant l'échéance de la concession, de donner tous les documents et les renseignements nécessaires pour calculer l'indemnité équitable ».

¹⁰ Article 23, alinéa 2, LLC : « Si le renouvellement est accordé, le concessionnaire est tenu de fournir, avant l'extinction de la concession primitive, les plans et tous autres documents nécessaires établissant l'état exact des ouvrages et de toutes les installations accessoires ».

Cette planification prend notamment en compte :

- les usures sédimentaires qui laissent peu voire pas de marge de manœuvre sur les moments et la fréquence pour réaliser la maintenance des équipements en contact avec les eaux turbinées ;
- la contrainte de minimisation des pertes de production qui impose, en raison du régime saisonnier du Rhône, que les arrêts d'un groupe de production pour révisions et donc aussi pour des modifications sur les équipements qui le servent, se font en principe durant la saison des basses eaux ;
- le fait qu'un espace restreint est disponible autour des turbines et dans la salle des machines, limitant ainsi le nombre d'intervenants, respectivement le nombre de projets concomitants.

Sont aussi considérés dans le calendrier global des travaux à réaliser sur l'aménagement :

- la campagne en cours de réparation des pales et manteaux des turbines qui va s'étaler jusqu'en 2023 ainsi que celle de révision des alternateurs qui finira en 2026¹¹ ;
- les travaux d'assainissement pour rétablir la migration piscicole au barrage avec une réalisation attendue des ouvrages de montaison entre 2024-2025. Ces travaux vont faire l'objet d'un préavis particulier ;
- les travaux qui portent sur les installations appartenant aux SIL en tant que gestionnaire de réseau (lignes et câbles 125 kV et 6 kV qui permettent notamment d'évacuer l'énergie produite, poste intérieur 6 kV, partie réseaux du poste aérien 125 kV et du poste 10 kV, transformateurs 10 kV/6 kV, ainsi que sur les équipements qui pilotent ces installations). Le financement des travaux sur ces installations et parties d'installation est prévu dans les crédits-cadre quinquennaux pour le renouvellement et de modernisation du réseau de distribution électrique.

Cette planification des dépenses sur la durée résiduelle des concessions permet d'anticiper l'évolution du prix de revient consécutif de l'énergie produite par l'aménagement durant cette période.

7.2 Stratégie de maintenance et cohérence avec le développement durable

Un plan de maintenance et des investissements est établi sur plusieurs années et revu régulièrement après analyse de l'état des installations, de leur évolution probable et des travaux réalisés. Cette appréciation se fait par des relevés de l'exploitation, par des constats réalisés pendant les travaux de révision, par des diagnostics d'installations particulières réalisés ponctuellement, ainsi que sur la base de l'expérience de l'exploitant qui connaît les sollicitations auxquelles sont soumises les équipements.

Il s'agit de poursuivre cette stratégie de maintenance basée sur un déclenchement préventif de la maintenance selon les états constatés et les évolutions attendues (usures, détériorations fonctionnelles, obsolescences techniques). Cette manière de faire permet d'utiliser au mieux tout le potentiel des équipements sur des durées d'utilisation ainsi prolongées et de maintenir les installations dans l'état attendu.

7.3 Vérifications des cantons

Les travaux prévus seront présentés dans le rapport à préparer à l'attention des autorités concédantes. Des visites des installations seront organisées pour que les représentants et les experts des Cantons puissent constater que leur état est conforme à celui décrit dans le rapport et correspond à celui attendu compte tenu des exigences d'entretien qui incombent aux concessionnaires. Puisqu'en particulier les parties soumises aux usures sédimentaires ne sont accessibles que lors des travaux de maintenance des unités de production et lors de la mise hors eau de la galerie d'amenée en 2025, ces constats vont prendre du temps. Il est donc important de ne pas attendre ces résultats pour commencer les travaux nécessaires pour maintenir la production et restituer les installations dans l'état attendu, au risque sinon de péjorer la disponibilité de la production avec pertes de production consécutives, et aussi de ne plus avoir suffisamment de temps pour exécuter les travaux envisagés avant la fin des concessions.

¹¹Préavis N° 2020/12 « Réparation des pales et manteaux de roue et révision des alternateurs de l'aménagement hydroélectrique de Lavey. Transfert au patrimoine financier », adopté par votre Conseil dans sa séance du 23 juin 2020.

8. Plan de maintenance et d'investissement

Les travaux qui font l'objet de la présente demande de crédit-cadre, sont les suivants :

- campagne 2026-2029 de réhabilitation des pales et des manteaux des trois turbines Kaplan ;
- réhabilitation des trois vannes de garde des groupes de production ;
- travaux de réparation de la galerie d'amenée planifiés pour 2025 ;
- renouvellement du contrôle-commande et mise à jour du système de contrôle et d'acquisition de données (SCADA) de la partie production de l'aménagement ;
- renouvellement de diverses petites installations ;
- remplacement des disjoncteurs 125 kV des groupes de production.

9. Travaux prévus

9.1 Campagne 2026-2029 de réhabilitation des pales et des manteaux des trois turbines Kaplan

En période de hautes eaux, le Rhône charrie de grosses quantités de sédiments graveleux et sableux qui contiennent une forte proportion de sable fin granitique très abrasif. Ce sable transporté par les eaux dérivées dans la galerie d'amenée use les parties mouillées des ouvrages et installations de production. C'est en particulier le cas des turbines qui, durant ces périodes de forts débits, produisent en plus à pleine puissance. Les parties les plus sensibles à cette usure, soit les pales et le manteau de turbine, sont revêtues d'une couche protectrice de carbure de tungstène. Néanmoins, une réparation tous les six ans de ces parties est inévitable au risque sinon de péjorer leur rendement et, finalement, de ne plus pouvoir réhabiliter ces pièces et de devoir les remplacer. La campagne en cours de réhabilitation des pales et manteaux va se poursuivre jusqu'à fin 2023. La campagne suivante devra démarrer en 2026.

La réparation comprend un sablage de l'ancien revêtement, un reprofilage des pièces par soudage et meulage, voire un usinage. Après contrôles, le nouveau revêtement de protection est appliqué par un procédé de projection thermique à haute vitesse HVOF (« high velocity oxygen fuel »).



Réparation du manteau



Pale réparée avec la protection anti-usure

La campagne 2026-2029 de réparation des pales et des manteaux est prévue comme suit :

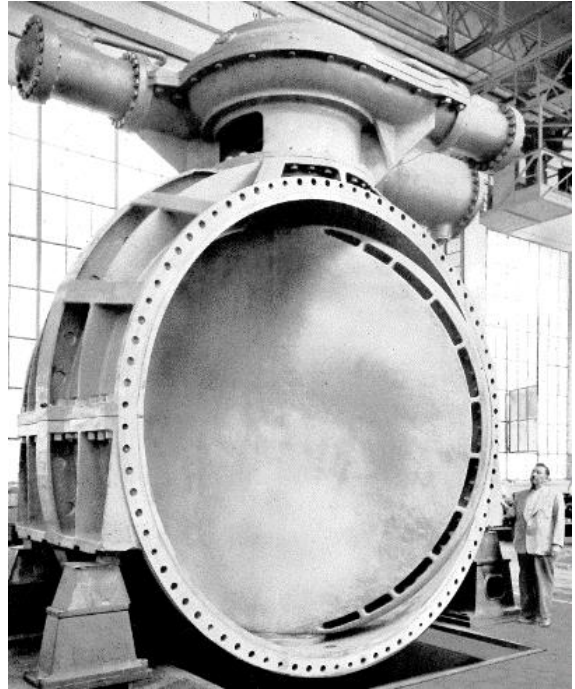
- 2026-2027 : révision du manteau du groupe 3 avec montage des pales mises en réserve à la fin de la campagne précédent ; réparation du jeu de pales démontées du groupe 3 ;
- 2027-2028 : révision du manteau du groupe 2 et montage des pales issues du groupe 3 ; réparation du jeu de pales démontées du groupe 2 ;
- 2028-2029 : révision du manteau du groupe 1 et montage des pales issues du groupe 2 ; réparation du jeu de pales démonté du groupe 1 et mise en réserve des pales jusqu'à la prochaine campagne de réparation qui devrait débuter en 2032.

9.2 Réhabilitation des trois vannes de garde des groupes de production

La vanne de garde est un organe de sécurité qui permet d'interrompre le débit arrivant sur la turbine d'un groupe. Elle est fermée à chaque arrêt du groupe de production, notamment en cas de détection d'un défaut. Ainsi, en cas de problème sur la fermeture du vannage successif qui règle le débit de la turbine, la fermeture de la vanne de garde empêche que le groupe continue de tourner sur les fuites par les aubes directrices.

Ces vannes sont de type vanne papillon de 4,2 mètres de diamètre à axe verticale. L'ouverture se fait par application d'une pression d'huile fournie par un groupe hydraulique, tandis que la fermeture utilise la pression d'eau disponible dans la conduite forcée.

A la construction, la partie inférieure des vannes a été coulée dans les bétons de la bache spirale. Ces vannes n'ont ainsi jamais été démontées depuis leur mise en service en 1950 (1957 pour le groupe 3) et n'ont pu être que partiellement révisées depuis lors. Un blocage de la lentille sur le groupe 1 s'est produit en 2014. Une réparation provisoire (5-10 ans) a pu être faite.



Vanne de garde à la construction en atelier

Les deux éléments ci-dessus ont conduit à planifier une réhabilitation des vannes de garde en priorisant celle du groupe 1. Il s'agira aussi d'améliorer leur étanchéité.

9.3 Travaux 2025 de réparation de la galerie d'amenée

Depuis l'arrêt de production de 1990 de plus de 11 mois, soit à mi-concession, qui a vu l'exécution d'importants travaux de réhabilitation des bétons de la galerie d'amenée, un arrêt d'usine est planifié tous les sept ans environ pour inspecter et entretenir les parties mouillées communes à l'aménagement, soit d'amont en aval, la prise d'eau, la galerie d'amenée, la chambre d'équilibre, le répartiteur et les vannes de révision.

Ainsi, en 1997, 2005, 2011 et 2018, un arrêt de dix à 15 jours a permis à chaque fois d'effectuer les travaux et réparations nécessaires. En 2018, il a cependant été constaté que dix jours ne suffiront pas lors de l'arrêt suivant pour remettre la galerie dans un bon état et effectuer les travaux envisagés sur la prise d'eau. Le prochain arrêt planifié pour 2025 devrait ainsi durer de quatre à six semaines pour réaliser l'ensemble des travaux nécessaires. La durée et l'ampleur exactes des travaux ne pourront toutefois être déterminées que lors de l'inspection qui suivra la mise hors d'eau de la galerie.

Outre les contrôles usuels de l'état des bétons, les travaux planifiés à effectuer sont :

- réparer le radier de la galerie (environ 4 km de long) ;
- réparation et mise en place d'un blindage du voile centrale de la prise d'eau ;
- remplacement des sondes à ultrasons pour mesurer les débits dans la galerie ;
- remplacement des étanchéités des vannes de révision des groupes 2 et 3.

9.4 Renouvellement du contrôle-commande et mise à jour du système de supervision

9.4.1 Renouvellement du contrôle-commande

Le système de contrôle-commande de l'aménagement comprend actuellement un réseau de plus de 18 automates programmables avec, pour certains, des terminaux tactiles de pilotage local. Chaque automate possède des cartes électroniques paramétrables reliées à des capteurs et des relais de surveillance, ainsi qu'à des actionneurs et régulateurs qui agissent sur les installations. Des modules de communication permettent l'échange de données entre automates et avec le superviseur de l'aménagement.

Un programme particulier à chaque installation est chargé depuis un ordinateur et exécuté dans la carte principale de l'automate. Ce programme fait continûment l'acquisition des signaux des installations, surveille leurs états, pilote les séquences d'exécution des ordres aux installations et active les signaux commandant les actionneurs et les régulateurs. Des modifications ponctuelles sont régulièrement apportées aux programmes afin d'améliorer l'exploitation des installations.

La plupart de ces équipements ainsi que les régulateurs de tension et certains relais électroniques ont été installés et mis en service entre 2002 et 2008, lors du renouvellement du contrôle-commande des installations du barrage, des groupes de production et du réglage global de l'aménagement¹². Toutefois, les cartes électroniques des automates programmables et des écrans de pilotage locaux des installations ne sont plus ni commercialisées ni fabriquées. Le service de remplacement des cartes défectueuses n'est plus garanti dès fin 2026. Il en va de même pour d'autres équipements électroniques. En outre, le nombre de pièces de réserve disponibles sur l'aménagement est limité. Il devient par ailleurs de plus en plus difficile de migrer certains logiciels de programmation ou de paramétrage servant ces équipements clés, et installés sur des ordinateurs dont le système d'exploitation est régulièrement mis à jour. Une telle situation se retrouve notamment pour les régulateurs de tension des alternateurs, les systèmes de surveillance vibratoire des machines tournantes et certains capteurs.

Le système de contrôle-commande et ses périphériques doivent ainsi être renouvelé de manière à ne pas péjorer la disponibilité de l'aménagement.

Les possibilités pour intégrer les nouveaux équipements devront être déterminées au cas par cas, selon la situation. Ils seront montés selon la place à disposition, soit dans des armoires existantes, soit dans de nouvelles armoires ou extensions. Les programmes applicatifs de surveillance, de visualisation et de pilotage des installations seront adaptés si c'est possible, ou, cas échéant, seront reprogrammés ou complétés. Un grand travail préparatoire sera nécessaire afin de réduire au strict minimum les indisponibilités de la production lors des travaux de montage et de mise en service. Il s'agira autant que possible de réaliser des tests préalables en atelier. Les travaux sur site se feront en priorité lors des travaux de révision des unités de production et des installations. Le contrôle-commande renouvelé sera ainsi mis en service progressivement sur plusieurs années.

9.4.2 Mise à jour du système de supervision

La surveillance et le pilotage global de l'aménagement en temps réel se fait grâce au système SCADA. Il est actuellement constitué de quatre serveurs redondants hébergeant les logiciels Lynx pour la configuration, les bases de données, les images et les fonctions particulières de surveillance et de conduite, ainsi que l'archivage des événements détectés et des grandeurs mesurées.

Le système comprend en plus des postes fixes dédiés qui servent d'interfaces homme/machine pour l'exploitation par le personnel de l'aménagement, ainsi que des applications déportées sur des ordinateurs mobiles facilitant les diagnostics lors des dépannages et permettant les tests locaux lors des mises en service des installations en fin de révisions. Mis en service en 2003, les serveurs et postes fixes ont été régulièrement renouvelés et les logiciels Lynx portés d'Unix à Linux en 2013. La mise à jour de 2018 a permis d'installer une version plus sécurisée et compatible avec celle utilisée au centre de conduite de Pierre-de-Plan ce qui a permis de réduire les coûts de mise à jour et de donner la possibilité de surveiller l'aménagement à distance. Il est prévu de faire deux mises à jour du système Lynx durant la période 2022-2030. Avec le renouvellement du contrôle-commande, les échanges des signaux provenant des automates programmables devront aussi être revus et testés.

9.5 *Renouvellement de diverses petites installations*

L'aménagement dénombre plusieurs centaines de petites installations qui sont réhabilitées au fur et à mesure selon les constats faits par l'exploitant et les règles de maintenance appliquées pour chacune d'elle. Les travaux des remplacements envisagés actuellement sont par exemple les suivants :

- remplacement de compresseurs et adaptations/réhabilitations des circuits d'air comprimés ;
- remplacement de certains équipements du circuit général de refroidissement ;
- remplacement de l'agrégat hydraulique des vannes de révision ;

¹² Préavis N° 218 « Aménagement hydroélectrique de Lavey. Renouvellement du contrôle-commande de l'aménagement et d'éléments du poste de transformation 10 kV » du 31 mai 2001.

- remplacement des chaînes des vannes 2 et 3 du barrage ;
- remplacement du groupe de secours du barrage.

Cette liste de remplacements ponctuels de divers équipements électriques et mécaniques sera complétée selon les constats qui seront faits durant la période 2022-2030.

9.6 Remplacement des disjoncteurs 125 kV des groupes de production

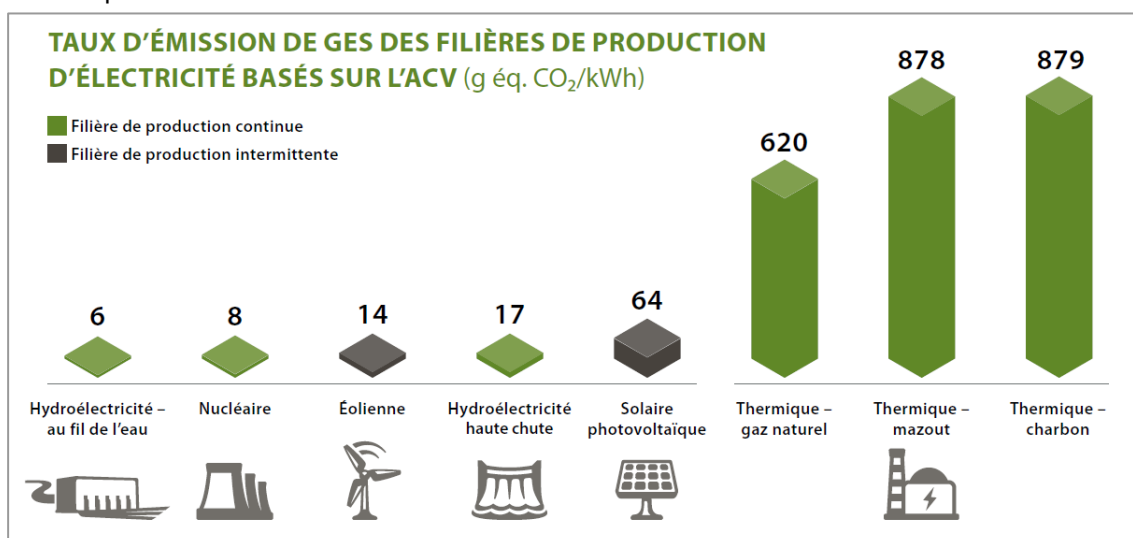
Chaque disjoncteur 125 kV de groupe, ainsi que le disjoncteur de réserve installé prévu pour les cas de révision d'un disjoncteur de groupe afin d'éviter un arrêt de la production, permet de raccorder le transformateur de puissance d'un groupe sur le jeu de barre des lignes 125 kV. Ils permettent ainsi de mettre à disposition l'énergie produite par la centrale et non soutirée par le réseau moyenne tension local sur le réseau de transport 125 kV raccordé à l'usine.

Ces disjoncteurs ont été mis en service en 1973. Ils sont considérés comme des organes de sécurité pour notamment interrompre la production d'énergie électrique en cas de problème sur les circuits électriques du transformateur ou de l'alternateur des groupes. Ces équipements sont relativement peu sollicités en termes de nombre de manœuvres exécutées (environ 100 démarrages et arrêts d'un groupe par an), ce qui explique leur longévité. Il devient toutefois difficile de trouver des compétences pour leur entretien et leur dépannage. Leur remplacement, après plus de 50 ans de service, doit donc être prévu avant la fin de la concession.

10. Impact sur le climat et le développement durable

Ce préavis n'a pas d'impact sur le développement durable. Le renouvellement de la concession impliquera, elle, la mise en œuvre de mesures de compensation. Ces mesures seront en principe mises en œuvre par une société anonyme à créer avec FMV S.A..

On peut toutefois rappeler ici que la production d'électricité à partir de la force hydraulique au fil de l'eau est la filière qui présente, sur l'ensemble du cycle de vie des installations, les émissions de gaz à effet de serre les plus basses. Le tableau ci-dessous est le résultat d'une analyse de cycle de vie (ACV) du Centre international de référence sur le cycle de vie des produits, procédés et services (CI-RAIG), mandatée par la société Hydro Québec¹³, pour évaluer la qualité de sa production hydraulique en comparaison avec d'autres modes de production. L'hydroélectricité au fil de l'eau se démarque très largement des systèmes de production à base d'énergie fossile et est le plus efficace parmi les productions à partir de sources renouvelables.



Cette étude date de 2015. Il est probable que l'augmentation des rendements pour le solaire photovoltaïque et de hauteur et de la surface balayée pour les éoliennes a depuis permis à ces technologies d'améliorer encore leur bilan carbone.

¹³ <https://www.hydroquebec.com/developpement-durable/documentation-specialisee/analyse-cycle-de-vie.html>.

11. Impact sur l'accessibilité pour les personnes en situation de handicap

Ce préavis n'a pas d'impact sur l'accessibilité pour les personnes en situation de handicap.

12. Aspects financiers

12.1 Estimation des travaux prévus

Les estimations financières portent sur des travaux à exécuter sur la période résiduelle des concessions d'un peu moins de neuf ans. Les estimations de travaux à effectuer par des tiers sont basées, quand disponibles, sur des relevés de travaux similaires effectués par le passé ou, s'il est possible de les évaluer sans étude préalable, sur des devis budgétaires d'entreprises, ou sinon sur la base de l'expérience des ingénieurs de l'exploitation. Les prestations qui seront effectuées par le personnel de la centrale ont été évaluées sur la base de l'expérience des SiL comme exploitants. Des montants pour imprévus ont aussi été pris en compte. Les évaluations des travaux suivants restent en particulier soumises à des incertitudes importantes :

- L'état effectif du radier de la galerie d'amenée, qui subit de fortes sollicitations du fait de la charge sédimentaire du Rhône, ne sera connu qu'au début des travaux, en 2025, lorsque la galerie sera mise hors d'eau.
- Les vannes de garde n'ont jamais été démontées depuis leur mise en service. Les travaux prévus ont été évalués globalement. Au vu de la grande taille des équipements, du fait qu'à la construction, les parties basses des vannes ont été coulées dans les bétons de la bêche spirale et de l'impossibilité actuelle d'accéder aux paliers des vannes, ces travaux conséquents sont aussi singuliers. Ils nécessiteront d'avancer pas à pas. Les constats et l'expérience acquise lors des travaux sur la première vanne détermineront la suite de ceux à prévoir sur les deux autres vannes.
- Pour le renouvellement du contrôle-commande, mis à part le renouvellement du hardware des automates programmables et des écrans de commandes, les solutions d'intégration devront être étudiées préalablement en détails, armoire après armoire, en fonction des types de cartes de remplacement proposées, de la place disponible dans chacune d'elle et dans les locaux respectifs. Selon les situations, des extensions des armoires existantes ou le remplacement complet d'armoires seront parfois nécessaires. Le remplacement des capteurs et des câbles pour collecter les signaux sera aussi évalué au cas par cas.
- Le montant pour le renouvellement de diverses petites installations n'est pas basé sur une évaluation de l'état de ces dernières, mais sur l'historique des montants dépensés pour ce type d'éléments.

Néanmoins, du fait que la demande porte sur un crédit global, le risque lié à ces incertitudes se réduit par foisonnement.

Les coûts des équipements et prestations associées sur les travaux prévus sont estimés de la manière suivante :

Dépenses d'investissement (en milliers de CHF)	Matériel et prest. Tiers	Prestations internes SiL	Total
Réhabilitation des pales et manteaux des groupes 1 à 3 (campagne 2026-2029)	1'800	600	2'400
Réhabilitation des vannes de garde des groupes 1 à 3	2'700	1'300	4'000
Travaux 2025 de réparation de la galerie	2'450	750	3'200
Remplacement du contrôle-commande (partie production)	3'500	2'000	5'500
Mise à jour et intégration du SCADA	770	230	1'000
Renouvellements de divers petites installations	1'900	1'300	3'200
Remplacement des disjoncteurs 125kV des groupes de production	620	190	810
Total des dépenses	13'740	6'370	20'110

12.2 Conséquences sur le budget d'investissement

Le montant total des investissements est estimé à CHF 20'110'000.-, dont CHF 13'740'000.- pour le matériel et les prestations de tiers et CHF 6'370'000.- pour les coûts de main-d'œuvre interne.

Le crédit sollicité étant entièrement amorti par prélèvement sur le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey, ils n'entraînent pas d'intérêts intercalaires. Au 31 décembre 2021, ce fonds présentait un solde de CHF 26'220'522.65.

12.3 Echelonnement des dépenses d'investissement et des prélèvements sur fonds

L'utilisation du crédit demandé et des prélèvements sur le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey se répartit de la manière suivante :

(en milliers de CHF)	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Dépenses d'investissements	2'390	3'715	3'045	5'370	1'235	1'765	1'370	920	300	20'110
Prélèvement sur fonds	-2'390	-3'715	-3'045	-5'370	-1'235	-1'765	-1'370	-920	-300	-20'110
Total net	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

12.4 Plan des investissements

Les dépenses d'investissement qui concernent la production de l'aménagement de Lavey¹⁴ sont enregistrées au patrimoine financier et n'apparaissent pas au plan des investissements qui ne porte que sur les objets du patrimoine administratif.

12.5 Incidences sur le budget de fonctionnement

Les travaux étant entièrement amortis comptablement dans l'année où ils sont réalisés, il n'implique ni de charge d'amortissement ni de charge d'intérêt.

Les coûts des prestations internes estimées pour l'accomplissement des travaux objets du présent préavis sont compris dans le montant total du crédit d'investissement demandé. Les coûts de la main-d'œuvre interne effectivement utilisés durant l'année viendront augmenter d'autant les revenus sur le compte de fonctionnement de l'année considérée. Sur la base de la planification actuelle, l'estimation de la diminution des charges de fonctionnement est la suivante :

	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	Total
Personnel suppl. (en EPT)										0
(en milliers de CHF)										
Charges de personnel										0
Charges d'exploitation										0
Charges d'intérêts										0
Amortissements										0
Total charges suppl.	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diminution de charges										0
Main-d'œuvre interne facturée aux investissements	-890	-1'015	-1'115	-1'620	-415	-485	-410	-270	-150	-6'370
Total net	-890	-1'015	-1'115	-1'620	-415	-485	-410	-270	-150	-6'370

En plus de ces grands travaux de maintenance et de réhabilitation, les travaux d'entretien courant des groupes de production, des vannes du barrage et autres installations seront financés par les comptes annuels de fonctionnement et réalisés en parallèle. Ils ne sont donc pas considérés dans ce préavis. Ils seront néanmoins réalisés de manière coordonnée voire concomitante avec les travaux d'investissement dont le financement est sollicité par ce préavis.

12.6 Rentabilité des investissements

Les investissements sollicités sont financés comptablement par le fonds de réserve et de renouvellement de Lavey, ce qui permet d'avoir une incidence neutre sur les comptes.

Le prix de production de Lavey est, lui, défini sur la base de la comptabilité analytique de l'aménagement. Le bénéfice adéquat sur la production propre, au sens de la loi sur l'approvisionnement en électricité (LApEI), est obtenu par application d'un taux WACC à la valeur résiduelle de l'aménagement¹⁵.

¹⁴ Voir le chapitre 9 « Transfert de l'aménagement au patrimoine financier » du préavis N° 2020/12 cité en note 11.

¹⁵ Le coût moyen pondéré du capital ou « weighted average cost of capital » s'exprime en pourcent et permet de rémunérer le capital investi. Il couvre le coût du capital des fonds étrangers et le bénéfice pour les fonds propres. Pour les SIL, le taux de bénéfice correspond au taux WACC moins le taux d'intérêt appliqué aux SIL.

Les investissements sollicités permettront donc un bénéfice sur leur période d'amortissement analytique. Ce bénéfice est intégré dans le prix de production et, au final, dans les tarifs des clients des SIL.

Pour les investissements qui portent sur la partie mouillée de l'aménagement (pales, vannes, galerie d'amenée et petites installations en lien avec les parties mouillées) et qui fait retour à titre gratuit, l'amortissement se fera sur la durée résiduelle de la concession. De la sorte, la valeur résiduelle pour cette partie est nulle à la fin de la concession. Par exemple, les travaux sur les vannes garde seront amortis durant la période entre la fin de leur réhabilitation et la fin de la concession (au lieu des 40 ans usuels pour ce type de travaux). Le montant de cet investissement sera ainsi couvert durant cette période au travers des tarifs de l'électricité.

La partie sèche étant rachetée par le concédant valaisan à la valeur de l'indemnité équitable¹⁶, les investissements sollicités (qui porte sur la part du contrôle-commande et du SCADA qui gèrent des installations des parties sèches de l'aménagement, les disjoncteurs 125 kV et les petites installations en lien avec les parties sèches) sont en principe amortis selon les durées usuelles pour les installations concernées. Toutefois, comme l'indemnité équitable fera l'objet d'une évaluation par les experts des parties prenantes et d'une négociation en cas d'évaluation divergente, l'amortissement des parties sèches ou de leurs valeurs résiduelles en fin de concession devra éventuellement être revu à la lumière des décisions qui seront finalement prises.

13. Conclusions

Eu égard à ce qui précède, la Municipalité vous prie, Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs, de bien vouloir prendre les résolutions suivantes :

Le Conseil communal de Lausanne,

vu le préavis N° 2022/02 de la Municipalité, du 3 février 2021 ;

où 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 financier de CHF 20'110'000.- pour effectuer les travaux de maintenance et de réhabilitation d'installations de l'aménagement hydroélectrique de Lavey jusqu'à fin 2030 ;
2. d'amortir ce crédit au fur et à mesure des dépenses par prélèvement sur le fonds de réserve et de renouvellement de l'aménagement de Lavey.

Au nom de la Municipalité

Le syndic
Grégoire Junod

Le secrétaire
Simon Affolter

¹⁶ Selon l'article 56, alinéa 2, de la LcFH : « L'indemnité équitable est calculée en partant de la valeur réelle au moment du retour, c'est-à-dire d'après la valeur à neuf, réduite de la moins-value résultant de l'usure correspondant à la durée de vie de ces installations et de leur dépréciation économique et technique ».