



Réponse au postulat de Mme Géraldine Bouchez « Les conduites d'eau potable lausannoises pour produire de l'électricité »

Rapport-préavis N° 2018 / 57

Lausanne, le 15 novembre 2018

Monsieur le Président, Mesdames, Messieurs,

1. Résumé

Le potentiel de micro-turbinage sur le réseau d'eau potable lausannois a fait l'objet d'une nouvelle étude exhaustive qui démontre que seul le turbinage des sources du Pays-d'Enhaut présente un réel potentiel. Cela confirme les études faites précédemment qui ont conduit au préavis N° 2018/07 « Réfection du réseau d'adduction d'eau potable du Pays-d'Enhaut – réalisation du potentiel hydroélectrique sur deux sites » accepté par le Conseil communal le 22 mai 2018. Ce projet, réalisé en partenariat avec Romande Energie, prévoit la construction de trois turbines Pelton totalisant 770 kW.

Les autres sources ont des potentiels de production électrique inférieure à 10 KW et, en ce qui concerne le lac de Bret, le potentiel est de 25 KW. Leur valorisation électrique n'est pas techniquement ou économiquement possible avec les turbines actuelles.

La valorisation du potentiel hydraulique du réseau d'eau potable lausannois pourrait se faire au moyen de pico-turbines axiales (< 10 KW) telles que développées par la Haute école d'ingénierie Valais. Toutefois, la maturité industrielle n'étant pas encore atteinte, le Service de l'eau assure pour l'instant une veille technologique.

Enfin, le Service de l'eau s'engage activement dans la réduction de la consommation électrique de ses installations de pompage et de traitement d'eau potable, notamment en améliorant leur performance ou en les remplaçant par des installations plus efficaces.

2. Objet du rapport-préavis

Le 30 novembre 2016, Mme Géraldine Bouchez déposait un postulat demandant à la Municipalité d'étudier la possibilité d'utiliser un système de micro-turbinage placé sur le réseau des conduites d'eau potable de la Ville pour permettre la production d'électricité.

Le postulat a été transmis à la Municipalité le 14 février 2017 pour étude et rapport.

3. Préambule – Le réseau d'eau potable de la région lausannoise

Le Service de l'eau fournit entre 25 et 27 millions de m³ d'eau à l'ensemble des communes de l'agglomération lausannoise (soit au détail jusqu'au consommateur final, soit en gros à une commune tierce qui se charge de la distribution).

Pour distribuer cette eau sur un large territoire, le service dispose de 20 réservoirs répartis à différentes altitudes comprises entre 490 mètres, pour le réservoir de Montétan au parc de Valency, et 935 mètres, pour le réservoir de la Montagne-du-Château au Chalet-à-Gobet. Cette disposition permet de garantir une pression d'eau qui se situe en général entre 4 et 10 bars dans le réseau de distribution. Chaque bâtiment dispose ensuite d'un réducteur de pression pour ramener cette dernière à une valeur d'environ 3.5 bars.

Pour ce qui concerne les ressources en eau, elles proviennent à 50-60% du lac Léman (usines de Lutry et Saint-Sulpice), à 15-20% du lac Bret (usine de Bret), à 15-20% des Préalpes (sources du

Pays-d'Enhaut traitées à l'usine de Sonzier et du Pont-de-Pierre) et à 5-10% du Nord lausannois et du pied du Jura (15 groupes de sources).

Les eaux du lac de Bret arrivent dans le réservoir de Chailly à 614 mètres, celles du Pays-d'Enhaut et du Pont-de-Pierre dans le réservoir du Calvaire à 589 mètres (à côté du CHUV) et les sources du Nord lausannois et pied du Jura dans différents réservoirs situés entre 560 et 860 mètres d'altitude. Toutes ces ressources sont acheminées de manière gravitaire dans les réservoirs.

Le service dispose d'une centaine de pompes de refoulement permettant d'alimenter les différents réservoirs d'eau potable. Le pompage se fait d'un réservoir vers un autre situé à une altitude supérieure. Ces pompes ont des puissances allant de 10 à 670 kW, pour une puissance installée totalisant 18'400 kW.

La consommation d'énergie électrique pour le traitement de l'eau potable et son pompage représente entre 18'000 et 24'000 MWh/an selon la production d'eau et sa provenance (sources gravitaires ou pompage depuis le lac Léman).

4. Mesures déjà prises par le Service de l'eau pour augmenter son efficacité énergétique

Afin de minimiser sa consommation d'énergie électrique et de réduire son impact sur l'environnement, le service a déjà pris les mesures suivantes :

- l'utilisation des ressources en eau gravitaire est privilégiée afin de minimiser le pompage depuis le lac Léman situé à 377 mètres d'altitude. Toutefois, la production annuelle des sources est dépendante des conditions météo ; lors d'une année pluvieuse, la production des ressources gravitaires atteindra 60% (toutefois la consommation d'eau potable sera plus faible), tandis que lors d'une année sèche, la production des sources atteindra plutôt 40% ;
- les différents réservoirs sont répartis tous les 100 à 150 mètres d'altitude afin de distribuer l'eau potable sans utilisation de dispositif de réduction de pression (vannes Clayton). Il n'y a que deux zones de pression réduite dans le réseau d'eau lausannois représentant moins de 0.5% du volume distribué. De nombreux dispositifs de réduction de pression existent dans les réservoirs et sur le réseau d'eau potable lausannois afin de sécuriser le réseau et de garantir la distribution d'eau en cas de travaux ou de rupture de conduites. Ils sont donc utilisés uniquement pour des périodes très limitées ;
- le renouvellement régulier des conduites de distribution et la recherche en continu des fuites permettent de minimiser les pertes en eau du réseau d'eau potable qui sont d'environ 8 à 12% du volume produit (injecté dans le réseau) ;
- suite à l'entrée en vigueur de la loi sur l'énergie en septembre 2016, le service a établi en 2017 une convention d'objectif avec la Confédération afin de réduire la consommation énergétique de trois usines d'eau potable et de huit stations de pompage qui ont une consommation électrique supérieure à 100 MWh/an. La première série de mesure a permis d'économiser, en 2017, environ 200 MWh, notamment en installant des ozoneurs plus performants à Bret, en optimisant le procédé d'ultrafiltration à Lutry et en privilégiant le fonctionnement des pompes qui ont les meilleurs rendements. Une analyse détaillée des performances des principales pompes de refoulement est en cours afin d'améliorer leur performance ou de les remplacer par des installations plus performantes si le retour sur investissement est inférieur à huit ans.

5. Définition du micro-turbinage et des types de turbines

La petite hydroélectricité se distingue de l'hydroélectricité traditionnelle par des installations générant moins de 10 MW par site. Par comparaison, les quatre turbines de la Grande Dixence ont une puissance totale de 2'000 MW et les trois turbines de Lavey ont quant à elles une puissance de 93 MW. Le terme mini-turbinage est généralement utilisé pour les aménagements produisant moins de 2 MW, le terme micro-turbinage étant réservé aux installations de moins de 500 kW et le terme pico-turbinage à celles de moins de 10 kW.

La production d'électricité dans les réseaux d'eau potable est réalisée essentiellement avec des turbines Pelton. Ces dernières ont d'excellents rendements, compris entre 85 et 92%, sur une large plage

de débit (20 à 100%) ; toutefois leur application est adaptée pour des hauteurs de chute supérieures à 100 mètres.

Il existe quelques réalisations de turbinage d'eau potable avec des pompes inversées. Cependant, leurs rendements sont plus faibles, de 60 à 85% sur plage de débit restreint (70 à 100%).

Les turbines Kaplan sont plutôt utilisées dans les cours d'eau (rivières) car elles sont adaptées pour des grands débits (supérieurs à 4'000 l/min) avec de faibles hauteurs de chute (2 à 10 mètres) ; leurs rendements sont légèrement inférieurs aux turbines Pelton.

6. Turbinage des eaux de la Louve

Pour mémoire, le Service de l'eau gère depuis 2006 une turbine Pelton de 185 kW sur la dérivation des eaux de la Louve (conduite forcée de 3.8 km avec une chute de 175 mètres). La production annuelle d'électricité varie entre 250 et 490 MWh selon la pluviométrie.

7. Potentiel de production électrique du réseau d'eau potable lausannois

En 2008, le Service de l'eau avait analysé le potentiel de production d'électricité de son réseau d'eau potable, avec les résultats suivants :

- le turbinage des sources du Pays-d'Enhaut présentait un réel potentiel. Un projet de trois turbines Pelton totalisant 770 kW va ainsi être réalisé en 2021 par la Romande Energie, copropriétaire des sources (préavis N° 2018/07, cf. chapitre 8 ci-après) ;
- le turbinage des eaux entre l'usine de Bret et le réservoir de Chailly présentait un potentiel de turbinage moindre ; cependant, une étude de faisabilité avec une turbine Kaplan de 25 KW a été réalisée par la société MHyLab (décrite au chapitre 9). Ce potentiel de turbinage est d'ailleurs mentionné dans le rapport « Cadastre hydraulique, Eaux de surface, Eaux de réseau » du canton de Vaud ; il s'agit, selon ce rapport, de l'unique potentiel de turbinage identifié pour la commune de Lausanne ;
- il n'y avait pas d'autre potentiel intéressant de micro-turbinage, que ce soit sur les arrivées des autres adductions (eau brute avant station de traitement) car les volumes et la différence de pression étaient trop faibles pour être valorisés au moyen des technologies de turbinage classique (Pelton, pompe inversée ou Kaplan) ou sur le transport (eau traitée entre une station et le réservoir d'arrivée) car la différence d'altitude est dissipée en perte de charge le long des conduites.

Le tableau ci-après résume les différents potentiels de turbinages des adductions et des conduites de transport.

Adductions	chute brute [m]	Débit moyen [l/min]	Puissance [kW]	Energie [MWh/an]
Pays-d'Enhaut	92-170.0	45'600	770.0	4'600.0
Pont-de-Pierre	21.0	2'900	7.47	59.7
St-Hyppolite	58.6	450	3.23	26.3
Pierre-Ozaire	46.0	305	1.72	13.8
Mont inférieur	56.3	114	0.79	6.4
Montagne-du-Château	15.8	348	0.67	5.5
Mont supérieur	22.0	164	0.44	3.6
Jorattez	44.2	67	0.36	3.0
Froideville	11.0	263	0.35	2.8
Mauvernay	9.7	163	0.19	1.6
Bressonne	2.5	524	0.16	1.3
Thierrens	1.0	1'200	0.15	1.1

Prévondavaux	1.0	950	0.12	0.9
Case	2.0	350	0.09	0.7
Cheseaux	5.3	126	0.08	0.7
Montaubion	1.0	450	0.06	0.4
Losiardes	2.0	96	0.02	0.2

Conduites de transport	chute brute [m]	Débit moyen [l/min]	Puissance [kW]	Energie [MWh/an]
Bret	21.4	10'200	25.0	119.0
Pays-d'Enhaut	96	10'000	118	1'034
Pont-de-Pierre	65	2'900	23	201
Thierrens	50	1'200	7.4	65
Prévondavaux	-1	950	0	0

Au niveau des adductions, il est assez clair que seule l'adduction du Pays-d'Enhaut a un potentiel intéressant ; cela fait l'objet du chapitre 8.

Au niveau des conduites de transport, la possibilité de turbiner l'eau de Bret est détaillée au chapitre 9. Le transport de l'eau du Pays-d'Enhaut et du Pont-de-Pierre montre un certain potentiel théorique, mais les hauteurs de chute sont utilisées pour le transport d'eau. L'énergie disponible est ainsi dissipée en perte de charge le long des conduites. S'il fallait valoriser ce potentiel, les diamètres nécessaires pour minimiser les pertes de charge entraîneraient des surcoûts trop importants. Une réflexion sera néanmoins menée lors du renouvellement de ces conduites, dont une partie est déjà prévue au plan des investissements. Les diamètres prévus étant légèrement supérieurs à ceux existants, un potentiel de turbinage existera pour les périodes de débit faible et moyen.

La conduite de Thierrens est dans un cas de figure similaire avec une faible hauteur de chute et une longueur importante (18 km), ce qui rend le turbinage économiquement très défavorable.

Les sources de Prévondavaux sont pompées dans le réseau car la station de départ est à peu près à la même altitude que le réservoir d'arrivée ; un turbinage n'est donc pas envisageable.

En ce qui concerne la récupération d'énergie dans les bâtiments, comme expliqué en préambule, chaque immeuble dispose d'un réducteur de pression, ce qui entraîne une perte d'énergie globalement importante, mais très dispersée. Ainsi, la puissance qu'il serait possible de récupérer dans chaque installation intérieure est très faible, sujette à de grandes variations et à des interruptions en fonction des soutirages. Des systèmes existent mais leur utilisation se limite à des cas très particuliers, par exemple pour des installations autonomes, avec des besoins de faible puissance (recharge de batterie pour un système électronique).

Suite à l'intervention de la postulante, le Service de l'eau a pris contact avec la Haute école d'ingénierie Valais à Sion, qui développe des turbines axiales pouvant être insérées dans les conduites d'eau potable en substitution d'une vanne de dissipation d'énergie. Cette technologie, qui pourrait dans l'avenir être intéressante, est décrite au chapitre 10.

8. Projet de turbinage des sources au Pays-d'Enhaut

Lors de sa séance du 22 mai 2018, le Conseil communal a accepté les conclusions du préavis N° 2018/07.

Les sources du Pays-d'Enhaut sont situées à l'Etivaz sur la Commune de Château-d'Oex, dans les vallées de l'Eau Froide et de la Torneresse et en aval de l'Etivaz. Le Service de l'eau est copropriétaire des sources avec la Romande Energie. Ces sources, qui sont traitées dans l'usine de Sonzier, représentent un apport annuel de 5 à 6 millions de m³ d'eau potable.

Profitant de la nécessité de remplacer les conduites vieilles de plus de 100 ans, trois installations de turbinage ont été étudiées par la RE afin de valoriser le potentiel énergétique de ces eaux captées en altitude. Les puissances des trois turbines Pelton seront de 110, 250 et 410 kW, pour une production d'énergie totalisant 4'600 MWh/an. Les travaux se feront entre 2019 et 2020.

9. Projet de turbinage sur la conduite entre l'usine de Bret et le réservoir de Chailly

L'usine du lac de Bret produit annuellement 5 à 7 millions de m³ d'eau potable qui s'écoulent par gravité jusqu'au réservoir de Chailly. La conduite de transport, d'une longueur totale de 11 km, se compose de conduites en acier de diamètres variant entre 600 et 800 mm sur une longueur totale de 7.4 km et de quatre galeries en écoulement libre (Cornallaz, Lanciau, Grandvaux et Belmont) sur une longueur totale de 3.6 km. La conduite alimente également le réservoir de la Croix-sur-Lutry situé sur son trajet à 6.7 km de l'usine de Bret.

Le Service de l'eau et les Services industriels de Lausanne (SIL) ont mandaté en 2008 la société MHyLab pour étudier le potentiel de turbinage. Le projet prévoyait la mise en pression de la conduite de transport entre Jordillon à la sortie de la galerie de Grandvaux (alt. 636.35 m) et le réservoir de Chailly (alt. 614.96 m). L'ensemble des conduites pouvait fonctionner en écoulement forcé, à l'exception de la galerie de Belmont qui devait être tubée en diamètre 700 mm sur une longueur de 147 m. Une petite turbine de type axial à pales de roue réglables était installée en entrée du réservoir. Le débit d'équipement était de 170 l/s avec une puissance électrique de 25 kW pour une production de 119 MWh/an.

Les coûts d'investissement pour l'électromécanique et le tubage de la galerie étaient estimés à CHF 550'000.- plus ou moins 25%. Selon les différentes hypothèses de l'étude, le prix de revient du kWh produit se situait entre 30 et 36 centimes. En comparaison, le prix de revient de l'électricité produite par une installation photovoltaïque est d'environ 15 à 20 centimes. Le prix de l'hydrolique suisse est à 6 centimes, alors que le prix du marché européen est inférieur à 5 centimes ces dernières années. La mise en place d'un tel turbinage posait toute une série de problèmes d'exploitation liés au prélèvement partiel ou total de l'eau au réservoir de la Croix-sur-Lutry. La Municipalité a décidé le 29 avril 2010 de renoncer à la réalisation du projet.

10. Collaboration avec la Haute école d'ingénierie Valais, pico-turbine axiale

La Haute école d'ingénierie Valais à Sion développe depuis plusieurs années des pico-turbines axiales appelée « Duo Turbo ». Ces turbines sont particulièrement adaptées pour remplacer les vannes de dissipation dans les réseaux d'eau potable car leur plage de fonctionnement correspond aux débits (15 à 50 l/s) et aux différences d'altitude (20 à 40 mètres d'eau) du réseau d'eau lausannois. Ces turbines très compactes s'insèrent directement sur une conduite d'eau et la génératrice se trouve autour de la turbine, ce qui facilite leur implantation sur le site. Leur rendement de 50% est plus faible qu'une pompe inversée mais elle est indépendante du débit.

La phase de développement de cette turbine est maintenant terminée et la phase d'industrialisation est en cours (avec des partenaires industriels). La réalisation d'un projet pilote est prévu en 2019 dans un réservoir d'eau potable dans la commune de Savièse en Valais.

Le Service de l'eau pourrait, à l'horizon 2022, installer ce type de pico-turbine sur certaines de ses arrivées de sources, sur des liaisons entre deux réservoirs ou même dans le réseau où les pressions sont élevées.

11. Cohérence avec le développement durable

Le Service de l'eau maintient l'ensemble de ses sources afin de réduire au maximum le volume de pompage depuis le lac Léman. Il entretient son réseau d'eau potable afin de minimiser les pertes en eaux et cherche à optimiser ses installations de pompage et de traitement d'eau pour réduire sa consommation électrique.

Le projet de turbinage des eaux du Pays-d'Enhaut, qui a été proposé dans le préavis N° 2018/07 (cf. chapitre 6), s'inscrit clairement dans l'optique du développement durable, notamment par la production annuelle supplémentaire de 4'600 MWh d'électricité verte.

L'utilisation de pico-turbines axiales telles que développées par la Haute école d'ingénierie Valais est la meilleure solution pour valoriser le potentiel hydraulique du réseau d'eau potable lausannois. Toutefois, la maturité industrielle n'étant pas encore atteinte, le Service de l'eau assure donc pour l'instant une veille technologique.

12. Aspects financiers

12.1 Incidences sur le budget d'investissement

Ce rapport-préavis n'a pas d'incidence sur le budget d'investissement de la Ville.

12.2 Incidences sur le budget de fonctionnement

Ce rapport-préavis n'a pas d'incidence sur le budget de fonctionnement de la Ville.

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 rapport-préavis N° 2018/ 57 de la Municipalité, du 15 novembre 2018 ;

oui 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'approuver la réponse au postulat de Mme Géraldine Bouchez « Les conduites d'eau potable lausannoises pour produire de l'électricité ».

Au nom de la Municipalité

Le syndic
Grégoire Junod

Le secrétaire
Simon Affolter