

DOSSIER N°GC2.2019.17745

Grand consommateur :

ACRG

Site :

Onnens



Station pompage Onnens

RAPPORT DE DIAGNOSTIC

Version v1.1

Bureau prestataire :

p+p project solutions SA

Auditeur responsable :

Marc Gubser

6 août 2020

SOMMAIRE

0.	Fiche de circulation et suivi des versions	3
1.	Chiffres clés	4
2.	Avant-propos	5
2.1	Contexte et objectifs du programme d'audits.....	5
2.2	But du diagnostic	5
2.3	Résumé de la mission	6
2.4	Conventions générales	6
2.5	Glossaire, abréviations	7
3.	Bâtiments, infrastructures, consommations et usages des énergies	8
4.	Données de base et conditions économiques considérées.....	10
5.	Constats, potentiel d'économies, préconisations et prochaines étapes.....	11
5.1	Constats et appréciation générale de la situation énergétique	11
5.2	Potentiel d'économies.....	11
5.3	Préconisations générales.....	18
5.4	Prochaines étapes.....	18
6.	Aperçu des APE	19
6.1	Aperçu des APE par type d'intervention	19
6.2	Descriptif résumé des APE.....	20
7.	Annexes.....	21
7.1	Plan général du site	21
8.	Description détaillée des APE	22
8.1	APE 1 Remplacement du groupe moto-pompe 1-3, vers ACRG (non retenue)	22
8.2	APE 2 Remplacement du groupe moto-pompe 4-5, vers Sagenord (non retenue) ...	23
8.3	APE 3 Réduction de la pression d'air comprimé pour aération des réservoirs	24

0. Fiche de circulation et suivi des versions

GRAND CONSOMMATEUR (GC)			
Message éventuel	Destinataire	Visa & Date	Commentaires
Prendre connaissance du rapport et valider	Daniel Oguey Président		
Prendre connaissance du rapport et valider	Grégoire Wyss Service technique		
Prendre connaissance du rapport et valider	Jean-Michel Brandt Boursier		
DIRECTION GENERALE DE L'ENVIRONNEMENT (DGE) - DIRECTION DE L'ENERGIE (DIREN)			
Message	Destinataire	Visa & Date	Commentaires
BUREAU PRESTATAIRE			
Emetteur	Visa & Date		Commentaires
P+p project solutions SA Spécialiste énergie : Yann Füllemann, +41 79 905 78 90 ; yann.fuellemann@ppproject.eu Contrôle : Marc Gubser			
JOURNAL DES MODIFICATIONS			
Modifications principales			

1. Chiffres clés

Chiffres caractéristiques du site

Nombre de collaborateurs 7, 0.25 EPT

Surfaces de plancher :

Local pompage 370m²

Cuves d'eau 470m²

Secteurs, volumes et rythmes d'activité :

Pompage de l'eau 24/24

Indicateurs

Volume d'eau pompée 3'000'000 m³/an

Autres chiffres caractéristiques

Consommations d'énergies (année de référence : 2018)

Ressource	Quantité	Prix moyen	Coûts
Electricité	2'039'689 kWh/an	0.12 CHF HT/kWh	246'053 CHF HT/an
Energie thermique	0 kWh _{PCI} /an	0 CHF HT/kWh	0 CHF HT/an
Eau potable	0 m ³ /an	0 CHF HT/m ³	0 CHF HT/an
Emissions CO ₂	0 to/an	0 CHF to/m ³	0 CHF HT/an

Potentiel d'économies identifié (à +/- 20%)

Paquets d'APE	Effets	Économie	Payback simple
Priorité 1 Réduction pression compresseur aérateur	Elec : 13'000 kWh/an	1'600 CHF HT/an	1.2 ans Remarque : Mesure à effectuer
Priorité 2 Remplacement pompe vers Sagenord	Elec : 247'000 kWh/an	31'000 CHF HT/an	5.1 ans Remarque : Non rentable mais subventions possibles
Priorité 3 Remplacement pompe vers ACRG	Elec : 99'000 kWh/an	12'500 CHF HT/an	6.4 ans Remarques : Non rentable mais subventions possibles

2. Avant-propos

Depuis 2004, l'Association des Communes de la Région de Grandson (ACRG) assure la gestion du pompage et du transport d'eau depuis les puits situés au bord du lac, sur le territoire de la commune d'Onnens jusqu'aux communes du Balcon du Jura. Depuis 2008 2'000'000m³ d'eau sont également fournis à SAGENORD SA pour la gestion des Eaux du Nord Vaudois.

2.1 Contexte et objectifs du programme d'audits

Le programme d'audits énergétiques du canton de Vaud s'inscrit dans le contexte de la nouvelle loi sur l'énergie (LVLene 730.01), entrée en vigueur le 01.07.2014. L'Article sur les Grands Consommateurs (Art. 28c/d/e) de cette dernière introduit de nouvelles exigences en matière d'efficacité énergétique pour les consommateurs d'énergie dont la consommation dépasse les seuils de 0.5 GWh d'électricité ou 5.0 GWh d'énergie(s) thermique(s) (gaz, CAD, mazout, etc.). Ces valeurs-seuils s'entendent par site de consommation.

Pour répondre aux exigences de cet article, chaque Grand Consommateur (GC) se doit d'annoncer, dans le délai qui lui est communiqué par la Direction Générale de l'Environnement - Direction de l'Energie (DGE-DIREN), l'option choisie et son plan d'actions de performance énergétique (APE), établi sur la base d'un audit énergétique. Les détails sont fixés dans:

- le règlement d'application de la loi sur l'énergie (RLVLene 730.01.1) : www.rsv.vd.ch
- la directive d'application sur le site www.vd.ch/grands-consommateurs
www.vd.ch/fileadmin/user_upload/themes/environnement/energie/fichiers_pdf/GC_Directive_cantonale.pdf

Un audit énergétique réalise un diagnostic des usages énergétiques d'un site et établit un catalogue d'APE techniquement réalisables et économiquement rentables, accompagné de préconisations. Visant *in fine* la concrétisation des économies d'énergie, cette démarche doit fournir à l'entreprise audité les bases décisionnelles nécessaires concernant les actions à entreprendre pour améliorer son efficacité énergétique.

Par les aides financières octroyées, le programme d'audits énergétiques du Canton de Vaud se veut être une mesure d'accompagnement de la nouvelle loi, destinée à inciter les GC à s'engager dans une démarche proactive d'efficacité énergétique. Lien :

www.vd.ch/themes/environnement/energie/subventions/domaines/ => Grands consommateurs d'énergie

2.2 But du diagnostic

Le diagnostic constitue la deuxième étape de la démarche d'audit. Il a pour buts principaux :

- de passer en revue de manière systématique les usages énergétiques des bâtiments, des utilités et des procédés afin d'identifier les pistes d'économies possibles ;
- d'établir un catalogue d'APE (économies, investissements, et temps de retour) priorisées et fournir des recommandations concernant leur mise en œuvre ;
- d'identifier les APE nécessitant une étude plus approfondie avant la prise de décision d'investissement. C'est notamment le cas lorsque l'incertitude de chiffrage des actions aux enjeux financiers importants est trop élevée pour permettre une prise de décision de la part du GC ;
- d'estimer le budget nécessaire pour chaque action proposée pour un audit approfondi.

2.3 Résumé de la mission

Faisant suite à la demande de participation au programme d'audits et à la confirmation de la Direction Générale de l'Environnement de l'Etat de Vaud, le diagnostic énergétique de l'ACRG, site de Onnens, a été mené de Juin 2019 à Septembre 2019. Les personnes suivantes ont activement contribué au diagnostic énergétique et en sont cordialement remerciées :

- Monsieur Grégoire Wyss, chef du Service technique de la commune de Sainte-Croix

La société p+p project est également intervenu en tant que sous-traitant de l'ACRG.

Le diagnostic s'est déroulé comme suit:

- collecte de schémas, documents techniques, et données d'exploitation / relevés de compteurs, et analyse de ces informations,
- revue du fonctionnement des installations / procédés avec les responsables / opérateurs,
- observations in-situ, mesurages ponctuels et campagnes de mesurages pour quantifier certains flux,
- identification et pré-évaluation des actions de performance énergétique (APE) possibles,
- présentation et discussion des APE lors d'une séance de validation intermédiaire avec les collaborateurs responsables concernés,
- évaluation technique et économique des APE jugées pertinentes au terme de la séance intermédiaire,
- rédaction d'une version draft du rapport, mise en circulation pour validation / correction,
- élaboration de la version finale du rapport, mise en circulation aux principaux responsables pour prise de connaissance et visa,
- présentation des résultats du diagnostic et des préconisations pour la suite.

La séance de présentation / discussion des résultats et de clôture du diagnostic a eu lieu le 23.06.2020 en présence de Grégoire Wyss.

2.4 Conventions générales

Coûts	• toutes les grandeurs économiques sont exprimées en CHF hors TVA ; • les prix d'électricité définis dans la feuille <i>Param. économiques communs</i> s'entendent hors Supplément fédéral sur les coûts de transport (taxe fédérale art. 15b LEn), appelé également Supplément réseau, énergies renouvelables et protection des eaux, ou Supplément RPC. L'effet du Supplément RPC est pris en compte dans le calcul de rentabilité des APE lorsque le Supplément RPC n'est pas remboursé ; • les prix des combustibles définis dans la feuille <i>Param. économiques communs</i> s'entendent hors taxe CO₂. L'effet de la taxe CO₂ est pris en compte dans le calcul de rentabilité des APE lorsque celle-ci n'est pas remboursée.
Précision	Sauf indication contraire, la précision de chiffrage est typiquement : • économies d'énergie [kWh] et [CHF] : +/- 15 à 20% • coûts d'investissement [CHF] : +/- 25% (prix budget estimatif)

ACRG

Investissements pour APE	Le montant d'investissements considéré pour les calculs de rentabilité d'une APE n'inclut que les investissements directement attribuables à cette APE selon la définition de la Directive cantonale, p. 15, c'est-à-dire les investissements multipliés par la <i>Part énergétique</i> de l'investissement. La <i>Part énergétique</i> est un facteur <100% en cas de remplacement d'un équipement existant, d'autant plus faible que l'âge de l'équipement s'approche de la durée de vie technique. Dans l'ensemble du rapport (texte, graphiques, tableaux de synthèse), sauf mention explicite contraire, les investissements mentionnés sont ceux attribuables aux APE (les investissements effectifs totaux étant généralement supérieurs) : • investissement (brut) pour APE = montant hors aide financière éventuelle ; • investissement net pour APE = montant après déduction de l'aide financière éventuelle ; • l'investissement effectif total pour une APE peut être trouvé dans le descriptif de l'APE correspondant (Sections <i>Synthèse</i> et <i>Descriptif détaillé</i>).
Combustibles	Les énergies (kWh, MWh) des combustibles sont exprimées en pouvoir calorifique inférieur (PCI) et non PCS
Option	L'option 3 a été choisie dès la clôture du pré-diagnostic

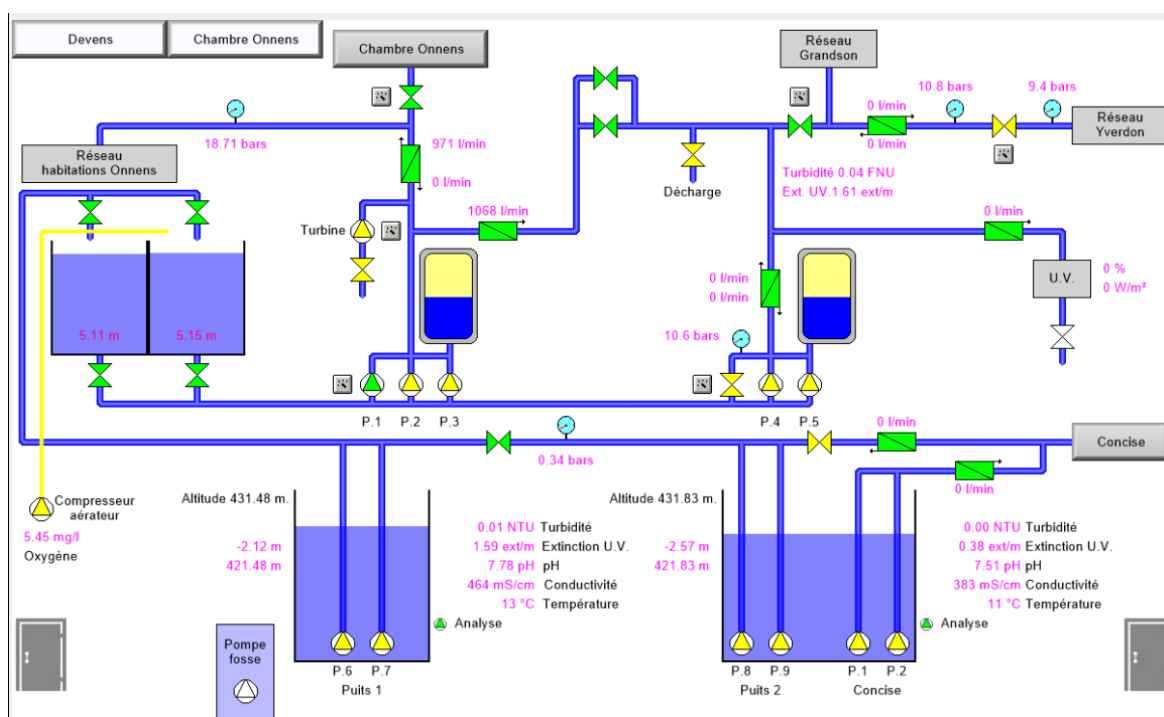
2.5 Glossaire, abréviations

A.A.	audit approfondi
APE	action de performance énergétique (ou mesure d'économies d'énergie)
CAD	chauffage à distance
GES	gaz à effet de serre
GC	grand consommateur d'énergie, défini par : consommation annuelle > 0.5 GWh électrique ou > 5 GWh thermique
GMAO	gestion de maintenance assistée par ordinateur
HC (HD)	heures creuses (ou heures douces) : période de bas tarif électrique
HP	heures pleines : période de haut tarif électrique
OFEN	office fédéral de l'énergie
OFEV	office fédéral de l'environnement
PAC	pompe à chaleur
RPC	rétribution à prix coûtant : dans le cadre présent, concerne le remboursement (sous certaines conditions) du supplément des frais de transport sur l'énergie électrique destiné à financer le développement des énergies renouvelable par un prix de reprise « garanti ».
TRI	taux de rendement interne (taux d'actualisation qui annule la VAN)
VAN	valeur actuelle nette

3. Bâtiments, infrastructures, consommations et usages des énergies

L'ACRG fournit l'eau pour les réseaux de 14 communes (de Ste-Croix à Grandson). Elle approvisionne également le réseau voisin (Sagenord) qui alimente notamment Yverdon-les-Bains. 14'000 l/min d'eau potable est fournie par des sources locales et les réserves souterraines. Le pompage dans le lac n'est autorisé que lorsque les autres ressources sont insuffisantes.

L'eau potable est d'abord pompée depuis des puits situés au niveau du lac jusqu'au réservoir sur le site d'Onnens ou l'eau est également aérée avant d'être pompée dans des réservoirs situés au-dessus des communes. L'eau s'écoule ensuite par gravité jusqu'aux consommateurs, une partie peut alors être turbinée pour récupérer une partie de l'électricité de pompage. L'électricité produite par turbinage est négligeable par rapport à la consommation du site (<0.1%) et est intégralement injectée dans le réseau.



Le diagnostic s'intéresse ici uniquement aux installations situées sur le site d'Onnens, soit les pompes 1-9 du schéma ci-dessus qui représente le pompage d'environ 3'000'000 m³ d'eau potable par an ainsi que le compresseur pour l'aération des bassins.

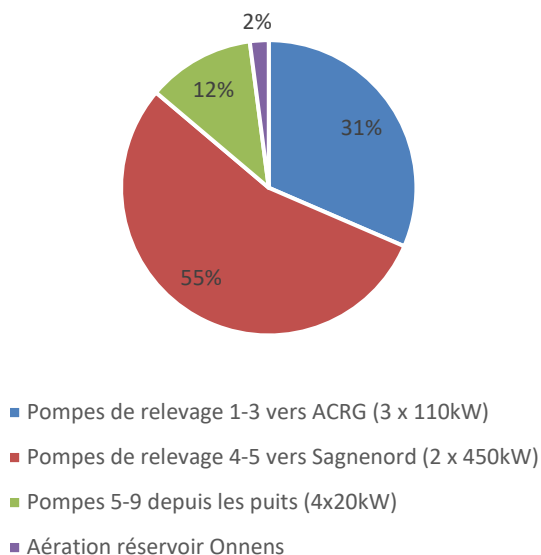
La station de pompage fonctionne 24/24h tous les jours de l'année pour assurer un approvisionnement en eau potable ininterrompu. Les équipements du site d'Onnens fournit 4 services distincts :

- Le pompage vers le réseau de Sagenord (Grandson et Yverdon) pour une consommation d'environ 1'160'000kWh par an avec les pompes 4-5 de 450kW chacune
- Le pompage vers le réseau d'ACRG pour une consommation d'environ 670'000kWh par an avec les pompes 1-3 de 110kW chacune
- Le pompage depuis les puits vers les bassins d'aération du site pour une consommation d'environ 250'000kWh par an avec les pompes 6-9 de 20kW chacune

ACRG

- L'aération des réservoirs par un compresseur 14.8kW avec une consommation d'environ 44'000kWh par an

Répartition de la consommation d'électricité actuelle



Les installations sont contenues dans un bâtiment enterré à côté du réservoir d'eau du site d'Onnens. Les locaux n'ont pas besoin d'être chauffés car maintenu hors gel naturellement et le site n'est occupé que lors des visites d'entretien. De ce fait le site ne consomme que de l'électricité pour les pompes présentes sur place et pour l'aération du réservoir.

La consommation annuelle d'électricité est en augmentation de l'ordre de 5-10% annuellement depuis plusieurs années en parallèle avec l'augmentation du volume d'eau fourni. Des variations journalières et saisonnières des volumes pompés sont observables en fonction de la quantité d'eau à fournir.

4. Données de base et conditions économiques considérées

Les données et hypothèses suivantes ont été considérées :

Données de base et hypothèses de calcul économiques principales

Electricité achetée	0.12 CHF HT/kWh	Prix 2018
Electricité revendue	0.05 CHF HT/kWh	Prix 2018

Les données détaillées et les paramètres spécifiques aux différentes APE sont spécifiés dans APE.

5. Constats, potentiel d'économies, préconisations et prochaines étapes

5.1 Constats et appréciation générale de la situation énergétique

Les installations du site d'Onnens sont encore en très bon état et seul l'air comprimé présente un potentiel d'économie d'énergie rentable en moins de 4 ans. Un remplacement prématuré des pompes pour des raisons énergétiques ne remplit pas les exigences légales pour une obligation de mise en œuvre.

5.2 Potentiel d'économies

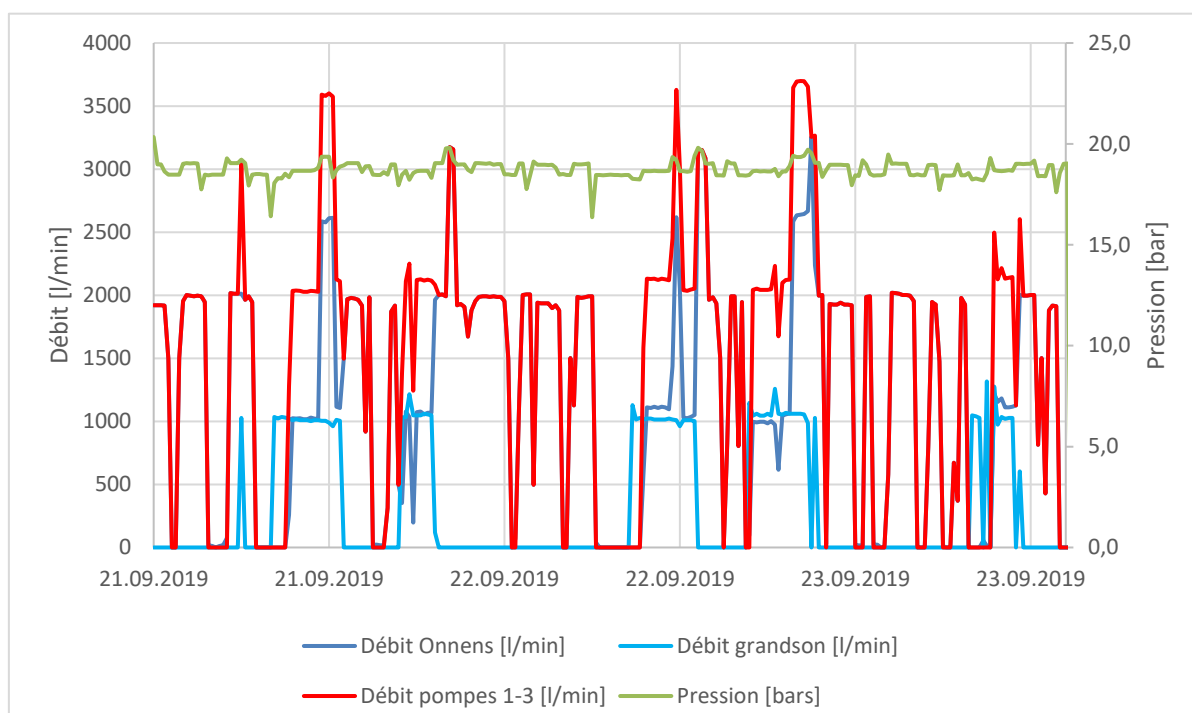
Pompage

Les installations de pompages du site d'Onnens sont encore en parfait état de marche et ne nécessitent pas un remplacement immédiat. Des équipements mieux dimensionnés et plus efficaces existent aujourd'hui mais le retour sur investissement dépasse les 4 ans minimum pour une obligation légale d'assainissement lors de modifications du procédé. Le redimensionnement et le remplacement par des équipements plus performants peut être subventionné jusqu'à 30% rendant ces actions économiquement plus intéressantes. Dans tous les cas, il est intéressant de redimensionner et remplacer les pompes par du matériel plus efficace en fin de vie ou en cas de remplacement anticipé. Les pompes étant toujours installées en redondance, il est judicieux d'utiliser majoritairement la même pompe en gardant l'autre en réserve. Cela limitera le risque de panne simultanée des pompes et permettra le remplacement prématuré de celle fortement sollicitée par un équipement plus performant.

Régimes de fonctionnement des pompes 1-3 vers ACRG :

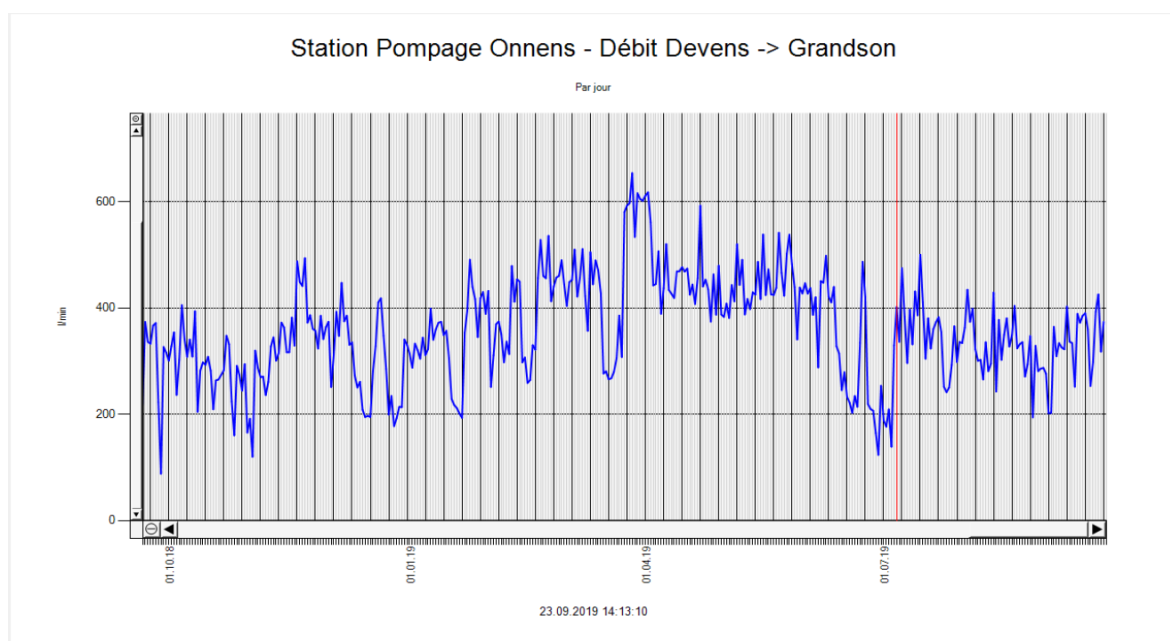
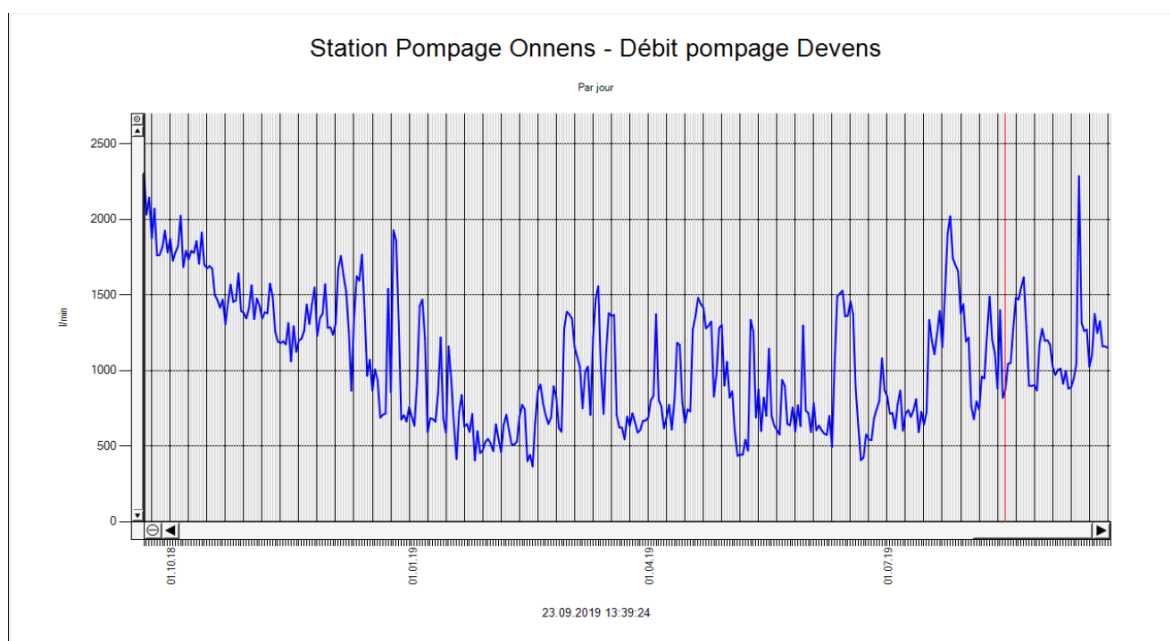
Les pompes 1-3 de 110kW chacune datent de 2004 et servent soit à alimenter le réseau d'eau d'ACRG soit à alimenter le réseau d'eau d'Onnens et sa chambre. L'intégralité de l'eau est soit pompée en direction du réseau d'Onnens, soit partagée entre le réseau d'Onnens et le reste du réseau d'ACRG. Finalement lorsque les pompes ne tournent pas, l'eau peut descendre par gravité depuis la chambre d'Onnens vers le reste du réseau d'ACRG.

Les mesures de débit et pressions du 21/09/2019 au 23/09/2019 représentées dans le graphique ci-dessous ont permis d'identifier 2 régimes de fonctionnement du groupe de pompes 1-3.



La courbe rouge représentant le débit total des pompes en additionnant les débits vers Onnens et Grandson permet d'identifier 2 régimes distincts avec un à 2000l/min et un autre à 3600l/min correspondants à une ou deux pompes fonctionnant simultanément. La pression du réseau reste quant à elle sensiblement la même vers 19 bars avec des petites fluctuations de moins de 5% principalement lors des changements de régime. Les fluctuations journalières sont clairement visibles sur ce graphique, cependant la consommation reste relativement stable sur les 3 jours analysés.

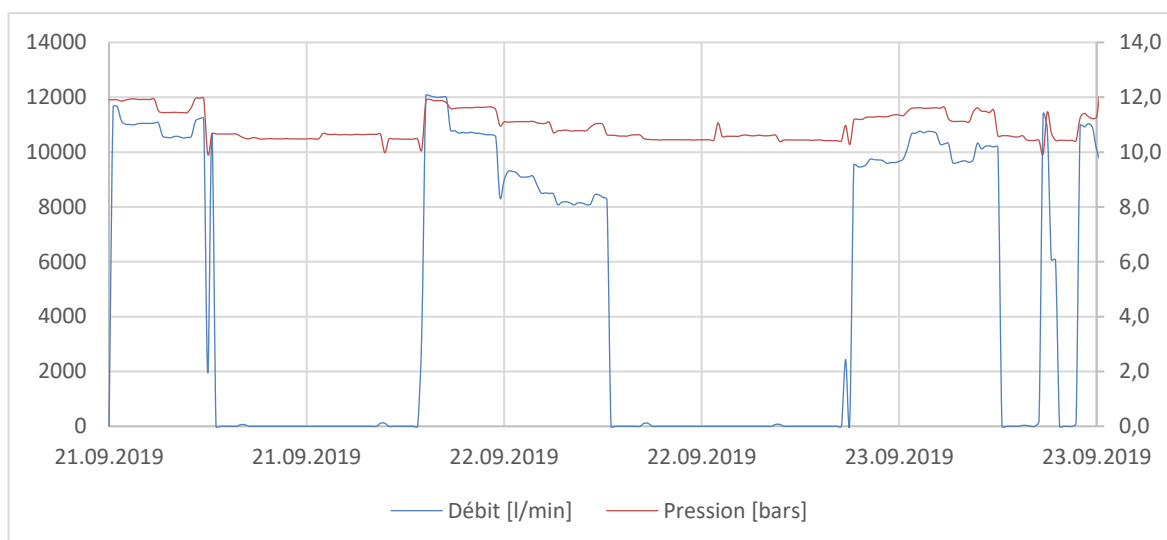
Les graphiques ci-dessous représentent les mesures sur une année complète et montrent des débits de l'ordre de 500-2000l/minute en moyenne par jour avec des débits plus bas au printemps et été pour le Devens et des débits de l'ordre de 200-600l/min en moyenne pour le pompage vers le reste du réseau d'ACRG avec une tendance inverse que pour le Devens. Finalement le débit moyen annuel fourni par les pompes 1-3 avoisine les 1500l/min. Avec une moyenne de 1500l/min sur les 3 jours analysés plus haut, la consommation estimée est plus ou moins représentative de l'année.



Régimes de fonctionnement des pompes 4-5 vers Sagenord :

Les pompes 4 et 5 de 450kW chacune datant de 2010 opèrent sur variateur et fonctionnent en alternance pour alimenter le réseau d'eau voisin de Sagenord.

La même analyse a été faite que pour les pompes 1-3 avec les mesures de débit pression pendant la période étudiée.

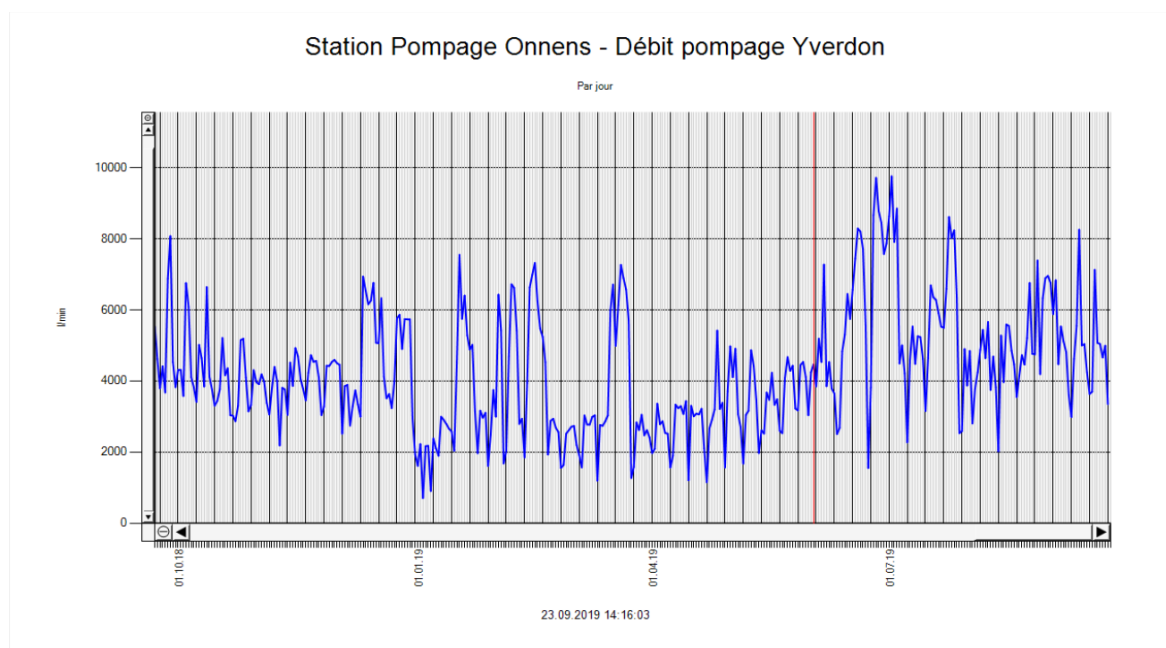


La courbe de pression en rouge permet d'observer des variations de pression de l'ordre de 10% augmentant proportionnellement au débit et indiquant de fait que ces différences sont dues au frottement de l'eau dans les conduites. La courbe de débit en bleu, permet quant à elle d'identifier 4 régimes distincts relativement stables entre 8'000L/min et 12'000L/min.

Débit [l/min]	Pression refoulement [bars]	Pourcentage du temps [-]	Temps de fonct. Éq. [h/an]	Pourcentage du temps corrigée [-]
8000	10,8	7,3%	604	6,5%
9600	11,3	12,9%	1074	11,6%
10800	11,6	23,4%	1946	21,1%
12000	11,9	3,2%	268	2,9%

ACRG

Les débits mesurés sur l'année montrent une fluctuation saisonnière comprise entre 1'000l/min et 10'000l/min avec une diminution du débit au printemps et des pics d'augmentation distribués au long de l'année. Finalement le débit moyen annuel fourni par les pompes 4-5 avoisine les 4000l/min tandis que la moyenne sur les 3 jours analysés plus haut donne un débit de quelques 4500l/min, soit supérieur d'un peu plus de 10% à la moyenne annuelle. Les temps de fonctionnements ont donc été revu à la baisse proportionnellement.



Consommation électrique et efficacité :

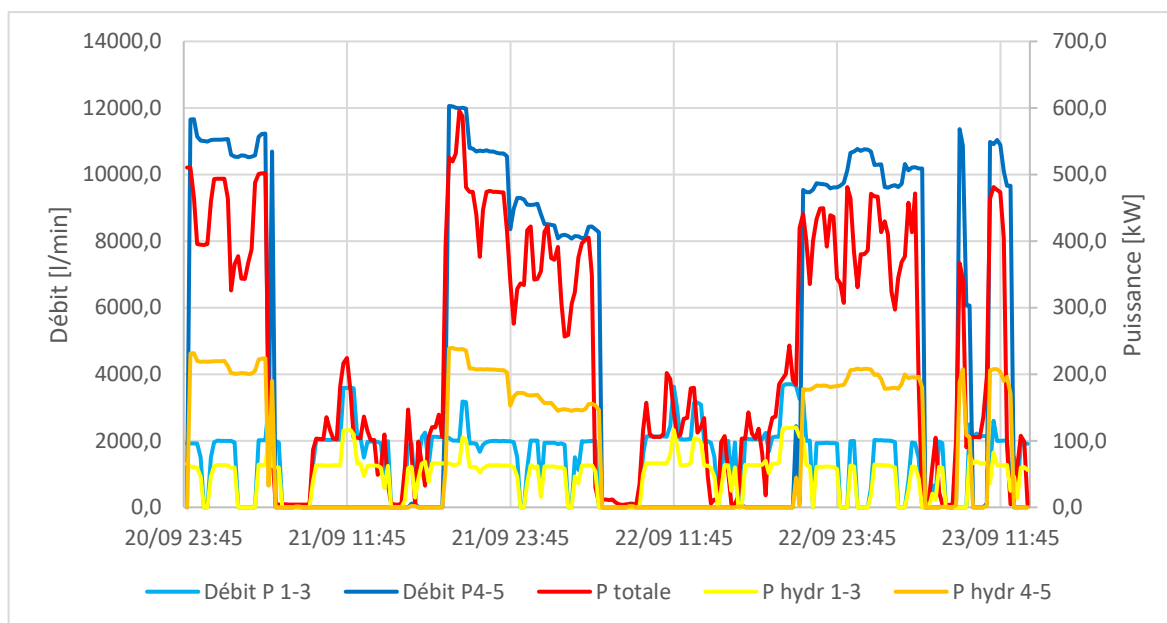
Afin d'évaluer le potentiel d'économie d'énergie des pompes, la consommation et l'efficacité des pompes actuelles a été estimée en mettant en relation les régimes avec l'électricité effectivement consommée sur le réseau électrique. Les profils de consommation électriques au ¼ d'heure ont été obtenus auprès de Romande Energie pour les 3 jours analysés. En trouvant les régimes ou seul un groupe de pompe fonctionne il est possible d'estimer la consommation du groupe. Puis par analogie, d'un autre groupe lors du fonctionnement en régime déjà connu.

L'efficacité des pompes peut ensuite être calculée en comparant la puissance « hydraulique » de la pompe et la consommation réelle à un instant donné en isolant chacun des régimes. La puissance « hydraulique » peut être considérée comme l'énergie nécessaire pour fournir le débit mesuré en fonction de la pression. Cette notion permet d'estimer l'efficacité réelle du groupe motopompe en faisant abstraction du réseau qu'il alimente. Et se calcule selon l'équation :

$$P_{hydr} = p * Q / 600$$

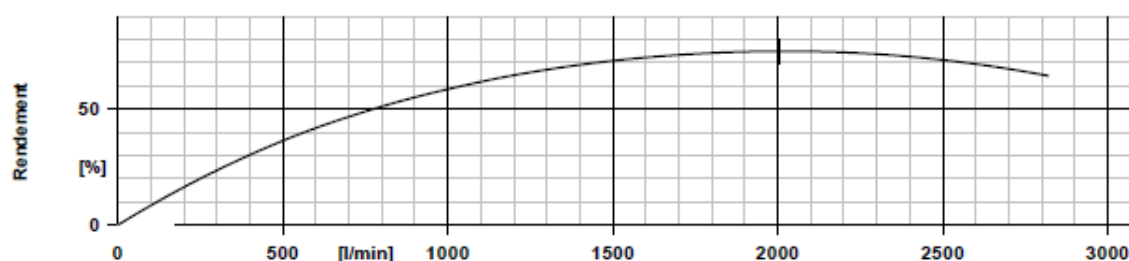
Avec P_{hydr} la puissance hydraulique, p la pression en bars, Q le débit en litres par minutes.

La mise en relation des ces différentes notions est représentée dans le graphique ci-dessous.



N'ayant pas de données sur les périodes de fonctionnement des pompes 6-9 des puits ni du compresseur, les variations de consommation à un régime constant pour les pompes principales (1-5) ont été attribuées aux pompes secondaires et compresseur. L'efficacité apparente des pompes se définit finalement par le rapport de la puissance utile ou hydraulique sur la puissance effectivement consommée.

L'efficacité calculée des pompes actuelles et tout leur entrainement se situe entre 56-66%. Ces rendements relativement faibles s'expliquent notamment par le fait que les pompes fonctionnent assez loin de leur point de fonctionnement optimal. Les pompes 1-3 sont dimensionnées pour un débit nominal de 2580 l/min ne délivrent que 2000 l/min soit à peu près 75% de la charge optimale. Les pompes 4-5 sont quant à elles dimensionnées pour un débit de 14'000 l/min et ne délivrent qu'un débit compris entre 8000-12000 l/min soit entre 57% et 86% de la charge optimale. Le graphe de rendement d'une nouvelle pompe Multitec A 125 pour remplacer une des pompes 1-3 actuelles ci-dessous montre clairement la perte d'efficacité de celle-ci en s'éloignant de sa plage de fonctionnement optimale. Avec un rendement optimal de 75% vers 2000 l/min, et un rendement de 70% à 1500 l/min ou moins de 60% à la moitié de sa charge nominale.



Le remplacement des pompes par de nouvelles dimensionnées sur les débits effectivement mesurés donnent des efficacités bien supérieures. En y ajoutant le gain de quelques pourcents d'efficacité supplémentaire en remplaçant les moteurs par de nouveaux avec de meilleures classes d'efficacité. Le tableau ci-dessous résume les propriétés principales des différents régimes ainsi que l'efficacité observée et celle d'un nouveau groupe d'entrainement moteur-pompe dimensionné sur les débits mesurés.

L'efficacité apparente calculée sur la base de la consommation électrique représente au mieux le comportement observé du système, cependant la comparaison avec l'efficacité théorique de nouveaux groupes moteur pompes aura tendance à surévaluer le gain énergétique et donc la rentabilité. Dans le premier cas, l'efficacité considère toutes les pertes après compteur ainsi que la consommation des auxiliaires de faible consommation, tandis que dans le deuxième cas, l'efficacité représente uniquement l'efficacité technique du bloc moteur pompe.

	Débit [l/min]	Pression [Bar]	Puissance hydraulique [kW]	Puissance consommée [kW]	Heures fct [h/an]	Efficacité actuelle [%]	Efficacité future [%]
Pompes 1-3	2000	19	63,3	105,6	5 267	60,13%	72,30%
	3600	19	118,0	179,5	638	65,76%	69,03%
Pompes 4-5	8000	10,8	145,4	259,2	572	55,94%	74,10%
	9600	11,3	180,8	297	1 017	59,93%	76,54%
	10800	11,6	208,8	330,6	1 844	62,67%	77,57%
	12000	11,9	238,0	412,0	254	57,28%	77,95%

Le gain énergétique peut être calculé en comparant l'efficacité actuelle à l'efficacité future selon la formule suivante :

$$E_{eco} = \sum P_{cons} * T_{fct} * (1 - \frac{\eta_{act}}{\eta_{fut}})$$

Avec E_{eco} l'énergie économisée, T_{fct} le temps de fonctionnement annuel, η l'efficacité actuelle et future.

Le retour sur investissement du changement de pompes par de l'équipement plus performant pour des utilisations de l'ordre de 3'600 h/an pour les plus grosses pompes ou 6'500h/an pour les plus petites n'est cependant pas rentable en moins de 4 ans. L'investissement lié à l'optimisation énergétique peut être divisé par 2 pour le même effet en ne remplaçant qu'une seule des pompes sur chaque groupe. Celle-ci sera alors utilisée principalement pour bénéficier de sa meilleure efficacité tout en gardant les autres pompes en réserve. Pour le groupe de pompes 1-3, le régime de 3600l/min correspond au fonctionnement de deux pompes. Mais en ne considérant le remplacement que de l'une d'elles, l'efficacité future a été calculée sur la moyenne entre l'efficacité future de la nouvelle pompe et l'efficacité actuelle d'une pompe.

Au final c'est 99'000kWh qui peuvent être économisés sur les pompes 1-3 et 247'000 kWh pour le groupe de pompes 4-5. En considérant le prix moyen auquel l'énergie est achetée et à l'investissement nécessaire, le retour sur investissement se situe entre 5 et 7 ans. Malgré l'approche particulièrement optimiste quant aux économies d'énergie réalisables (mesure vs théorique) le retour sur investissement est resté au-dessus des 4 ans nécessaires pour une obligation légale de remplacement.

Aération des bassins

Une aération des bassins est réalisée actuellement pour éliminer les traces de H₂S qui seraient présentes dans l'eau pompée. L'air est produit par un compresseur montant la pression largement au-dessus de la pression d'injection. L'air comprimé est alors détendu avant injection. Une manière plus efficace d'aérer les bassins serait de comprimer l'air directement à la pression voulue en s'affranchissant d'une montée en pression superflue. Les compresseurs ne permettent cependant pas de travailler à n'importe quelle plage de pression. En l'occurrence la pression de travail du compresseur actuel pourrait être abaissée à 4 bars au lieu de 8 bars par simple changement de consigne. Selon les données du fabricant, la consommation du compresseur passe de 509J/L (8bar)

à 389J/L (4bar). Avec une consommation d'énergie estimée à 44'000kWh avant remplacement, le changement de consigne permet de réduire la consommation à 31'000kWh, soit un gain de 13'000kWh/an pour un simple réglage. N'ayant pas d'investissement particulier, cette mesure est facilement rentable et devrait être mise en œuvre au plus vite.

Le chapitre 6 présente un aperçu des APE et de leur(s) type(s), ainsi qu'un résumé synthétique de chaque APE.

5.3 Préconisations générales

A court terme l'optimisation de la production d'air comprimé peut être réalisée pour minimiser la consommation de ce poste. Cette intervention n'aura cependant qu'un impact minime sur la consommation du site. Le remplacement des pompes par des modèles plus efficaces et mieux dimensionnés aurait un impact beaucoup plus important. Malheureusement malgré une approche très optimiste pour estimer les économies d'énergie, le payback reste supérieur à 4 ans. Il serait néanmoins judicieux d'utiliser toujours la même pompe sur chaque groupe afin d'accélérer son usure et son remplacement par un équipement plus performant tout en limitant le risque d'une panne simultanée de l'équipement en redondance. Seule la pompe déjà fortement sollicitée pourrait alors être remplacée pour de meilleures performance énergétiques à moindre coût.

5.4 Prochaines étapes

L'option 3 est la variante la plus appropriée pour l'application de la nouvelle loi vaudoise de l'Energie pour l'ACRG.

Mis à part la production d'air comprimé, le diagnostic a montré que les installations de l'ACRG sont énergétiquement efficaces.

Seul le changement de consigne de pression du compresseur pour l'aération des bassins montre un payback de moins de 4 ans. Malgré la méthode d'estimation d'économies d'énergie particulièrement optimiste, le remplacement des pompes n'est pas rentable en moins de 4 ans.

Aucune autre mise en œuvre d'APE est obligatoire sur les 3 prochaines années, aux vues des retours sur investissement. Mais certaines APE pourraient bénéficier de subvention pour leur mise en œuvre et devraient être tout de même envisagées.

Ce rapport doit être transmis à la DIREN avec une confirmation de l'option 3 choisie par l'ACRG.

6. Aperçu des APE

Ce chapitre présente un aperçu des APE et de leur(s) type(s), ainsi qu'un résumé synthétique de chaque APE. Ces informations constituent un point d'entrée au chapitre **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, qui présente les résultats énergétiques et économiques par option, ainsi qu'à la description technique et économique détaillée de chaque APE.

Seule l'APE concernant l'aération des bassins rentre dans le cadre d'une mise en œuvre obligatoire selon l'option 3. Cependant les autres APE pourraient bénéficier de subvention et pourraient tout de même être mise en place par la suite.

6.1 Aperçu des APE par type d'intervention

	Management de l'énergie (Mngt Energ)	Comptage & monitoring de l'énergie (Compta Monit)	Comportement des personnes (Comprt Person)	Optimisation maintenance équip. / install. (Optim Maint)	Optimisation consignes contrôle / commande (Optim Exploit)	Optimisation gestion de "production" (Optim OrgPlan)	Amélioration du concept MCR (Amélio MCR)	Amélioration perform. équipements existants (Amélio Equip)	Récup. / revalorisation de chaleur ou froid (Récup Chaleur)	Optimisation système & procédés (Optim Systèm)	Remplac. par équipement plus performant (Rempl Equip)	"Nouvelle" technologie / solution (Nouvel Techno)	Intégration énergétique (Intégr Energ)	Changement de mix de ressources (Changt RessEn)	Optimisation contrat approuvés. / tarifs (Optim Contrat)	Bottleneck utilisés / capacité production (Capac Produc)	Action d'un autre type (Autre Type)
APE 1 : Remplacement moto-pompe 1-3											3						
APE 2 : Remplacement moto-pompe 4-5											3						
APE 3 : Reduction pression Air comprimé										3							

6.2 Descriptif résumé des APE

Dossier n°GC2.2019.17745 - Association des Communes de la Région de Grandson

Efficacité énergétique avec les APE affichées et sélectionnées

Ref. 100% = consommations d'énergies actuelles pondérées

100,8%

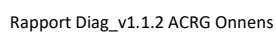
Invest. APE ne comprend que la part des investissements attribuable à l'APE ("part énergétique" - voir section 2.4)

7,3

Tableau de synthèse des actions de performance énergétique (APE) - Option 3 (paramètres économiques imposés)

Nom court de l'APE	Objet de l'APE - Type de l'APE Descriptif résumé de l'APE	Pay-back p/APE limite	Grou- p/APE	Selec- APE	Effet fin	Economies				Reducé coût CHF/an	Invest. APE CHF	Rentabilité financière			Stratégie			Préconisations & commentaires	Eco éner ponder MWh/an	
						Eco élec MWh/a	Eco ther MWh/a	Eco GES MWh _{eq} /a	Eco CO ₂ /an			PayB an	VAN CHF	Durée a	Tx act	TRI %	coût risqu	niveau		
APE 1 : Remplacement moteur-pompe 1-2	Eau (portique) - Remplacement par équipement plus performant Remplacement de groupe moto-pompe 1-3, vers le ACS/CS	4,0	0	2021	2030	98,0	0,0	0,0	0,0	12 477,-	79 289,-	6,4	10 956,-	10	5,0%	8%	1	1		498,1
APE 2 : Remplacement moteur-pompe 4-5	Eau (portique) - Remplacement par équipement plus performant Remplacement de groupe moto-pompe 4-5, vers Sagermont	4,0	0	2021	2030	246,8	0,0	0,0	0,0	31 091,-	157 134,-	5,1	69 705,-	10	5,0%	13%	1	1		493,5
APE 3 : Réduction pression Air comprimé	Air comprimé (général) - Optimisation système & procédés : Réduction pression Air comprimé	4,0	1	2021	2030	12,9	0,0	0,0	0,0	1 627,-	1 920,-	1,2	8 172,-	10	5,0%	71%	1	0		25,8

7.1 Plan général du site



Dossier n°GC2.2019.17745 - Association des Communes de la Région de Grandson

APE1
Remplacement moto-pompe 1-3
Remplacement du groupe moto-pompe 1-3, vers le ACRG

Priorité:	Type(s) de l'APE:	Remplac. par équipement plus performant
Audit approfondi ? pas nécessaire	Remplac. Equip.	

Objet de l'APE: 3.2 Eau (pompage)

Commentaire:

coûts
valeur
risque

1
0
1

Stratégie

Description synthétique

Situation actuelle et constats:

3 pompes de 110kW chacune installées en 2004 fonctionnent en alternance. 2 pompes peuvent tourner en parallèle, mais jamais les 3. Le débit total est de 2000-3700l/min et les pompes tournent à 75% de leur charge nominale

Action proposée:

Remplacer une des pompes par une pompes plus performantes et travailler à des régimes avec des rendements optimums

Rentabilité économique résumée	Unité	Option 1	Option 2	Option 3
Economies d'électricité	CHF/an			11 388
Réduction de supplément RPC (si pas ou partiellement remboursé)	CHF/an			1 089
Economies de combustible et/ou chaleur	CHF/an			0
Réduction de taxe CO2 (le cas échéant, si pas d'exemption)	CHF/an			0
Economies eau & épuration	CHF/an			0
Aides financières sur économies d'énergie	CHF/an			0
Bénéfices non énergétiques	CHF/an			0
Economies de frais de maintenance et d'entretien	CHF/an		0	
Economies de frais de maintenance lourde pluriannuelle (en valeur moyenne)	CHF/an		0	
Total économies brutes, avant impôts (vision simplifiée de la 1ère année)	CHF/an			12 477
Investissement total	CHF		96 400	
Fraction attribuable à l'APE	%		82%	
Investissement pour l'APE	CHF		79 289	
Aides financières à l'investissement (le cas échéant)	CHF			0
Montant d'investissement net pour l'APE	CHF			79 289
Payback simple	an			6
Période de recouvrement (après impôts)	an			7
Valeur actuelle nette (VAN)	CHF			10 958
Taux de rendement interne (TRI)	%			8,1%

Préconisations

La mesure n'est pas rentable en moins de 4 ans mais le redimensionnement et remplacement par du matériel plus efficace en fin de vie des pompes serait judicieux.

8.2 APE 2 Remplacement du groupe moto-pompe 4-5, vers Sagnenord (non retenue)

Dossier n°GC2.2019.17745 - Association des Communes de la Région de Grandson

APE2 Remplacement moto-pompe 4-5 Remplacement du groupe moto-pompe 4-5, vers Sagnenord

Type(s) de l'APE: Remplit Equip. Remplac. par équipement plus performant

Priorité: ☐

Audit approfondi ? ☐

pas nécessaire

Objet de l'APE: 3.2 Eau (pompage) Equip.

Commentaire:

coûts 2
1
0
-1
-2

risque valeur

Stratégicité

Description synthétique

Situation actuelle et constats:
Deux pompes de 450kW chacune sur variateur installées en 2010 fonctionnent en alternance avec un débit de 10'000-14'000l/min et tournent à 50% de leur charge nominale. Les variateurs sont utilisés pour permettre aux opérateurs de faire circuler l'eau dans les réservoir et éviter l'eau stagnante ainsi que pour assurer un démarrage progressif.

Action proposée:
Remplacer les pompes par des pompes plus performantes et optimiser leur dimensionnement pour travailler dans des régimes avec des rendements optimaux.

Rentabilité économique résumée	Unité	Option 1	Option 2	Option 3
Economies d'électricité	CHF/an			28 377
Réduction de supplément RPC (si pas ou partiellement remboursé)	CHF/an			2 714
Economies de combustible et/ou chaleur	CHF/an			0
Réduction de taxe CO2 (le cas échéant, si pas d'exemption)	CHF/an			0
Economies eau & épuration	CHF/an			0
Aides financières sur économies d'énergie	CHF/an			0
Bénéfices non énergétiques	CHF/an			0
Economies de frais de maintenance et d'entretien	CHF/an		0	
Economies de frais de maintenance lourde pluriannuelle (en valeur moyenne)	CHF/an		0	
Total économies brutes, avant impôts (vision simplifiée de la 1ère année)	CHF/an			31 091
Investissement total	CHF		174 400	
Fraction attribuable à l'APE	%		90%	
Investissement pour l'APE	CHF		157 134	
Aides financières à l'investissement (le cas échéant)	CHF			0
Montant d'investissement net pour l'APE	CHF			157 134
Payback simple	an			5
Période de recouvrement (après impôts)	an			5
Valeur actuelle nette (VAN)	CHF			59 705
Taux de rendement interne (TRI)	%			13,0%

Préconisations
La mesure n'est pas rentable en moins de 4 ans mais le redimensionnement et remplacement par du matériel plus efficace en fin de vie des pompes serait judicieux.

8.3 APE 3 Réduction de la pression d'air comprimé pour aération des réservoirs

Dossier n°GC2.2019.17745 - Association des Communes de la Région de Grandson

APE3 Réduction pression Air comprimé Réduction pression Air comprimé

Type(s) de l'APE: Optim Systém Optimisation système & procédés

Priorité: 1

Audit approfondi ? pas nécessaire

Objet de l'APE: 26.0 Air comprimé (général) Equip.

Commentaire:

coûts 2 1 0 -1 -2
risque valeur

Stratégicité

Description synthétique

Situation actuelle et constats:
L'air comprimé est monté à 7,5-8 bars avant d'être redescendu à 1,5 bars pour injection dans les réservoirs d'eau.

Action proposée:
L'air comprimé ne servant qu'à l'aération des réservoirs, une pression de 8bars n'est pas justifiée. La consigne de pression du compresseur peut être réduite au minimum, soit 4 bars pour réduire la consommation d'énergie.

Rentabilité économique résumée	Unité	Option 1	Option 2	Option 3
Economies d'électricité	CHF/an	1 485	0	1 485
Réduction de supplément RPC (si pas ou partiellement remboursé)	CHF/an	142	142	142
Economies de combustible et/ou chaleur	CHF/an	0	0	0
Réduction de taxe CO2 (le cas échéant, si pas d'exemption)	CHF/an	0	0	0
Economies eau & épuration	CHF/an	0	0	0
Aides financières sur économies d'énergie	CHF/an	0	0	0
Bénéfices non énergétiques	CHF/an	0	0	0
Economies de frais de maintenance et d'entretien	CHF/an		0	
Economies de frais de maintenance lourde pluriannuelle (en valeur moyenne)	CHF/an		0	
Total économies brutes, avant impôts (vision simplifiée de la 1ère année)	CHF/an	1 627	142	1 627
Investissement total	CHF		1 920	
Fraction attribuable à l'APE	%		100%	
Investissement pour l'APE	CHF		1 920	
Aides financières à l'investissement (le cas échéant)	CHF	0	0	0
Montant d'investissement net pour l'APE	CHF	1 920	1 920	1 920
Payback simple	an	1	14	1
Période de recouvrement (après impôts)	an	1	>dvan	1
Valeur actuelle nette (VAN)	CHF	8 172	-691	8 172
Taux de rendement interne (TRI)	%	71,5%	-4,4%	71,5%

Préconisations
La mesure d'optimisation peut être réalisée par simple réglage de la consigne de pression du compresseur et peut être mise en œuvre immédiatement.