

ETUDE DE RESTRUCTURATION DES INSTALLATIONS DU MONT D'UZORE



ETAPE 6

AVIS DU BUREAU D'ETUDES ECONOMIES D'EAU ET D'ENERGIE OCTOBRE 2019

*Avec le soutien financier de la région Auvergne Rhône Alpes et du
département de la Loire*



SOMMAIRE

1	QUANTIFICATION DES ECONOMIES D'ENERGIE	2
2	QUANTIFICATION DES ECONOMIES D'EAU.....	8
3	CONCLUSION.....	9
3.1	COUTS D'EXPLOITATION DES 4 SCENARIOS	9
3.1.1	SOLUTION 1	9
3.1.2	SOLUTION 2.....	10
3.1.3	SOLUTION 2 BIS	10
3.1.4	SOLUTION 3.....	11
3.2	PLAN DE FINANCEMENT	11
3.3	CONCLUSION	12

INDEX DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Tableau récapitulatif des couts de l'énergie de la station de pompage actuelle d'Uzore pour l'année 2018	2
Figure 2 : Volumes distribués par la station de pompage des Monts d'Uzore (2018).....	3
Figure 3 : Tableau récapitulatif des hypothèses et résultats des calculs d'énergie pour chacun des scénarios de restructuration de la station de pompage d'Uzore.....	5
Figure 4 : Calcul des économies d'énergie par rapport à la facture annuelle actuelle et au coût d'investissement de chaque solution.....	5

L'étape 6 permet de restituer l'avis de la SCP sur la ou les solutions à retenir.

Pour cela il est utile de comparer les éléments de chiffrages des différentes solutions (étape 4) aux éléments de financements possibles (étape 5), et aux économies d'eau et d'énergie engendrées pour chacun des scénarios de restructuration de la station de pompage d'Uzore (étape 6).

1 QUANTIFICATION DES ECONOMIES D'ENERGIE

L'analyse des factures d'électricité de 2016, 2017 et 2018 permet d'affirmer que :

- Le cout du kWh est de 0,03431€ pour toutes les périodes (heures de pointe, heures creuses / heures pleines, heures hiver / été / demi-saison, ...),
- Le cout de l'électricité global incluant les différentes taxes (CSPE, CTA, TURPE, TVA) est en moyenne de 0,0905€/kWh (moyenne pondérée relativement aux kWh consommés). Ce prix de l'électricité est calculé avec un taux de CSPE maximum car au moment de la réalisation de cette étude, le SMIF n'avait pas reçu la réponse à sa demande d'exonération partielle pour la CSPE. Cette valeur est prise comme référence de coût pour comparer les consommations énergétiques des différents scénarios de la future station de pompage d'Uzore.

	déc-18	nov-18	oct-18	sept-18	août-18	juil-18	juin-18	mai-18	avr-18	mars-18	févr-18	janv-18	TOTAL 2018
énergie consommée (kWh)	6 361	8 481	198 644	316 011	583 899	503 606	136 848	163 920	73 001	5 918	5 478	6 624	2 008 791
facture (€)	217,29	289,71	6785,67	10794,94	19945,99	17203	4674,733	5599,5	2493,71	202,16	187,13	226,27	68 620,10
cout de l'énergie sans taxes (€/kWh)	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416	0,03416
facture avec taxes (€)	1 218	1 224	17 615	27 717	51 200	44 332	12 239	14 537	6 696	969	920	1 043	179 710,99
cout de l'énergie avec taxes (€/kWh)	0,19	0,14	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	0,16	0,17	0,16	
Moyenne €/kWh	0,1206												
Moyenne pondérée €/kWh	0,0905												

Figure 1 : Tableau récapitulatif des couts de l'énergie de la station de pompage actuelle d'Uzore pour l'année 2018

Ainsi en 2018, la station de pompage des Monts d'Uzore a consommé 2 008 791 kWh, pour une facture annuelle de 179 710 €TTC.

Ces consommations actuelles d'énergie sont comparées aux calculs estimatifs des consommations d'énergie pour les différents scénarios de la future station de pompage d'Uzore. Pour rappel ces scénarios sont :

- Solution 1 : rénovation des équipements avec conservation des pompes,
- solution 2 : rénovation complète avec une seule nouvelle station sur le site actuel,
- solution 2 bis : rénovation complète avec deux stations sur le site actuel,
- solution 3 : nouvelle station avec deux stations sur le site de la réserve.

Les consommations d'énergie sont calculées avec la formule suivante :

$$E [\text{kWh}] = 9.81 \cdot \text{HMT} \cdot \text{Volume} / \text{rendement moteur} / \text{rendement pompe} / 3600$$

Le volume est donné par les données réelles d'exploitation pour l'année 2018, à savoir 2 737 515 m³ au total. Les solutions 2 bis et 3 proposant de différencier le réseau Nord du réseau Est, les volumes pour chacune de ces deux parties du réseau sont présentés dans le tableau ci-après :

	consommation (m³) 2018
Villedieu	451462
La Pra	906391
Monts du Soir	661600
Le Breuil	197396
Chaninats	170559
Petite Motte	53747
107 4	8
bp1 0	138
bp 6 0	22
131 1	1
107 2	67282
131 2	16020
127 4	101
122 28 31	53510
129	41516
115	7728
121 122	100656
127	161
bp4	475
111	195
107	4976
bp4	3567
127 3	4
ville de feurs	395177
TOTAL NORD	2 099 642
TOTAL EST	1 033 050
TOTAL NORD ET EST	3 132 692

Figure 2 : Volumes distribués par la station de pompage des Monts d'Uzore (2018)

Le volume total de la zone Nord est représenté en bleu. Cette zone concerne : la Pra, Villedieu, Monts du soir ainsi qu'une partie des irrigants individuels bornes de Montverdun. Ce volume est de 2 099 643 m³ pour l'année 2018.

Le volume total de la zone Est est représenté en jaune. Cette zone concerne : Chambeon (Breuil, Chaninats, Petite motte), la ville de Feurs ainsi qu'une partie des irrigants individuels de Montverdun. Ce volume est de 1 033 050 m³ pour l'année 2018.

Pour le scénario 1, les pompes sont inchangées donc les rendements des pompes sont les rendements actuels (0,72). Les moteurs sont changés par des neufs donc leurs rendements sont pris à 0,96 (contre 0,86 pour la situation actuelle).

Pour les scénarios 2, 2 bis et 3, les pompes et les moteurs sont changés, donc leurs rendements sont pris respectivement à 0,80 et 0,96.

Avec ces hypothèses, les consommations énergétiques et coûts associés de chaque scénario sont les suivants :

Scénarios	Volume (m3)	HMT (m)	Débit (L/s)	Nombre de pompes	Puissance hydraulique (kW)	Rendement pompe	Rendement moteur	Rendement transformateur	Puissance mécanique calculée (kW)	Puissance mécanique installée (kW)	Energie consommée calculée (kWh)	Energie consommée réelle (kWh)	Prix de l'énergie (€/kWh)	Facture énergétique (€)	Cout de la surpression (€/m3)	Facture énergétique par scénario (€)
Situation actuelle	3 132 692	160	140	5	1099	0,72	0,9	0,97	1696	1575	2 172 988,60	2 008 791,00	0,0905	179 710,99	0,057	179 710,99
Solution 1	3 132 692	160	140	6	1318	0,72	0,96	0,97	1908	2 400,00	1 883 241,56			170 433,36	0,054	170 433,36
Solution 2	3 132 692	160	208	5	1635	0,8	0,96	0,97	2129	2250	1 694 917,41			153 390,03	0,049	153 390,03
Solution 2bis	réseau nord	2 099 642	160	306	3	1439	0,8	0,96	1873	1890	1 135 994,15			102 807,47	0,049	147 067,21
	réseau est	1 033 050	140	139	3	572	0,8	0,96	745	750	489 057,85			44 259,74	0,043	
Solution 3	réseau nord	2 099 642	180	306	3	1619	0,8	0,96	2108	2130	1 277 993,41			115 658,40	0,055	159 918,14
	réseau est	1 033 050	140	139	3	572	0,8	0,96	745	750	489 057,85			44 259,74	0,043	

Figure 3 : Tableau récapitulatif des hypothèses et résultats des calculs d'énergie pour chacun des scénarios de restructuration de la station de pompage d'Uzore

Scénarios	Economie facture par rapport à la solution actuelle (€)	Cout d'investissement (€)
Situation actuelle		
Solution 1	- 9 277,63	1 578 500
Solution 2	- 26 320,96	2 425 500
Solution 2bis	réseau nord	2 729 650
	réseau est	
Solution 3	réseau nord	4 672 558
	réseau est	

Figure 4 : Calcul des économies d'énergie par rapport à la facture annuelle actuelle et au coût d'investissement de chaque solution

La situation actuelle est donnée pour les consommations et volumes réels. Des calculs sont faits pour estimer les consommations énergétiques et donc les factures des 4 scénarios. Ces calculs ont été faits avec les volumes actuels.

On remarque que pour tous les scénarios, la consommation d'énergie est plus faible que la consommation actuelle. Le scénario qui en consomme le moins est le 2 bis, puis vient le 2, puis le 3 et enfin 1.

Les 4 solutions doivent être comparées entre elles afin de déterminer la solution la plus rentable (surtout d'investissement relatif aux économies d'énergie engendrées). Les tableaux ci-dessous présentent ces comparaisons.

NB : Lecture des tableaux : la solution 2 est plus chère de 847 000 € que la solution 1. Si une valeur du tableau négative, c'est l'inverse.

Différence d'investissement entre les solutions (€)	solution 1	solution 2	solution 2bis	solution 3
solution 1		847 000,00	1 151 150	3 094 058
solution 2			304 150	2 247 058
solution 2bis				1 942 908
solution 3				

Economie énergie sur la facture (€)	solution 1	solution 2	solution 2bis	solution 3
solution 1		17 043,34	23 366,16	10 515,22
solution 2			- 6 322,82	6 528,11
solution 2bis				12 850,93
solution 3				

Amortissement surcout (en années)	solution 1	solution 2	solution 2bis	solution 3
solution 1		49,7	49,3	294,2
solution 2			-48,1	344,2
solution 2bis				151,2
solution 3				

La solution 1 est économiquement la plus intéressante même si les économies d'énergie sont moins importantes que pour les autres solutions. Malgré cela la SCP ne conseille pas de choisir cette solution car la conservation des pompes peut paraître risquée au regard de leurs

âges. Il est théoriquement possible de les conserver mais la SCP préconise de les changer en même temps que la rénovation globale.

La solution 3 présente un cout d'investissement plus élevé ainsi que des consommations énergétiques plus élevées que les solutions 2 et 2bis.

Les solutions 2 ou 2 bis nécessitent moins d'investissement que la solution 3 mais présentent tout de même un potentiel d'économies intéressant.

La chute d'eau entre le canal et la réserve qui pourrait être valorisé en termes de production d'énergie n'est pas éligible au FEADER et n'est pas considérée comme une économie d'énergie. Elle est donc présentée à part (rapport de phase 7).

2 QUANTIFICATION DES ECONOMIES D'EAU

Des économies d'eau seront réalisées si les rejets dans le Lignon sont réduits par rapport à la situation actuelle.

L'étude SCP de 2007 (phase B) précisait que les rejets « ont fait l'objet d'une étude spécifique sur l'impact du canal du Forez sur la qualité des eaux de cette rivière (SIEE – février 2002). 17 campagnes de mesures ont été effectuées sur quatre stations de mesures à l'aval du canal et sur le Lignon entre avril et octobre 2001. Le débit rejeté a été mesuré entre 50 l/s et 460 l/s, pour une moyenne de 230 l/s. »

Ce débit correspond à environ 4 millions de m³ s'il est rejeté en continu sur les 7 mois de l'année, ce qui est très important. Si des données plus récentes et précises sont disponibles cette valeur pourra être affinée.

On peut cependant ajouter que depuis cette analyse en 2002, le rejet a été réparti sur plusieurs points (le Phélines et la Curraize), pour 20 à 30% de la valeur estimée. Il ne resterait aujourd'hui qu'environ 2,8 Mm³ de rejet au Lignon.

Il paraît difficile, compte tenu des conditions d'exploitation du canal, de supprimer totalement ce rejet. Mais une réduction de l'ordre de 50% (soit 1,4 Mm³) paraît réalisable dans le cas de la solution 3 qui est la seule permettant de pomper directement dans la réserve et de s'affranchir du pompage dans le canal qui conduit au rejet dans le Lignon. En effet pour les scénarios 1, 2 et 2 bis, même en utilisant la capacité de la réserve, il y aura tout de même un excédant fonctionnel et donc un rejet au Lignon.

De manière à préciser les économies d'eau qui pourraient être réalisées grâce à l'aménagement de la nouvelle station de pompage, il serait nécessaire de mesurer de manière plus précise le rejet au Lignon. Actuellement, cette mesure de débit est réalisée grâce à une mesure de hauteur d'eau au-dessus d'un seuil batardeau. Or, sous certaines conditions hydrauliques, ce seuil fonctionne en régime noyé et la formule permettant de transformer la hauteur d'eau amont en débit donne alors une valeur surestimée par rapport à la réalité. De manière à améliorer cette mesure, une solution peu onéreuse pourrait consister en l'installation d'une mesure de hauteur d'eau en aval du batardeau, qui permettrait alors de prendre en compte l'influence aval dans le calcul du débit. Une autre solution consistant à trouver un nouveau site d'implantation d'un seuil de mesure qui fonctionnerait tout le temps en régime dénoyé serait optimum, mais nécessiterait un investissement plus important.

3 CONCLUSION

3.1 COUTS D'EXPLOITATION DES 4 SCENARIOS

Les couts sont décomposés ainsi :

- Frais de personnel pour l'exploitation de la station de pompage. Ces couts sont similaire pour les solutions 1 et 2 (1 jour de technicien par mois) ainsi que pour les solutions 2bis et 3 (1.5 jour de technicien par mois) car ce sont les mêmes types de stations de pompage).
- Frais de personnel pour l'exploitation de la station de pompage (idem),
- Frais pour l'achat de matériel pour la maintenance et rénovation de la station de pompage. Ces couts sont calculés à partir de ratios estimés sur la base du retour d'expérience de la SCP sur ses propres ouvrages (extraction des bases de données internes de gestion des couts). Pour les moyennes stations de pompage (autour de 2000 kW) il est de 20€/kW, tandis que pour les petites stations (autour de 600kW) il est de 40€/kW.

3.1.1 SOLUTION 1

DEVIS ESTIMATIF DE TRAVAUX	
Projet :	SOLUTION 1 : RENOVATION DES EQUIPEMENTS ELECTRIQUES AVEC CONSERVATION DES POMPES
	Puissance SP (kW) 2000
	ratio (€/kW) 20,5

DEVIS ANNUEL ESTIMATIF EXPLOITATION MAINTENANCE				
Poste	Informations	Cout unitaire	Quantité	Total
Exploitation	1 jour technicien par mois	500	12	6000
Maintenance	1 jour technicien par mois	500	12	6000
Frais achats maintenance	station de pompage			41000
COUT TOTAL (€ HT)				53000

3.1.2 SOLUTION 2

DEVIS ESTIMATIF DE TRAVAUX	
Projet :	SOLUTION 2 : RENOVATION COMPLETE 1 SEULE ET NOUVELLE STATION MEME SITE

Puissance SP (kW)	2250
ratio (€/kW)	20,5

DEVIS ANNUEL ESTIMATIF EXPLOITATION MAINTENANCE				
Poste	Informations	Cout unitaire	Quantité	Total
Exploitation	1 jour technicien par mois	500	12	6000
Maintenance	1 jour technicien par mois	500	12	6000
Frais achats maintenance	station de pompage			46125
COUT TOTAL (€ HT)				58125

3.1.3 SOLUTION 2 BIS

DEVIS ESTIMATIF DE TRAVAUX	
Projet :	SOLUTION 2BIS : RENOVATION COMPLETE 2 STATIONS MEME SITE

Puissance SP 1 (kW)	1890
ratio (€/kW)	20,5
Puissance SP 2 (kW)	600
ratio (€/kW)	40,2

DEVIS ANNUEL ESTIMATIF EXPLOITATION MAINTENANCE				
Poste	Informations	Cout unitaire	Quantité	Total
Exploitation	1,5 jour technicien par mois	500	18	9000
Maintenance	1,5 jour technicien par mois	500	18	9000
Frais achats maintenance	station de pompage nord			38745
	station de pompage est			24120
COUT TOTAL (€ HT)				80865

3.1.4 SOLUTION 3

DEVIS ESTIMATIF DE TRAVAUX				
Projet :	NOUVELLE STATION 2 STATIONS AU NIVEAU DE LA RESERVE			
	Puissance SP 1 (kW) 2130 ratio (€/kW) 20,5 Puissance SP 2 (kW) 750 ratio (€/kW) 40,2			
DEVIS ANNUEL ESTIMATIF EXPLOITATION MAINTENANCE				
Poste	Informations	Cout unitaire	Quantité	Total
Exploitation	1,5 jour technicien par mois	500	18	9000
Maintenance	1,5 jour technicien par mois	500	18	9000
Frais achats maintenance	station de pompage nord			43665
	station de pompage est			30150
COUT TOTAL (€ HT)				91815

3.2 PLAN DE FINANCEMENT

Le plan de financement de la solution 3 est le suivant :

Montant de l'investissement	4 616 458 € *	
	Subventions	Taux
Fonds européens FEADER - mesure 04.34	3 696 166,40 €	80%
Autofinancement SMIF	923 291,60 €	20%
TOTAL (€HT)	4 616 458 €	

Ce montant correspond au total des couts hors hydroélectricité car ce type de projet n'est pas éligible au FEADER et dispose de mécanismes différents (4 196 780€ auxquels on ajoute les 10% d'aléas).

3.3 CONCLUSION

La solution 3 reste la solution la plus couteuse en termes d'investissements, et en termes de coûts d'exploitation et de maintenance. Cependant elle permet d'atteindre des objectifs d'exploitation qui sont totalement différents de ceux des autres solutions, si bien qu'il est difficile de ne juger que sur les coûts.

- elle maximise les économies d'eau (voir rapport de phase 6) en diminuant les pertes dues au rejet dans le Lignon comme le SAGE et le Département le préconisent,
- elle offre une souplesse d'exploitation,
- elle permet le renouvellement de l'eau de la réserve, évitant ainsi une dégradation de la qualité,
- elle permet la mise en place d'une turbine hydroélectrique entre le canal et la réserve,
- elle limite la fatigue des canalisations et donc les casses,
- elle permet de bénéficier de 10% de subvention supplémentaire grâce à la diminution des pertes en eau.

Ces critères techniques étant particulièrement importants, nous préconisons donc d'adopter la solution 3 qui est la seule qui permette d'obtenir un fonctionnement cohérent de l'aval du canal et des réseaux qui y trouvent leur ressource.