

ENERGETIC OPTIMIZATION OF THE HYDRAULIC NETWORK OF THE REGION LANGUEDOC ROUSSILLON

OPTIMISATION ENERGETIQUE DU RESEAU HYDRAULIQUE REGIONAL DU LANGUEDOC ROUSSILLON

Franck Maruejols, BRL Exploitation
Gaëtan Deffontaines, BRL Exploitation

ABSTRACT

The hydraulic network of the Region Languedoc (hereafter called RHR), operated by BRLE, is highly impacted by its electrical energy consumption. Its main water resource (two third of total pumped volume) is the river the Rhône – which elevation is near sea-level (0 m NGF). Even if the electrical consumption is focused on summery months, it has totalized 70 GWh for an overall cost approaching 5 M€ in 2014.

BRLE is involved in an energy saving approach for several years (by work groups, processes and specific action plans). BRLE will be audited at the end of 2015 to get the ISO 50 001 on operation and maintenance on RHR. This certification is more adapted to industries than hydraulic network due to the expanse of concerned areas. The energetic performance of an irrigated perimeter is not only related to energy efficiency of pumping stations but also related to network efficiency – depending on weather conditions that differ from years and areas.

The following document presents actions that BRLE has taken to improve energetic performance of an irrigated perimeter: installation of variable-frequency drive on pumps, optimization of the pumping station performance and yields, adaptation the operation of pumps to winter / summer demands.

RÉSUMÉ

Le réseau hydraulique régional (RHR), exploité par BRLE, est très impacté par la consommation d'énergie électrique. Sa source principale, 2/3 des volumes pompés, provient du Rhône à une côte proche de 0 m NGF. La consommation d'énergie électrique sur le RHR, concentrée sur l'été, a été en 2014 de 70GWh correspondant à un cout proche de 5M€.

BRLE s'est engagé dans une démarche d'économie d'énergie depuis quelques années et sera audité fin 2015 pour être certifié ISO 50001 sur l'exploitation et la maintenance du RHR. Cette norme est adaptée à l'industrie mais moins aux périmètres hydrauliques du fait de l'étendue des zones géographiques concernées. La performance énergétique d'un périmètre irrigué est aussi liée à l'efficiencie du réseau de distribution (canaux, réseaux), qui dépend d'un facteur difficilement mesurable comme les conditions météorologiques qui varient sensiblement d'une année et d'une zone à l'autre

Ce document présente les principales actions entreprises pour améliorer les performances énergétiques d'un périmètre hydraulique (RHR): établissement et suivi d'indicateurs de performance énergétique, installation de variateurs de vitesse sur groupe de pompage, optimisation de la performance des stations de pompage, de leur rendement, adaptation du fonctionnement des pompes en fonction des besoins hiver/été sur le réseau, etc.

Keywords: variable frequency, energy efficiency, energetic performance, pumping station

1. L'énergie consommée sur le RHR

Le Réseau Hydraulique Régional (RHR) du Languedoc Roussillon est constitué de 100 km de canaux, 3 barrages, de plus de 80 stations de pompages et 6 stations de traitement alimentant un réseau sous pression de plus de 4000 km.

Le RHR est très impacté par la consommation d'énergie électrique. Sa source principale (2/3 des volumes pompés) provient du Rhône à une côte proche de 0 m NGF. Plus de 95% de l'énergie consommée pour l'exploitation du RHR est dédiée à la production. Le second poste de consommation d'énergie (3%) concerne les carburants dédiés aux véhicules, engins travaux et groupes électrogènes de secours.

Cette consommation d'énergie électrique, même si elle est concentrée sur les mois estivaux, représente en moyenne 70 GWh par an (pour un coût proche de 5M€). A noter que les 2 stations de pompage principales alimentant respectivement le système Rhône et le système Orb, consomment à elles seules 40% de l'énergie électrique totale.

Les augmentations des coûts de l'énergie électrique ces dernières années ont touché plus particulièrement les tarifs d'été, avec de ce fait un impact d'autant plus important sur les coûts d'énergie pour BRLE.

BRLE s'est donc engagé dans une démarche d'économie d'énergie depuis quelques années avec la mise en place de groupe de travail, processus et plans d'action spécifiques à l'énergie. BRLE sera audité fin 2015 pour être certifié ISO 50001. Cette norme est adaptée à l'industrie et moins aux périmètres hydrauliques du fait de l'étendue des zones géographiques concernées. La performance énergétique d'un périmètre irrigué est en effet liée non seulement à l'efficacité énergétique des stations de pompage, mais aussi à l'efficacité du réseau de distribution (canaux, réseaux). La consommation d'énergie dépend également de facteurs extérieurs météorologiques qu'il convient de prendre en compte dans l'analyse.

2. Indicateurs de performance énergétique (IPE)

BRLE a établi des indicateurs (IPE) afin de contrôler et vérifier les économies d'énergie réalisées sur le RHR.

2.1 Définition des Indicateurs de Performance d'Energie (IPE)

Dans le cadre d'une démarche d'économie d'énergie, il est important de définir pour chaque zone hydraulique indépendante (trois dans le cas du RHR) :

- un indicateur global définissant les performances énergétiques de chaque système : kWh/m³ distribué
- des indicateurs pour chaque site de production : kWh/m³ pompé.

L'indicateur global sur une zone géographique permet d'estimer la performance énergétique liée non seulement à l'efficacité énergétique des stations de pompage, mais aussi à l'efficacité du réseau de distribution (canaux, réseaux). Tous les m³ qui partent dans les fuites étaient en effet des kWh perdus.

Un indicateur pour chaque site production (kWh/m³ pompé) permet d'avoir une analyse sur ces points clés des périmètres irrigués. Pour cet indicateur, nous sommes proches des mesures d'efficacité énergétique des sites industriels. Mais pour le déterminer, il est essentiel de disposer de mesures de volume produit performantes (débitmètres). Une estimation des volumes pompés à partir des compteurs horaires des groupes de pompage ne serait valable que si des mesures sûres et régulières (annuelles) de débit étaient faites sur chaque pompe. Cela est en effet indispensable pour quantifier l'efficacité hydraulique des groupes de pompage.

Par ailleurs, BRLE a également mis en place des indicateurs afin d'optimiser les contrats que BRLE a avec les fournisseurs d'énergie. L'objectif est de réduire les pénalités de dépassement de souscription et d'énergie réactive et avoir des puissances souscrites le mieux adaptées aux besoins.

2.2 Analyse des IPE en fonction de facteurs extérieurs mesurables

Les IPE doivent être analysés en fonction des éléments extérieurs qui sont dans notre cas les facteurs météorologiques. En effet, la demande en eau sur les réseaux est corrélée à la météo qui fait évoluer automatiquement, sans action de l'exploitant, l'efficacité d'un périmètre irrigué et en conséquence l'indicateur kWh/m³ consommé. Les IPE d'une année à l'autre ne peuvent être comparés qu'en tenant compte de l'impact des influences météo sur la consommation d'eau.

La demande en eau des clients est difficile à exploiter pour déterminer son influence sur la consommation d'eau. Il a donc été choisi pour chaque zone d'estimer l'influence des facteurs extérieurs par l'intensité de la demande du réseau qui est ainsi proportionnelle à l'impact de la sécheresse sur les consommations d'eau. Ce facteur extérieur peut être quantifié par le rapport entre les m³ consommés et le débit (m³/h) souscrit par les irrigants pour chaque campagne.

Ce rapport est assez facile à calculer et permet de quantifier de façon assez précise et objective l'influence extérieure sur la consommation d'eau.

3. Principales actions développées pour réduire sensiblement les coûts d'énergie

L'amélioration de l'efficacité des réseaux (canaux et canalisation) est une préoccupation essentielle pour tout exploitant de réseau et a également des conséquences positives sur l'économie d'énergie. Il est donc important de doter le réseau d'équipements de mesure de débit fiables, non seulement en période d'irrigation mais aussi en dehors de cette période pour la recherche de fuites. Cet aspect d'efficacité des réseaux est un sujet à part entière, qui permet d'économiser de l'énergie et ne sera pas développé ici.

Des actions entreprises, concernant les stations de pompage, ont permis d'améliorer assez sensiblement les indicateurs de performances locaux et parfois même globaux sur les zones hydrauliques lorsqu'il s'agissait de stations principales

3.1 Optimisation des stations de pompage

Certains paramètres mesurés sur les stations de pompage peuvent alerter sur les défaillances des performances de l'installation de pompage comme par exemple la dégradation de l'indicateur kWh/m³ pompé, les mesures de débit unitaires des pompes non en phase avec à la courbe optimales des pompes, etc.

Dans ces cas, il convient de procéder à des analyses plus approfondies par l'enregistrement de données sur des périodes relativement longues (plusieurs jours) concernant les débits, la puissance absorbée, la vitesse réelle de rotation des moteurs, l'analyse vibratoire et l'analyse du signal électrique. Il convient parfois, pour aller plus loin dans l'analyse, de faire une analyse par éléments finis de la structure (en cas de problème de vibration) mais aussi des écoulements de fluide. En effet, pour cette dernière il pourra être mis en avant (en particulier sur des anciennes installations, dont le fonctionnement a évolué au cours des années) des problèmes de rendement global de la station qui ne dépendent pas seulement du fonctionnement des groupes hydrauliques.

Pour améliorer de façon significative le rendement des stations de pompes, BRLE a engagé plusieurs travaux parmi lesquels nous avons à titre d'exemple :

- la mise en place de résine sur le corps de la pompe et sur la conduite d'aspiration pour améliorer les écoulements,
- l'équipement de système d'auto curage de la colonne d'aspiration, pour éviter des dépôts qui augmentent les pertes de charge,
- la modification des jeux entre les roues de pompe et son corps,
- l'amélioration de la mécanique : paliers, roulements, coefficients de frottement des bagues etc.

Ces actions ont donné des résultats très satisfaisants en particulier une station principale de BRLE, avec 10% d'amélioration de l'indicateur kWh/m³ pompé.

3.2 Installation de variateurs de vitesse sur les groupes de pompage

L'installation de variateurs de vitesse sur les groupes de pompage a donné entière satisfaction sur les surpresseurs de moyenne puissance. Près de 80 groupes de pompage sont équipés de variateurs de vitesse sur le RHR. L'objectif est d'arriver à une centaine. Les cibles prioritaires sont les surpresseurs. Les équiper de variateurs de vitesse permet non seulement une économie sensible d'énergie, mais également d'assurer une protection des réseaux desservis. La réduction des ruptures de canalisation grâce à la souplesse des variateurs, permet également de réduire les retours d'investissement sur leur achat.

Les économies d'énergie (kWh/m³) constatées, par l'installation des variateurs de vitesse, se situent entre 10 et 20% en fonction de la configuration de la station. Plus rarement, cette amélioration peut aller jusqu'à 50%, pour des stations équipées de groupes pompage adaptés seulement à la haute saison d'irrigation et dont la demande des irrigants a évolué aussi vers un fonctionnement en mi-saison à plus faible débit. Les débits appelés sont dans ce cas nettement inférieurs aux débits nominaux des groupes.

3.3 Création d'un logiciel d'analyse des factures

BRLE a mis en place un logiciel qui permet d'analyser les factures d'énergie électrique. Cet outil, au-delà de donner les indicateurs de performance énergétiques de façon rapide, permet à l'exploitant d'avoir pour une station sur une période les informations suivantes : puissances souscrites, puissances atteintes et consommations mensuelles (kWh et Euros). Il est également averti par mail pour toutes alertes dont les seuils sont préalablement définis, comme par exemple, les pénalités d'énergie réactive, les dépassements de puissance souscrite. Quant aux puissances atteintes très inférieures aux puissances souscrites, l'alerte est différée et analysée en fin d'année. Il convient en effet d'avoir plusieurs années de recul avant de modifier les souscriptions de puissance à la baisse.

Cet outil vient en complément du suivi des paramètres électriques en continue sur les stations dont l'analyse permet de déclencher des actions pour réduire les consommations d'énergie.

4. Autres actions en cours de développement

4.1 Contrôle en continu des groupes de pompage

Un contrôle en continu des intensités des moteurs et des débits des pompes permet d'anticiper plus tôt les dérives de leur rendement. En fonction du résultat des mesures, des opérations de maintenance peuvent être engagées plus tôt. Il est donc important de renvoyer les mesures d'intensité de chaque moteur et celles des débits des pompes sur la « supervision » afin d'alerter l'exploitant dès qu'un certain seuil du ratio puissance /débit est atteint. Cette alarme indique une consommation anormale d'énergie qui peut être due à une perte de charge singulière (aspiration ou refoulement), à une défaillance de la pompe, à un envasement de l'aspiration, à un vieillissement du groupe de pompage, etc.

Ce plan d'action concerne les pompes des stations qui ne sont pas équipées de variateurs de vitesse.

4.2 L'amélioration des rendements des moteurs spécifiques

Les moteurs de puissances élevés (moyenne tension et supérieurs à 2 MVA) dont le RHR est équipé sont des moteurs uniques. Une analyse est en cours afin de déterminer les coûts d'une reconstruction complète de ces moteurs à comparer au gain potentiel financier sur la consommation d'énergie grâce à l'amélioration du rendement (réduction de perte de fer). Cette opération pourra être lancée en lieu et place d'une opération de rebobinage programmée.

4.3 Surveillance des équipements auxiliaires

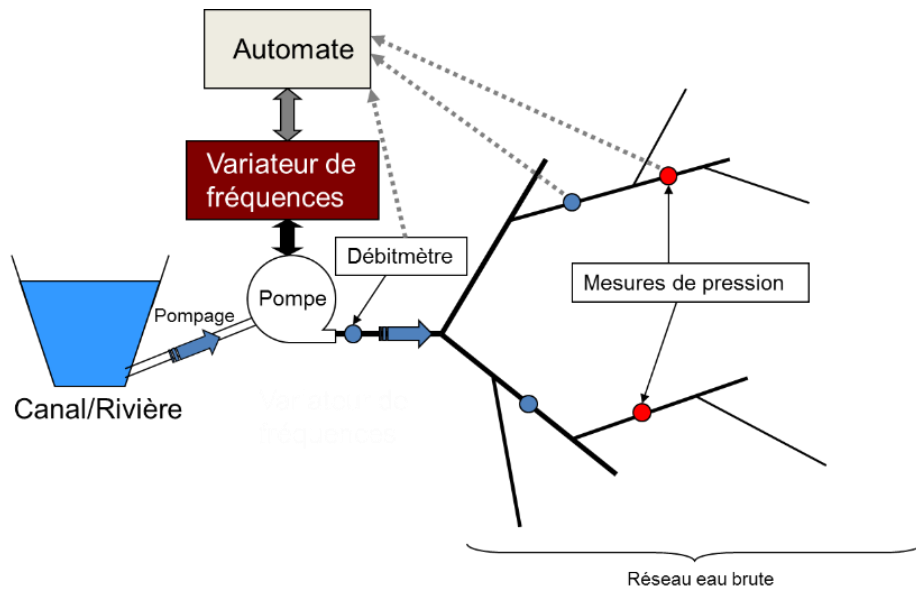
Même si les équipements auxiliaires des stations (chauffage, compresseur d'air, ventilation) consomment peu en proportion du pompage, entre 1 et 8% en fonction du type de station et de la saison, cet aspect ne doit pas être négligé. Des analyseurs d'énergie sont en cours d'installation sur le départ des auxiliaires afin d'avoir des informations précises de l'énergie consommée (cos phi, intensité, tension, puissance active réactive etc.). Ces données sont croisées (grâce aux données de la supervision) au fonctionnement des auxiliaires et permettent d'avoir une analyse précise de chacun d'eux en fonction de leur démarrage et ainsi améliorer leur performance énergétique individuelle.

4.4 Ajustement du fonctionnement des pompes en fonction des besoins du réseau

Les trois exemples à suivre sont en cours de développement à BRLE et ont pour objectif d'ajuster le fonctionnement des pompes au plus proche des besoins de pression du réseau dans le but d'économiser de l'énergie et de réduire les pertes d'eau (réduction du débit des fuites, pression élevée).

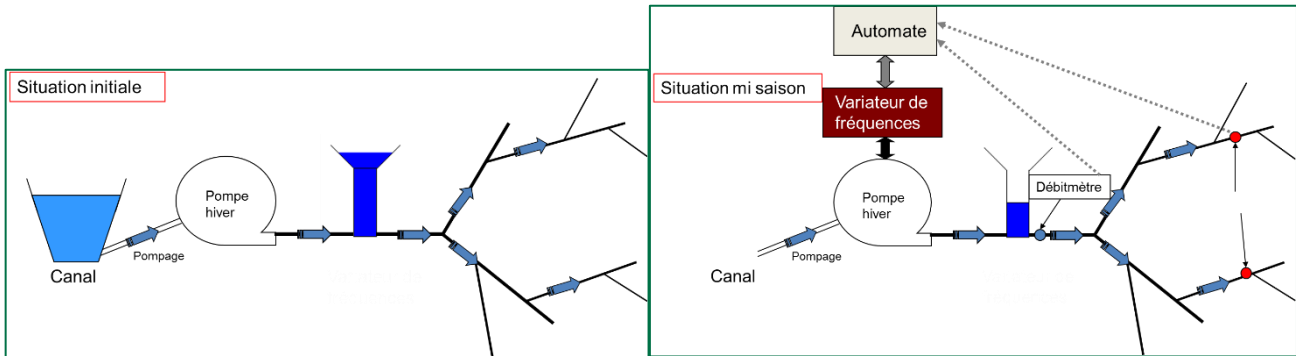
4.4.1 Cas 1 : Adaptation d'une station de pompage en fonction des mesures de pression sur réseau

Les données d'entrée du fonctionnement d'un variateur de vitesse d'un groupe de pompage peuvent provenir de mesures faites en dehors de celle-ci. Dans le cas schématisé ci-dessous, la vitesse de la pompe varie en fonction du débit appelé. Mais elle est aussi contrôlée par des mesures de pression situées sur les points les plus sensibles du réseau et non seulement celles situées au niveau le ballon de régulation en aval de la station. Cela évite, par exemple, lors de certaines périodes de l'année lorsque les appels de débits sont faibles et génèrent peu de pertes de charge, de ne pas surpresser inutilement le reste du réseau, engendrant ainsi des économies d'énergie tout en préservant la qualité du service.



4.4.2 Cas 2 : Station de pompage régulée sur différents niveaux de colonne d'eau

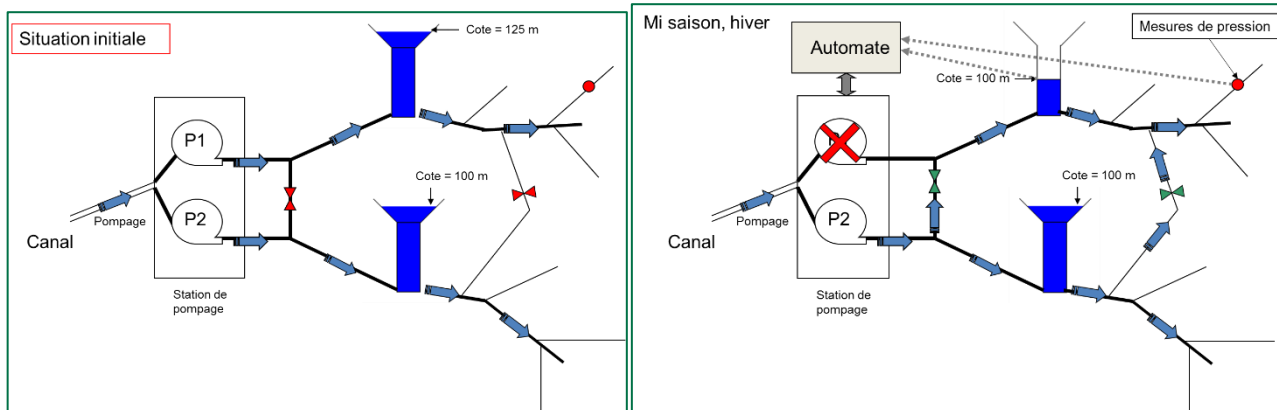
Le cas à suivre est similaire au précédent, mais la régulation de la pression se fait sur une colonne d'eau. Les besoins hors saison d'irrigation étant moins importants, la pression en tête de réseau peut être sensiblement réduite. En effet, il n'est pas nécessaire de compenser les pertes de charges du réseau lorsque les débits appelés sont plus faibles. La régulation de la variation de vitesse se fait dans ce cas à une hauteur réduite de la colonne d'eau de régulation, contrôlé par des mesures de pression sur les points sensibles du réseau.



4.4.3 Cas 3 : Maillage de 2 étages d'une station de pompage

Ce dernier exemple concerne une station équipée de 2 étages de pompage à hauteurs de régulation différentes, respectivement 125 et 100 mNGF. Les débits appelés hors saison d'irrigation sont plus faibles. Les pertes de charges étant donc sensiblement réduites hors saison, le réseau régulé à 125 mNGF peut l'être à 100 mNGF. Dans cette configuration le maillage entre les deux réseaux peut être ouvert et les deux réseaux alimentés par les pompes de l'étage le plus bas (100 NGF). Le fonctionnement de la pompe se fait alors sur les hauteurs des deux colonnes d'eau identiques. Lorsque la pression critique est atteinte sur certains points sensibles du réseau le plus élevé, le maillage est fermé et le périmètre fonctionne dans sa configuration d'été.

Cette configuration spécifique permet non seulement de baisser les consommations d'énergie mais également de réduire sensiblement (de plus de la moitié), la souscription de puissance électrique en hiver.



5. Actions à plus long terme

BRL étudie également d'autres actions pour économiser ou produire de l'énergie comme par exemple

- Installation de panneaux solaires sur le foncier du RHR.
- Utilisation de l'énergie solaire pour ses propres besoins en circuit fermé (auxiliaires ou pompage en complément).
- Stockage d'énergie : pompage en heures creuses dans les canaux et turbinage en heure de pointe.
- Valorisation de l'énergie sur certains sites où la charge doit être brisée.
- Production d'énergie hydraulique sur des seuils en aval de prise de station de pompage en rivière.