



La variation de vitesse : quels avantages pour le monde de l'eau ?

Patrick Philipon

Abstract

Speed variation is now well known to water professionals in France. Even if the primary motivation for adopting it remains energy saving, it has other advantages and constraints. A quick overview of the situations for which it is relevant...

La variation de vitesse est maintenant bien connue des professionnels de l'eau en France. Même si la première motivation pour l'adopter reste l'économie d'énergie, elle présente d'autres avantages et contraintes. Petit tour d'horizon des situations pour lesquelles elle se révèle pertinente...

« **S**ur une pompe ou un compresseur, nous mettons un variateur » entend-on souvent. De fait, l'utilité des variateurs pour limiter la consommation énergétique des machines tournantes n'est plus à démontrer, et le monde de l'eau en a pris conscience. Mais est-ce pertinent dans toutes les situations et sur toutes les machines ? l'intérêt de la variation de vitesse se limite-t-elle aux économies d'énergie ? qui – ou quoi – donne la consigne au variateur ?

DES AVANTAGES MULTIPLES

Pour quelles raisons investir dans un tel dispositif, alors que de nombreux moteurs électriques fonctionnent parfaitement sans ? A ce propos, rappelons qu'il s'agit en fait de variateurs de fréquence du courant, qui modulent ainsi la vitesse de rotation des moteurs électriques qu'ils commandent. En premier lieu, et même si c'est loin d'être son seul avantage, un variateur entraîne en général des économies d'énergie sur le fonctionnement de la machine tournante

Et si vos compteurs entendaient ce que vous ne pouvez pas voir

Comptage intelligent avec détection acoustique des fuites



SMART WATER SOLUTION

RELIABLE // TRANSPARENT // SCALABLE // VALUABLE



En savoir plus sur [Kamstrup.com](https://www.kamstrup.com)

kamstrup



© Wilo

Pompes Nexos de Wilo en situation.

qu'il commande. À tel point qu'en installer permet d'obtenir, dans certaines situations, un Certificat d'économie d'énergie (CEE), avec les avantages associés. En clair: le fournisseur d'énergie - EDF par exemple - est lui-même tenu par ce dispositif, datant de 2005, de réaliser des économies d'énergie et peut s'en acquitter en proposant à ses clients un cofinancement pour toute opération permettant de diminuer leur consommation. Dont l'installation de variateurs de fréquence... à condition toutefois qu'ils soient reliés à des moteurs eux-mêmes efficaces.

Les opérateurs de réseaux d'eau potable ou d'assainissement ne sont pas uniquement des « chasseurs de primes », cependant. S'ils adoptent les variateurs, c'est également pour d'autres raisons. La première, spontanément citée par la plupart des intervenants, est la protection mécanique des machines. C'est particulièrement vrai pour les pompes. « Un variateur évite la fatigue mécanique d'une pompe en limitant le nombre de démarrages par heure » explique ainsi Augustin Berge, gérant d'Hydrostal France. Pascal Oroval, Responsable Formation Technique Division Services/ Pôle Expert chez Wilo, évoque lui aussi la réduction des contraintes mécaniques. « Les démarrages et arrêts progressifs limitent les à-coups, les vibrations, et l'usure des composants comme les paliers et les garnitures mécaniques » précise-t-il.

La variation de vitesse permet également d'adapter plus finement les appareils

à la tâche qui leur est demandée. En effet, malgré l'étendue des gammes de grands constructeurs, il n'existe pas une pompe strictement dimensionnée pour chaque cas de figure réel. « Nous fournissons entre autres Delta Services Location, qui intervient dans le monde de l'eau, par exemple pour du pompage temporaire en cas de travaux sur un poste de relevage. Malgré leur important parc de location, ils ne peuvent évidemment pas proposer une pompe exactement dimensionnée pour chaque demande. Pour pouvoir répondre à tous les besoins, toutes leurs pompes à partir de 15 kW sont donc équipées de variateurs de fréquence, ce qui élargit leur gamme débit-pression » explique ainsi Augustin Berge (Hydrostal).

Une adaptation qui peut également se concevoir dans le temps: il s'agit alors de réguler le fonctionnement d'un appareil. « Les installations de pompage sont souvent confrontées à des variations de demande (débit ou pression). La variation de vitesse permet de s'adapter rapidement, notamment dans les réseaux d'eau potable, les circuits industriels, ou les systèmes d'irrigation » souligne à cet égard Pascal Oroval (Wilo). « En distribution d'eau froide comme en surpression, les variateurs nous permettent surtout d'adapter le fonctionnement des pompes aux consignes, par exemple réguler le débit pour obtenir à tout moment une température, une pression ou un différentiel de pression donnés » ajoute Arnaud Dufossé, expert technique chez Wilo. Outre cet aspect de commande opérationnelle, prévoir un variateur de vitesse évite de devoir surdimensionner une installation - par exemple un réservoir sous pression ou un poste de relevage - pour être en mesure de faire face aux variations de demande.

Nicolas Smaghe, Senior Sales & Key Accounts Manager chez Sulzer, observe pour sa part: « L'utilisation d'un variateur offre notamment l'avantage de pouvoir adapter la vitesse de rotation de la pompe en fonction du débit et de la pression requis par le client, et qui permet de ne consommer que le strict nécessaire. On peut ainsi grâce à un variateur se positionner au point de rendement optimal de la courbe hydraulique en adaptant la vitesse de rotation. Cela permet de réduire parfois le NPSH requis de la

pompe en conservant la roue de diamètre max et en réduisant la vitesse à l'aide d'un variateur », avant de préciser: « Certains moteurs, notamment les moteurs synchrones (par exemple nos HST ou XRW en agitation) ne peuvent fonctionner qu'en étant associés à un variateur. Cependant, les moteurs synchrones offrent une consommation énergétique plus intéressante et surtout, pour les eaux usées, augmentent la résistance aux bouchages ou colmatages ».

Enfin, les variateurs peuvent faire remonter leurs données ou celles de capteurs associés, facilitant l'anticipation des pannes et donc la maintenance des appareils, voire le pilotage.

UNE COMPATIBILITÉ TECHNIQUE À VÉRIFIER

Certaines machines tournantes sont plus ou moins adaptées, d'un point de vue purement technique, à la variation de vitesse. Cela se joue à deux niveaux: le moteur et, pour les pompes, l'hydraulique.

« Un moteur synchrone doit être piloté par un variateur de fréquence ou un démarreur: il ne peut pas être directement relié au réseau. Aujourd'hui, tous les moteurs ne sont pas synchrones, loin de là, mais c'est la « révolution » actuelle. La demande pour ce type de moteurs est de plus en plus forte à cause des économies d'énergie qu'ils procurent - et des CEE associés » explique d'emblée Laurent Berthier, Responsable produit « eau claire » chez Xylem. Et de fait, la plupart des moteurs de nouvelle génération, dits IE5, sont synchrones, donc exigent un variateur.

Xylem a d'ailleurs sorti fin 2023 une nouvelle génération de son variateur Hydrovar, dite Hydrovar X, dont la principale nouveauté est, précisément, d'être associé à un moteur synchrone de classe IE5. « Il s'agit d'un moteur à reluctance assistée ne contenant pas de terres rares comme le néodyme, mais uniquement de la ferrite, avec tous les avantages que cela implique en termes d'approvisionnement et de bilan environnemental. La gamme allant de 3 à 22 kW convient à la grande majorité des pompes présentes sur le marché » affirme Laurent Berthier (Xylem). L'Hydrovar X, dernière itération d'un appareil introduit en 1993 (et à l'époque

1. Il s'agit des articles 14 à 17 de la loi 2005-781 du 13 juillet 2005 « de programme fixant les orientations de la politique énergétique » (voir <https://www.legifrance.gouv.fr/loda/id/JORFTEXT000000813253/>)

Traitement Air et Eau Réutilisation de l'Eau

- Garnissage structuré et vrac (air/eau)
- Dévésiculeurs et séparateurs
- Lit bactérien, Lit immergé
- Purgeur de vapeur venturi
- Décanteur lamellaire
- Ultrafiltration innovante
- Mélangeur en ligne statique et dynamique
- Couverture de bassin fixe ou flottante
- Garnissage pour MBBR
- Anneaux pour laveur de gaz
- Racleur à chaînes de fond et de surface
- Charbon actif poudre, granulé, extrudé
- Système mesure auto-alimenté et connecté



Parc d'activités des Béthunes - 2, rue du Rapporteur - 95310 Saint-Ouen l'Aumône 01 34 48 34 67 - 06 08 24 75 12 - info@horus-environnement.com

Bénéficiez de 50 ans d'expérience

Arrêtez de perdre du temps à déboucher vos pompes



CONTACT

E-Mail : france@hidrostal.com
Tél : 04 81 13 17 60
www.hidrostal.com

- ◇ De 5 à 170 kW
- ◇ IP68 à 40m
- ◇ Classe d'isolation F ou H
- ◇ 2 à 12 pôles
- ◇ Jusqu'à 66 Hz
- ◇ Maintenance facile
- ◇ Fort indice de réparabilité
- ◇ Contrôle de température
- ◇ Fonte ou Inox



100 % des clients qui ont essayé nos pompes en ont commandé une dans le mois suivant

le premier variateur « spécialisé » pour les pompes), dispose d'un écran graphique pour suivre le fonctionnement de la pompe et communique d'origine en Modbus ou BACnet.

Emmanuel Meyrand, responsable de l'activité General Motion Control chez Siemens France, confirme la tendance : « à terme la question de la pertinence d'un variateur pour telle ou telle application ou machine ne se posera plus car les moteurs de nouvelle génération l'exigent : ils ne peuvent pas démarrer sur le réseau ».

Quelle que soit la génération du moteur, la présence d'un variateur exige certaines précautions de construction sur la pompe. « La variation de fréquence peut créer un champ électromagnétique le long des câbles et engendrer des turbulences ou des parasites pour les sondes associées. Nous installons donc systématiquement des câbles blindés sur nos pompes destinées à être équipées d'un variateur. Et pour les très grosses unités (plus de 75 kW), il est même recommandé de monter des roulements isolés pour protéger le moteur » explique ainsi Augustin Berge, d'Hydrostal.

Le moteur ne constitue toutefois qu'une partie de l'équation : la partie hydraulique de la pompe a également son importance, et tous les types ne sont pas forcément adaptés à la variation de fréquence. « Sur certaines hydrauliques, cela peut faire drastiquement baisser le rendement global, alors même qu'on espérait réaliser des économies d'énergie. Les roues vortex, de manière générale, perdent en performance avec la variation de fréquence, contrairement aux roues N ou contrablock. Nos hydrauliques à vis centrifuge ne perdent pas de rendement avec la variation » affirme Augustin Berge. Même insistance chez Xylem. « Les éventuels gains de rendement réalisés sur les moteurs sont minimes par rapport aux gains réalisables sur l'hydraulique. Il faut penser à l'efficacité globale du système. Nos pompes cellulaires verticales e-SV, utilisées en eau claire, ont un très bon rendement hydraulique » revendique ainsi Laurent Berthier (Xylem). De manière générale, installer un variateur de fréquence sur une pompe au rendement hydraulique intrinsèquement médiocre et prétendre faire ainsi des économies d'énergie relève surtout de l'argument marketing... Même si ces hydrauliques

peuvent être pertinentes pour d'autres raisons, comme en particulier la résistance au colmatage.

RÉSEAUX D'EAU : OÙ LES INSTALLER ?

Un système d'eau potable comprend une étape de captation (forage ou pompage en eau de surface), puis une (ou plusieurs) usine(s) de potabilisation, suivie(s) de réservoirs (château d'eau ou réservoir de surface, voire souterrain), puis un réseau sous pression, combinant des conduites de transport et un « chevelu » de distribution. Autant d'endroits où fonctionnent des pompes de différents types. De même, en assainissement, des pompes interviennent dans la collecte - en particulier dans les postes de relevage - et dans la STEU. Celle-ci comprend également des dispositifs d'agitation et, bien sûr, les compresseurs ou surpresseurs nécessaires pour l'aération du bassin des boues activées. Donc autant de machines tournantes. Faut-il installer des variateurs sur tous ces moteurs ?

« En eau potable, nous proposons des pompes essentiellement pour les fonctions de remplissage de réservoir et de distribution. La première de ces fonctions se passe de variation de vitesse... sauf si la technologie des moteurs l'impose, évidemment. Pour la distribution, par exemple dans un immeuble, la variation est incontournable. Elle permet d'adapter

le débit à la demande, bien mieux que des vannes. » plaide Arnaud Dufossé, pour Wilo. Toujours en eau potable, Xylem intervient, entre autres pour les postes de surpression. « Que ce soit en sortie du château d'eau ou au final pour alimenter un immeuble de grande hauteur ou un centre commercial, il faut garantir une pression constante quelle que soit la demande. C'est au variateur de se « débrouiller » avec les pompes présentes - car il y en a souvent plusieurs dans un poste. Notre variateur Hydrovar peut gérer jusqu'à huit pompes sans automate externe. Comme tous les variateurs, il régule la vitesse, mais assure aussi la partie contrôle-commande en exploitant les données des capteurs de pression » expose Laurent Berthier. Xylem a récemment réalisé une station de surpression mobile installée dans un conteneur, comprenant sept pompes de 22 kW, et autant de variateurs munis de capteurs de pression. En fonctionnement normal, un des variateurs commande l'ensemble mais, en cas de problème, un autre prend automatiquement le relai.

La société Danfoss propose aussi ses variateurs de fréquence VLT® AQUA Drive, désormais équipés en option d'une fonction de surveillance conditionnelle (CBM). Le variateur de fréquence peut ainsi être utilisé comme un capteur intelligent pour surveiller l'état du moteur et de l'application, détecter



Poste de relevage rénové en 2018 avec des pompes Hydrostal de 45 kW munies de variateurs.



© Xylem

Installation d'une pompe Concertor 6020 de Xylem dans un poste de relevage.

rapidement les problèmes et trouver des solutions en amont.

« Les fonctions de surveillance sont intégrées au variateur de vitesse. Ainsi, même sans connexion au cloud ou à un automate, le dispositif doté de l'Edge Intelligence peut évaluer les données et lancer des actions. Les variateurs intelligents Danfoss peuvent échanger des données avec n'importe quel système d'entreprise ou plateforme cloud. Ils augmentent la disponibilité, optimisent l'efficacité et les besoins de maintenance, ce qui évite les temps d'arrêt coûteux et les réparations longues », explique Tony Tarmis, Business Support & Marketing Manager (Danfoss).

« Chez Kaeser, cela fait longtemps que l'intérêt du variateur est au cœur de notre recherche et développement. Nous avons même choisi de ne proposer que des machines de surpression à vis en variation de vitesse avec des variateurs intégrés directement dans nos machines et non en variation de vitesse externe. Tout d'abord, car il était important de pouvoir maîtriser les consommations énergétiques liées à la mise en place d'un variateur afin de fournir à nos clients une transparence vis-à-vis des consommations énergétiques de nos machines sur les points de fonctionnements demandés. L'intégration de variateurs sur les machines permet également une adaptation importante face à la demande d'air de nos clients qui peut être modulée en fonction de la saisonnalité, de la charge entrante ou du cycle d'épuration de la

station. Aujourd'hui 70 à 80% de nos demandes de surpresseurs pour l'oxygénation des bassins biologiques nécessitent des machines à variation de vitesse. Cela permet de moduler le fonctionnement de la machine en fonction du débit d'air réellement nécessaire à l'application », souligne ici Olivier Magnet, Responsable de marché national Basse Pression et Traitement des Eaux chez Kaeser.

Si l'eau ne circule pas sous pression dans les réseaux d'assainissement, en revanche elle est chargée de filasses (lingettes et autres débris) qui peuvent colmater les pompes et est sujette à des variations de niveau qui peuvent entraîner un fonctionnement à vide (ce que les pompes ne supportent pas). D'où des exigences de régulation différentes. La variation de vitesse peut-elle dès lors apporter un plus ? et pour quels appareils ? « Pour nous, pompistes, plus les pompes sont grosses, plus la variation de vitesse devient intéressante. C'est donc vrai dans les gros postes de relevage, notamment lorsque le débit d'arrivée des effluents varie dans la journée. La variation permet alors d'installer moins de pompes dans un même poste pour faire face aux changements de débit. Et pour les postes fonctionnant en continu, la variation de fréquence permet de lisser le débit de refoulement vers la STEU. C'est pour cela que les clients en installent souvent dans cadre de réhabilitations de postes qui auparavant fonctionnaient en démarrage-arrêt » affirme Augustin Berge (Hidrostal). Il

cite en exemple un important poste à Mulhouse, rénové en 2018 avec des pompes Hidrostal de 45 kW munies de variateurs.

Dans la plupart des cas, cependant, les postes de relevage sont équipés de pompes plus modestes pour lesquelles la variation de vitesse ne s'impose pas... sauf évidemment si elles sont équipées de moteurs de dernière génération. Chaque exploitant aura donc sa propre politique en la matière. Les fournisseurs de pompes, eux, offrent tous cette possibilité. Ainsi de Wilo ou Hidrostal, mais aussi Xylem. « En assainissement, nous avons proposé en 2011 notre premier variateur, le SmartRun, installé dans une armoire électrique. Il s'agissait alors essentiellement de réaliser des économies d'énergie. Puis en 2016 sont arrivées nos pompes Concertor 6020, dotées d'un variateur intégré. La gamme allait de 2,2 à 7,3 kW. La Concertor 6030, qui va sortir début 2025, dispose de puissances allant de 8,2 à 13,4 kW. Elle conserve les mêmes fonctionnalités : détection automatique du colmatage (et fonctionnement inversé pour déboucher), nettoyage des anneaux de graisse ou du fond du poste... » précise Mickaël Egidius, expert monitoring & control chez Xylem.

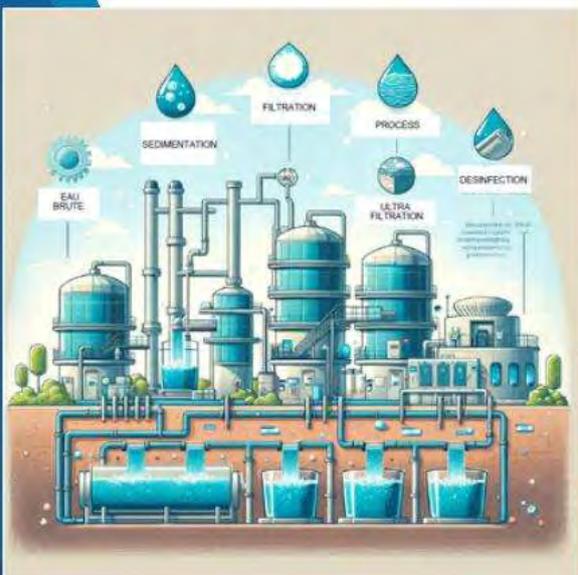
Atlas Copco propose quant à elle l'ensemble de ses gammes de surpresseurs avec variateurs intégrés. Ces derniers sont développés et conçus spécifiquement pour les applications destinées aux compresseurs, s'adaptant ainsi aux environnements difficiles dans lesquels ils peuvent être installés : « Ils sont équipés de moteurs asynchrones IE4 ou synchrones à aimants permanents IE5 pour un maximum d'économies d'énergie. En complément et pour les sites comptant un nombre de machines engagées supérieur à deux, un gestionnaire de centrale d'air Optimizer 4.0 LP peut être associé, permettant d'égaliser les temps de fonctionnement des machines, mais aussi de maximiser les consommations en optimisant le rendement global de toute l'installation », explique Atlas Copco.

La société Nidec précise pour sa part : « Le Commander ID300, notre solution de variateur intégré pour le pilotage des moteurs asynchrones IE3 IMfinity® de Nidec Leroy-Somer, comprend une application pompe intégrée qui remplit les principales fonctions exigées par une application de pompage avec régulation de la pression (pression constante / débit

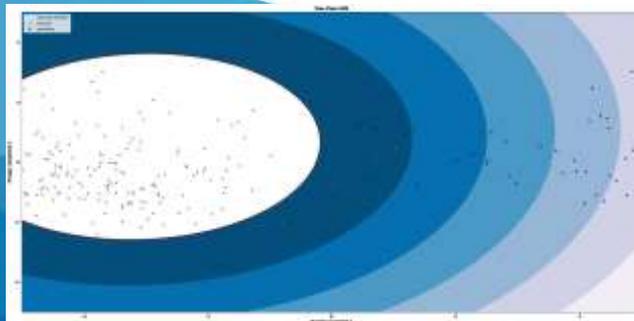


LIMEC

Laboratoire d'Imagerie Macroscopique
par Effet Couronne



- Une seule mesure pour la détection d'anomalies en continu sur la qualité des eaux et des solutions aqueuses
- Une application du couplage réussi de LIMEC (Imagerie Macroscopique à Effet Couronne) et de l'Intelligence artificielle

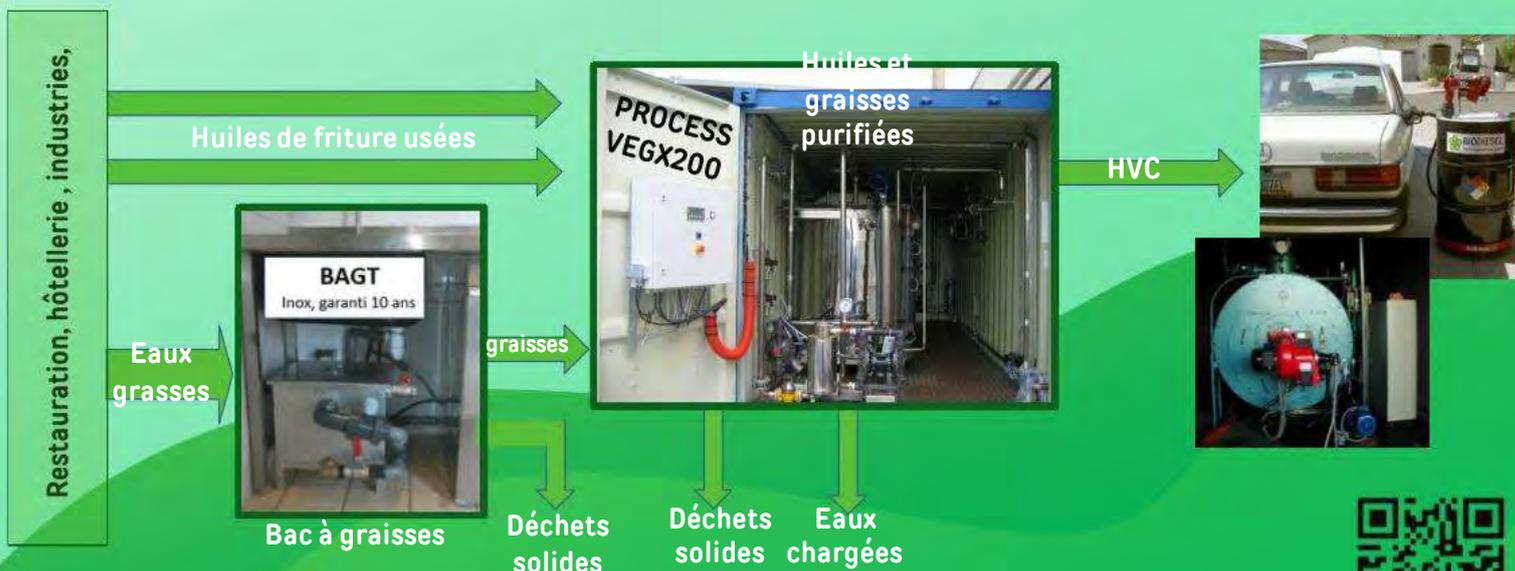


LIMEC, groupe Sarl Développement Durable, contact@limec.fr +33 (0)5 61 32 15 12



DEVELOPPEMENT DURABLE SARL

BAGT & VEGX200, les étapes de la valorisation des huiles et graisses usées



Sarl Développement Durable, contact@sarl-developpementdurable.fr tél : +33 (0)5 61 32 15 12

variable). Cette fonctionnalité permet au système de gérer une pompe principale et de mettre en route jusqu'à trois pompes de soutien pour maintenir une pression constante si un débit élevé est nécessaire ».

Avant d'observer, sur les tendances actuelles du marché: « En pleine expansion, nous savons les pompistes en demande de vitesse variable, intégrée ou non. Nous le constatons au travers de leurs sollicitations orientées en ce sens. L'électronique est de plus en plus présente dans la mesure où les besoins en fonctionnalités s'étendent (SCADA, communication, régulation). Les normes, liées aux économies d'énergie toujours plus contraignantes, justifient l'emploi des variateurs conjugué aux progrès d'efficacité des moteurs et des pompes elles-mêmes. Les règles érigées par la Commission Européenne via l'Éco-conception pourraient donc être revues par l'instauration de l'approche « produit étendu » et d'un index de mesure EEI (« Energy Efficiency Index ») afin de générer et d'évaluer les économies au niveau du système global et non plus de la seule partie hydraulique ».

La question, enfin, ne se pose pas pour l'aération en STEU: c'est le principal poste de dépense énergétique d'une station, et la variation de vitesse apporte ici indéniablement des avantages. Et ce d'autant plus que la commande est assez simple. La consigne ne dépend en effet que du besoin en oxygène du bassin, les machines (compresseurs) étant « protégées » des aléas mécaniques: pas de risque de bouchage, de cavitation ou de fonctionnement à vide ici.

DU VARIATEUR À LA SOLUTION: LA COMMANDE

Un variateur de fréquence n'est somme toute qu'un composant électronique modulant à la demande la vitesse du moteur et donc, par exemple, le débit d'une pompe ou d'un compresseur. L'important est bien, précisément, la « demande ». Autrement dit: comment est piloté le variateur (d'où viennent les consignes)? comment est remontée

l'information, vers où, et surtout pour quoi faire ?

Selon les besoins, la commande peut aller d'une boucle locale sur contrainte fixe à un pilotage par une hypervision pour prendre en compte des contraintes métier, voire une maintenance préventive, en passant par la « simple » supervision (scada, GTC). « Un variateur exige une consigne, qui peut se réduire à une boucle locale de type marche-arrêt, mais son véritable intérêt est d'être aussi une centrale de mesure. Remonter ces données à la supervision pour les exploiter, éventuellement à l'aide d'intelligence artificielle, permet par exemple de suivre l'état de santé de la chaîne cinématique, même sans ajouter de capteur supplémentaire » résume Emmanuel Meyrand (Siemens). La société Mitsubishi Electric propose également une large gamme de variateurs intégrant désormais des outils de maintenance préventive: « La série F800 est spécialement dédié aux acteurs de la filière de l'eau, elle est disponible de 0.75kW à 630kW. Soucieux de relever les défis et les problématiques de cette filière, nous avons développé des outils de maintenance préventive intégrée à nos variateurs. Elle équipe ainsi sa dernière génération de variateur E800 (de 0.1kW à 22 kW) d'un capteur de corrosion intégrée permettant de détecter une usure prématurée du variateur dans des milieux sévères. Ses variateurs ont également un PLC intégré, permettant un pilotage autonome », explique Abderrahim Hadji, Ingénieur Application (Mitsubishi Electric).

Un variateur génère en effet des données sur le courant (tension, intensité, fréquence), qui peuvent certes demeurer dans l'appareil pour son propre usage mais aussi être « remontées » pour, par exemple, réaliser une analyse vibratoire. A cela peuvent s'ajouter des capteurs extérieurs. « Notre variateur Hydrovar X est muni d'entrées 4-20 mA ou 0-10 pour fonctionner avec des capteurs externes de débit, pression, température... On peut ainsi, par exemple, lui appliquer une consigne de pression constante dans l'eau à distribuer. Il est

également compatible avec notre plateforme Avensor de surveillance globale des installations » précise Laurent Berthier (Xylem).

En assainissement, Xylem s'appuie plutôt sur la pompe Concertor. « Elle peut fonctionner seule, en tout ou rien, auquel cas le variateur intégré sert juste à réduire la taille de l'armoire, ou exploiter son variateur avec différents modules pour différents types de consignes. Elle peut aussi remonter les informations à la supervision. Cela se faisait via automate tiers jusqu'en 2023, mais nous avons alors sorti notre propre système d'automatisme, le Nexicon. Il permet également de gérer d'autres variateurs du marché » précise Mickaël Egidius (Xylem). Et pour les exploitants ne disposant pas de supervision, Xylem propose son service cloud Avensor.

« C'est l'exploitant qui décide de ce qu'il demande à un poste de relevage, par exemple. Il peut installer simplement des contacteurs de niveau haut et bas mais le variateur n'aura alors comme fonction que de faire tourner la pompe, à vitesse fixe. En installant une sonde de niveau (piézo ou radar), il devient possible de laisser le variateur moduler le fonctionnement des pompes pour respecter une enveloppe de niveau (et de vitesse) prédéfinie » explique pour sa part Augustin Berge, d'Hydrostal.

Spécialiste de l'automatisme, Siemens propose tout un panel de solutions, à commencer par de l'instrumentation, des variateurs de vitesse Sinamics, des automates standard Simatic ou typés process. Pour les couches supérieures (supervision, scadas), Siemens propose Simatic PCS Neo (ou Simatic PCS 7).

À partir de données provenant, par exemple, de variateurs de vitesse de type Altivar, Schneider exploite sa solution EcoStruXure d'analyse des données et de commande/surveillance. Elle comporte une partie d'analyse (PME pour Power Monitoring Expert) et une de commande (MM pour Motor Management). A cet effet l'Altivar dispose d'un double port Ethernet et d'un Webserver intégré. ●