

Les turbocompresseurs HST de Sulzer, installés en station d'épuration, sont une solution privilégiée sur les sites à fort débit pour améliorer le rendement énergétique et accompagner la modernisation des installations.

ARTICLE INTERACTIF



# Compresseurs et surpresseurs d'air: tirer le meilleur parti de chaque technologie

Adrien Ruffert

## Abstract

Long considered mere utilities, air compressors and blowers now occupy a central place in wastewater treatment plants. Their selection, considering energy consumption, technological diversity, and mechanical and digital innovations, determines the performance, reliability, and overall cost of the installations. Recent developments in efficiency, connectivity, and smart control further strengthen their role in process optimization.

Longtemps considérés comme de simples utilités, les compresseurs et surpresseurs d'air occupent désormais une place centrale dans les stations d'épuration. Entre poids énergétique, diversité technologique et innovations mécaniques et numériques, leur choix conditionne la performance, la fiabilité et le coût global des installations. Les évolutions récentes en matière de rendement, de connectivité et de pilotage « intelligent » renforcent encore leur rôle dans l'optimisation des procédés.

**D**ans une station d'épuration (STEP), les compresseurs et surpresseurs d'air assurent l'aération des bassins. Ils fournissent l'air nécessaire au fonctionnement du procédé biologique. Sans cet apport, le traitement ne peut pas se maintenir dans des conditions normales d'exploitation. « Les surpresseurs sont les poumons de la

station d'épuration », comme le compare Nicolas Rastelli, ingénieur technico-commercial chez Aerzen. L'image est simple mais elle résume la situation : la production d'air est directement liée à la stabilité du procédé. « L'analogie avec les poumons est très juste ; l'aération est vitale pour la station de traitement. Il faut donc des machines performantes



## SOLUTIONS D'AÉRATION COMPLÈTES : SURPRESSEURS & DIFFUSEURS

LA PERFORMANCE ÉCONOMIQUE  
DE VOTRE AÉRATION COMMENCE  
PAR LA BONNE COMBINAISON.

Large gamme de technologies  
à haut rendement énergétique :  
turbocompresseurs et  
surpresseurs à vis

- Portefeuille de produits jusqu'à 2 500 mbar(g) avec un débit maximal de 70 000 m<sup>3</sup>/h
- Processus biologiques à haut rendement
- Grilles d'aération complètes
- Rétrofit de bassins existants
- Améliorations énergétiques optimisées



**ROBUSCH**<sup>®</sup>



Découvrir les  
surpresseurs  
Robuschi

**SSI Aeration**



Découvrir les  
diffuseurs d'aération  
SSI Aeration



© Kaeser

Les surpresseurs à variation de vitesse illustrent l'évolution des technologies d'aération vers davantage de précision et d'efficacité énergétique dans les STEP.

«L'aération biologique reste de loin l'application principale, aussi bien en eaux usées municipales qu'industrielles. On observe une montée en puissance des besoins sur les petites et moyennes stations, qui recherchent désormais les mêmes niveaux de performance énergétique et de fiabilité que les grandes installations», indique Karine Bannier, de Sulzer. Au-delà de l'aération des bassins, l'air basse pression intervient dans d'autres étapes du cycle de l'eau. Il est utilisé pour le dessablage, certains procédés de flottation, le maintien en suspension des boues, l'oxydation, la désulfuration, ou encore certains procédés industriels (agroalimentaire, mines, transport pneumatique...). Dans tous les cas, il s'agit d'un élément de process qui ne relève pas d'une simple utilité périphérique.

«La régulation du débit d'air est alors un point central. Les installations doivent s'adapter à des variations de charge. Produire trop d'air génère une surconsommation électrique, et, à l'inverse, en produire insuffisamment dégrade le traitement. La performance ne dépend donc pas uniquement de la puissance installée, mais aussi, et surtout, de la capacité à ajuster précisément la production d'air aux besoins réels. « Les compresseurs et surpresseurs deviennent critiques dès que le procédé sort d'un régime stable: variations de charge hydraulique, qualité d'effluents, épisodes pluvieux, contraintes saisonnières ou mesure de l'oxygène dissous (OD). Dans ces situations, l'installation a besoin d'un système d'air capable de réagir vite, de fonctionner en charge partielle avec un bon rendement et de supporter des démarrages fréquents sans pénaliser la fiabilité », explique Karine Bannier.

Cette fonction pèse lourd dans le fonctionnement global des installations. «L'aération représente entre 40 et 70 % de la consommation énergétique d'une station d'épuration», rappelle, quant à elle, Karine Bannier, responsable Service Projets chez Sulzer. La production d'air constitue donc, dans la majorité des cas, le premier poste de consommation électrique. Certes moins visibles que les pompes, les compresseurs et surpresseurs occupent ainsi une place stratégique dans les STEP modernes. Ils se situent à l'intersection de trois enjeux: qualité du traitement, maîtrise de l'énergie et fiabilité de l'exploitation. Cette réalité explique l'attention croissante portée à leur choix et à leur intégration dans l'installation, de la part des utilisateurs et des fournisseurs tels qu'Aerzen, Atlas Copco, Bauer, Boge, Busch Vacuum Solutions (membre du Busch Group), Continental Industrie, Enerfluid, Ingersoll Rand - Robushi, Kaeser, Novair, Sulzer et Xylem.

La question n'est pas seulement technique, elle est donc aussi économique. « Les surpresseurs peuvent représenter 50 à 60 % du coût énergétique total d'une STEP », renchérit Nathalie Lauricella, Environment Market Development Manager EMEAI chez Robuschi, une marque du groupe Ingersoll Rand. Le choix d'un équipement influe ainsi directement sur la facture énergétique annuelle et sur les coûts d'exploitation à long terme. Dans ce contexte, la continuité de service devient essentielle. « Sans aération, l'activité bactérienne chute et tout le procédé se dégrade », souligne Adrien Ligot, Business Developer Marché Environnement chez Busch Vacuum Solutions. Une interruption d'aération n'est pas anodine et peut entraîner une dégradation rapide des performances de traitement.

«L'aération biologique reste de loin l'application principale, aussi bien en eaux usées municipales qu'industrielles. On observe une montée en puissance des besoins sur les petites et moyennes stations, qui recherchent désormais les mêmes niveaux de performance énergétique et de fiabilité que les grandes installations», indique Karine Bannier, de Sulzer. Au-delà de l'aération des bassins, l'air basse pression intervient dans d'autres étapes du cycle de l'eau. Il est utilisé pour le dessablage, certains procédés de flottation, le maintien en suspension des boues, l'oxydation, la désulfuration, ou encore certains procédés industriels (agroalimentaire, mines, transport pneumatique...). Dans tous les cas, il s'agit d'un élément de process qui ne relève pas d'une simple utilité périphérique.



© Aerzen

Aerzen propose des technologies à lobes, à vis et des turbocompresseurs. L'enjeu est de dimensionner au plus juste: trop de puissance génère une surconsommation, alors qu'une capacité insuffisante limite la performance du traitement.



Surpresseurs à vis ZS4 VSD pilotés par un gestionnaire de centrale Basse Pression Optimizer 4.0 LP

## Passez au niveau supérieur...



Turbocompresseurs ZB5 VSD+ pilotés par des gestionnaires de centrale Basse Pression Optimizer 4.0 LP

# BooZtez les performances de vos installations avec les machines Basse Pression ATLAS COPCO.

Vos installations sont stratégiques et le coût de l'électricité représente plus de 80% des dépenses liées à l'utilisation d'une machine surpresseur ou compresseur.

Il est donc primordial d'avoir les meilleures technologies en place pour bénéficier de l'utilisation la plus performante.

Notre réponse à cela est simple : vous offrir un choix large et les meilleurs produits

ATLAS COPCO, leader mondial de l'air comprimé et 1er fabricant à avoir obtenu la certification ISO8573-1 classe 0 (machines "Z"), vous propose une large gamme de machines Basse Pression innovante et performante.

Parmi les machines proposées, vous trouvez notamment :

- des surpresseurs à vis ZS entraînés par des moteurs asynchrones IE4 ou synchrone à aimant permanent IE5, pour des débits de 300 à 12000 m<sup>3</sup>/h et des puissances de 18 à 315 kW.
- des turbocompresseurs ZB VSD+ entraînés par des moteurs synchrones à aimants permanents IE5, pour des débits de 3000 à 20000 m<sup>3</sup>/h et des puissances de 110 à 400 kW.

Nos objectifs :

- Efficacité énergétique
- Disponibilité
- Durabilité
- Satisfaction client

Pour cela, nous apportons un savoir-faire de plusieurs dizaines d'années, les compétences de plusieurs usines de productions dans le monde avec des centres en Recherche & Développement, une centaine de techniciens qualifiés répartis sur le territoire français et une équipe commerciale disponible et experte.





Robuschi propose une gamme complète pour les applications de traitement de l'eau, avec, ici, des surpresseurs à lobes, des compresseurs à vis, des turbocompresseurs et des turbocompresseurs multiétagés.

Si l'aération constitue le principal usage des compresseurs et surpresseurs dans une STEP, les configurations ne sont plus standardisées. Les procédés se diversifient, les contraintes évoluent. Le choix technologique dépend désormais étroitement de l'application. «Le traitement de l'eau évolue vers des procédés plus compacts et plus performants, comme les MBBR (Moving Bed Biofilm Reactor), les MBR (Membrane BioReactor) ou encore les unités de réutilisation des eaux usées (REUT)», observe Nathalie Lauricella, de Robuschi. Ces procédés nécessitent souvent une aération plus précise et une meilleure adaptation aux variations de charge.

### APPLICATIONS ET TECHNOLOGIES: COMPRENDRE LES CHOIX POSSIBLES

Dans ce contexte, le choix technologique dépend du procédé et des objectifs énergétiques. Les constructeurs proposent aujourd'hui des surpresseurs à lobes, des compresseurs à vis et des turbocompresseurs afin de couvrir différents besoins en débit et en pression. Les exigences croissantes en matière d'efficacité énergétique, renforcées par l'évolution réglementaire et la modernisation des installations, conduisent les exploitants à comparer les solutions en fonction de leur rendement réel et de leur capacité à s'adapter aux variations de charge.

Le choix ne repose donc pas uniquement sur la puissance installée. Il dépend du profil de charge, de la stabilité du procédé et des objectifs énergétiques. Un équipement performant à pleine charge peut se révéler moins adapté si l'installation fonctionne majoritairement à charge partielle. «Après le besoin réel

du procédé, l'efficacité énergétique globale "wire-to-air" (pas uniquement le rendement de compression), la fiabilité et le coût global sur le cycle de vie, nous insistons beaucoup sur le coût total de cycle de vie : l'énergie et la maintenance pèsent bien plus que l'investissement initial», rappelle Karine Bannier, de Sulzer. «La directive européenne sur les eaux résiduaires urbaines (DERU 2) va renforcer les exigences en matière d'efficacité énergétique – elle demande la neutralité – et accélérer la modernisation des installations», analyse Olivier Magnet, responsable de marché national Basse pression & Traitement des eaux chez Kaeser. Cette évolution réglementaire pousse les exploitants à réévaluer leurs équipements à mesure que la performance énergétique devient un critère structurant.

Les constructeurs ont ainsi élargi leurs gammes. «Nous proposons des technologies à lobes, à vis et des turbocompresseurs afin d'adapter la solution aux besoins réels de chaque application», précise Nicolas Rastelli, d'Aerzen. L'enjeu est de dimensionner au plus juste: trop de puissance génère une surconsommation, alors qu'une capacité insuffisante limite la performance du traitement. «Invent ne produit que des surpresseurs turbines haute vitesse, car il s'agit de la solution la plus économe en énergie. Le fait que nous produisions à la fois la production de l'air et le système d'aération dans le bassin (et, si nécessaire, le système de mélange) nous permet de garantir les performances du système complet en termes de consommation d'énergie et de production d'oxygène. Le surpresseur iTurbo a été développé récemment, comparé à ceux de nos concurrents, ce qui a permis d'apporter plusieurs

améliorations à sa conception», indique Jantoon Reyers, représentant d'Invent en France.

Par ailleurs, l'air surpressé n'est pas toujours la seule réponse. «Dans certains cas, l'utilisation d'oxygène pur peut être plus pertinente que l'air surpressé», indique Georges Hubert Hetzel, Marketing Specialist Aquaculture & Water Treatment chez Novair. Cette approche concerne des situations lorsque, notamment, les effluents sont très chargés ou que l'on atteint les limites physiques du transfert d'oxygène par aération». Cela illustre toutefois un point essentiel: le choix technologique dépend d'abord du procédé.

Les applications liées à l'eau potable ou à certains usages industriels ajoutent d'autres paramètres. Pression requise, qualité de l'air, continuité d'exploitation ou contraintes d'encombrement peuvent orienter la décision. Ce panorama montre surtout qu'il n'existe pas de solution universelle... car les technologies se complètent plus qu'elles ne s'opposent. L'analyse du procédé, du profil de charge et des objectifs énergétiques reste déterminante.

### DES CHOIX STRUCTURANTS SUR LE LONG TERME

Dans une STEP, le coût d'un compresseur ou d'un surpresseur ne peut pas être évalué uniquement à partir de son prix d'achat. La dimension énergétique est centrale. «Sur la durée de vie d'un compresseur, environ 10% du coût correspond à l'investissement, 80% à l'énergie et 10% à la maintenance», rappelle Olivier Magnet, de Kaeser. Cette répartition modifie profondément l'analyse économique. Un écart de rendement, même limité, peut représenter



La pompe sèche à béc rotatifs de Busch Vacuum Solutions, adaptée aux marchés comme le traitement de l'eau, offre une compression sans contact ni huile, ce qui réduit l'entretien et garantit une fiabilité durable.

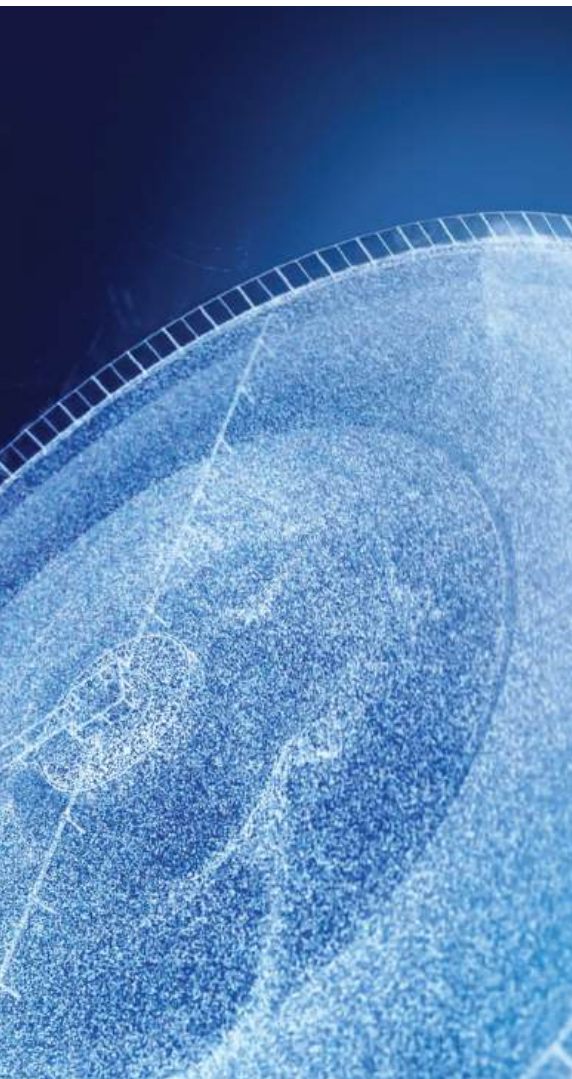
Turbocompresseur HST™ 10

## Encombrement réduit, durée de vie plus longue

Le HST 10 est notre compresseur le plus compact et le plus efficace à ce jour. Sans huile et refroidi par air, les lubrifiants nocifs ainsi que les liquides de refroidissement dangereux sont écartés. Les paliers magnétiques actifs n'engendrent aucune usure mécanique et prolongent de ce fait la durée de vie tandis que les silencieux intégrés créent un environnement de travail plus silencieux.

Rendre le traitement des eaux usées et les processus industriels plus durables que jamais.

Pensez plus petit : [go.sulzer.com/makingwaterwork/hst10](http://go.sulzer.com/makingwaterwork/hst10)





© Atlas Copco

Atlas Copco a sorti de nouvelles versions comme les surpresseurs à vis ZS 3 et ZS 4 « re-design », qui se positionnent comme références en termes de performance énergétique.

un volume significatif de kilowattheures économisés chaque année.

La performance énergétique devient donc un critère déterminant. Les évolutions technologiques récentes ont porté sur l'amélioration des rendements internes, la réduction des pertes mécaniques et l'optimisation des moteurs. « Les turbocompresseurs permettent de réduire significativement la consommation énergétique par rapport aux technologies traditionnelles », explique Karine Bannier, de Sulzer. Sur des installations à fort débit, cette réduction peut justifier un projet de modernisation. « L'efficacité énergétique doit être vue au niveau global, c'est-à-dire ce que va vraiment consommer le système, y compris tous ses accessoires (alimentation de puissance, refroidissement, contrôle...). Considérer la machine seule peut amener à des choix à contre-sens de gains d'économie d'énergie plus importants sur le long terme », précise Sébastien Ruffier, responsable Développement Activité Turbo Compresseurs chez Continental Industrie.

L'efficacité ne dépend pas uniquement du type de machine, mais aussi de son mode de fonctionnement. Les charges hydrauliques et polluantes varient en permanence. Produire un débit d'air constant conduit souvent à surdimensionner la production. L'intégration de variateurs de vitesse permet ainsi d'ajuster précisément la production d'air aux besoins réels du bassin. La modulation du débit limite les pertes énergétiques et améliore la stabilité du procédé.

Les innovations récentes sont multiples et ne se limitent pas à la régulation. Sur le plan mécanique, les progrès sont également notables. Chez Aerzen, les nouvelles générations de compresseurs à vis permettent de générer environ 10 % de gains supplémentaires en efficacité énergétique. Appliqué à des équipements fonctionnant en continu, ce gain devient structurant sur la durée de vie de l'installation. Même son de cloche chez Atlas Copco où l'innovation demeure très active avec les sorties récentes de nouvelles versions comme les surpresseurs à vis ZS 3 et ZS 4 « re-design » ainsi que les turbocompresseurs ZB 5 « Flow Cut » et ZB 7 VSD+, qui se positionnent comme



© Continental Industrie

Les dernières évolutions de pilotage des turbomachines de Continental Industrie permettent une optimisation de chaque instant du meilleur point de performance énergétique de ses équipements.

références en termes de performance énergétique. En complément de l'aspect énergétique, la société suédoise apporte des solutions Plug & Play avec variateurs intégrés dans le capotage, qui offrent aux exploitants une facilité d'installation inégalable, sans oublier les fonctions indispensables au pilotage par régulation de débit ou pression et la connectivité sur l'ensemble de ses gammes destinées au marché du traitement des eaux (surpresseurs à lobes, surpresseurs à vis et turbocompresseurs).

### DES MACHINES DE PLUS EN PLUS CONNECTÉES

L'innovation concerne aussi la durabilité des équipements. « Nous développons des matériaux plus résistants à la corrosion et des systèmes de surveillance "intelligente" à distance », précise Adrien Ligot, de Busch Vacuum Solutions. Dans des environnements humides et, parfois, agressifs, la résistance des composants conditionne la fiabilité. La surveillance à distance permet ainsi d'identifier rapidement des écarts de fonctionnement et d'anticiper des interventions. « L'une des évolutions majeures réside dans la fiabilité qui induit le prolongement de la durée de vie des systèmes d'aération. La technologie à paliers magnétiques de nos turbocompresseurs HST supprime tout contact mécanique: il n'y a ni huile, ni usure, ni engrenage. Cela se traduit par une très haute efficacité énergétique, une maintenance minimale et une grande disponibilité, même dans des régimes très variables. C'est une approche orientée procédé et



# AERZEN EXPECT PERFORMANCE

Surpresseurs, compresseurs,  
turbocompresseurs, moteurs IE3, IE4 et plus,  
toujours une solution économe en énergie.



Aerzen France - 10, Avenue Léon Harmel - 92168 ANTONY CEDEX  
email : [france@aerzen.com](mailto:france@aerzen.com)



© Novair

Novair propose des générateurs d'oxygène sur site intégrant compresseur, sécheur et stockage. Des solutions modulables en débit et pression permettent d'ajuster la pression finale d'O<sub>2</sub> au besoin, pour optimiser la consommation énergétique.

exploitation, pas seulement machine», constate Karine Bannier, de Sulzer. La transformation la plus marquante est ainsi d'ordre technologique, en rapport avec la connectivité des équipements. «Les machines deviennent de plus en plus connectées grâce à l'IoT, au cloud et à l'intelligence artificielle (IA)», observe Nathalie Lauricella, de Robuschi. Une véritable révolution en matière de management des procédés d'économie d'énergie et de maintenance préventive. L'exploitation des données ouvre donc la voie à un pilotage plus fin. Les paramètres de fonctionnement peuvent être ajustés en continu en fonction des besoins réels; une évolution qui favorise l'optimisation énergétique et la maintenance prédictive. Dans ce contexte, le choix d'une technologie ne se limite plus à comparer des

caractéristiques techniques nominales. Il suppose d'évaluer le rendement en conditions réelles, la capacité d'adaptation aux variations de charge, la facilité d'intégration dans un système de supervision, ainsi que les perspectives d'optimisation sur le long terme. L'approche par coût global de possession (TCO) s'impose progressivement. L'investissement initial devient un point d'entrée, mais la consommation énergétique, la disponibilité des équipements et la qualité du pilotage déterminent la performance économique réelle. Les innovations mécaniques, numériques et énergétiques convergent ainsi vers un objectif commun: produire la quantité d'air strictement nécessaire, avec le meilleur rendement possible et un haut niveau de fiabilité. ●

**KAESER, plus d'air comprimé avec encore moins d'énergie**



# Turbevap<sup>®</sup>

Evapo-concentrateur d'effluents industriels aqueux

Réduit jusqu'à 98% le volume de déchets liquides à éliminer

Revalorise vos effluents industriels aqueux sous forme d'eau distillée

Construction plastique : très bonne compatibilité chimique

Simple d'utilisation et tolérante aux variations de l'effluent

Faible consommation énergétique : 25 à 65kWh/m<sup>3</sup> traité

Capacité de traitement de 0,5 à 32m<sup>3</sup>/jour par machine

[www.leviathan-dynamics.com](http://www.leviathan-dynamics.com)

139 rue Rateau, 93120 LA COURNEUVE

Tél : 01 48 38 22 45 - E-mail : [contact@leviathan-dynamics.com](mailto:contact@leviathan-dynamics.com)