



LIVRE BLANC SUR LA GESTION DE LA PRESSION

# RÉALISEZ DES ÉCONOMIES D'EAU, D'ÉNERGIE ET DE COÛTS GRÂCE À LA GESTION DE LA PRESSION

LE DDD DE GRUNDFOS RÉDUIT LES FUITES DANS VOTRE RÉSEAU, AUGMENTE le rendement ÉNERGÉTIQUE ET DIMINUE LES COÛTS DE FONCTIONNEMENT ET DE MAINTENANCE.

MOYENNES ÉTABLIES SUR LA BASE D'INSTALLATIONS ÉQUIPÉES  
DEPUIS 2014

**15 %**  
DE  
RÉDUCTION  
DES FUITES

**25 %**  
D'ÉCONOMIES  
D'ÉNERGIE

**35 %**  
DE RÉDUCTION DU  
NOMBRE DE RUPTURES  
DE CANALISATIONS

## GRUNDFOS ISOLUTIONS



PUMP CLOUD SERVICES

## Sommaire

Introduction .....	2
Perspectives historiques récentes .....	3
Avantage n° 1 : Taux de fuite de l'eau non facturée .....	5
Avantage n° 2 : Rendement énergétique .....	6
Avantage n° 3 : Coûts de fonctionnement et de maintenance .....	7
Avantages pour la gestion des ressources, les clients et les collectivités ...	9
Opportunités et solutions .....	10
Résolution des problèmes liés à la gestion de la pression .....	12
Liste de références .....	14

Préparé par Marco Fantozzi (Studio Marco Fantozzi, Italie).

Contributeurs :

Allan Lambert (Water Loss Research & Analysis, UK),  
Carsten Skovmose Kallesøe, Abdul-Sattar Hassan,  
Danny Stærk, Sune Lieknins Neve,  
Morten Riis (Grundfos Holding A/S, Denmark).

## INTRODUCTION

La gestion de la pression est un outil efficace pour réduire le taux de fuite de l'eau non facturée (NRW), améliorer le rendement énergétique et réduire les coûts de fonctionnement et de maintenance. Dans le présent document, nous vous présenterons les avantages que la gestion de la pression offre dans ces domaines, surtout maintenant que les modèles prévisionnels de la fréquence de rupture des canalisations sont plus précis. Les résultats de recherche les plus récents indiquent que le principal avantage de la gestion de la pression est l'augmentation de la durée de vie de l'infrastructure.

**L'un des grands défis** auquel doivent faire face de nombreuses municipalités est la manière de gérer les grandes quantités d'eau non facturée. Bien que toute l'eau non facturée ne soit pas obligatoirement imputable à une fuite, il est prouvé qu'une gestion inefficace des pressions des installations de distribution d'eau provoque de nombreuses fuites importantes et des ruptures de canalisations, et qu'elle entraîne bien d'autres conséquences néfastes comme une réduction de la durée de vie de l'infrastructure.

Par ailleurs, les pénuries et la qualité de l'eau sont des questions qui préoccupent de plus en plus le grand public, surtout lorsque celles-ci entraînent un ralentissement de la croissance dans les villes et pays aux quatre coins du globe. De plus, l'énergie représente le coût le plus important après la main d'œuvre pour la plupart des exploitants.

On s'attend donc à ce que le marché des services de traitement et de transport de l'eau continue sa croissance rapide tandis que les parties prenantes recherchent de nouvelles solutions efficaces de traitement des eaux ainsi que des technologies et approches permettant d'améliorer les ressources en eau et la gestion de la distribution.

Cependant, de nombreux exploitants ont du mal à établir des modèles économiques convaincants et à procéder au remplacement ou à la mise à niveau des réseaux de distribution devenus obsolètes et inefficaces, alors que les efforts mis en œuvre pour améliorer la gestion des réseaux et ainsi économiser de l'argent ne sont que peu valorisés dans les réglementations.

**La gestion de la pression** représente un énorme potentiel en termes d'amélioration de l'efficacité et apaise les craintes relatives aux pénuries d'eau. De fait, la gestion de la pression est à présent reconnue comme étant la base d'une gestion

optimale de l'alimentation en eau et des installations de distribution. Parmi les avantages de la gestion de la pression, on retrouve non seulement des avantages liés à la préservation de l'eau rendue possible par la réduction du débit des fuites, mais également des avantages directs pour les exploitants et les clients, découlant de la réduction du nombre de ruptures et fuites. Citons par exemple la réduction des coûts de réparation et de rétablissement de la distribution, la réduction de la responsabilité civile et de la mauvaise publicité, la diminution des coûts de contrôle actif des fuites, le report du renouvellement des infrastructures et l'allongement de la durée de vie des raccordements principaux et de maintenance. Les problèmes au niveau des branchements et des installations de plomberie des clients sont également moins fréquents, ce qui entraîne à son tour une réduction du nombre de plaintes.

**L'objectif général du présent document** est d'expliquer et de démontrer les avantages relatifs à la mise en place d'une gestion de la pression basée sur les résultats de recherche les plus récents, les méthodes inspirées des meilleures pratiques développées par l'équipe de gestion de la pression du groupe spécialisé dans les pertes d'eau de l'Association internationale de l'eau (IWA) ainsi que les outils avancés et les technologies disponibles. Trois avantages majeurs liés à la mise en place de la gestion de la pression d'eau seront abordés en détail : **l'eau non facturée, le rendement énergétique et les coûts de fonctionnement et de maintenance**. De plus, les dernières avancées en matière de recherche concernant l'évaluation des avantages offerts par la gestion de la pression et la manière dont les exploitants peuvent tirer profit d'une solution à grande échelle, seront détaillées.

### QU'ENTENDONS-NOUS PAR GESTION DE LA PRESSION ?

La gestion de la pression peut être définie comme **« la manière de gérer le plus efficacement possible les pressions d'une installation afin de garantir un approvisionnement efficace permettant de satisfaire aux besoins et aux demandes des consommateurs, tout en réduisant toute pression superflue ou excessive, dans le but de prévenir les fluctuations et les contrôles de niveau erronés provoquant des fuites inutiles »**.

Définition de l'équipe de gestion de la pression du groupe de travail consacré aux pertes d'eau de l'IWA.

## PERSPECTIVES HISTORIQUES RÉCENTES

Ces dernières années, l'accent a été mis sur la gestion de la pression des installations de distribution d'eau potable au fur et à mesure que les pays et les exploitants ont pris conscience des nombreux avantages que cette gestion pouvait leur offrir. Pourquoi cet intérêt soudain ?

Des essais réalisés sur des systèmes japonais et britanniques datant de 1980 ont mis en avant un rapport moyen approximatif entre la pression et le débit des fuites supérieur à la relation en racine carrée théorique entre la pression et la vitesse de refoulement via une zone à orifice fixe. Cela est dû au fait que la zone de certains types de fuites peut varier en fonction de la pression.

En 2003, l'équipe de gestion de la pression du groupe de travail consacré aux pertes d'eau de l'IWA a commencé à rassembler et publier ses propres recherches et recommandations afin d'inciter les exploitants à présenter leurs études de cas lors des colloques internationaux consacrés aux pertes d'eau. Le modèle FAVAD (zones de refoulement fixes et variables), recommandé comme le concept de prévision du rapport pression/débit des fuites basé sur les meilleures pratiques, est à présent utilisé partout dans le monde.

Les études de cas présentant une réduction des ruptures de canalisations grâce à une gestion de la pression sont encore peu nombreuses et il n'est pas

courant pour les exploitants de renseigner publiquement les fréquences de rupture des canalisations suite à des problèmes de pression, même lorsque celles-ci collectent des statistiques de rupture nationales relatives aux différents types de matériaux utilisés pour les canalisations. Par conséquent, peu de professionnels savent que la gestion de la pression peut avoir une influence sur la fréquence de rupture des canalisations, hormis dans le cas des fluctuations de pression. Cette perspective a commencé à évoluer lorsque Thornton et Lambert (2006, 2007) ont publié 112 ensembles de données provenant de 10 pays, prouvant que des réductions significatives des fréquences de rupture ont été observées après la mise en place d'un système de gestion de la pression. Ces ensembles de données s'accompagnaient :

- d'un concept d'explication global (« la goutte qui fait déborder le vase ») ;
- de méthodes pratiques et rapides permettant d'identifier les zones à fort potentiel de réduction des ruptures sur les canalisations principales et/ou de maintenance.

**Zone à orifice fixe : Les fuites des canalisations en fonte se comportent telle une zone à orifice fixe. Dans ce type de fuite, le débit de la fuite dépend de la pression selon la formule  $q=K p^n$  où  $n=0,5$**

**Zone à orifice dépendant de la pression : Dans les zones à orifice dépendant de la pression, l'orifice présent au niveau de la canalisation s'ouvre en fonction de la pression. Cela signifie que le débit de la fuite augmente plus vite sous l'effet de la pression que dans le cas d'un orifice à zone fixe. Dans ce type de fuite, le débit de la fuite dépend de la pression selon la formule  $q=K p^n$  où  $n>0,5$ . Dans les réseaux constitués de différents types de canalisations, une valeur  $n$  autour de 1 s'avère généralement un bon choix (A. Lambert, 2000)**

La perspective d'une réduction du nombre de réparations dues à des ruptures et des coûts associés ainsi que l'amélioration potentielle de la gestion a généré un plus grand intérêt pour la gestion de la pression au niveau international. Des centaines de projets ont vu le jour depuis 2007 et, lorsque des études de cas sont présentées lors de conférences ou publiées, les avantages offerts par la gestion de la pression sont généralement reconnus comme étant les suivants :

- réduction des débits des fuites ;
- réduction éventuelle de la fréquence de rupture des canalisations principales et de maintenance ;
- allongement de la durée de vie de l'équipement.

**Les nombreux avantages offerts par la gestion de la pression sont à présent reconnus**

Les exploitants qui souhaitent pouvoir justifier l'investissement en termes de gestion de la pression doivent être en mesure de prévoir ces avantages, qui sont variables d'une situation à l'autre.

Les conclusions des recherches les plus récentes relatives à la compréhension et à la prévision du rapport entre la pression et les ruptures sont résumées dans la publication de Lambert, Fantozzi et Thornton (2013). Quelques exemples sont présentés ici. Des informations plus détaillées sont données dans une série de documents disponibles sur [www.leakssuite.com](http://www.leakssuite.com).

La gestion de la pression offre également d'autres avantages comme la réduction des coûts du contrôle actif des fuites et un meilleur service après-vente vu que les interruptions de l'alimentation en eau sont moins nombreuses. À l'heure actuelle, la gestion de la pression n'est pas uniquement utilisée pour contrôler les fuites, mais également pour gérer la demande et l'infrastructure, et préserver l'eau.

La figure 1 représente la dernière version d'un modèle utilisé pour la première fois lors d'un récent projet de recherche australien et plus récemment avec une variante « énergie » (Fantozzi et al, 2013), qui résume les différents avantages de la gestion de la pression.

Les avantages liés à la gestion de la pression présentés dans le tableau peuvent être regroupés en trois grandes catégories (fuites, rendement énergétique et coûts de fonctionnement et de maintenance). Ces trois catégories vous sont présentées plus en détail ci-dessous.

GESTION DE LA PRESSION : RÉDUCTION DES PRESSIONS MOYENNES ET MAXIMALES								
AVANTAGES EN TERMES DE PRÉSERVATION DE L'EAU			AVANTAGES POUR LES EXPLOITANTS			AVANTAGES POUR LES CONSOMMATEURS		
RÉDUCTION DES DÉBITS			RÉDUCTION DES FRÉQUENCES DE RUPTURE ET DE FUITE					
Réduction de la consommation excessive ou indésirable	Réduction des débits des fuites et ruptures	Réduction et utilisation plus efficace de l'énergie	Réduction des coûts de réparation et de rétablissement dans le réseau pour les canalisations principales et de maintenance	Réduction des coûts de responsabilité et de la mauvaise publicité	Reports du renouvellement et plus longue durée de vie de l'infrastructure	Réduction des coûts du contrôle actif des fuites	Réduction des plaintes des clients	Réduction du nombre de problèmes au niveau de la plomberie et des appareils des clients
								

Figure 1: Les multiples avantages offerts par la gestion de la pression

## AVANTAGE N° 1 : TAUX DE FUITE DE L'EAU NON FACTURÉE

L'eau non facturée équivaut à la différence entre la quantité d'eau introduite dans l'installation de distribution et la quantité d'eau facturée aux consommateurs. Des quantités élevées d'eau non facturée affectent la viabilité financière des exploitants puisqu'elles entraînent une perte de recettes et des coûts de fonctionnement élevés.

Les coûts totaux liés à l'eau non facturée sont estimés au bas mot à 14 milliards de dollars américains par an. Selon le département énergie et eau du Groupe de la Banque Mondiale (2006), un tiers de ces pertes se concentre dans les pays en voie de développement.

L'eau non facturée inclut la consommation autorisée non facturée (lutte contre les incendies, rinçages, etc.) et les pertes apparentes (telles que les erreurs de compteur en faveur du client et la consommation non autorisée). Il s'agit ici d'eau consommée mais non facturée sur laquelle la gestion de la pression n'influe que très légèrement. Le reste de l'eau facturée, c'est-à-dire les fuites et trop-pleins au niveau des canalisations principales et des installations de distribution d'eau, représentent un gaspillage des ressources qui peut généralement être fortement réduit par une bonne gestion de la pression.

Le taux de fuite de l'eau non facturée varie de 95 % à 50 % en fonction du niveau des pertes apparentes dues à un vol ou à une erreur de compteur en faveur du client, qui sont souvent plus importantes dans les installations où les clients disposent de réservoirs de stockage.

En moyenne, les débits des fuites individuelles varient de manière linéaire par rapport à la pression moyenne de la zone. En réduisant à la fois la fréquence et le débit des fuites, la gestion de la pression permet de diminuer la somme dépensée pour la production et/ou l'achat d'eau, ainsi que la consommation d'énergie requise pour pomper et traiter l'eau. Des solutions de pompage intelligentes associées à des régulateurs de pression avancés peuvent permettre d'obtenir une différence significative; cependant, il faut tout de même accorder le plus grand soin à l'identification des parties de l'installation de distribution qui bénéficieront le plus de la gestion de la pression ainsi qu'au choix du système de gestion de la pression le mieux adapté.

***La meilleure solution à long terme est de concevoir des installations qui fonctionnent de manière continue à des pressions modérées (Pearson et Lambert, 2013).***

**AVANTAGE N° 2 : RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE**

Les installations d'adduction d'eau requièrent une grande quantité d'énergie à tous les niveaux de la production de l'eau et de la chaîne d'alimentation que sont le captage, le traitement et les stations de pompage.

Pour la plupart des exploitants, l'énergie représente le coût le plus important après la main d'oeuvre. Selon l'agence de protection de l'environnement américaine (EPA), les installations de traitement de l'eau et des eaux usées coûtent 4 millions de dollars américains par an (pompage, distribution, collecte, traitement et épuration).

L'EPA et d'autres experts estiment également que la consommation d'énergie des sociétés de traitement de l'eau et des eaux usées va augmenter de plus de 20 % dans les 15 prochaines années. De plus, environ 90 % de l'énergie utilisée dans le cadre de la distribution d'eau est consommée par les installations de pompage.

Dans les grands réseaux d'eau, les coûts énergétiques peuvent représenter 80 % à 90 % des coûts totaux du cycle de vie des stations de pompage (DOE et al, 2001 ; Abelin et al, 2006 ; HI&PSM, 2008 ; Veness, 2007). Le rendement énergétique représente une

opportunité extraordinaire de réaliser d'importantes économies vu l'augmentation attendue des prix de l'énergie (EUROSTAT, 2009).

Il apparaît donc clairement que le développement et la mise en oeuvre de solutions permettant de réduire significativement la consommation et le coût de l'énergie consommée est une bonne approche pour gérer efficacement les installations de distribution d'eau. Historiquement et encore à l'heure actuelle, les fonctions de régulation de la majorité des installations sont prévues pour faire face aux contraintes opérationnelles et aux demandes, sans tenir compte des inconvénients causés par des paramètres de pression trop élevés au sein du réseau. Cela est principalement dû à l'absence de technologies adaptées pour gérer les dépenses et au manque de connaissances en ce qui concerne les conséquences et les coûts associés à une pression excessive inutile.

***La gestion de la pression offre de nouvelles possibilités en termes de réduction des coûts énergétique si elle s'accompagne d'une planification et d'un fonctionnement optimal des pompes.***

**LA GESTION DE LA PRESSION OFFRE DES AVANTAGES QUANTIFIABLES**

Grundfos a acquis une très grande expérience en matière de gestion de la pression grâce à sa solution de distribution pilotée par la demande. Dans les trois cas suivants, le potentiel d'économies d'énergie réalisable grâce à la gestion de la pression a été démontré grâce à la solution de distribution pilotée par la demande, prouvant ainsi les avantages de cette approche. Par ailleurs, l'expérience a montré que des économies supplémentaires allant jusqu'à 50 % peuvent être réalisées en remplaçant les pompes existantes par des solutions de pompage plus récentes.

**Cas 1 : Bucarest, Roumanie**

APA-NOVA Bucarest a récemment installé une nouvelle solution Grundfos pour gérer la pression dans l'une de ses stations de pompage de Bucarest. L'objectif premier est d'optimiser la pression de la pompe alimentant la ville afin de réduire les fuites et la quantité d'énergie utilisée. L'objectif est également de maintenir la satisfaction des clients à son niveau actuel. Le fait de passer d'une pression constante à une pression proportionnelle grâce à la distribution pilotée par la demande de Grundfos a eu l'effet suivant :

- La consommation d'énergie a diminué d'environ 15 %

**Cas 2 : Talca, Chili**

Essbio au Chili s'est donné pour mission de continuer à fournir un service de bonne qualité à la clientèle tout en améliorant le rendement de son usine de Tejas Verde. Grundfos y a mis en place un régulateur de distribution pilotée par la demande destiné à gérer la pression au début de l'année 2013, ce qui a eu l'effet suivant :

- La consommation d'énergie a diminué d'environ 28 %

**Cas 3 : Skagen, Danemark**

Frederikshavn Forsyning, la compagnie des eaux desservant la municipalité de Frederikshavn au Danemark est une référence en termes d'installation réussie d'un système de gestion de la pression. Citons par exemple le quartier de Skagen, où l'installation d'un régulateur de distribution pilotée par la demande a permis d'aboutir à une meilleure protection du système et a eu l'effet suivant :

- La consommation d'énergie a diminué d'environ 17 %

### AVANTAGE N° 3 : COÛTS DE FONCTIONNEMENT ET DE MAINTENANCE

L'Europe à elle seule compte 3,5 millions de kilomètres de réseaux de distribution d'eau (EUREAU, 2009). Les exploitants doivent faire face à de nombreux défis en ce qui concerne ces réseaux de distribution. Au cours des 10 à 30 ans à venir, une grande partie des réseaux de distribution d'eau devra être réhabilitée. En s'appuyant sur l'expérience des plus grands exploitants européens et en prenant en compte l'état et la performance des réseaux de distribution d'eau, on peut estimer à 20 millions d'euros par an la somme qui sera nécessaire pour rénover les réseaux de distribution européens.

Il est donc urgent de procéder à une hiérarchisation et une optimisation de ces investissements:

#### Hiérarchisation stratégique et affectation des investissements

L'utilisation d'outils de gestion de la pression dynamique peut permettre d'économiser entre 10 % et 15 % des dépenses en procédant à un investissement stratégique. Sur la base de l'estimation des investissements nécessaires au niveau européen susmentionnée, ces outils de gestion de la pression dynamique peuvent permettre une économie annuelle pouvant atteindre 2 millions de dollars américains.

#### Relation entre la pression et la fréquence de rupture

Jusqu'à tout récemment, les calculs utilisés pour procéder à l'évaluation de l'intérêt d'un système de gestion de la pression étaient basés uniquement sur les économies prévisionnelles découlant de la réduction des débits des fuites existantes.

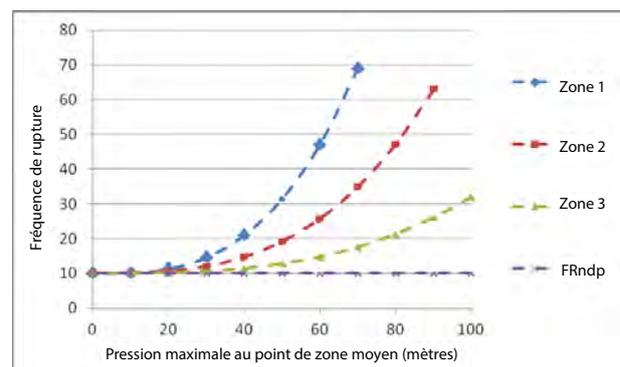
Thornton et Lambert (2006, 2007) ont démontré qu'une réduction de la pression dans les zones à fréquence de rupture élevée peut avoir une influence substantielle sur la diminution du nombre de ruptures et que des modèles prévisionnels différents étaient requis pour les canalisations principales et de maintenance. 112 études de cas menées dans 11 pays montrent un pourcentage de réduction moyen de la fréquence de rupture équivalent à 1,4 fois le pourcentage de réduction de la pression moyenne des canalisations principales.

En s'appuyant sur les fréquences de rupture actuelles et récentes relevées sur les canalisations principales (par 100 km/an) et sur les raccordements de maintenance (par 1 000 entretiens/an), il a été possible de prédire rapidement si la gestion de la pression pouvait permettre de réduire les ruptures à la fois au niveau des canalisations principales et de maintenance, au niveau d'un seul de ces types de canalisation, ou au niveau d'aucun des deux. Ces prévisions qualitatives et quantitatives simples se

sont avérées très efficaces pour cibler rapidement les zones où la période de retour sur investissement d'un système de gestion de la pression serait la plus courte.

Des recherches récentes ont permis d'établir des prévisions améliorées pour toute une série de fréquences de rupture et sur la manière dont la gestion de la pression peut apporter certains avantages (Lambert, Thornton et Fantozzi 2013). Il est important de souligner que des économies importantes peuvent fréquemment être réalisées grâce à une très faible réduction de la pression, comme vous pouvez le voir à la figure 2.

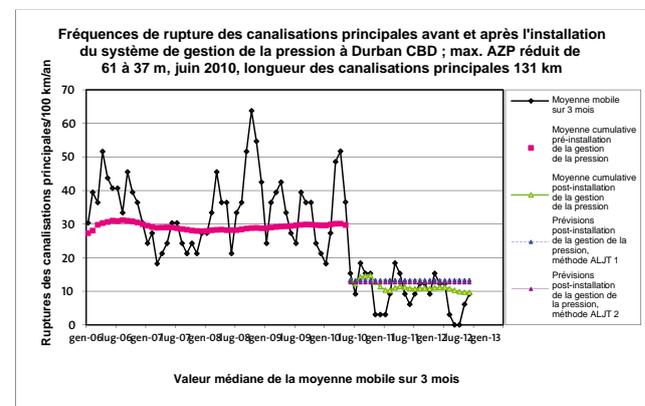
Figure 2: Rapport particulier entre AZPmax (pression max. au point de



zone moyen) et fréquence de rupture des zones individuelles (reproduction avec l'accord de WLRand Ltd).

La figure 3 présente les changements réels et prévisibles en termes de fréquence de réparation des canalisations principales du quartier central des affaires de Durban, en Afrique du Sud, basés sur les deux méthodes prévisionnelles pour les matériaux mixtes de canalisations principales (amiante-ciment, plastique, acier, fonte). Les variations saisonnières de la fréquence de rupture des canalisations principales et de maintenance ont été fortement réduites, ce qui a également entraîné une diminution significative des coûts de réparation globaux.

Figure 3: Fréquences de réparation des canalisations principales avant et



après l'installation d'un système de gestion de la pression dans le quartier central des affaires de Durban. On note une réduction de plus de 50 % de la fréquence de rupture et donc des économies similaires en ce qui concerne les coûts de maintenance (reproduction avec l'accord de la municipalité d'Etshkewini (Durban).

Les derniers rapports établis entre la pression et la fréquence de rupture (voir figures 2 et 3) sont à présent utilisés pour prévoir sur un plan pratique les modifications de la fréquence de rupture dans un nombre sans cesse croissant de pays et de situations. Toutefois, les avantages financiers les plus significatifs restent le report du renouvellement des canalisations et l'allongement de la durée de vie de l'infrastructure, comme expliqué ci-dessous.

#### **Report des travaux de renouvellement, hiérarchisation stratégique et affectation des investissements**

Les réductions significatives des fréquences de rupture des canalisations principales et de maintenance faisant suite à une gestion de la pression à grande échelle commencent à avoir une influence sur le nombre et le choix des canalisations à renouveler chaque année. Les exploitants qui procèdent au remplacement de leurs canalisations principales et de maintenance sur la base de critères liés au service après-vente tels que « X ruptures sur Y km en Z ans » conservent à présent certaines canalisations principales ou de maintenance qu'ils auraient auparavant remplacées. Les premiers chiffres venant d'Australie indiquent que les économies financières peuvent représenter plusieurs fois les économies annuelles réalisées en termes de coûts de réparation des ruptures.

Une analyse précise est nécessaire afin d'identifier les parties de l'installation de distribution qui bénéficieront le plus de la gestion de la pression et d'en évaluer les avantages spécifiques.

***L'utilisation d'outils de gestion de la pression dynamique peut permettre d'économiser en procédant à un investissement stratégique.***

#### **Quelle influence la gestion de la pression a-t-elle sur la consommation ?**

Certains exploitants craignent une perte potentielle de recettes si elles procèdent à une réduction de la pression. Les modifications apportées à la pression peuvent avoir une influence sur les composants ou la consommation mesurée. La gestion de la pression peut ainsi résulter en une modification des montants facturés aux clients sur la base du relevé de leur compteur.

Les modèles prévisionnels récemment développés en Australie indiquent qu'il est possible de prévoir de probables changements au niveau de la consommation en raison de la modification de la pression moyenne de l'installation, du pourcentage de la consommation annuelle résidentielle hors du domicile (arrosage ou lutte contre les incendies), de la présence de réservoirs de stockage privés et/ou de l'utilisation de pompes autoamorçantes privées.

Cependant, que les réductions de consommation liées à la gestion de la pression soient considérées comme un avantage ou un coût, les volumes semblent généralement être particulièrement faibles par rapport à la réduction des débits des fuites, de la fréquence de rupture et de l'allongement de la durée de vie de l'infrastructure. Vu que la consommation est facturée à un prix de détail, les implications financières doivent être calculées de façon à ce que les recettes des exploitants soient prévisibles et identifiables.

## AVANTAGES POUR LA GESTION DES RESSOURCES, LES CLIENTS ET LES COMMUNAUTÉS

Voici d'autres avantages liés à la gestion de la pression.

### Gestion des ressources en eau

La gestion de la pression permet à un exploitant de modifier la pression en fonction des cycles de demande saisonniers et quotidiens, fournissant ainsi la pression de service standard minimum requise dans les locaux des clients.

Pendant les périodes de sécheresse, lorsque des restrictions sont obligatoires, les pressions peuvent encore être réduites. L'alternative consistant à imposer une alimentation intermittente est plus susceptible d'augmenter la fréquence de rupture et de provoquer des dommages irréversibles à l'installation de distribution.

Certains pays (comme l'Italie) exigent maintenant aux exploitants de déclarer la pression moyenne avec leurs calculs de bilan hydrique et leurs indicateurs de performance de l'eau non facturée. Cette méthode devait servir d'exemple.

### Amélioration du service après-vente

Les principaux organismes de contrôle se focalisent de plus en plus sur les questions relatives au service après-vente en imposant des indicateurs de performance clés relatifs aux interruptions, à la continuité de l'alimentation, à la pression minimale, etc. Les projets de gestion de la pression sont généralement conçus de sorte à satisfaire à ce critère de la manière la moins coûteuse possible.

### Réduction des perturbations pour la communauté

Les ruptures des canalisations principales et les autres dysfonctionnements importants entraînent des perturbations dans la vie quotidienne. Des milliers d'heures de productivité sont ainsi perdues et viennent s'ajouter aux coûts de réparation. Une surveillance continue de la pression et du débit, partie intégrante de la gestion de la pression, permet de réduire le nombre, la gravité et la durée des interruptions.

### Réduction des dommages sur la plomberie des clients

La pression maximale autorisée est de plus en plus souvent spécifiée et limitée dans les normes de plomberie nationales afin de prévenir la réduction de la durée de vie des équipements des clients (robinets et raccords) ainsi que le bruit.

### Coûts de responsabilité réduits

De nombreux exploitants doivent faire face à d'importantes ruptures de canalisations d'eau chaque année. Ces ruptures, en plus d'entraîner une perte conséquente d'eau et de coûter jusqu'à des millions de frais de réparation, perturbent également le quotidien des clients et entraînent des dommages aux équipements. Ce type de problème étant difficile à cacher, la presse met fréquemment l'accent sur de tels événements, ce qui donne une image négative de l'exploitant en cause et entraîne une dégradation de la satisfaction des clients. Une rupture importante peut être imputable à de nombreuses variables. Cependant une pression nocturne excessive ou des fluctuations de pression en sont souvent à l'origine. Le contrôle et la gestion de la pression permettent de réduire la fréquence et les effets dévastateurs des ruptures, d'économiser de l'argent et d'améliorer la satisfaction des clients.

## OPPORTUNITES ET SOLUTIONS

En cohérence avec les résultats de recherche les plus récents et les essais réussis effectués par certaines compagnies des eaux, nous pouvons conclure que la gestion de la pression représente l'une des meilleures

opportunités pour améliorer la performance des exploitants. La figure 4 résume les différents avantages offerts par un système de gestion de la pression amélioré pour pallier aux différents problèmes rencontrés par les exploitants.

	<b>PROBLEMES AUXQUELS DOIVENT FAIRE FACE LES EXPLOITANTS ET AVANTAGES DES DIFFÉRENTS MODES DE FONCTIONNEMENT</b>		
	<b>ALIMENTATION INTERMITTENTE: (PAS DE FONCTIONNEMENT CONTINU)</b>	<b>ALIMENTATION CONTINUE: (PRESSION EXCESSIVE )</b>	<b>GESTION OPTIMALE DE LA PRESSION: (DISTRIBUTION PILOTEE PAR LA DEMANDE )</b>
<b>EAU NON FACTURÉE - TAUX DE FUITES ÉLEVÉ</b>	Réduction des fuites en raison du temps de mise sous pression limité. Haute fréquence de rupture des canalisations principales et de maintenance. Risque élevé de contamination lorsque les canalisations ne sont pas sous pression.	Haute fréquence de rupture due aux pressions supérieures aux valeurs maximales pendant de longues périodes. Fuites élevées dues aux pressions supérieures aux valeurs moyennes requises.	Une réduction de 10 % de la pression moyenne entraîne une réduction de 10 % à 20 % du nombre de fuites annuel (en fonction des matériaux des canalisations et du type de fuite). Les projets DDD réalisés depuis 2014 montrent une réduction moyenne de 15 % des fuites et de 35 % du nombre de ruptures de canalisations.
<b>RENDEMENT ÉNERGÉTIQUE</b>	Coûts énergétiques élevés pour le pompage, vu que des débits plus importants sont nécessaires pour déplacer un volume identique.	Coûts énergétiques excessifs dus à la pression excessive lors du pompage.	Une réduction de 10 % de l'excès de pression moyen entraîne une diminution d'environ 10 % des coûts énergétiques liés au pompage. Suite à la mise en place de réelles installations équipées du DDD depuis 2014, on a pu constater une moyenne de 25 % d'économies d'énergie.
<b>FONCTIONNEMENT ET MAINTENANCE</b>	Coûts élevés de la main d'oeuvre pour les opérations de purge. Coûts de réparation élevés.	Coûts de réparation élevés Coûts de responsabilité élevés	Une réduction de 10 % de la pression moyenne permet de diminuer les coûts d'intervention pour contrôle actif des fuites de 10 %.
	Le contrôle des fuites est difficile à effectuer en raison d'une pression insuffisante.	Coûts de contrôle actif des fuites élevés en raison d'un taux plus élevé ou d'une augmentation du nombre de fuites non signalées.	Une réduction de 10 % de la pression moyenne permet de diminuer les coûts d'intervention pour contrôle actif des fuites de 10 %.
	Durée de vie limitée en raison d'un mauvais fonctionnement et de fluctuations dans la pression.	Durée de vie limitée en raison d'une pression excessive.	Report des renouvellements, allongement de la durée de vie de l'infrastructure. Cet avantage peut être significatif ; des méthodes prévisionnelles de réduction de la pression sont en cours de développement.

**Figure 4:** trois différentes approches de contrôle, évaluées par rapport à leur effet sur les fuites d'eau, le rendement énergétique et les coûts de fonctionnement et de maintenance.

Lorsque l'on envisage d'installer un système de gestion de la pression, le premier objectif est d'identifier la présence de fluctuations de pression et de minimiser leurs effets indésirables. Le deuxième objectif est de passer d'une alimentation intermittente vers une alimentation continue (également appelée alimentation 24/7), le cas échéant avec une pression plus faible. La réduction des ruptures grâce à un contrôle des fluctuations de pression et au ralentissement du remplissage des installations est l'un des aspects clés de cette approche. L'autre aspect essentiel est qu'une faible pression continue réduit les débits des fuites lorsque l'installation est sous pression.

Une réduction de seulement 10 % de l'excès de pression moyen et maximum entraîne une réduction des fuites, une diminution des ruptures de canalisations, un report des travaux de renouvellement, un allongement de la durée de vie de l'infrastructure et des économies d'énergie. Cela permet aux exploitants d'économiser une partie significative de leur budget et d'amorcer un cercle vertueux afin de procéder à de meilleurs investissements et d'offrir un service amélioré. En réduisant le nombre de fuites d'eau, la gestion de la pression permet de diminuer la somme dépensée pour la production et/ou l'achat d'eau, ainsi que la consommation d'énergie requise pour pomper et traiter l'eau de distribution.

De nos jours, il existe des méthodes et concepts permettant de calculer les périodes de retour sur investissement et les avantages financiers offerts par les différentes options de gestion de la pression au niveau des divers éléments de l'installation de distribution des exploitants (Lambert A, Thornton J et Fantozzi M, 2013).

***En pratique, les avantages offerts par la gestion de la pression doivent être évalués au cas par cas par rapport au coût réel de l'installation d'un programme de gestion de la pression***

### **La gestion de la pression est actuellement l'opportunité à saisir !**

Des pompes intelligentes et des régulateurs de pression peuvent être mis en oeuvre dans le cadre de la gestion de la pression afin de faire face aux défis énumérés ci-dessus. La sensibilisation aux avantages d'un système de gestion de la pression dans les installations de distribution combinée aux méthodes pratiques permettant de profiter de ces avantages, qui varient d'une situation à l'autre, ainsi que la réalisation d'une étude financière relative à un tel investissement, rendent cela possible. De plus, les avancées technologiques permettent d'obtenir des données améliorées pour le réglage, la commande et le contrôle de la pression ainsi que de quantifier et certifier les résultats obtenus.

Il est important de considérer l'analyse de rentabilité relative à l'utilisation de technologies de gestion de la pression adaptées comme une alternative aux lourdes dépenses d'investissement, et d'évaluer les économies annuelles potentielles qui peuvent être réalisées grâce à l'installation d'un système de gestion de la pression.

### **La voie à suivre**

La mise en oeuvre de systèmes de gestion de la pression devrait exploser lorsque les exploitants en comprendront clairement l'utilité et qu'il sera plus facile d'en chiffrer les avantages. Le présent document a pour objectif de mettre en avant les différentes barrières et opportunités existantes afin d'aider les exploitants à prendre des décisions en termes de gestion de la pression basées sur une approche rigoureuse, analytique et sensée.

Bien que nécessaire, cette réflexion n'est pas suffisante pour encourager une adoption à grande échelle des systèmes de gestion de la pression. Seul un effort commun des principales parties prenantes permettra de redéfinir l'industrie de l'eau afin de faire face aux défis imminents liés aux pénuries et à la qualité de l'eau. Ci-dessous, vous trouverez quelques réflexions initiales sur les possibilités d'accélérer l'adoption des systèmes de gestion de la pression.

### **Les acteurs du secteur de l'eau doivent intervenir**

Si les acteurs du secteur de l'eau unissent leurs forces, les défis clés listés ci-dessous auxquels ils devront faire face pour installer les systèmes de gestion de la pression ne seront pas insurmontables :

- **Manque de connaissance au sujet des avantages potentiels**

La plupart des exploitants ne mesurent pas réellement les avantages qu'ils peuvent tirer d'un système de gestion de la pression. La conception de nouvelles installations capables de fonctionner à de faibles pressions constantes (voir page 6, Pearson & Lambert) serait très bénéfique.

- **Manque de budget**

Parmi les solutions qui permettraient de lever les obstacles en la matière, on trouve les contrats établissant un partage des risques réduisant l'investissement de départ, et les fournisseurs tiers qui installent les solutions techniques et analysent les données.

- **Absence de soutien politique et réglementaire**

Un soutien réglementaire et des bonus financiers stimuleraient l'intérêt pour la gestion de la pression, en commençant par les zones dans lesquelles les ressources en eau sont limitées et où il est de ce fait important de préserver l'eau et de l'utiliser de manière rationnelle.

## **RÉSOLUTION DES PROBLÈMES LIÉS À LA**

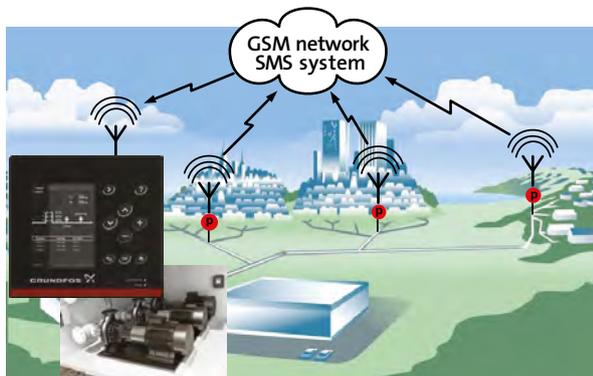
## GESTION DE LA PRESSION

Comme décrit ci-dessus, la gestion de la pression est l'une des technologies clés en matière d'amélioration du fonctionnement des réseaux de distribution d'eau.

Afin de bénéficier de la meilleure gestion possible, les pressions du réseau doivent être mesurées et les stations de pompage contrôlées sur la base desdites mesures. Cependant, une communication en ligne entre les capteurs de pression du réseau et la station de pompage est coûteuse et difficile à mettre en oeuvre. Ce problème est résolu grâce à la technologie de distribution pilotée par la demande de Grundfos, présentée à la figure 5.

La technologie de distribution pilotée par la demande mesure la pression au sein du réseau grâce à un certain nombre d'enregistreurs de données sans fil qui transmettent les valeurs mesurées et enregistrées au régulateur de la distribution pilotée par la demande via un réseau GSM par le biais d'un SMS par jour et par capteur. Les valeurs mesurées sont utilisées par un régulateur intelligent adaptatif qui commande la station de pompage. Il permet de maintenir le réseau à la pression souhaitée sans recourir à de pénibles analyses ni devoir reconfigurer le système afin qu'il fonctionne correctement.

**Figure 5:** Le régulateur de la distribution pilotée par la demande connecté aux capteurs de pression du réseau via un réseau GSM permet de



commander les pompes conformément aux données enregistrées grâce à un algorithme de commande intelligent adaptatif.

Les fluctuations de pression sont l'une des causes les plus importantes de la formation de fissures dans les canalisations. Afin de prévenir les fluctuations au niveau de la station de pompage, le régulateur de distribution pilotée par la demande veille à assurer une augmentation standard de la pression par l'intermédiaire de la fonction de montée en pression progressive. La distribution pilotée par la demande permet de

commander la pression en fonction des conditions de service données. Exemple :

- Dans une situation **d'alimentation continue**, la distribution pilotée par la demande permet de maintenir un niveau de service optimal tout en générant des économies liées à la réduction de la quantité d'eau non facturée, améliorant le rendement énergétique et réduisant les coûts de fonctionnement et de maintenance.
- Dans les zones touchées par des périodes de sécheresse, il est possible de réduire les fuites et la consommation d'eau en diminuant la pression du réseau sans que cela entraîne un risque de contamination.
- Lorsque les pénuries d'eau sont gérées grâce à une alimentation intermittente, la gestion de la pression avancée permet de limiter la consommation d'eau tout en excluant tout risque de contamination, et de réduire la fréquence de rupture généralement associée à une alimentation intermittente.

### Nouvelles idées techniques et progrès dans le domaine de la gestion de la pression

La gestion de la pression est en plein développement, ce qui inclut des recherches relatives aux avantages offerts par la gestion de la pression ainsi que de nouvelles technologies et modalités. Voici quelques-uns des points examinés :

- Technologies intelligentes visant à optimiser la distribution, la pression des pompes et la pression des régulateurs
- Rapports pression/ruptures et influence sur les matériaux des canalisations
- Validation des résultats et implications d'une plus longue durée de vie
- Directives d'analyse des fluctuations des systèmes de transmission et de distribution d'eau
- Gestion de la pression dans les zones à très faible pression

### Conclusion

La gestion de la pression représente une véritable opportunité pour les exploitants auxquels elle permettrait de réaliser des économies financières importantes. Le temps est venu de saisir cette opportunité, vu que nous disposons à présent de suffisamment de connaissances en ce qui concerne les relations entre la gestion de la pression et les avantages qui y sont liés et que suffisamment d'exploitants témoignent d'un succès prouvé.

Dans un futur proche, les municipalités devront faire face à d'importants défis en termes de gestion des ressources en eau. La gestion de la pression représente une manière efficace de réduire la quantité d'eau non facturée, d'améliorer le rendement énergétique et de diminuer les coûts de fonctionnement et de maintenance.

La distribution pilotée par la demande de Grundfos permet de gérer la pression des installations de pompage pour solutionner les problèmes abordés dans le présent document, ce qui offre bien des avantages pour la gestion des ressources, les clients et les communautés :

- **Gestion des ressources en eau**  
Modification de la pression en fonction des cycles de demande saisonniers et quotidiens tout en fournissant une pression minimale suffisante au client.
- **Amélioration du service après-vente**  
Satisfaction des exigences imposées en termes d'interruptions, de continuité de l'alimentation et de pression minimale à moindre coût.
- **Réduction des perturbations pour la communauté**  
Réduction de l'impact et de la durée des ruptures des canalisations principales et des autres dysfonctionnements importants.
- **Réduction des dommages sur la plomberie**

#### **des clients**

Respect des normes de plomberie nationales qui imposent une limitation de la pression maximale autorisée dans les canalisations.

- **Coûts de responsabilité réduits**

Contribution à la réduction de la fréquence et des effets dévastateurs des ruptures de canalisations, tout en permettant aux exploitants d'économiser de l'argent et d'améliorer la satisfaction des clients.

#### **REMERCIEMENTS**

Ce livre blanc a été préparé par Marco Fantozzi (Studio Marco Fantozzi, Italie) avec la participation d'Allan Lambert (Water Loss Research & Analysis, UK), Carsten Skovmose Kallesøe, Abdul-Sattar Hassan, Danny Stærk, Allan Nielsen, Jørgen Bach et Morten Riis (Grundfos Holding A/S, Danemark). Les auteurs remercient l'association des compagnies des eaux australiennes, la municipalité d'Ethekwini (Afrique du sud), l'APA-NOVA Bucarest (Roumanie), Essbio (Chili), Frederikshavn Forsyning (Danemark) ainsi que les autres exploitants qui nous ont autorisés à nous appuyer sur leurs données et expériences dans le présent document. Nous remercions également les membres du groupe spécialisé dans les pertes d'eau pour leur contribution considérable dans le cadre des recherches en cours sur les avantages offerts par un système de gestion de la pression.

## LISTE DE RÉFÉRENCES

**Groupe de travail consacré aux pertes d'eau de l'IWA :**  
(<http://www.iwahq.org/r8/networks/specialist-groups/list-of-groups/water-loss.html>)

**Lambert A, (2000):**

What do we know about pressure: Leakage relationships in distribution systems? Conférence IWA sur l'approche systémique du contrôle des fuites et de la gestion des installations de distribution d'eau, Brno, République tchèque, 2000.

**Lambert A, (2002):**

International Report on Water Losses Management and Techniques: Water Science and Technology: Water Supply Vol. 2, n° 4, août 2002

**Thornton J and Lambert A (2006):**

Managing Pressure to reduce new breaks. Water 21, Déc. 2006, 24-26

**Thornton J and Lambert A (2007):**

Pressure management extends infrastructure life and reduces unnecessary energy costs, Pertes d'eau 2007 : actes de conférence, Bucarest, Roumanie, 23-26 septembre 2007.

([http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2007\\_ThorntonLambert-IWA-Bucharest-2007P.pdf](http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2007_ThorntonLambert-IWA-Bucharest-2007P.pdf))

**Lambert A, Thornton J et Fantozzi M, (2013):**

Practical approaches to modeling leakage and pressure management in distribution systems – progress since 2005. 12e Conférence internationale sur les techniques informatiques et le contrôle de l'industrie des eaux, Pérouse, septembre 2013 Leakssuite  
([http://www.leakssuite.com/wp-content/uploads/2012/11/CCWI\\_Sep2013paper\\_Pressure-burstsALMFJT-1-2003-2013K1.pdf](http://www.leakssuite.com/wp-content/uploads/2012/11/CCWI_Sep2013paper_Pressure-burstsALMFJT-1-2003-2013K1.pdf))

**Pearson D et Lambert A (2013):**

Accounting for Water Leakage and Managing Performance, 'Sustainable Cities, building for the future'; Action climatique, programme environnemental des Nations Unies, juin 2013. ISBN : 978-0-9570432-8-2

**DOE, HI, Europump (2001):**

Pump Life-Cycle costs: A Guide to LCC analysis for pumping systems, US Department of Energy's Office of Industrial Technologies (OIT- DOE), Hydraulic Institute, Europump.

**Abelin, S., Pritchard, M., Sanks, R. (2006):**

Chapitre 29 – Costs, in Jones, G, Bosserman, B., Sanks, R., Tchobanoglous, G. (eds), Pumping Station Design – 3e édition, Elsevier, EUA, 2006, ISBN 978-0-7506-7544-4.

**Veness, J (2007):**

Pump Energy Reduction - A Systems Approach, article présenté à l'institut d'ingénierie mécanique, 2007, Royaume-Uni.

**SENSUS (2012):**

Water 20/20 Bringing Smart Water Networks into focus, 2012.

**EUROSTAT (2009):**

Panorama of Energy - Energy statistics to support EU policies and solutions, livres statistiques EUROSTAT, Commission européenne, ISBN 978-92-79-11151-8

**Département énergie et eau du Groupe de la Banque Mondiale (2006):**

Kingdom, B, Liemberger, R, Marin, P, The Challenge of Reducing Non-Revenue Water (NRW) in Developing Countries. How the Private Sector Can Help: A Look at Performance-Based Service Contracting

**Lambert A and Fantozzi M (2010):**

Recent Developments in Pressure Management. Actes de la conférence spéciale « Pertes d'eau 2010 » de l'IWA, Sao Paulo, Brésil, juin 2010.  
([http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2010\\_LambertFantozziSaoPaoloIWA-2010H.pdf](http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2010_LambertFantozziSaoPaoloIWA-2010H.pdf))

**WSAA (2011):**

Framework for Targeting Leakage and Pressure Management. Rapport pour l'association des compagnies des eaux australiennes, rédigé par Wide Bay Water Corporation et Water Loss Research & Analysis Ltd, mai 2011, faisant partie du projet de gestion des équipements de l'association des compagnies des eaux australiennes PPS-3, révision de la signalisation des fuites et des pratiques de gestion, étape 3

**Pearson D, Fantozzi M, Soares D, Waldron T (2005):**

Searching for N2: How does pressure reduction reduce burst frequency? Fuites 2005 : actes de conférence, Halifax, Canada, septembre 2005.

**Lambert A and Thornton J (2011):**

The relationships between pressure and bursts – a ‘state-of-the-art update’. Water 21, avril 2011, 37-38

**Logiciel LAPMET (2011):**

Logiciel d'évaluation et de prévision des fuites et de gestion de la pression. Version australienne 1b, mai 2011. ILMSS Ltd Leakssuite  
([www.leakssuite.com](http://www.leakssuite.com))

**Lambert A and Fantozzi M (2008):**

Recent developments in predicting the benefits and payback periods of introducing different pressure management options into a zone or small distribution system, deuxième Conférence internationale sur la gestion des pertes d'eaux, télémétrie et SCADA dans les installations de distribution d'eau, Ohrid, Macédoine, juin 2008  
([http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2008\\_FantozziLambertMacedoniaWA-2008L.pdf](http://173.254.28.127/~leakssui/wp-content/uploads/2012/11/2008_FantozziLambertMacedoniaWA-2008L.pdf))  
Studio Marco Fantozzi - Innovative Solutions to Leverage Performance in Water Industry:  
[www.studiomarcofantozzi.it](http://www.studiomarcofantozzi.it)