

MODULE
SECTORISATION DES RESEAUX
D'EAU POTABLE

GUIDE TECHNIQUE

Version Juin 2004

Validé par la Commission Locale de l'Eau du 28 juin 2004

Préambule :

Ce guide technique constitue un des éléments du Diagnostic de l'Alimentation en Eau Potable.

L'étape de sectorisation, bien que facultative et ne constituant donc qu'une option dans la démarche de diagnostic, est fortement recommandée dans le contexte particulier du SAGE Nappes profondes de Gironde.

Ce travail sera avantageusement complété par des cahiers des charges particuliers (Modélisation, recherche de fuites, sectorisation etc....) dont certains documents types ont été publiés par le Commission Locale de l'Eau du SAGE Nappes profondes de Gironde.

I. Les principes de la sectorisation

Sur le sujet, la commission locale de l'Eau SAGE Nappes profondes de Gironde a jugé intéressant de reprendre pour partie l'article de S. LAMANDE et H. ALBALADEJO publié dans la revue TSM en juin 2002.

1.1 - Les débits de fuites

... Une fuite de 40 m³/h sera sauf exception connue puis réparée rapidement. Le volume de fuite occasionné par cette fuite sera limité à quelques centaines de m³ au maximum....

... Avec un débit moyen de 2.2 m³/h, une fuite non signalée représente un volume annuel de près de 20 000 m³/an, valeur à comparer avec celle d'une fuite de 40 m³/h évaluée ci-dessus.

Un réseau alimentant 1000 habitants (consommation moyenne 150l/j.hab + 30 l/j.hab pour usages non domestiques) et présentant une seule fuite non signalée a un rendement net de son réseau de distribution inférieur à 77% (sans prendre en compte les autres fuites réparées).

Ceci nous montre qu'en l'absence d'une politique active de recherche des fuites, notamment pour les réseaux ruraux, le rendement des réseaux peut être faible avec une variation potentielle d'une année sur l'autre très élevée dès lors qu'une nouvelle fuite apparaît et n'est pas détectée.

Pour les réseaux urbains, compte tenu d'un indice linéaire de consommation bien plus important, les rendements de réseaux sont usuellement meilleurs et moins sujets à brusque variation. Cela ne veut pas dire pour autant que les volumes de pertes soient faibles et qu'ils ne méritent pas d'être diminués.

1.2 - Les principes de la sectorisation des réseaux

La sectorisation d'un réseau consiste à le décomposer en un ou plusieurs sous-réseaux pour lesquels les volumes mis en distribution sont mesurés en permanence ou de façon temporaire.

... Le projet de norme française PR NF P15900-4 (NDLR Norme maintenant homologuée NF P15-900-4) précise en son article 5.8.4 que le comptage de l'eau aux différents étapes de sa production, de sa distribution, puis de sa fourniture aux usagers est indispensable à la maîtrise du système d'alimentation en eau. Ce comptage porte le plus souvent sur les volumes, mais il peut également porter sur la combinaison débits/volumes...

... un réseau de distribution peut être divisé en plusieurs niveaux de sectorisation en fonction de sa taille. Les fonctions de chaque niveau sont les suivantes :

- 1^{er} niveau : suivi annuel des volumes mis en distribution et des incidents sur réseau, indicateurs techniques calculés à ce niveau ;
- 2^{ème} niveau : quantification des résultats d'une campagne de recherche de fuites, suivi permanent des volumes mis en distribution et débits nocturnes (lorsque pertinents) à l'aide de la télégestion, mise en évidence de l'apparition de nouvelles fuites ;
- 3^{ème} niveau : aide à la pré-localisation des fuites par manœuvre des vannes et observation de la variation du débit.

1.2.1 - 1^{er} niveau de sectorisation

Les plus grands réseaux, villes et conurbations, peuvent avoir un 1^{er} niveau de sectorisation alimentant entre 10 000 et 200 000 branchements.

Pour les réseaux de taille moins importante et pour les syndicats intercommunaux, ce 1^{er} niveau de sectorisation est usuellement organisé sur la base des zones d'influences des différentes ressources en eau et des étages de pression.

La définition de ce 1^{er} niveau est usuellement simple et rapide, ne nécessitant pas d'études particulières et notamment pas un modèle mathématique. On instrumente usuellement tous les ouvrages du réseau (stations de pompage, réservoirs, séparation des étages de distribution).

Ce 1^{er} niveau est dans tous les cas nécessaire et il est permanent. En effet, il est vraisemblable que le réseau de distribution présente des disparités significatives en terme de sols, d'état des conduites et branchements, de niveau de fuites, de coût de l'eau (différentes ressources, différentes élévations), de solutions pour la mise en œuvre d'une politique active de recherche de fuites. Une étude des pertes au niveau de la totalité du réseau masque ces disparités et donc les opportunités d'amélioration.

C'est à ce 1^{er} niveau que doit être suivi un réseau et menée l'étude technico-économique sur son état et les dispositions à prendre pour son amélioration.

Les vannes d'isolement entre secteurs de distribution de ce 1^{er} niveau doivent être en parfait état de fonctionnement et bien connues de l'exploitant.

Les opérations de secours entre secteurs de distribution, exceptionnelles en cas de non-comptabilisation des volumes échangés, doivent être parfaitement maîtrisées de façon à conserver le caractère pérenne du secteur de distribution.

La consommation des clients doit être non ambiguë, ce qui suppose que chaque client soit rattaché à un secteur de distribution.

Devront pouvoir également être rattachés ou évalués, pour chaque secteur de ce 1^{er} niveau, les incidents sur le réseau ainsi que les coûts de l'eau mise en distribution mais également les coûts unitaires des travaux de renouvellement et d'entretien.

Les appareils de comptage permettant de mesurer les volumes et débits entrant ou sortant des secteurs de distribution de ce 1^{er} niveau doivent être raccordés au système de télégestion lorsqu'il existe afin de pouvoir s'assurer au jour le jour qu'il n'y a pas de dysfonctionnement de ces appareils.

Les volumes et débits ainsi mesurés peuvent, notamment pour les secteurs de distribution de petite taille être également utilisés pour le suivi des volumes mis en distribution, voire pour le suivi des débits nocturnes et la pré-localisation par manœuvre des vannes (voir 2^{ème} et 3^{ème} niveaux ci-après.)

Lors de la réalisation d'une étude diagnostic de réseau, il est nécessaire qu'une telle sectorisation existe avant la réalisation des campagnes de mesure.

Il est fréquent que cette phase de réalisation du 1^{er} niveau soit insérée dans l'étude diagnostic (permettant de compléter les appareils de comptage existants), le chargé d'études étant responsable de sa définition.

En effet, une étude diagnostic réalisée sur la base de données et de mesures provenant d'appareils de comptage à poste fixe permet de tenir compte, mieux qu'avec une seule campagne de courte durée (usuellement quelques jours) de l'évolution des consommations des usagers mais également de l'évolution des pertes. Les appareils installés permettront de suivre l'évolution du réseau qu'il s'avère indispensable de pouvoir réaliser.

1.2.2 - 2ème niveau de sectorisation

Contrairement au 1^{er} niveau, ce 2^{ème} niveau n'est pas indispensable pour le suivi économique des pertes sur le réseau (NDLR : il est cependant fortement recommandé par la Commission Locale de l'Eau).

C'est à l'étude technico-économique, à réaliser notamment après une campagne de recherches de fuites, de conclure sur sa nécessité.

Ce 2^{ème} niveau pourra n'être appliqué qu'à une partie du réseau de distribution sur la base :

- de points de comptage existants ;
- des conclusions de l'étude technico-économique ;
- d'opportunités se présentant de mettre en place à moindre frais des compteurs de sectorisation (réhabilitation d'ouvrages, travaux de renouvellement du réseau).

La taille de ces secteurs de distribution (donc permanents) sera fonction de celle des secteurs du 1^{er} niveau.

Seront suivis :

- l'évolution du volume mis en distribution et ceci de manière permanente ;
- l'évolution du débit minimum nocturne (usuellement volume sur une plage horaire adaptée à la consommation des usagers, par exemple entre 2 et 3h du matin lorsque cet indicateur est pertinent.

Pour les secteurs de distribution ne comprenant pas (ou très peu) de conduites en matériaux plastiques, ce niveau de sectorisation est usuellement suffisant compte tenu des derniers développements dans les outils de pré-localisation de fuite (pré-localisateurs acoustiques, certains pouvant également situer la fuite)...

... En l'absence de ce 2^{ème} niveau de sectorisation, les résultats de la campagne de recherche de fuites ne peuvent être quantifiés de façon suffisamment fine pour juger de la nécessité de recommencer. Une baisse insuffisante des volumes mis en distribution, peut en effet être due à la réparation de fuites de très faible débit (elles font souvent beaucoup de bruit), mais également à l'apparition de nouvelles fuites proches de celles venant d'être réparées.

D'autres fuites restent indétectées, masquées par les précédentes ou présentant un bruit trop faible pour être déclarées à coup sûr comme « fuite ».

L'évolution des prix et des techniques permet aujourd'hui que ce 2^{ème} niveau fasse l'objet d'un suivi par la télégestion (NDLR : c'est même fortement recommandé par la Commission Locale de l'Eau).

Les derniers développements dans ce domaine permettent aujourd'hui de rapatrier quasiment de tout point du réseau de distribution d'eau des informations de débit/volume à partir d'appareils de comptage isolés. Des enregistreurs de données équipés de modem, raccordés à la tête émettrice du compteur, permettant de communiquer, sans nécessité de raccordement à une source extérieure de courant, avec le poste central de télégestion (via le réseau téléphonique, GSM ou réseau radio).

Ceci permet de suivre, au choix de l'exploitant :

- les volumes journaliers mis en distribution ;
- les volumes nocturnes sur une plage horaire ;
- les débits minimums ;
- les indices linéaires de pertes rapportés aux indices linéaires de consommation ;
- une combinaison de ces paramètres...

... Des seuils d'alarme peuvent être paramétrés, mettant en évidence l'apparition de nouvelles fuites.

Il est également souhaitable pour ce 2^{ème} niveau, que la consommation des clients soit non ambiguë, ce qui suppose que chaque client soit rattaché à un secteur de distribution.

Lors de la réalisation d'une étude diagnostic, et en conclusion (même si l'opportunité de la mise en place d'un certain nombre d'appareils de comptage peut se présenter à l'amont de la réalisation des campagnes de mesures en complément du 1^{er} niveau de sectorisation), il appartient au chargé d'études conjointement avec le gestionnaire du réseau de bien analyser l'opportunité de la création de ce 2^{ème} niveau de sectorisation et d'en définir chaque secteur.

Pour les réseaux importants, l'assistance d'une modélisation mathématique s'avère nécessaire afin de vérifier que les débits de pointe peuvent transiter malgré la fermeture de vannes sur le réseau, et que la qualité de l'eau n'est pas dégradée du fait de ces fermetures de vannes.

En plus de la mise en place de nouveaux points de comptage, il convient de remplacer toutes les vannes séparant deux secteurs pour lesquelles il y aurait un doute sur la facilité de manœuvre et la qualité de l'étanchéité. Des purges peuvent également se révéler nécessaires sur des extrémités d'antennes créées du fait de la fermeture de vannes. Les limites des secteurs de distribution doivent parfaitement être maîtrisées par le gestionnaire du réseau, les secours entre secteurs de distribution devant rester possibles.

1.2.3 - 3^{ème} niveau de sectorisation

Ce 3^{ème} niveau de sectorisation d'aide à la pré-localisation de fuites par manœuvre de vannes, autrefois fréquent (compteurs en by-pass de vanne en regard) apparaît aujourd'hui moins nécessaire du fait du développement des pré-localisateurs acoustiques de fuites.

Indépendamment du fait qu'il est de plus en plus difficile (et cher) de mobiliser du personnel la nuit pour ce type de travail, les manœuvres de vannes sur des réseaux vétustes peuvent générer de nouvelles fuites.

Les pré-localisateurs de fuites ont cependant des limites en terme de détection, notamment pour les réseaux constitués de matières plastiques.

La réalisation de ce 3^{ème} niveau doit également résulter d'une étude technico-économique qui en définit l'importance.

Le linéaire de conduites pour un secteur (ou sous-secteur) ne doit pas être trop important afin de permettre en deux ou trois nuits maximum d'avoir, par des fermetures de vannes successives, évalué par tronçons le débit nocturne duquel est déduit le débit de fuites. Il est souhaitable ainsi de ne pas dépasser une longueur de 15 Kms.

Les compteurs sont habituellement posés en « ligne », les compteurs posés en by-pass concernant plus particulièrement les conduites de diamètre important ou de refoulement.

Sur des secteurs de très petite longueur, la pré-localisation pourrait être effectuée de jour, à une période de faible fluctuation des débits, par exemple entre 14h30 et 16h, plage horaire à valider par une analyse de débit. Les résultats peuvent être parfois douteux, notamment en cas d'étanchéité des vannes non garanties. Un débit de plusieurs centaines de l/h peut ainsi être attribué à tort à un tronçon de conduite.

Pour la localisation des fuites, la pré-localisation réalisée sur de courts tronçons permet l'utilisation de méthodes non acoustiques comme l'injection d'hydrogène dans la conduite lorsque les techniques acoustiques traditionnelles ont échoué.

1.3 - Les appareils de comptage pour la sectorisation des réseaux

1.3.1 - Exigences

Les appareils de comptage installés en limite des secteurs de distribution du 1^{er} niveau de sectorisation doivent mesurer avec une faible erreur d'indication et une bonne durabilité les volumes introduits dans les réseaux, condition indispensable pour avoir une bonne appréciation du niveau des pertes.

Pour les appareils des 2^{ème} et 3^{ème} niveau, une exigence supplémentaire est la capacité à mesurer les débits minimums, usuellement représentatifs de fuites.

Supposons un secteur de distribution dont la consommation est de 200 000 m³/an et par lequel transitent 500 000 m³/an à destination d'un secteur de distribution situé à l'aval. Avec un volume introduit mesuré égal à 722 000 m³/an, son volume de fuites est égal à 22 000 m³/an et son rendement de réseau est de 90%.

Mais avec une incertitude par exemple de 1% sur les volumes entrant et sortant, le volume de fuites présente une incertitude de 12 220 m³/an. Le rendement est donc de 90% ± 5% environ.

Cet exemple montre que pour les secteurs dans lesquels transitent des volumes à destination d'autres secteurs, l'incertitude sur le volume comptabilisé par les compteurs entraîne une incertitude importante sur le rendement et le volume des pertes.

Par ailleurs, une différence de comportement dans les faibles débits peut entraîner une erreur d'appréciation sur les débits nocturnes respectifs des deux secteurs de distribution.

Il est donc nécessaire de pouvoir apprécier la qualité métrologique des compteurs en place avec une faible incertitude.

1.3.2 - Erreurs de comptage et vérification

Les erreurs de comptage des appareils permettant de mesurer les volumes entrant et sortant des réseaux d'eau potable et secteurs de distribution peuvent être très importantes.

A l'état neuf, l'erreur moyenne tolérée pour un compteur est de 2% entre son débit de transition et son débit maximum, et de 5% entre son débit minimum et son débit de transition. La réglementation française accepte que pour les compteurs en service ces valeurs soient doublées.

Si les débitmètres électromagnétiques présentent usuellement à l'état neuf des erreurs bien inférieures, il n'en va pas de même pour les compteurs Woltmann dont l'erreur de comptage varie plus ou moins en fonction du débit.

Des études diagnostic réalisées sur de très grandes villes dans le monde au cours de la dernière décennie ont permis de mettre en évidence des erreurs pouvant nettement dépasser 10 %.

Le cas de la ville de Paris est intéressant. A la fin des années 80, le diagnostic réalisé sur les appareils qui venaient d'être mis en place, essentiellement des débitmètres ultrasoniques, montra des erreurs non négligeables sur la plupart des points de comptage, pouvant atteindre 18 %, malgré une forte implication des experts de différentes sociétés dans le projet de mise en place de ces appareils.

Ceci démontre que tout projet de sectorisation doit être correctement étudié et la mise en place soignée, avec chaque fois que possible un contrôle in situ avant réception lorsqu'un doute sur la métrologie de l'appareil peut exister (absence de vérification primitive, absence de longueurs droites satisfaisantes...)

Sur un réseau de distribution, le diamètre du compteur et sa classe métrologique influent sur l'erreur moyenne de comptage lorsque l'appareil doit mesurer des débits très variables. Mais un mauvais choix aura surtout une incidence sur l'erreur aux faibles débits qui sera bien plus importante que l'erreur moyenne sur le volume mesuré et pourrait entraîner des erreurs d'interprétation sur la signification de la mesure de ces faibles débits.

La maîtrise de l'erreur de comptage est particulièrement importante pour les secteurs de distribution dont le volume résulte de plusieurs compteurs. Il est donc indispensable d'avoir une politique de vérification périodique (NDLR : le groupe de travail insiste également sur la nécessité de mener cette politique).

Diverses méthodes peuvent être utilisées, les plus appropriées devant être mises en œuvre au cas par cas :

- en continu ou à fréquence rapprochée par bilan entrées-sorties des ouvrages ou des conduites de transfert ;
- à fréquence rapprochée par l'analyse de la consommation électrique Wh/m³ lorsque cet indicateur n'est pas susceptible d'évoluer hors défaillance du matériel ;
- par contrôle in situ utilisant la méthode de l'emportage ou du dépotage d'une bêche (ayant au préalable fait l'objet d'un relevé topographique) avec une fréquence fonction des dérives précédemment observées ou d'une présomption de mauvais fonctionnement ;
- par contrôle in situ avec débitmètre portable ou calibration électronique (débitmètre électromagnétique) ;
- par échange standard et contrôle sur banc d'étalonnage (rotation des appareils).

2. Préconisations complémentaires pour une sectorisation

La sectorisation constitue non seulement un outil de diagnostic l'état et du fonctionnement d'un réseau à un instant donné, mais surtout un outil de gestion du patrimoine au quotidien.

Elle consiste à subdiviser un réseau en secteurs cohérents de comportement homogène pour permettre une analyse critique du fonctionnement par l'identification d'anomalies locales.

Elle peut se concevoir suivant trois étapes distinctes avec des prestataires différents :

- 1- la conception ;
- 2- la mise en place des outils de mesure ;
- 3- l'acquisition des données et l'interprétation.

2.1. La conception

La conception (délimitation de secteurs) est une prestation de bureau d'étude qui débouchera sur des propositions assorties de prescriptions techniques. Il est souhaitable que la délimitation des secteurs soit proposée par un tiers indépendant du maître d'oeuvre et de l'exploitant.

Cette délimitation s'appuie bien entendu sur l'audit réalisé à l'amont et sur les caractéristiques physiques du réseau et ses principaux noeuds (stockages, réservoirs, reprises, etc.), ainsi que sur son fonctionnement.

La délimitation tendra à proposer des secteurs homogènes selon des critères tels que l'urbanisation, les usages, la nature du réseau, etc.

Ces propositions comprendront :

- un plan de sectorisation ;
- la carte d'identité de chaque secteur qui doit permettre de justifier la délimitation proposée en indiquant le ou les critères sur la base desquels l'homogénéité et la cohérence doivent être ;
- les équipements à mettre en place et, le cas échéant, ceux à modifier ;
- pour chaque secteur, les données à collecter (relevés des compteurs, marnage de réservoir, etc...), les fréquences d'acquisition, les formules de calcul.

Sur la base de ces propositions et prescriptions, le maître d'ouvrage et le cas échéant son maître d'oeuvre pourront engager une consultation et choisir un prestataire pour la fourniture et la mise en place des équipements de comptage ou autres. La réception devra également porter sur les secteurs et non pas sur les seuls équipements de comptage de l'étape 2.

Il faut noter que :

- l'élaboration d'une proposition de sectorisation est un exercice relevant du cas par cas, la transposition de « recette » n'étant pas concevable ;

- un plan de sectorisation n'est pas définitif, le recul et la meilleure connaissance du réseau ainsi que de nouvelles données (évolution de l'urbanisme, variation du nombre d'abonnés, arrivée ou départ de gros consommateurs) peuvent imposer des subdivisions ou re-délimitations, le rajout de compteurs ;
- des redondances sont à prévoir pour l'acquisition des données les plus importantes (double mesure ou surtout redondance et possibilité de recoupement);
- la sectorisation de doit jamais, sauf exception justifiée, se traduire par un démaillage permanent du réseau.
- une fois la sectorisation mise en place, il est préconisé d'effectuer les relèves d'abonné par secteur, afin d'établir une approche annuelle des rendements par secteur.

2.2. La mise en place des outils de mesure

Les besoins en mesures nouvelles, y compris tous les points de comptage exigés par le SAGE (production, traitement, interconnexions, distribution), ayant été décrits lors de la phase de conception de la sectorisation, le maître d'ouvrage peut confier à son maître d'oeuvre habituel la mise en place de ces outils.

Il est jugé utile d'associer l'exploitant à cette mise en place.

Il est à noter que le choix du compteur doit se faire sur la base des débits à mesurer et non pas uniquement au vu du diamètre des canalisations.

2.3. L'acquisition des données et l'interprétation.

L'exploitation d'une sectorisation s'appuie sur :

- des données de comptage, notamment issues de nouveaux équipements mis en place ;
- d'autres données du fonctionnement du réseau indispensables pour valider les observations, analyser et interpréter les phénomènes observés.

Pour ce dernier point, on retiendra les éléments du type :

- fonctionnement des pompes ;
- marnage des réservoirs ;
- synchronisation des horloges ; etc...

Ceci nécessite des validations passant par :

- la vérification des caractéristiques des pompes par tarage ;
- la vérification des volumes des réservoirs (cubatures) et des positions des sondes de mesure ; etc...

S'agissant des données issues de comptage, la connaissance du dispositif en place est nécessaire (âge des compteurs, types des compteurs) pour évaluer l'ordre de grandeur des erreurs de mesure.

La phase acquisition et interprétation des données impliquera obligatoirement l'exploitant. Cette phase :

- sera réalisée obligatoirement dans le cadre d'une prestation spécifique pour le diagnostic initial
- pourra, pour l'exploitation courante faire l'objet d'une prestation spécifique quel que soit le mode d'exploitation du service ou être intégré dans le contrat de délégation d'exploitation par avenant le cas échéant.

Il est important de préciser que les données alors acquises par l'exploitant au titre de la sectorisation sont la propriété du maître d'ouvrage qui les met à la disposition de l'exploitant (et non pas l'inverse).

En matière de système d'information et de livrables d'exploitation, sont à préciser lors de la mise en place du dispositif les pas de temps d'acquisition, les formats de stockage des données brutes, les traitements effectués, les formats de stockage des données traitées, les conditions de restitution au maître d'ouvrage (en cas de délégation) et notamment la fréquence et les formats.

Il convient à ce titre de distinguer l'exploitation des données suivant l'échelle de temps :

- au quotidien : casses ;
- mensuel : débits de fuites ;
- en annuel : diagnostic global du secteur et du réseau.

Dans tous les cas, il est absolument nécessaire que les données brutes soient conservées sous forme informatique, ce qui est maintenant possible compte tenu des coûts faibles des supports de stockage informatiques.

Les données doivent être archivées dans une base de données structurée comportant au minimum la date et l'heure à la seconde près de la valeur enregistrée. Les feuilles de résultat horaires, quotidiennes, hebdomadaires ou mensuelles sont considérées comme des dérivés de cette base de référence.

2.4. Les indicateurs à produire par secteur

En supplément des indicateurs et données de performance identifiés au niveau de la structure distributrice et qui font l'objet de documents spécifiques édités par le Commission Locale de l'Eau, celle-ci préconise pour une bonne gestion du réseau d'eau potable la connaissance et la publication :

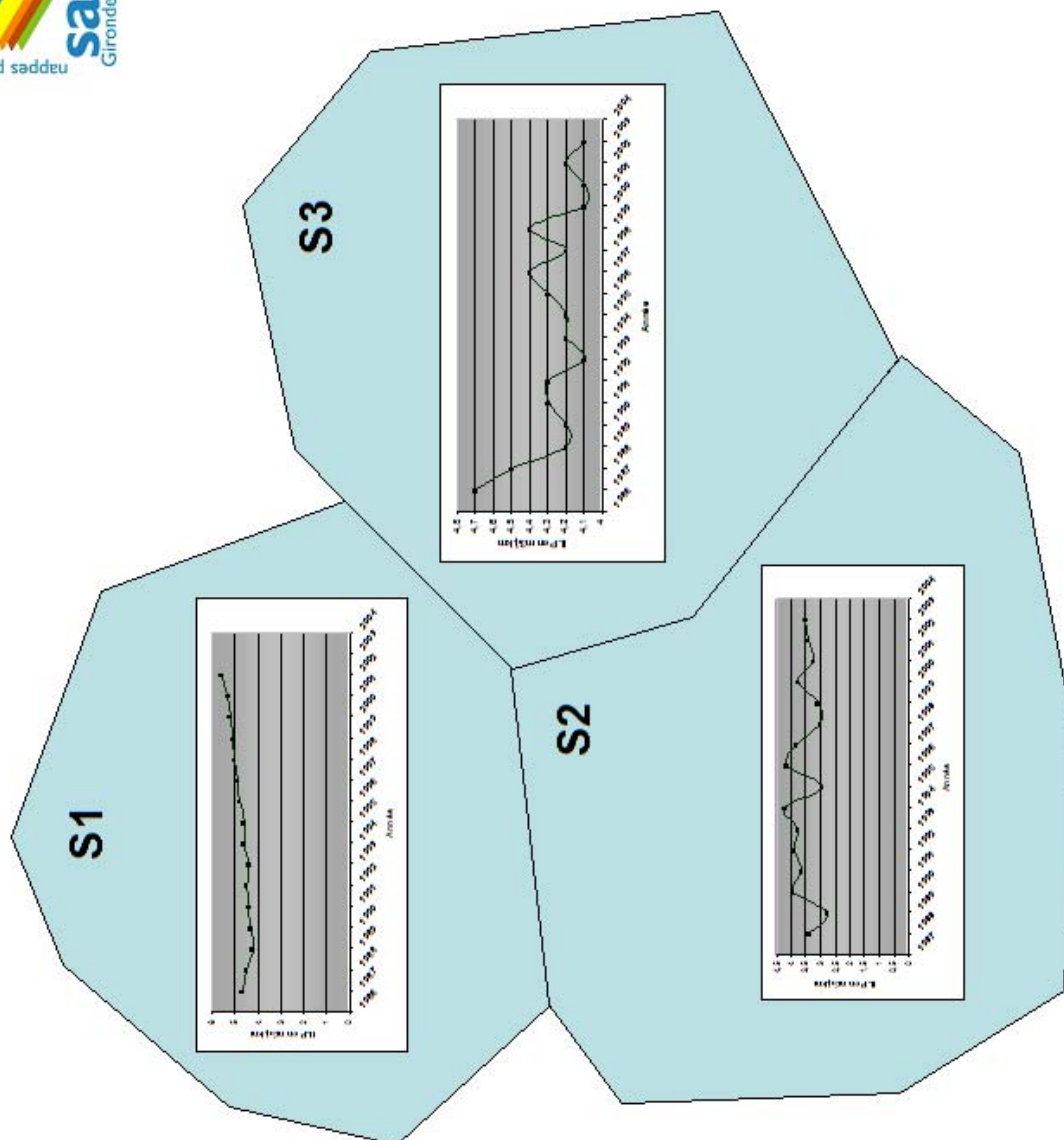
- Des consommations nocturnes minimales mesurées au pas de temps de 60 minutes) permettant de calculer un indice linéaire de perte matérialisé en graphe annuel, mensuel et journalier.
- Des volumes consommés par secteur, au pas de temps journalier permettant de calculer un indice linéaire de perte matérialisé en graphe annuel, mensuel et journalier.

Il semble ainsi particulièrement intéressant de réaliser les documents suivants qui seraient à publier dans le rapport annuel pour une bonne information des décideurs et usagers:

- « Indices linéaires de perte » : voir exemple en annexe 1
- « Indices linéaires de consommation et indices de consommation par abonné » : voir exemple en annexe 2

ANNEXE I

Indices linéaires de perte



Indices linéaires de pertes
du syndicat de ...
en 200x

ANNEXE 2

« Indices linéaires de consommation et indices de consommation par abonné



Indices linéaires de consommation et indices de consommation par abonné
du syndicat de ... en 200x

