

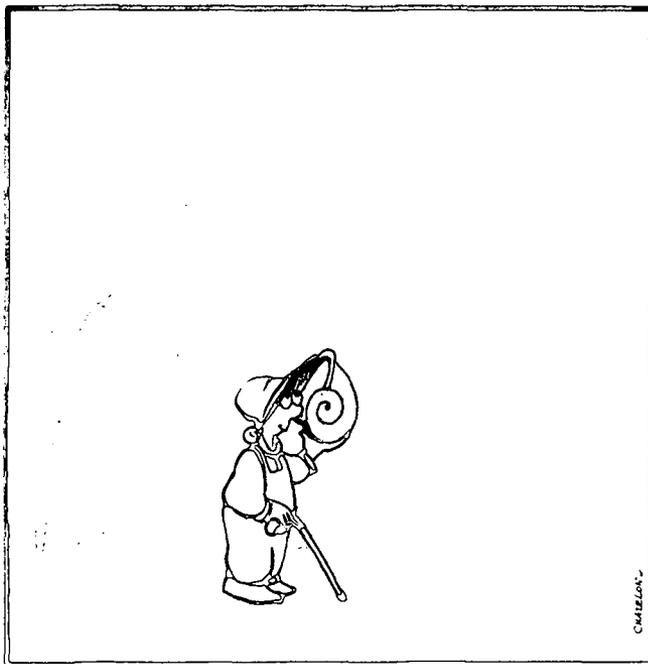
262.5
86 TE

2.

LES
CAHIERS
TECHNIQUES



fondation
de l'eau



TECHNIQUES ET METHODES DE

RECHERCHE
ET
DETECTION
DES FUITES

DANS LES RESEAUX D'ADDITION D'EAU

MINISTERE DE L'ENVIRONNEMENT
CAHIERS TECHNIQUES DE LA DIRECTION DE LA PREVENTION DES POLLUT

262.5-86TE-4539

Cette plaquette a été réalisée
avec le concours de la Société
METRAVIB

Achévé d'imprimer le 28-02-1986
Imprimerie Centre Impression - Limoges

© Fondation de l'Eau 1986.
Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays.

Prix : 65 FF/TTC

PREFACE

La gestion optimale des services de distribution d'eau potable implique la fourniture permanente aux abonnés d'un produit de qualité irréprochable, au meilleur coût.

Depuis de longues années, les distributeurs d'eau potable ont multiplié leurs efforts pour parvenir à ces objectifs.

Les dépenses impliquées par les traitements de plus en plus complexes, d'une part, et le coût croissant de l'énergie ont incité les gestionnaires à mieux maîtriser les pertes d'eau non comptabilisées en cours de distribution.

Evaluer les performances des réseaux de distribution, détecter les risques de fuites d'eau, évaluer leur importance et procéder à leur élimination sont des tâches essentielles qui incombent aujourd'hui au distributeur d'eau.

Si les remèdes peuvent être quelquefois simples, les techniques et méthodes de recherche et détection des fuites ont fait l'objet de développements notables ces dernières années.

Poursuivant son effort de diffusion des connaissances professionnelles avancées, la Fondation de l'Eau publie aujourd'hui, dans sa collection des Cahiers Techniques, ce nouveau fascicule qui rassemble les méthodes utilisables, et décrit de manière didactique leurs mises en œuvre. Il devrait être bien accueilli par tous les professionnels soucieux de toujours mieux exploiter les réseaux dont ils assurent la gestion technique et économique en se tenant au fait des connaissances disponibles.

LIBRARY, INTERNATIONAL REFERENCE
CENTRE FOR COMMUNITY WATER SUPPLY
AND SANITATION (IRC)
P.O. Box 93190, 2509 AD The Hague
Tel. (070) 814911 ext. 141/142

La Direction de la Prévention des Pollutions du Ministère de l'Environnement ne peut qu'encourager l'effort réalisé et souhaiter pleine réussite aux utilisateurs de ce nouveau Cahier Technique.

Thierry CHAMBOLLE,
Directeur de la Prévention des Pollutions
du Ministère de l'Environnement.

ISBN: 4579
LO: 262.5 86 TE



sommaire

Des pages jaunes pour mieux utiliser ce guide

Des pages roses pour tester vos connaissances

Des pages bleues pour les informations théoriques

Des pages vertes pour vous aider à résoudre des problèmes concrets et quotidiens

<input type="checkbox"/>	1 POUR QUI, POUR QUOI?	Page 3
	A qui et à quoi peut servir de guide et la façon de l'utiliser efficacement	
<input checked="" type="checkbox"/>	2 JEU-TEST	4
	Pour sonder vos connaissances sur les recherches et la détection des fuites. A faire avant et/ou après la lecture du guide	
<input checked="" type="checkbox"/>	3 LE SAVIEZ-VOUS?	6
	a - Nature du problème b - Rendement d'un réseau c - Les pertes	
<input checked="" type="checkbox"/>	4 JEU-TEST	13
	Pour vérifier si vous n'avez pas de fuites dans vos connaissances ni de pertes... de mémoire après la lecture de "LE SAVIEZ-VOUS"	
<input checked="" type="checkbox"/>	5 LES TECHNIQUES DE SURVEILLANCE DU RESEAU	14
<input checked="" type="checkbox"/>	6 MESURE GLOBALE DES FUTES	16
<input checked="" type="checkbox"/>	7 RECHERCHE ET LOCALISATION DES FUTES	24
<input checked="" type="checkbox"/>	8 CONCLUSIONS	30
<input checked="" type="checkbox"/>	9 A VOUS DE DIAGNOSTIQUER	31
	Pour voir si vous avez tout compris!	
<input checked="" type="checkbox"/>	10 AIDES DES AGENCES DE BASSIN	34
	Comment les Agences Financières de Bassin peuvent vous aider dans la lutte contre le gaspillage	
<input type="checkbox"/>	11 LEXIQUE	36
	Pour mieux vous y retrouver dans l'ouvrage	
<input type="checkbox"/>	12 INDEX	36



1 POUR QUI POUR QUOI ?

POUR QUI?

Ce cahier technique s'adresse à toute personne intéressée par la recherche des fuites... bien sûr, mais en particulier, aux exploitants des services d'eau et aux responsables municipaux.

POUR QUOI?

De gros efforts d'investissements sont faits pour améliorer la qualité de l'eau potable :

- réserves d'eau,
- stations de pompage,
- traitement,
- stockage,
- distribution.

De ce fait, le prix de revient de la production d'un mètre cube d'eau est conséquent : en amortissement de l'investissement, mais aussi en fonctionnement :

- frais énergétiques de pompage,
- frais de traitement,
- frais énergétiques pour la distribution (surpression, refoulement).

Or, il s'avère qu'une partie de cette eau n'est pas utilisée par suite de pertes importantes lors de la distribution (de 10 à 90 %).

Ces pertes, outre le coût financier énorme qu'elles représentent, peuvent causer des dégradations importantes dans le milieu environnant.

Aussi bien donc pour améliorer la qualité de distribution de l'eau que pour réaliser des économies substantielles, il est indispensable de réduire ces fuites; et, en premier lieu, s'attaquer aux fuites d'eau qui représentent une part importante des pertes.

Ce cahier technique vous fournit les différentes méthodes et matériels pour vous aider à mener à bien une action efficace dans ce domaine.

COMMENT?

Ce cahier peut s'utiliser de plusieurs façons.

Pour une première lecture, nous vous conseillons de feuilleter l'ensemble afin de bien en comprendre la structure, la couleur des pages (voir sommaire) vous indiquant le type d'informations, puis de reprendre au début. Le Jeu-Test peut vous renseigner sur votre niveau de connaissances. Il pourra par la suite témoigner de vos acquisitions.

En suivant l'ordre proposé, vous aurez ainsi une bonne compréhension des différents problèmes que posent les fuites d'eau ainsi que sur la façon de les détecter et les localiser.

Si vous cherchez une information précise, le lexique et/ou l'index peuvent vous permettre de la trouver rapidement.

Avec tous nos encouragements,
BON TRAVAIL.

Ce cahier technique sera utilement complété par un autre document traitant des différentes méthodes de réparation des fuites.



2 JEU TEST

CACHER LA PARTIE "REPONSES AU TEST"

PRENDRE UN CRAYON A PAPIER

LIRE ATTENTIVEMENT LES QUESTIONS

COCHER LA OU LES CASES DES REPONSES PROPOSEES QUI VOUS SEMBLENT JUSTES (pour une même question, une ou plusieurs réponses étant possibles).

CONSULTER LES REPONSES

1

Les pertes sur un réseau peuvent représenter jusqu'à :

- a - 5%
- b - 10%
- c - 50% et plus

2

Lorsqu'on parle de pertes d'eau sur un réseau de distribution, cela comprend :

- a - Les fuites sur le réseau
- b - Les fuites chez les abonnés
- c - Les défauts d'enregistrement des compteurs
- d - Les volumes d'eau prélevés hors comptage

3

Les fuites peuvent causer :

- a - Des affaissements de terrain
- b - Une chute de pression chez les abonnés
- c - Une modification de la qualité de l'eau
- d - Un manque d'eau

4

Une ville de 10 000 habitants qui perd 35% de l'eau qu'elle produit dans son réseau perd (coût du mètre cube produit : 1,50 F)

- a - 5 000 F/an
- b - 10 000 F/an
- c - 400 000 F/an

5

Une ville de 10 000 habitants possède une station de traitement qui produit 1 400 000 mètres cubes/an; le volume distribué est de 960 000 mètres cubes/an. Sachant que l'on a 2 500 abonnés et que 18% de l'eau produite n'est pas facturée (besoins publics), quel est le rendement du réseau?

- a - 50%
- b - 84%
- c - 70%

6

Sur un réseau semi-rural, on considère que le rendement est acceptable lorsqu'il est de :

- a - 95%
- b - 98%
- c - 80%
- d - 30%

7

Un urinoir à trois stalles et à lavage continu consomme annuellement :

- a - 100 m³
- b - 3 m³
- c - 4 500 m³

8

Il est important de disposer des plans de son réseau pour :

- a - Connaître la nature des matériaux
- b - Connaître l'emplacement de la robinetterie

- c - Savoir où passent les conduites
- d - Connaître la topographie du terrain

9

Les compteurs :

- a - Ne se trompent jamais
- b - Peuvent surcompter
- c - Peuvent sous-compter

10

On peut rencontrer des fuites :

- a - Sur des vannes
- b - Sur des branchements particuliers
- c - A l'emboîtement de deux tuyaux.

11

Soit trois tronçons avec les débits de fuite suivants :

- a - 7,1 l/h/m
- b - 5,7 l/h/m
- c - 7,7 l/h/m

Sur quel secteur feriez-vous une recherche de fuite en priorité?

12

Lorsqu'on fait de la recherche des fuites par la méthode de corrélation acoustique, il faut :

- a - Connaître la nature de la conduite
- b - Ne pas faire de bruit
- c - Connaître le diamètre
- d - Connaître la longueur de la conduite

13

Une pression importante dans un réseau peut :

- a - Augmenter la quantité d'eau chez les abonnés
- b - Favoriser les casses sur les conduites
- c - Occasionner des dégâts chez les particuliers

14

Des compteurs principaux sur les réseaux doivent être vérifiés

- a - Tous les ans
- b - Tous les 5 ans
- c - Tous les 10 ans

15

Une chasse d'eau qui fuit représente en eau perdue :

- a - 3 m³/an
- b - 30 m³/an
- c - 150 m³/an

16

Avec un détecteur acoustique, il est plus facile de localiser des fuites sur des conduites en :

- a - PVC
 - b - Amiante-ciment
 - c - Fonte
 - d - Acier
- Classer par ordre de facilité.

17

Les appareils de détection de fuite utilisent :

- a - La vitesse de l'eau
- b - Le bruit de la fuite
- c - La différence de température de l'eau

18

Avec les appareils de détection acoustique, on peut travailler :

- a - A 14 heures en centre ville
- b - De nuit en ville
- c - De jour dans les zones calmes

19

Une campagne de recherches de fuites peut :

- a - Retarder un investissement (nouvelle station de traitement)
- b - Economiser de l'argent



Réponses AU TEST

20

Les Agences de Bassin peuvent :

- a - Rechercher les fuites
- b - Participer au financement de campagnes de recherche de fuites
- c - Contrôler les fuites.

34	b	20
7	a - b	19
30	b - c	18
24	b	17
26	d - c - b - a	16
11	c	15
11	b	14
7	b - c	13
28	a - c - d	12
16	c	11
12	a - b - c	10
11	b - c	9
14	a - b - c - d	8
11	c	7
8	c	6
8	b	5
7	c	4
6	a - b - d	3
10	c - d	2
3	c	1
VOIR PAGE		
REponses		
QUESTIONS		

3



LE SAVEZ VOUS ?

a. nature du problème

 <p>Certaines fuites brutales, dues à des cassures, laissent échapper une grande quantité d'eau...</p>	 <p>... qui sature rapidement le sol. Cette eau apparaît alors en surface en formant des nappes.</p>	 <p>Ces nappes sont visibles.</p>
		
 <p>Mais si le terrain est très perméable...</p>	 <p>... ou si le débit correspond à la vitesse d'absorption du sol, l'eau s'écoule dans les égouts ou les rivières...</p>	 <p>... et demeure invisible en surface. BREF, les fuites ne sont pas toujours apparentes.</p>
		



En dehors du fait que les fuites constituent un manque à gagner important, elles peuvent avoir les effets suivants :

1. DANS LES DISTRIBUTIONS D'EAU

- Baisse de pression chez certains abonnés
- Manque d'eau lorsque leur débit ne peut être compensé par un pompage suffisant.
- La mauvaise étanchéité d'un réseau peut permettre l'entrée d'impuretés à la faveur d'une baisse de pression dans la conduite à l'endroit de la fuite occasionnant ainsi une pollution du réseau.

2. DANS LES DOMAINES PUBLICS OU PRIVÉS,

- Dégradation du sous-sol, provoquant affaissements de terrains, de routes.



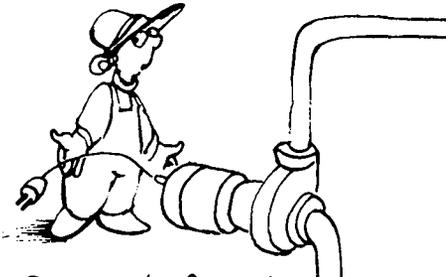
- Inondations de caves.
- Humidité persistante des murs.



Le coût des fuites sur le réseau peut avoir des conséquences économiques importantes.

30%

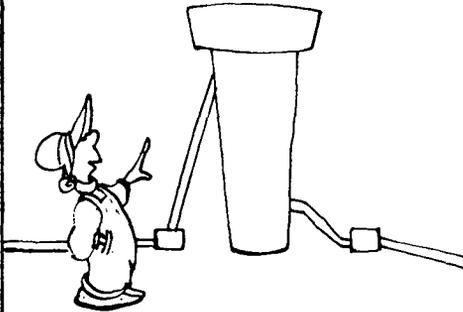
de fuites sur un réseau représentent :



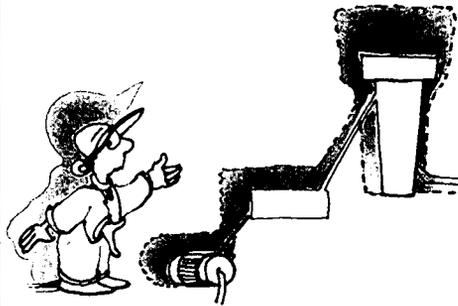
30% de frais énergétiques dépensés en pure perte lors du pompage.



30% de frais de fonctionnement (produits de traitement + consommation énergétique) dépensés en pure perte.



30% de frais énergétiques dépensés en pure perte lors de la distribution. (Suppression, refoulement en réservoir...)



Et aussi, une part importante des investissements consacrés au sur-dimensionnement des ouvrages.



• Une collectivité moyenne (10 000 h) dont le réseau a un rendement de 65% avec une production annuelle de 1.400 000 m³ perd chaque année 4 900 000 m³ d'eau.
A 1,50F/m³ d'eau produit, cette commune perd :
4 900 000 x 1,5 = 7 350 000 F.

Cet argent perdu peut servir à financer des campagnes de recherches de fuites et envisager leurs réparations.



b. rendement d'un réseau

POUR LE CALCULER, on a besoin de connaître 2 choses:

1 LE VOLUME D'ENTRÉE DANS LE RÉSEAU (V_e)

2 LE VOLUME D'EAU DISTRIBUÉE : c'est la somme de tous les débits enregistrés par les compteurs des abonnés (V_d)

Le RENDEMENT, c'est :

$$R = \frac{V_d}{V_e} \times 100$$

Le Rendement est exprimé en pourcentage.

EXEMPLE: $V_e = 10\text{ l}$

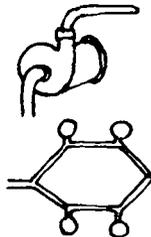
$V_d = (0,7 + 0,6 + 3,2 + \dots) = 7,8$

$R = \frac{7,8}{10} \times 100 = 78\%$



80% peut-être admis comme satisfaisant pour un réseau type rural.

Par contre, il devra être plus important s'il s'agit d'un réseau exclusivement urbain.



Le volume pompé se mesure HEBDOMADAIREMENT

Le volume distribué dépend de la fréquence des tournées de relevés.



D'où, un certain décalage qui peut influencer la valeur du rendement.



Pour le Rendement annuel, on prend :

Pour V_d :
la somme des volumes enregistrés durant l'année par les compteurs des abonnés.

Pour V_e :
la somme des volumes enregistrés aux compteurs généraux en sortie des stations de pompage, et éventuellement des compteurs de vente d'eau en gros provenant d'un autre réseau.

REMARQUE : Il ne faut pas confondre le volume distribué (V_d), qui correspond au volume réellement consommé, et le volume facturé qui prend en compte non seulement le volume réellement consommé et le volume fictif supplémentaire, dans le cas où la facturation est établie avec une première tranche forfaitaire correspondant à l'abonnement.



LE FACTEUR DE PERTE



Cette fois, on prend en compte ce qui n'a pas été enregistré (V_{ne}), (donc que qui a été perdu)
Et on le compare au débit d'entrée (V_e)

LA PERTE :

$$P = \frac{V_{ne}}{V_e} \times 100$$

EXEMPLE :

$V_e = 10\text{ l}$ $V_d = 8\text{ l}$ Donc: $V_{ne} = 10 - 8 = 2\text{ l}$

$$P = \frac{2}{10} \times 100 = 20\%$$



QUELQUES PIEGES A EVITER.

La notion de rendement est à utiliser avec précaution.

- Plus que le rendement brut, c'est l'évolution dans le temps qui est à prendre en compte.



	1980	81	82	83	84
1^{er} EXEMPLE	R: 70	69	71	72	69
2^{ème} EXEMPLE	70	68	65	61	58

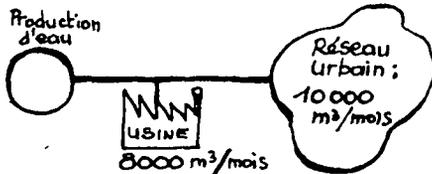
R n'évolue pas sur 5 ans.

← • Pas de dégradation du réseau.

← • R diminue: Dégradation

- Il faut veiller à ce que représentent réellement les nombres pris pour calculer le Rendement.

EXEMPLE.
le rendement d'un réseau urbain comportant en amont une usine importante:



Deux situations peuvent se présenter:

A. L'USINE TRAVAILLE

Volume d'eau produit: 25 000 m³
Volume d'eau distribué: 8000 + 10000 = 18000 m³

$$\text{Rendement: } \frac{18000}{25000} \times 100 = 72\%$$

B. EN AOÛT, L'USINE FERME

Volume d'eau produit: 25000 - 8000 = 17000 m³
Volume d'eau distribué: 10000 m³

$$\text{Rendement: } \frac{10000}{17000} \times 100 = 58\%$$

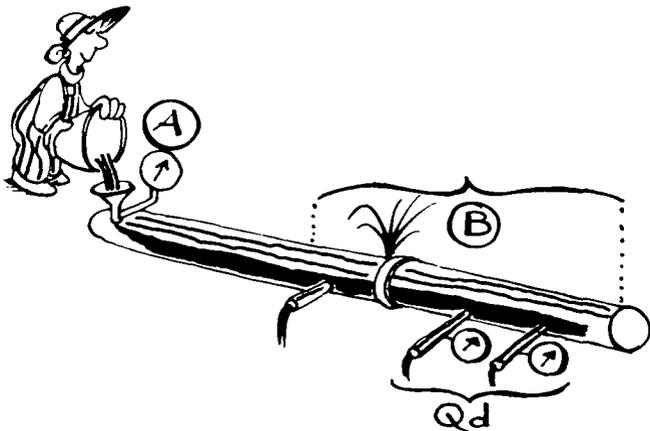
Le Rendement réel du réseau urbain n'est donc que de 58% : 72% était illusoire!



L'important, c'est d'arriver à cerner le mieux possible, le volume des fuites.

On préfère d'ailleurs souvent à la notion de Rendement, la notion de fuites au km de canalisations/jour.

(Voir page 19)



La différence enregistrée entre l'eau à l'entrée (A) et l'eau à la sortie (B) peut avoir trois causes

1. Les volumes d'eau prélevés en réseau hors comptage;
2. Les défauts d'enregistrement des compteurs;
3. Les fuites en réseau.

Les deux premières causes sont en fait inévitables : ce que l'on peut améliorer, c'est l'estimation des volumes concernés.

Les fuites, par contre, sont en partie évitables.

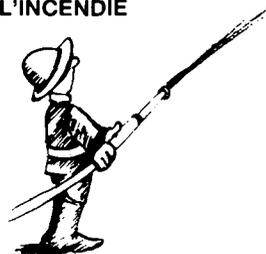
Il faut donc les estimer afin de déterminer si une action est techniquement et économiquement envisageable pour les réduire.

c. les pertes

1. LES VOLUMES D'EAU PRELEVES HORS COMPTAGE

Ceux-ci peuvent provenir de différentes origines. Il s'agit généralement d'utilisations, à l'usage de la collectivité, parmi lesquelles :

LA LUTTE CONTRE L'INCENDIE



Cela comprend à la fois les volumes d'eau nécessaires aux pompiers pour la lutte contre les incendies, mais aussi les manœuvres fréquentes qu'ils effectuent sur chaque poteau d'incendie ou bouche d'incendie pour contrôler son bon fonctionnement.

LES BOUCHES D'ARROSAGE



Celles-ci ont en principe une consommation déterminée par un programme d'arrosage

arrêté en accord avec la municipalité, indiquant pour chaque bouche la fréquence et la durée de son utilisation.

A partir du débit jaugé, on peut déduire approximativement le volume d'eau consommé chaque année par les bouches d'arrosage.

LES CHASSES D'EGOUTS

La consommation des chasses d'égouts peut être déterminée par jaugeage, si la chasse est continue ou par un jaugeage doublé d'un calcul approximatif du temps de fonctionnement journalier si elle est discontinue.

Certaines d'entre elles sont équipées d'un compteur, ce qui simplifie le problème.

LES SANITAIRES PUBLICS LES FONTAINES PUBLIQUES



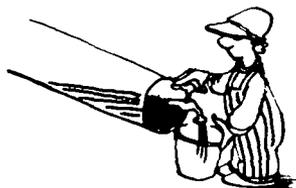
Ils sont souvent munis d'un compteur, sinon, lorsqu'il s'agit d'appareils à débit continu, un jaugeage permet de déterminer leur consommation.

LES BRANCHEMENTS ILLICITES



Ce sont des branchements inconnus du Service des Eaux qui sont soit le fruit d'un oubli ou d'une erreur de ce même service, soit des branchements exécutés illicitement ou alors, ce qui revient au même, des piquages avant compteur. Il va sans dire qu'il est impossible d'apprécier la perte d'eau consécutive à ces branchements.

PURGES ET VIDANGES DE RESEAU



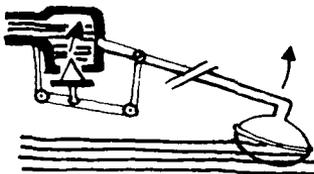
Les bouts de conduite en antenne doivent être purgés

périodiquement pour éviter que l'eau ne devienne stagnante.

Certaines autres installations telles que réservoirs, bâches de reprise, doivent être vidangées et nettoyées périodiquement pour enlever les dépôts.

Après installation ou réparation, les canalisations doivent être purgées et rincées; on pourra évaluer certaines pertes d'eau approximativement.

LES ROBINETS A FLOTTEUR



Dans les réservoirs équipés de robinets à flotteurs, ceux-ci ont souvent la fâcheuse habitude de se gripper, entraînant une fermeture défectueuse et permettant ainsi à l'eau de continuer à s'écouler.

Cette eau passe alors par le trop-plein du réservoir, entraînant une perte importante.

Les deux exemples ci-après peuvent rendre compte de l'importance de certaines de ces pertes.

A

Urinoir à chasse intermittente : 20 l/stalle et par heure.

Pour un urinoir à trois stalles, débit annuel :

$$3 \times 20 \times 24 \times 365 = 525\ 600 \text{ l/an} = 526 \text{ m}^3/\text{an}$$

Urinoir à lavage continu : 180 l/stalle et par heure.

$$\text{Débit annuel : } 3 \times 180 \times 24 \times 365 = 4\ 730 \text{ m}^3$$

Pertes : 4 204 m³.

B

Bouche d'arrosage de 40 mm qui fonctionne 3 h/semaine.

Débit approximatif : 1,2 l/s.

$$\text{Débit annuel : } 1,2 \times 3\ 600 \times 3 \times 52 = 674 \text{ m}^3$$

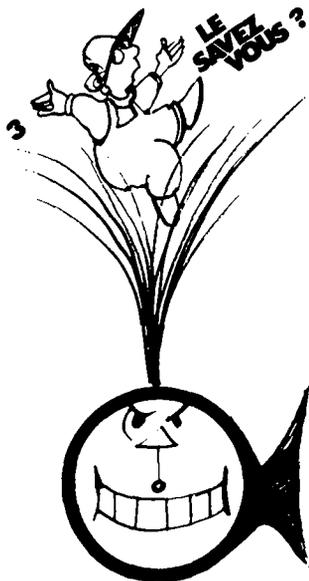
2. LES DEFAUTS D'ENREGISTREMENT DES COMPTEURS

Certains compteurs d'abonnés sont affectés par un sous-comptage qui reste toutefois dans la norme admissible si le volume non comptabilisé ne dépasse pas 5% du volume réel.

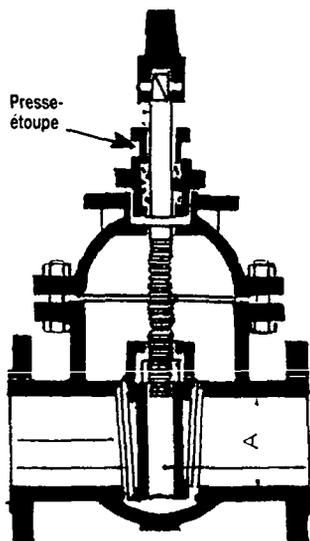
Certains anciens compteurs rencontrés sur les réseaux de distribution peuvent être affectés d'un sous-comptage important (supérieur au canal de tolérance - 5% du volume réel).



On peut estimer à 6 ou 10% les pertes d'eau dues aux défauts d'enregistrements des compteurs dans un réseau où l'entretien des compteurs est correctement exécuté. Quant aux compteurs généraux comptabilisés

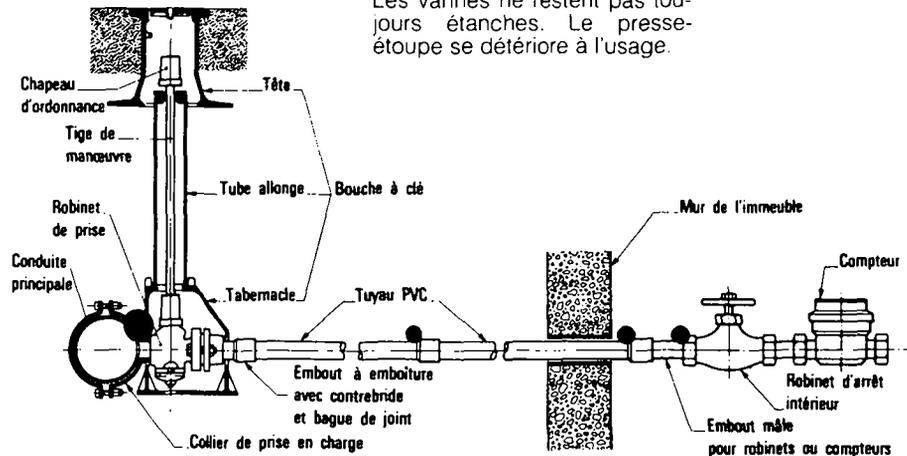


3. LES FUITES



Coupe d'une vanne

Schéma d'une installation



lisant les volumes Qe en entrée du réseau, il est évident que toute altération de leur exactitude a immédiatement une grande influence sur les débits non enregistrés.

Un tel accident peut se produire si des corps étrangers viennent freiner ou bloquer le mécanisme.

Il est souhaitable que les mécanismes de ces compteurs soient systématiquement remplacés au moins tous les cinq ans.

Là aussi, un choix judicieux du calibre du compteur et éventuellement l'emploi de compteurs combinés pourraient permettre d'affiner le comptage.

Un choix judicieux du type et du calibre des compteurs ainsi qu'un programme systématique de révision et d'entretien des compteurs abonnés permettent de réduire fortement ces pertes.

Les fuites proviennent d'une mauvaise étanchéité des canalisations. Elles peuvent être occasionnées par :

LA CASSE OU LA RUPTURE D'UNE CANALISATION DUE A :

- Une majoration d'efforts ou de vibrations (gel, passage d'engins lourds sur une conduite insuffisamment enterrée, coups de bélier, mouvements de terrain, etc.).
- La corrosion des canalisations.
- Une détérioration accidentelle par des engins de travaux publics lors de travaux de terrassements.

LES VANNES ET LES JOINTS

Les vannes ne restent pas toujours étanches. Le presse-étoupe se détériore à l'usage.

Les joints d'étanchéité des canalisations sous pression peuvent être défectueux, suite à un mauvais travail de pose.

Ils se détériorent à la suite de vibrations ou d'efforts sur une partie de la conduite, surtout lorsqu'ils ne sont pas souples.

LES BRANCHEMENTS

Ils sont à l'origine d'un grand nombre de fuites, la plupart du temps par défaut de serrage des colliers de prise en charge ou en raison de l'utilisation de pièces de qualité insuffisante.

4 JEU TEST



1.

Une commune de 5 000 habitants possède une station de traitement d'eau potable qui produit annuellement 512 000 m³ d'eau. Le rendement du réseau est de 68%. La quantité d'eau distribuée non comptabilisée représente 10 500 m³ d'eau par an. Le prix du mètre cube d'eau à la production est de 1,70 F H.T.

Une campagne de recherche de fuites d'un coût de 100 000 F est envisagée.

Au bout de combien de temps cet investissement sera-t-il amorti?

- a - Moins d'un an
- b - 3 ans
- c - 5 ans

2.

Calculer les débits nécessaires pour obtenir une vitesse de 0,9 m/s dans les conduites suivantes (Q en m³/h).

Diamètre de la conduite :

- a - 53
- b - 40
- c - 75,8
- d - 80
- e - 100
- f - 125,8
- g - 150
- h - 200

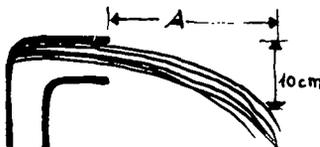
Astuce 1 : 349 l/mn

2 - a : 17,15 - b : 9,2 - c : 14,6 - d : 16,3
e : 25,4 - f : 40,3 - g : 57,2 - h : 101,8

Réponses : 1 - a



ASTUCE 1



Pour obtenir le débit en l/mn en sortie d'une purge, ou pour un tuyau horizontal, utiliser l'équation suivante :

$$\left(\frac{\text{Diamètre } 2}{\text{intérieur}} \right) \times 0,31 \times A$$

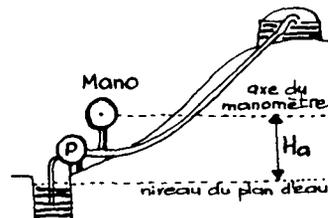
A et Di en cm

Ex. : Di de sortie : 5 cm
A = 17,5 cm

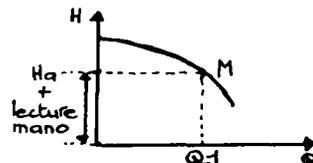
$$Q = (5 \times 5) \times 0,31 \times 17,5 = 136 \text{ l/mn}$$

Et pour Di = 75 mm
A = 200 mm
Q = ?

ASTUCE 2



Pour connaître le débit d'une pompe, lorsque celle-ci est équipée d'un mano au refoulement, il faut, lorsque la pompe est en service, relever la valeur indiquée sur le mano. A cette valeur, ajouter la hauteur d'aspiration Ha. Ensuite, on prend la courbe caractéristique de la pompe.



Sur l'axe vertical, on indique la valeur trouvée, on trace une horizontale qui va couper la courbe de la pompe en M.

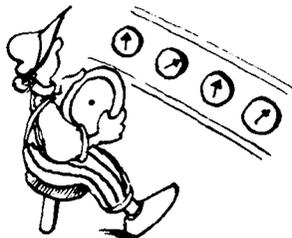
De ce point M, on descend verticalement au point d'intersection de l'axe horizontal, on obtient Q1, le débit de la pompe.

Attention aux unités de pression.

1 bar = 10,2 m CE = 100 kPa.

b. **IL FAUT AVOIR LE MAXIMUM D'INDICATIONS DONNEES PAR LES COMPTEURS**

Toute station de pompage correctement équipée et entretenue comporte un compteur général donnant les volumes d'eau produits par la station.



Toute station de pompage doit être dotée d'un livre de bord sur lequel sont portés, sinon chaque jour, tout au moins plusieurs fois par semaine, un certain nombre d'indications parmi lesquelles les index de compteurs d'eau.

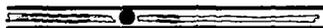
Ces données permettent de déterminer la production quotidienne, ou au moins hebdomadaire, de la station.

Ce simple examen permet de déceler des variations anormales de production qui s'expliquent soit par une variation saisonnière de la consommation *par suite d'une variation brutale* de la température ou d'une évolution de la population (station touristique), soit encore l'apparition d'une fuite importante.

Ces facteurs de variation de production sont facilement appréciés par l'agent d'exploitation ayant une bonne connaissance de son réseau.

Il est très important de connaître précisément l'emplacement des conduites, les appareils de détection par méthode acoustique n'étant efficaces que lorsqu'on écoute le bruit de fuite au-dessus de la conduite.

Vue de dessus



Point d'écoute bon.



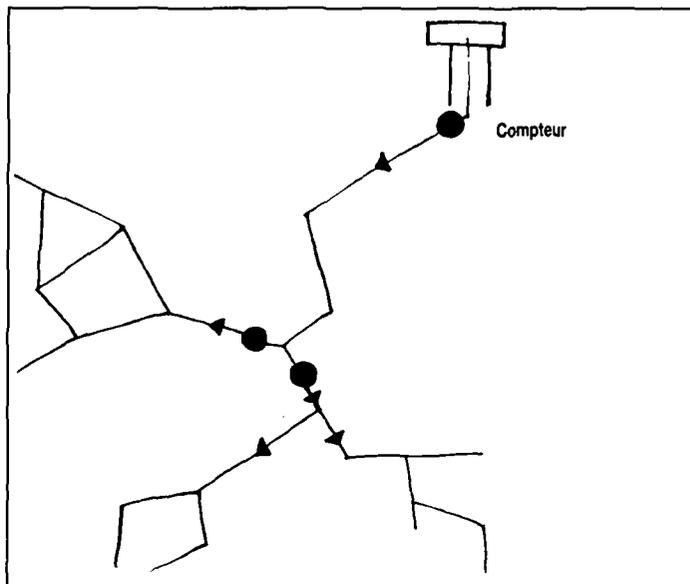
Point d'écoute mauvais.



Si l'on n'a pas de plans corrects, on peut utiliser des appareils permettant de détecter les conduites métalliques ou PVC recouvertes de grillages spéciaux.

Pour une bonne connaissance de la consommation d'un réseau, on peut placer des compteurs sur les antennes; les relevés réguliers de ces comp-

teurs permettent de déterminer les consommations par quartiers et de déceler rapidement tout problème.



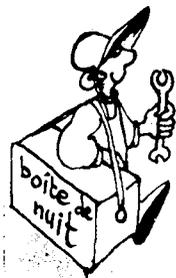
6



MESURE GLOBALE DES FUITES

Sur un réseau délimité et connu, la consommation est pratiquement nulle entre minuit et 4 heures du matin; ceci s'entend après élimination de certaines consommations nocturnes exceptionnelles et bien connues telles que : boulangeries, chasses d'égouts, sanitaires publics, etc.; sous réserve que ces consommations soient annulées (par fermeture des branchements correspondants après avis aux abonnés concernés), on peut dire que le débit minimum nocturne absorbé par le réseau est en fait le débit de fuite.

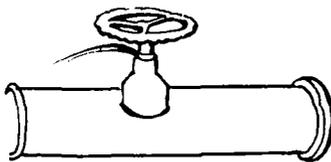
Toute méthode de recherche globale de fuites part de cette hypothèse et consiste à mesurer le débit minimum nocturne.



a.

LE RESEAU ETUDIE

Il faut en premier lieu disposer d'un plan de réseau et, mieux encore, d'un schéma comportant les vannes de sectionnement. Ce schéma est essentiel et préalable à toute recherche de fuites.



Il est également indispensable de s'assurer de la parfaite fermeture des vannes de sectionnement, si quelques-unes d'entre elles sont défectueuses, il convient au préalable d'en assurer la réparation ou le remplacement.

Il convient également de déterminer, sans omission, les consommateurs nocturnes exceptionnels évoqués ci-dessus.

Enfin, il y a lieu de déterminer le réseau, ou la partie de réseau, concerné par la recherche de fuites.

b.

EQUIPEMENT DU RESERVOIR

La méthode consiste à mesurer le débit minimum nocturne de la conduite de distribution d'un réservoir alimentant un réseau, ou la partie d'un réseau, concerné. Le volume d'eau d'un réservoir peut se déterminer de différentes façons :

ABAISSEMENT DU NIVEAU DANS LA CUVE

Si l'on connaît la section du réservoir, il suffira de noter les différents volumes d'eau dans l'intervalle de temps t . L'abaissement du niveau d'eau dans le réservoir peut se déterminer soit par la mesure directe du niveau à l'aide d'une règle graduée, ou alors à l'aide de capteurs de niveaux qui transmettent, à partir de la valeur de la pression, les variations de hauteur d'eau (cloche hydropneumatique, bulle à bulle, etc.).

COMPTEUR D'EAU

Toute colonne de distribution comporte une vanne de sectionnement qui peut être by-passée par un compteur de petit cali-

bre. Si la vanne est fermée, l'eau qui s'écoule du réservoir sera enregistrée par le compteur; s'agissant du débit de fuite, le compteur pourra être d'un calibre peu important : 20, 30 ou 40 mm. Il suffira de noter les index du compteur toutes les 5, 10 ou 15 minutes. Pour en déduire le débit de fuite.





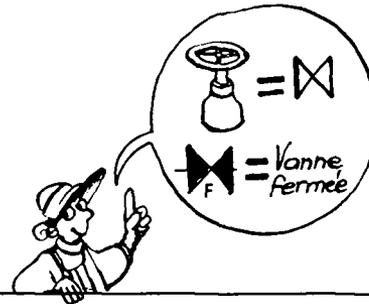
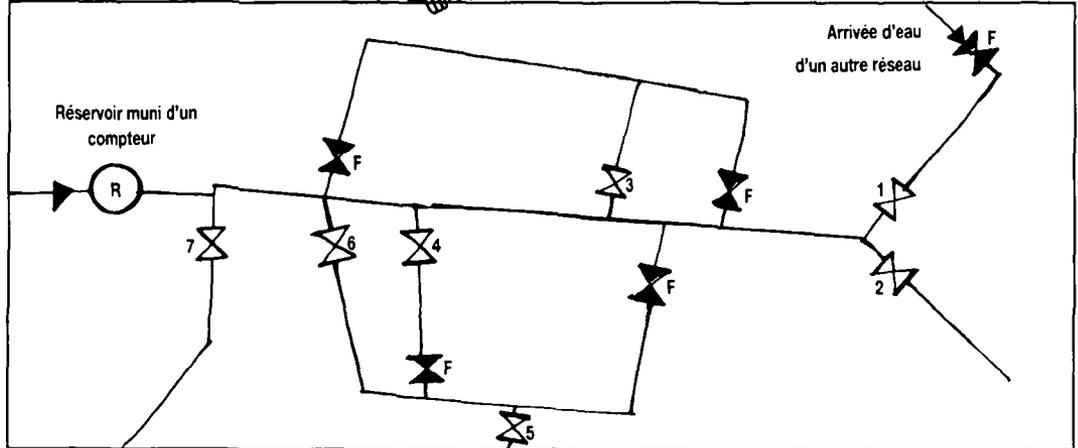
LOCALISATION DES FUITES

Généralement, on divise le réseau en plusieurs parties bien délimitées et on procède à la localisation de fuites en étudiant successivement chaque partie du réseau. Si la totalité du réseau ne peut être étudiée au cours de la même nuit, chaque partie du réseau sera l'objet d'une étude particulière.

La remise en eau d'une conduite provoque des perturbations du débit en cours de mesure. Il ne faudra donc pas rouvrir une vanne fermée.

Partant du débit nocturne, les vannes de sectionnement du réseau, ou de la partie du réseau, seront alors fermées l'une après l'autre dans un ordre tel que chaque fermeture entraîne une diminution continue du réseau alimenté, et selon un horaire fixé afin que deux fermetures successives soient séparées d'un temps fixé à l'avance pour qu'à chacune d'elles corresponde un relevé des index du compteur. Toute fuite se traduira par une diminution du débit à partir du moment de la fermeture de la vanne isolant la partie défectueuse du réseau. Le programme de sectionnement doit être établi en indiquant les vannes à manoeuvrer en précisant l'horaire de l'ordre.

EXEMPLE :
Soit le réseau suivant :



On pourra établir un programme comme celui qui suit avec sa feuille de relevés :

COMMUNE DE :					
RESERVOIR :					
RECHERCHE DE FUITES DU :					
N° de vanne à manoeuvrer (à fermer)	Heures	Relevé du compteur	Différences	Débits moyens totaux	Débits par tronçons
	24 h	154 618			
1	0 h 15	154 637	19	76 m ³ /h	4 m ³ /h
2	0 h 30	154 655	18	72 m ³ /h	0 m ³ /h
3	0 h 45	154 673	18	72 m ³ /h	12 m ³ /h
4	1 h 00	154 688	15	60 m ³ /h	4 m ³ /h
5	1 h 15	154 702	14	56 m ³ /h	0 m ³ /h
6	1 h 30	154 716	14	56 m ³ /h	24 m ³ /h
7	1 h 45	154 724	8	32 m ³ /h	20 m ³ /h
	2 h 00	154 727	3	12 m ³ /h	12 m ³ /h

d. INTERPRETATION DES RESULTATS

Les indications recueillies doivent être transformées en débits moyens (colonne 1) qui représentent en principe les débits d'eau qui sont perdus à cause des fuites sur l'ensemble de la partie des réseaux dont les vannes sont restées ouvertes. Toute variation de ce débit moyen est la conséquence de fuites. Sachant quelle est la vanne manœuvrée qui a provoqué cette chute de débit, il est possible de déterminer la partie du réseau où se situe la fuite (colonne 2).

e. MATERIEL ET PERSONNEL

Pour mener à bien la localisation des fuites, il faut disposer du personnel et du matériel suivant :

COMPTEUR



Si l'on ne dispose pas d'appareils enregistreurs, une personne sera chargée d'effectuer les relevés du compteur aux instants préalablement fixés. Elle sera munie d'une fiche de relevés et d'un chronomètre.

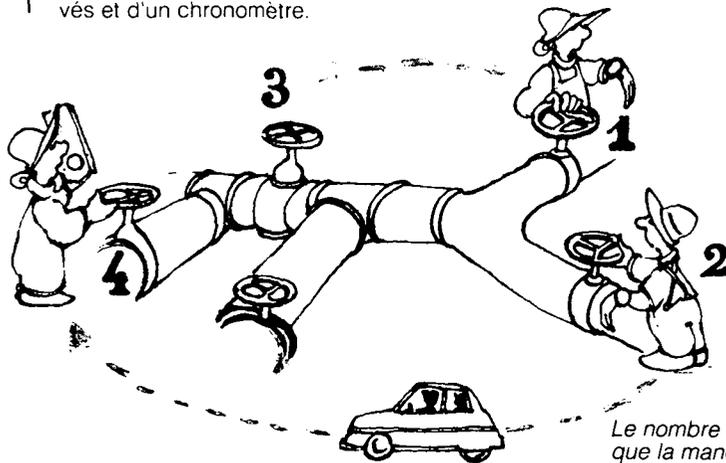
VANNES

Une ou plusieurs personnes seront chargées de la manœuvre des vannes. Le matériel nécessaire sera donc une clé à béquille et un plan sur lequel les vannes seront numérotées dans l'ordre où elles doivent être manœuvrées, ainsi qu'une indication des heures de chaque manœuvre. Les deux opérations de manœuvre de vanne et de lecture du compteur devant se faire au même moment, la synchronisation des montres au départ est indispensable.

f. REMARQUE

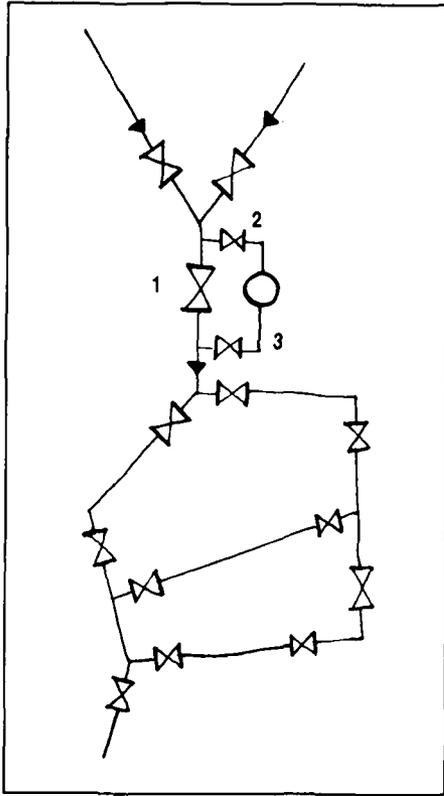
Cette méthode n'est applicable que pour des réseaux de dimensions réduites du type rural ou semi-rural. En effet, il ne serait pas possible, du fait du nombre de manœuvres de vannes que cela nécessiterait, de l'appliquer à un réseau urbain.

On tend actuellement, pour pallier cet inconvénient sur les réseaux importants, à placer des compteurs de fuites. Ce sont des compteurs que l'on rencontre sur les conduites principales en dérivation. Ces compteurs serviront lorsqu'on désirera faire une détection de fuites sur un quartier. ♣



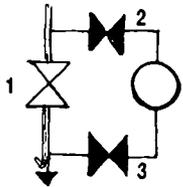
Les moyens radio autorisant communication entre l'agent qui manœuvre les vannes et celui qui enregistre les indications du compteur du réservoir améliorent la sécurité en même temps qu'ils permettent de remédier à un contretemps toujours possible dans le respect de l'horaire.

Le nombre d'aides sera tel que la manœuvre des vannes s'effectue dans des délais voulus, compte tenu des déplacements. Si ceux-ci sont importants, il y a lieu de prévoir un véhicule.



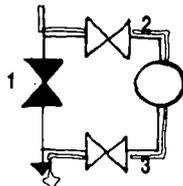
FONCTIONNEMENT NORMAL :

1. Ouverte
2. 3. Fermées.



DETECTION DES FUITES

1. Fermée
2. 3. Ouvertes, ce qui nous ramène au cas précédent.



g.

CHOIX DES TRONÇONS A EXAMINER EN PRIORITE

Pour choisir entre plusieurs réseaux, ou entre plusieurs morceaux d'un même réseau, celui sur lequel doit porter en priorité l'effort de recherche et de récupération des fuites, il faudra prendre en compte non seulement le débit de fuite, mais aussi la longueur du réseau correspondant.

EXEMPLE :

Après mesure du débit de fuites sur différents tronçons d'un réseau, il a été obtenu les chiffres suivants :

TRONÇONS	DEBITS DE FUITES	PRIORITE	LONGUEUR DU TRONÇON
I	5 m ³ /h	3	0,7 km
II	24 m ³ /h	1	4,2 km
III	10 m ³ /h	2	1,3 km

DEBITS DE FUITES PAR METRE LINEAIRE DE CONDUITE	PRIORITE
7,1 l/h/ml	2
5,7 l/h/ml	3
7,7 l/h/ml	1

A priori, le choix se porterait en priorité sur le tronçon n° II, ensuite sur le n° III, puis sur le n° I.

Mais si nous prenons en compte la longueur du réseau pour chaque tronçon, nous constatons qu'il vaut mieux commencer à porter nos efforts de recherche de fuites sur le tronçon n° III, puis sur le I, pour finir ensuite sur le II.

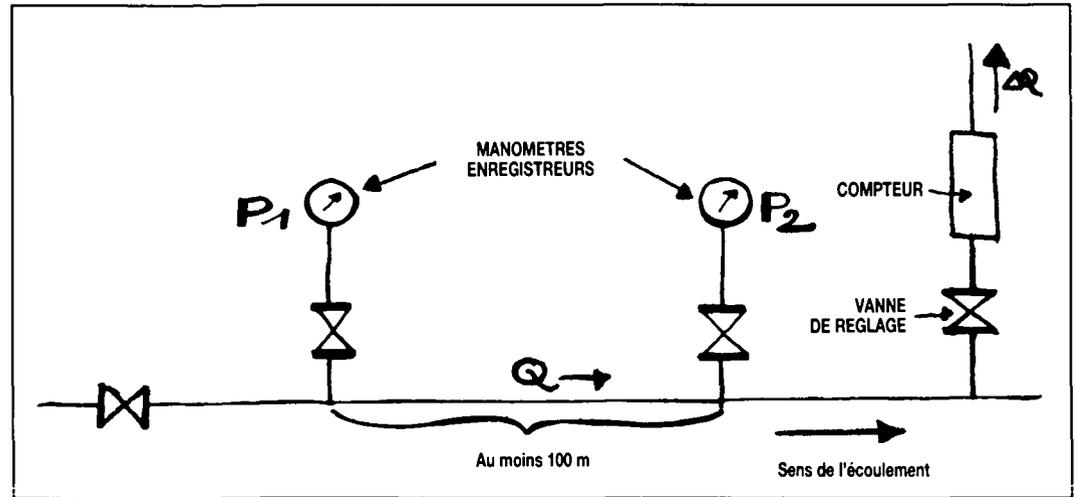
h.

AUTRES METHODES EXISTANTES

1

Cette méthode consiste à évaluer le débit circulant dans la conduite et, en opérant de proche en proche, on pourra déduire le débit de fuite.

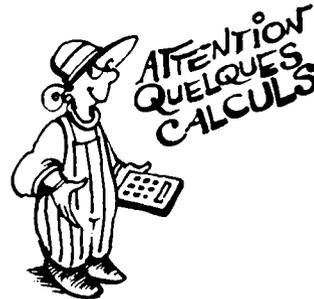
Si la conduite n'est pas équipée d'instruments de mesure de débits, on pourra procéder de la façon suivante :



La conduite dont on désire connaître le débit doit posséder au minimum deux prises de pression distantes d'au moins 100 m et une prise de soutirage.

Le débit Q de la conduite est supposé stable pendant la durée de l'essai (2 minutes); les manomètres enregistreurs $P1$ et $P2$ seront placés dans le sens de l'écoulement supposé.

Un organe de soutirage d'eau, ainsi qu'un système de comptage permettant d'établir le débit instantané, seront raccordés à l'aval des manomètres enregistreurs.



Nous pouvons écrire que :

$\Delta H = RQ^2$ qui est la relation fondamentale des pertes de charges avec :

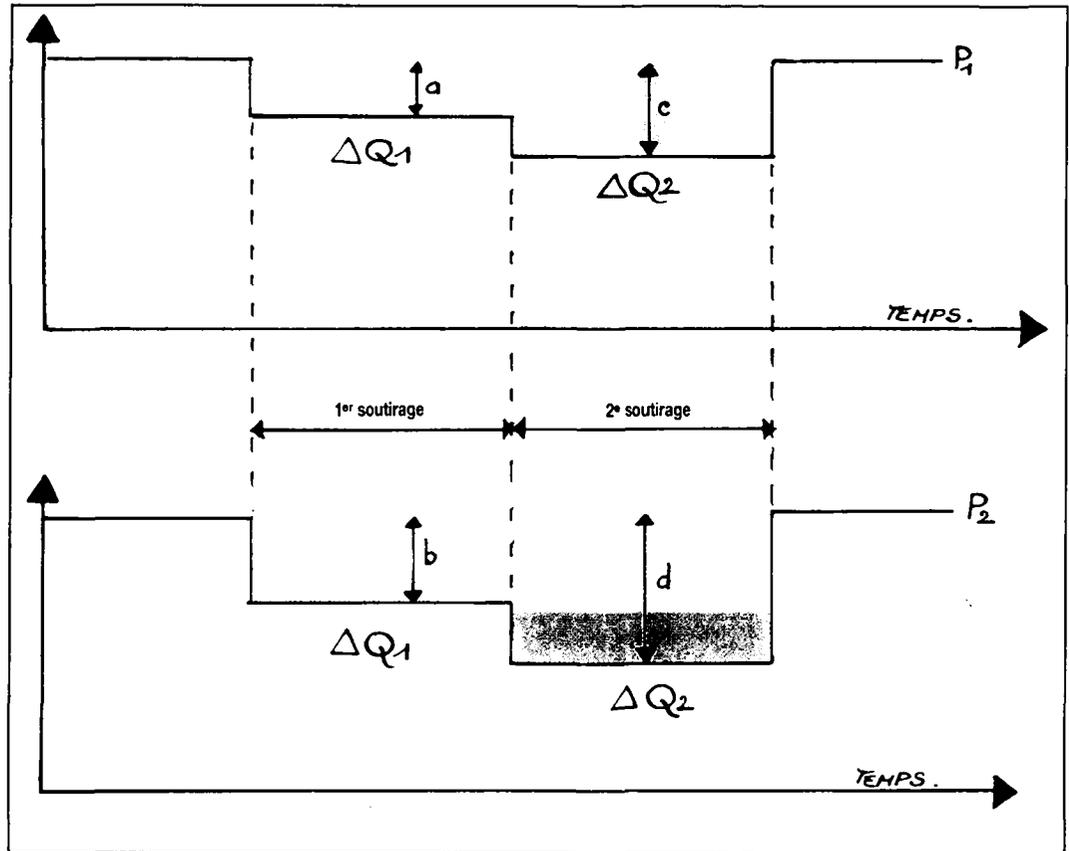
ΔH = pertes de charge

R = résistance de la conduite

Q = débit de la conduite.



En faisant deux soutirages de débits différents par le système placé en aval des manomètres, les enregistrements des manomètres P1 et P2 seront de la forme suivante :



b - a = perte de charge du tronçon séparant les deux manomètres pour un débit $(Q + Q_1)$.

d - c = perte de charge du tronçon séparant les deux manomètres pour un débit $(Q + Q_2)$.

Nous pouvons écrire :

$$(b - a) = R (Q + Q_1)^2 \quad \square \text{ Mesuré}$$

$$(d - c) = R (Q + Q_2)^2$$

◆

$$(b - a) (Q + Q_2)^2 = (d - c) (Q + Q_1)^2$$

La seule inconnue de l'équation étant Q , nous pouvons en déduire sa valeur.

h.

AUTRES METHODES EXISTANTES

2

Cette méthode consiste à isoler, par fermeture des vannes, le tronçon de conduite soupçonné de fuites et d'observer l'évolution de la pression à l'intérieur de ce tronçon.

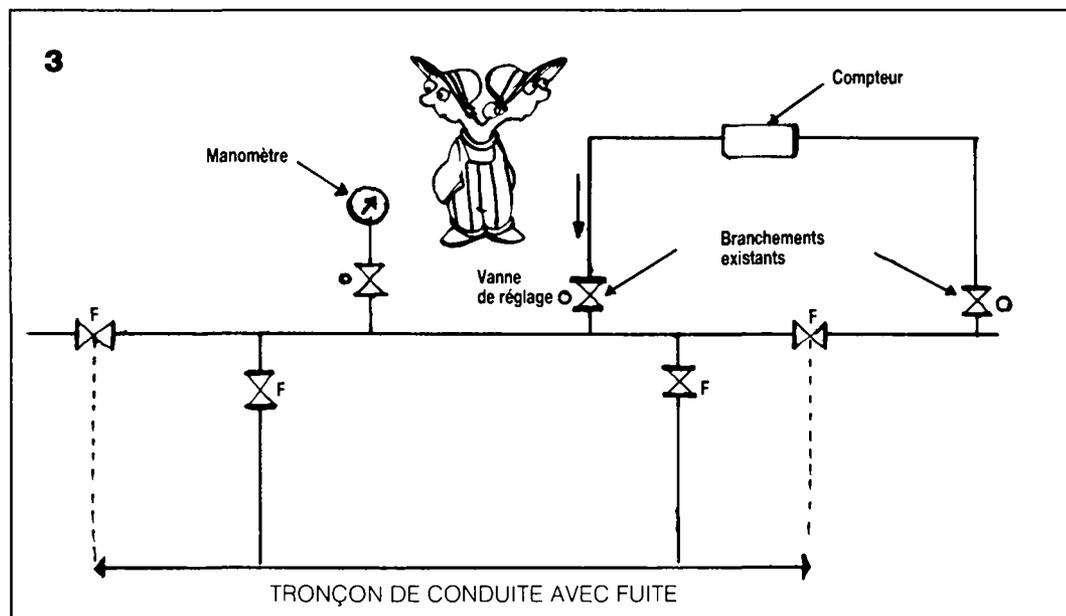
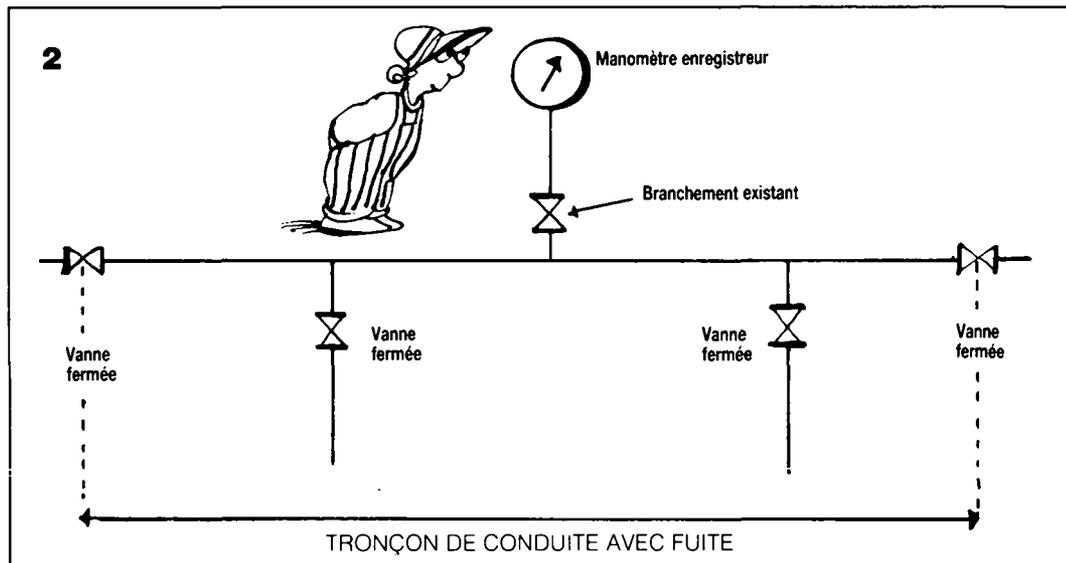
3

Une autre façon de procéder est de maintenir la pression aux valeurs habituelles en alimentant le tronçon de conduite et en mesurant le débit amont.

Ces deux méthodes ont des inconvénients :

- L'arrêt de l'alimentation du réseau. Pour réduire cet inconvénient, la manipulation peut être faite de nuit.
- Il est indispensable que les robinets-vannes obturent parfaitement bien.

La méthode n° 3 avec compteur nécessite quelques travaux pour la liaison des conduites par le by-pass.



4

Il existe depuis plusieurs années une méthode moderne qui permet de déterminer les débits de fuites sur un certain secteur donné.

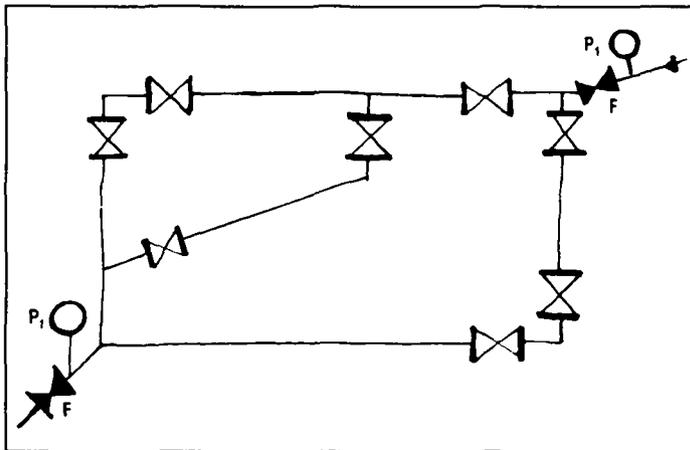
Le principe est le suivant :

Nous analysons le réseau, secteur par secteur, en mesurant avec un débitmètre le débit de fuite. Si fuite il y a, le secteur est découpé jusqu'à ce que la ou les fuites soient cernées dans un élément qui, lui-même, n'est plus divisible parce qu'il faudrait des vannes qui n'existent pas. Ceci est la prélocalisation des fuites avec leur quantification.

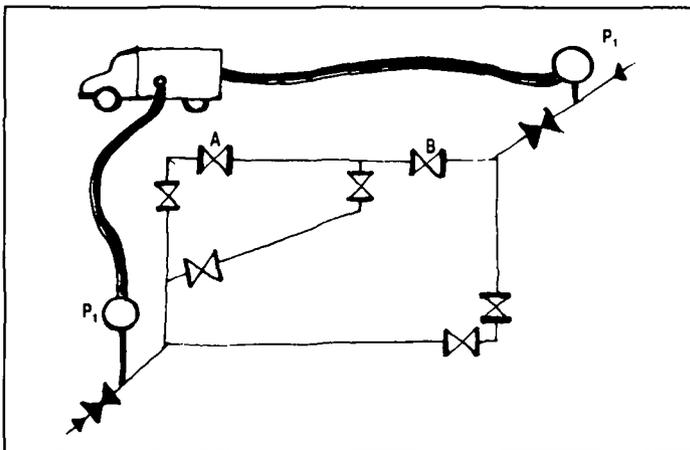
C'est dans cet élément que le technicien aura à localiser les fuites avec l'une et l'autre des méthodes acoustiques ou corrélatives (ou les deux, voir p. 28). Sachant quel débit il cherche, il pourra vous dire : réparez telle ou telle fuite en priorité ou le contraire; telle autre peut être différée, voire même laissée de côté jusqu'au jour où une intervention dans le voisinage sera à faire, parce que le coût de la réparation ne serait pas compensé par la récupération de la perte.

Pour vous apporter une garantie et aussi pour s'auto-contrôler, une nouvelle mesure de débit est faite après réparation.

Nous découpons le réseau en secteurs, soit en portions de réseaux limitées par une ou plusieurs vannes qui, fermées, le priveront d'eau.



Nous alimentons ce secteur au travers du camion de mesure par l'intermédiaire de tuyaux type pompier, branchés, d'une part, sur un poteau d'incendie extérieure au secteur et, d'autre part, sur un poteau à l'intérieur du secteur.

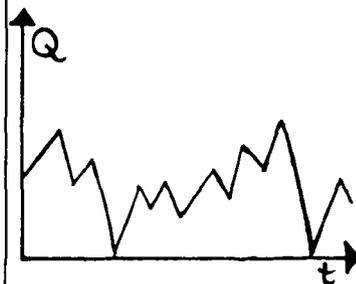


Dans le véhicule, on mesure et on enregistre le débit, la pression et la température.

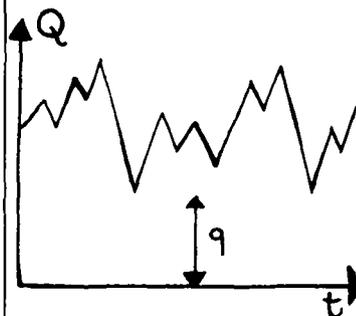
Grâce à un test de pression spécial, on peut contrôler l'étanchéité des vannes. Il n'est pas indispensable que celles-ci soient tout à fait étanches, mais en tout cas elles doivent être fermées; les mesures se font dans la zone en contrôle sans qu'il y ait besoin d'interrompre l'alimentation de la clientèle.

Lorsque les conduites constituant la zone contrôlée sont étanches, le débit instantané mesuré passe plusieurs fois par zéro. Dans le cas où il existe une fuite, le débit instantané minimum mesuré représente le débit de la fuite.

ENREGISTREMENT DES DEBITS



1. Les débits chutent à 0. Il n'y a pas de fuite sur le secteur testé.



2. Les débits ne chutent pas à 0.

Q représente le débit des fuites sur ce secteur.

Ensuite, on modifie la zone de contrôle pour déterminer le tronçon fuyard (par exemple, entre A et B).

Cette méthode a été utilisée en France dans certaines villes (Colmar, Saint-Malo, Issoudun...). Elle nécessite un matériel très spécialisé, notamment au niveau du camion de mesure équipé de débitmètres très sophistiqués.



7 RECHERCHE ET LOCALISATION DES FUITES

METHODOLOGIE

La recherche des fuites sur les systèmes de distribution comporte plusieurs étapes :

- Mesure globale des fuites et détermination des parties de réseaux susceptibles de posséder les fuites les plus importantes. C'est la partie qui vient d'être traitée (6).

- La recherche et la localisation de fuites sur les canalisations enterrées, afin que l'on puisse procéder dans les meilleurs délais à la réparation ou à la rénovation des secteurs jugés trop défectueux.

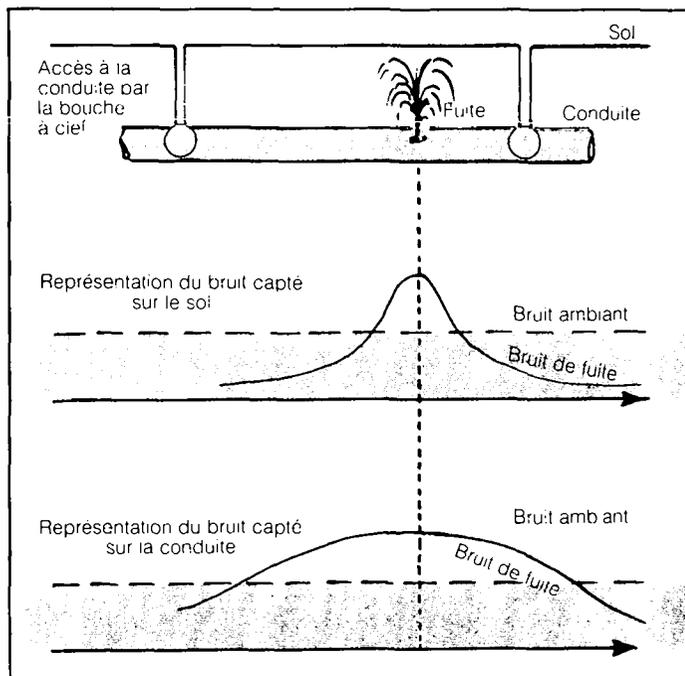
Tous les appareils que nous allons voir plus en détail par la suite sont basés sur le principe suivant :

L'eau circulant sous pression à l'intérieur d'une canalisation crée des vibrations acoustiques en s'échappant d'un orifice occasionné par une défectuosité de la conduite.

Ces vibrations ont une fréquence audible variable, suivant de nombreux paramètres (généralement entre 100 et 2 000 à 3 000 Hz).

Elles se propagent plus ou moins le long des conduites et dans le sol où l'atténuation peut être très rapide comme le montre le schéma ci-contre ♦

Depuis longtemps, la méthode employée pour rechercher et localiser les fuites n'a pas évolué : elle consiste à écouter et analyser les bruits captés sur le sol ou sur les conduites.



Les appareils mis à la disposition de l'exploitant sont pratiquement tous basés sur le principe du stéthoscope, complété ensuite par des systèmes amplificateurs mécaniques ou électroniques.

On peut les classer en trois catégories :

- Les amplificateurs mécaniques;
- Les amplificateurs électroniques;
- Les autres procédés.

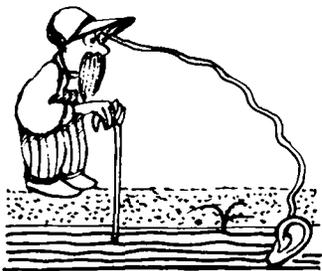


a.

LES AMPLIFICATEURS MECANIQUES

Pour situer les fuites, nos aînés dans la profession utilisaient la clé de manoeuvre.

En posant une extrémité sur un point de la conduite et en collant l'oreille sur l'autre extrémité, ils pouvaient, en cas de fuite, entendre le bruit propagé sur une section du réseau; la transmission étant faible, il fallait une oreille exercée pour en apprécier l'éloignement afin de la localiser précisément.



Van Gogh,
l'homme à l'oreille coupée,
ex-chercheur de fuites d'eau.

Les détecteurs mécaniques sont de conception simple et peu coûteux.

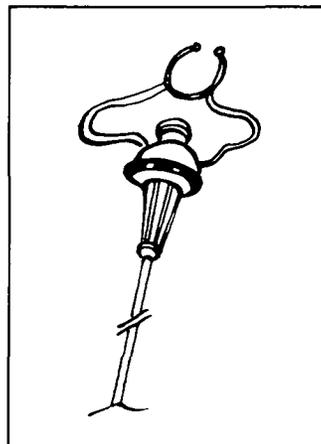
Parmi les plus répandus, on distingue :

L'HYDROPHONE



C'est un cornet acoustique renfermant un vibreur amplificateur qui s'adapte sur des allonges métalliques ou des cannes de bambou, le bambou offrant une transmission plus fidèle des bruits. Par contre, il demande un orifice d'accès à la conduite un peu plus important.

L'HYDROSOL



Il est composé d'une membrane vibrante reliée à une cloche métallique formant caisse de résonance sur laquelle est emboîtée une tige métallique servant de capteur.

Les détecteurs mécaniques sont généralement utilisés pour des écoutes directes sur le réseau.

En effet, comme le montre le schéma précédent, les conditions de détection du bruit de fuite sont nettement meilleures que par écoute au sol. L'atténuation est beaucoup moins rapide en fonction de la distance, la conduite est relativement protégée des bruits de la rue et le bruit de fuite pourra être assez bien reconnu par une oreille exercée.

Les résultats sont tributaires de l'environnement. Si celui-ci est trop bruyant, comme c'est fréquemment le cas en milieu urbain, il est nécessaire d'avoir recours au travail de nuit.

Il faut noter que le matériau de la conduite a plus ou moins la faculté de conduire le bruit de la fuite. Par exemple, le plastique amortit beaucoup plus rapidement les vibrations consécutives à la fuite d'eau que l'acier.

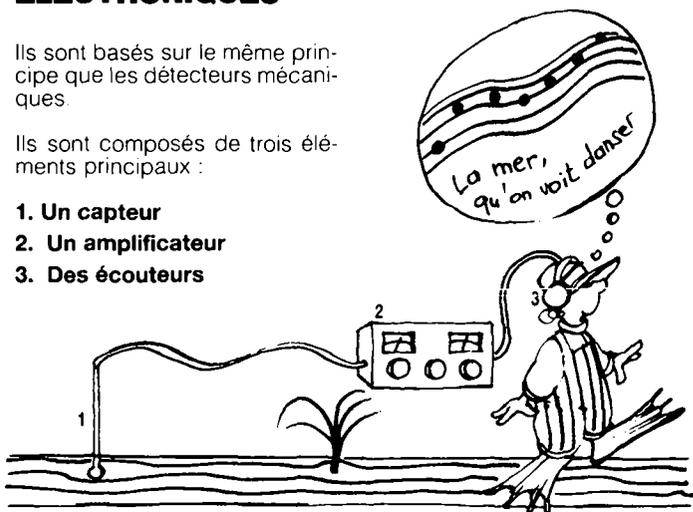


b. LES AMPLIFICATEURS ELECTRONIQUES

Ils sont basés sur le même principe que les détecteurs mécaniques

Ils sont composés de trois éléments principaux :

1. Un capteur
2. Un amplificateur
3. Des écouteurs



Ces détecteurs sont beaucoup plus sensibles que les détecteurs mécaniques et l'amplification importante du signal capté permet des recherches et des localisations plus précises par écoute directe du sol.

La méthode générale d'utilisation de ce type d'appareil consiste à écouter et analyser les bruits captés par contact direct sur les appareils reliés au réseau (carrés de robinet, arrivées au compteur).

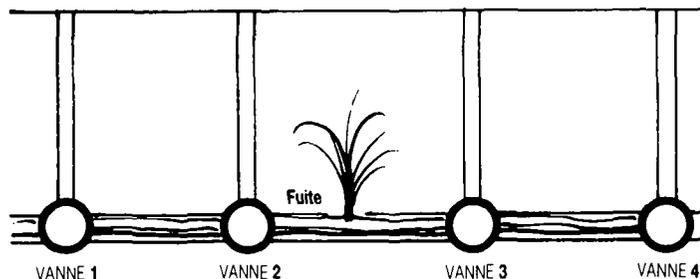
Dès l'amorce d'un bruit de fuite, il faudra rechercher le bruit maximal entre deux branchements, puis localiser le point de fuite par écoute au sol.

Comme pour les amplificateurs mécaniques, les amplificateurs électroniques sont tributaires du bruit du milieu environnant et, là aussi, il faut généralement avoir recours à des recherches nocturnes.

La recherche de fuites avec ces deux types d'appareils nécessite également une certaine habitude de l'appareil pour obtenir de bons résultats.

METHODE ACOUSTIQUE

Si l'on considère la conduite suivante :



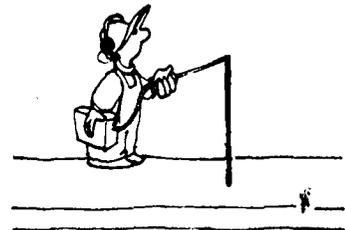
En premier lieu, on fait une écoute sur la conduite sur les différentes vannes.

Les bruits les plus importants vont se situer aux points d'écoute 2 et 3. Ce qui nous permet de dire que la fuite se situe entre les vannes 2 et 3.

Pour la localiser précisément, on fait une écoute au sol (tous les 50 cm). Lorsque le bruit perçu est maximum, on est au-dessus de la fuite.



Sur sol dur, chaussée, on peut faire une écoute directe en posant le capteur sur le sol.

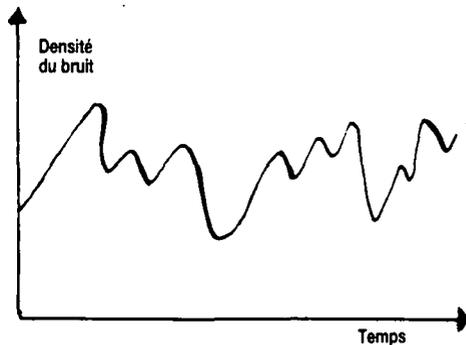


Sur sol mou, on enfonce une tige métallique dans le sol et on place le capteur à l'extrémité de cette tige.

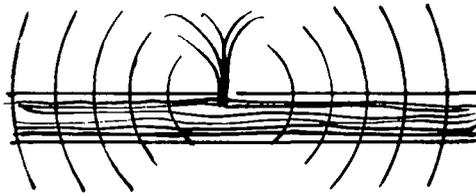
METHODE DE LA CORRELATION ACOUSTIQUE

Elle utilise trois propriétés du bruit de fuite, qu'il est en général seul, par rapport aux bruits environnants, à réunir simultanément :

1. La première est relative à sa production : le bruit de fuite est "aléatoire", c'est-à-dire que son évolution dans le temps ne correspond à aucune règle, comme peut l'illustrer la courbe suivante.



2. La deuxième est relative à sa propagation dans la conduite : cette propagation se fait à vitesse égale de part et d'autre de la fuite (si le matériau est homogène et les tuyaux de même section).



3. La troisième est sa permanence dans le temps, contrairement à la plupart des autres bruits parasites.



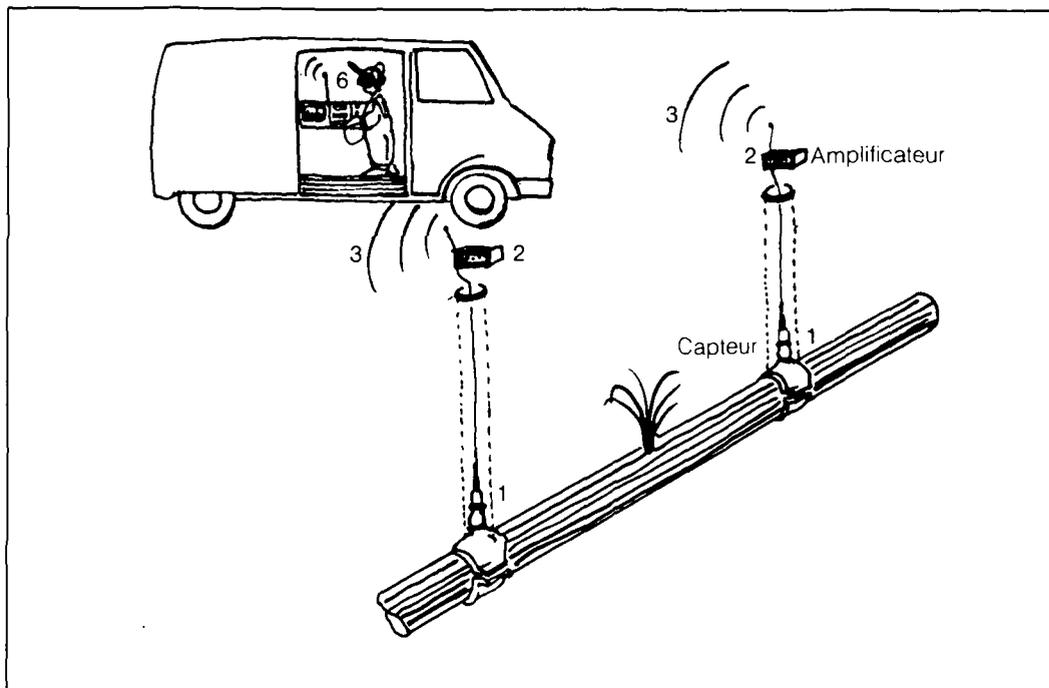
L'appareil de réception comprenant un corrélateur compare les deux signaux et fait subir à l'un d'eux toute une série de décalages dans le temps permettant d'identifier celui qui compense exactement la différence des temps de propagation des deux signaux.

Le système permet donc d'obtenir simultanément la confirmation de la présence d'une fuite (s'il y a ressemblance entre les deux signaux captés) et sa localisation (par repérage du décalage correspondant à cette ressemblance).

L'EQUIPEMENT

Il se compose :

- 1.** De deux capteurs pour la saisie des vibrations de la conduite engendrées par la fuite.
- 2.** De deux amplificateurs associés aux capteurs.
- 3.** De deux liaisons entre les capteurs et l'unité de traitement assurées par câbles ou par voie radio.
- 4.** D'un dispositif de filtrage des signaux recueillis qui n'intervient que s'il se présente un bruit parasite périodique ou même un bruit de fuite périodique.
- 5.** D'un dispositif d'amplification automatique susceptible de redonner une amplitude suffisante aux signaux après filtrage.
- 6.** Du corrélateur qui constitue l'unité centrale.
- 7.** De périphériques constitués :
 - d'un magnétophone pour enregistrer les bruits de fuites;
 - d'un micro-ordinateur avec imprimante pour effectuer des calculs particuliers.



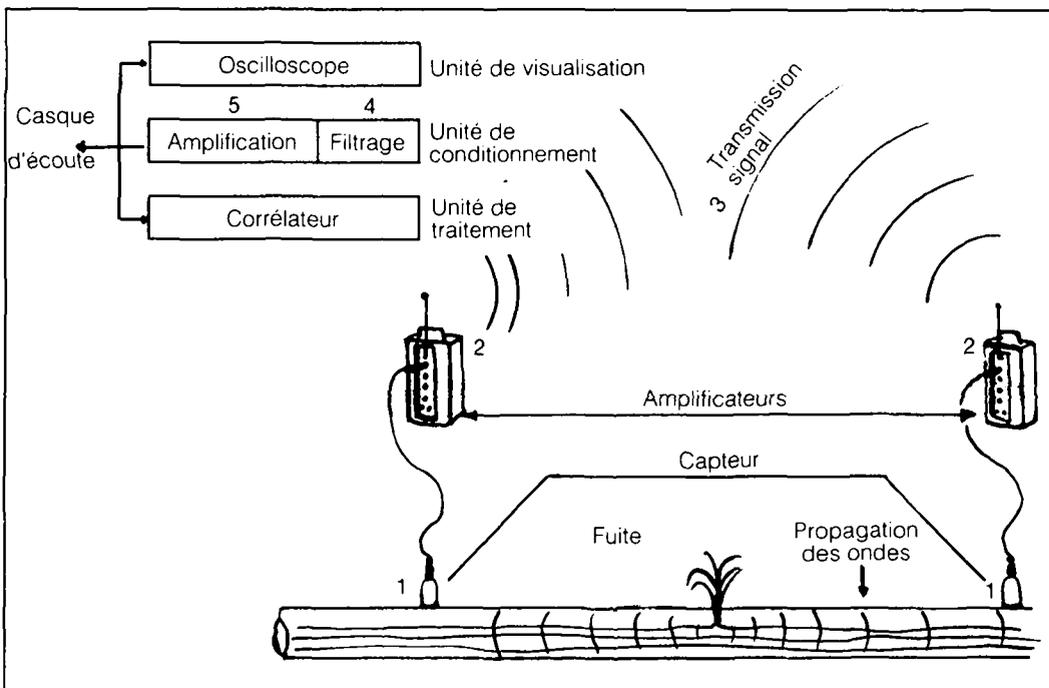
Cette méthode donne des résultats intéressants. En effet, la plupart des expériences réalisées avec ce matériel, ont montré qu'il peut identifier certaines fuites là où les méthodes classiques échouent.

Sur le plan rapidité, en détection, il n'est guère plus rapide que l'écoute directe. Par contre, en localisation, la rapidité et la fiabilité sont incontestablement supérieures, plus que de 80% des résultats étant obtenus en quelques secondes avec une précision inférieure au mètre, quelle que soit la profondeur de la conduite.

Un autre de ses avantages est la suppression du travail de nuit.

Malgré l'investissement important, ce matériel peut être rapidement rentabilisé dans le cas de campagnes de recherches de fuites systématiques et permet ainsi de procéder aux contrôles de canalisations à intervalles réguliers.

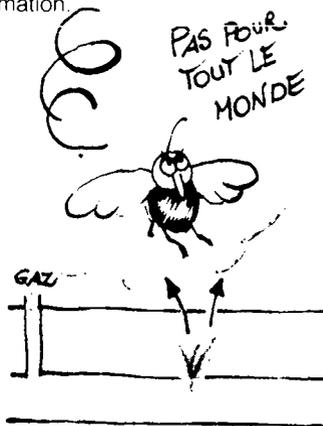
L'appareil de ce type le plus répandu en France et à l'étranger est fabriqué et commercialisé par METRAVIB INSTRUMENTS (FRANCE).



LES AUTRES PROCÉDES

1. GAZ TRACEUR

Il existe un procédé de recherches de fuite posé sur l'introduction d'un gaz traceur dans les conduites (l'hexachlorure de soufre SF6) injecté sous pression; il est inodore, insipide et non dangereux pour la consommation.



A la surface, la localisation s'effectue avec un détecteur équipé d'une sonde que l'on introduit dans des petits trous percés préalablement à l'aplomb du tracé de la conduite.

Cette méthode est appliquée aux cas difficiles à solutionner avec les détecteurs traditionnels. Elle s'avère néanmoins relativement peu précise et assez coûteuse.

2. CYLINDRE RADIOACTIF

Une autre méthode consiste à boucher la conduite à une extrémité à l'aide d'un piston dans lequel a été introduit un petit cylindre radioactif.

Le piston, uniquement poussé par l'eau qui sort de la fuite, s'arrête au droit de celle-ci, le lieu étant repéré à l'aide d'un compteur Geiger.

8 CONCLUSIONS

L'augmentation sans cesse croissante du prix de revient du mètre cube d'eau produit conduit de plus en plus les distributeurs d'eau à entreprendre des campagnes de recherches de fuites de façon à améliorer le rendement de leur réseau.

Pour les petits et moyens réseaux, les moyens de détection des fuites seront choisis dans la gamme des détecteurs mécaniques (hydrosol, hydrophone) ou, mieux encore, un détecteur électronique de type triphone qui est moins économique, mais qui donne des résultats plus précis.

Tous ces appareils sont peu encombrants, donc transportables facilement, et ils sont généralement robustes.

Ils conviendront donc très bien dans le cadre de recherches de fuites ponctuelles ou, à la rigueur, systématiques sur les petits réseaux.

Malheureusement, ces appareils ont des limites et il est souvent nécessaire de travailler la nuit, la recherche de jour étant rendue impossible par les bruits environnants. Dans le cas de recherches systématiques, il est alors intéressant de faire appel à la méthode de corrélation acoustique qui supprime radicalement la recherche de nuit et son prix de revient élevé.

Par contre, pour les réseaux importants (à partir de 2.000 ou 3.000 kilomètres de réseau), l'équipement nécessaire au procédé de corrélation acoustique peut se rentabiliser rapidement avec un programme de recherches systématiques lui permettant d'être employé au maximum.

	MISE EN ŒUVRE		PRECISION	PRIX	ENCOMBREMENT
	JOUR	NUIT			
DETECTEURS MECANIQUES	Pratiquement impossible sauf pour initiés	Bonne pour un opérateur entraîné	Dépend de l'utilisateur	500 à 2 000 F	Faible
DETECTEURS ELECTRONIQUES	Peut s'effectuer pour des appareils munis de filtres	Sans problème	Assez Bonne	5 000 à 30 000 F	Faible
CORRELATEUR ACOUSTIQUE	S'effectue toujours le jour		Excellente	150 000 à 200 000 F	Nécessite un véhicule spécial



9 A vous de DIAGNOSTIQUER

Soit une ville de 5 000 habitants se répartissant en deux zones A et B.

Vous disposez des données suivantes :

- Consommation annuelle : (somme des consommations des abonnés) :
Zone A : 145 322 m³
Zone B : 219 834 m³.

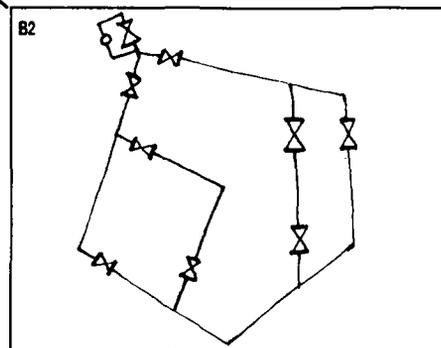
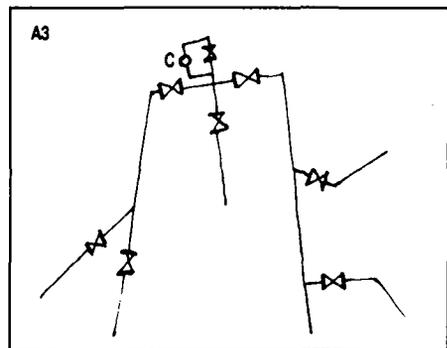
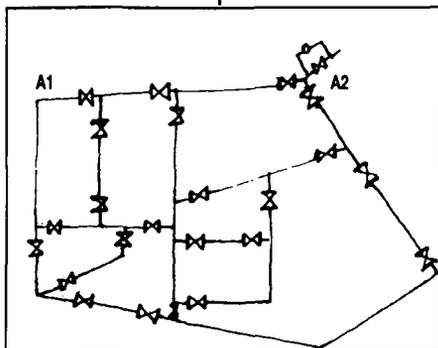
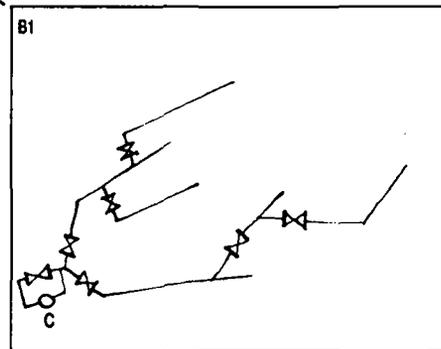
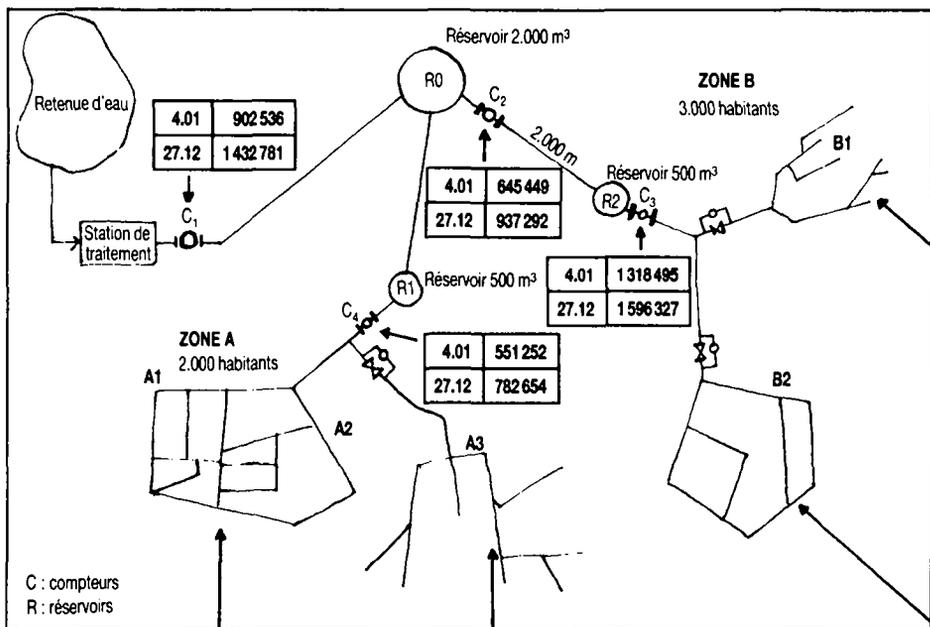
Dans la zone B se trouvent des bâtiments municipaux, un stade, une Maison des Jeunes. Tous ces bâtiments sont dépourvus de compteurs. Leur consommation annuelle, ainsi que les différentes pertes (poteaux d'incendie, vidanges) sont estimées à 12 000 mètres cubes.

- Index des compteurs installés sur le réseau C₁, C₂, C₃, C₄. (Voir sur le plan du réseau.)

- Le plan général du réseau.

- Les plans détaillés des différents secteurs.

Quelle stratégie mettriez-vous en œuvre pour lancer une campagne de recherche de fuites ?
(Dans le cas où il y aurait des fuites.)





A VOUS

1 IL FAUT DETERMINER LE RENDEMENT DES DIFFERENTES ZONES

Zone A :

$$R_{ZA} = \frac{145322}{231402} = 62,8\%$$

Zone B :

$$R_{ZB} = \frac{219834}{277832} = 79\%$$

On s'aperçoit également qu'il y a un décalage entre C_2 et C_3 . On a des fuites sur la conduite entre R0 et R2 qui représentent :

$$291843 - 277832 = 14011 \text{ m}^3/\text{an}, \text{ soit } 38 \text{ m}^3/\text{j}.$$

2 IL FAUT INTERPRETER CES RESULTATS

Dans la zone B, le volume d'eau prélevé hors comptage est estimé à 12000 m^3 , ce qui nous donne un rendement corrigé de :

$$\frac{219834 + 12000}{277832} = 83,5\%$$

On peut considérer que la zone B est acceptable.

Il faut par contre lancer une campagne de recherches de fuites sur la zone A qui a un facteur de perte de 37,2% (les volumes d'eau prélevés hors comptage pouvant être négligés dans cette zone).

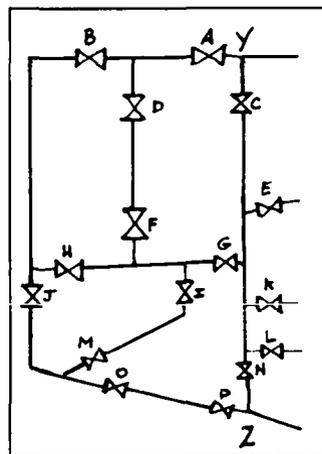
Pour effectuer la campagne de recherches de fuites sur la zone A, nous la divisons en trois secteurs : A_1 , A_2 et A_3 (cf. p. 31).

Le secteur A_3 (après avoir réalisé les différentes opérations nécessaires) s'est révélé ne pas avoir de fuites.

La recherche va donc porter maintenant sur les secteurs A_1 et A_2 .

QUESTION 1

Voici le schéma du secteur A_1 .



Chaque vanne est référencée par une lettre ($\boxtimes K$ = vanne K).

a. Quelles vannes doit-on manœuvrer pour isoler le secteur ?

A-t-on plusieurs possibilités ?

b. Quelles vannes doit-on manœuvrer pour n'avoir qu'une alimentation par tronçon.

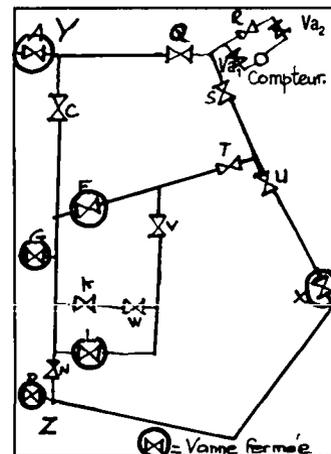
Indiquez les variantes possibles.

c. Déterminez l'ordre de fermeture des vannes (exemple : I, G, F...).

A-t-on plusieurs possibilités ?

QUESTION 2

Voici le schéma du secteur A_2 et un tableau de relevés.

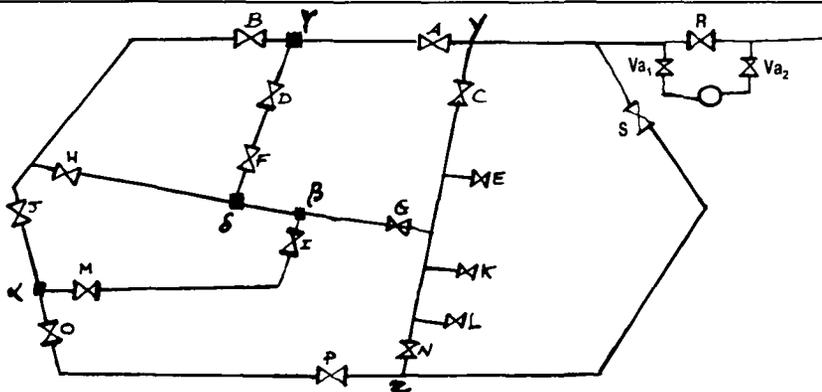


Réf. vanne	Heure	Relevé compteur
	24:00	221 831
N	00:15	221 833,2
W	00:30	221 835,4
V	00:45	221 837,4
U	01:00	221 839,4
T	01:15	221 840,4
S	01:30	221 841,4
C	01:45	221 842,4
Q	02:00	221 842,4
	02:15	221 842,4

Rechercher les tronçons fuyards.

Réponses

1. SECTEUR 1

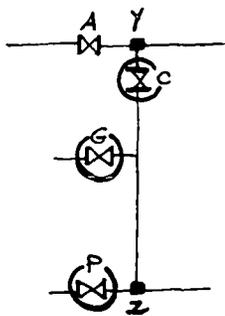


Avant de commencer la recherche, il faut :

1. Isoler le secteur.

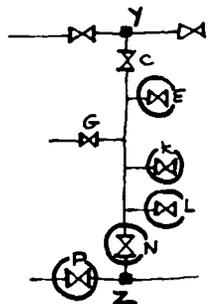
Ce secteur ne doit plus avoir qu'une alimentation, celle où se trouve le compteur. Pour cela, il faut fermer les vannes R et S et ouvrir Va₁ et Va₂.

Ensuite, on a deux possibilités :



a) Soit fermer les vannes **C - G - P.**

Auquel cas, le tronçon **YZ** ne sera pas testé. (Il le sera avec le secteur A₂).



b) Soit fermer les vannes **E - K - L - N - P.**

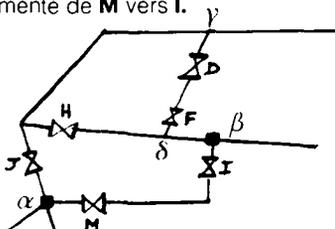
Auquel cas le tronçon **YZ** sera testé.

Nous avons choisi la première solution.

2. N'avoir qu'une alimentation par tronçon.

Exemple : Pour le tronçon $\alpha\beta$

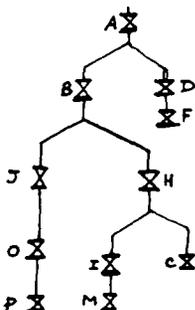
- Si l'on ferme la vanne **I**, le tronçon est alimenté de **M** vers **I**.



- Si l'on ferme la vanne **M**, le tronçon est alimenté de **I** vers **M**.

Nous avons choisi de fermer la vanne **M**. Pour $\psi\delta$, nous fermons la vanne **F**.

3. Déterminer l'ordre de fermeture des vannes.



On peut représenter le secteur sous forme d'un arbre représentant les différents embranchements.

Ensuite, suivre la règle suivante :

En fermant une vanne, on doit isoler un tronçon qui ne comporte que des vannes fermées.

2. SECTEUR 2

N° vanne	Différence	Totaux moyens	Par tronçon
N	2,2	8,8	0
W	2,2	8,8	0,8
V	2,0	8	0
U	2,0	8	4,0
T	1,0	4	0
S	1,0	4	0
C	1,0	4	4,0
Q	0	0	0
	0	0	0

On constate que l'on a trois tronçons fuyards (2, 4, 7).

On pourra ensuite localiser précisément les fuites avec un détecteur en commençant par le tronçon 4 ou 7, puis le 2.

En supposant que l'on arrive à éliminer ces fuites, en prenant le coût moyen de production de 1,50 F/m³, on économise sur un an :

$$(8,8 \times 24 \times 65) \times 1,50 =$$

$$770,88 \times 1,50 = 115\,632 \text{ F.}$$

Vannes fermées initialement : R, S, C, G, P, M, F.

Ordre possible de fermeture : O, J, I, H, B, D, A.

Ordre impossible :

O, J, **H**, B...

Les vannes I, M et C ne sont pas fermées.



10 AIDES DES A.F.B. AGENCES FINANCIERES DE BASSIN



Les renseignements fournis
sont extraits de publications
éditées par les Agences (valables au 1/09/85).

Pour plus de précisions, s'adresser
directement aux services concernés.

ADOUR-GARONNE

84, rue du Férétra, 31078 TOULOUSE CEDEX. Tél. 61.25.21.51.

Interventions pour la sécurité, l'approvisionnement
et la lutte contre le gaspillage.

NATURE DES TRAVAUX	CONDITIONS ET NATURE DE L'INTERVENTION
1. Sécurité d'approvisionnement pour l'alimentation en eau potable (réserves, interconnexions, traitements spécifiques).	30% d'avance.
2. Systèmes d'alerte, lutte contre le gaspillage et économie d'eau.	30% de subvention ou 40% d'avance.
3. Etudes de recherches et de diagnostic.	Avance sur aide future pouvant être portée à 70% ou 30% de subvention.

ARTOIS-PICARDIE

764, boulevard Lahure, 59508 DOUAI. Tél. 27.87.01.94.

NATURE DES TRAVAUX	CONDITIONS ET NATURE DE L'INTERVENTION
1. Recherches de fuites : — Etudes; — Installations de dispositifs de mesures (compteurs de quartiers); — Diagnostic des travaux nécessaires pour réduire les fuites.	Subvention de 25%
2. Installation de compteurs au départ des réseaux : — Travaux de première installation.	Subvention de 50%
3. Travaux urgents en cas d'accident : Un accident ou une défaillance survenant brusquement au puits ou dans le réseau de distribution entraîne des travaux urgents de réparations.	Avance immédiate et sans intérêt de 100%

LOIRE-BRETAGNE

B.P. 6339, 45063 ORLEANS CEDEX. Tél. 38.63.08.16.

Prêt ou avancé suivant que les travaux sont bénéfiques pour le maître d'ouvrage ou pour les autres usagers du bassin.

Dans tous les cas, le montant pris en compte peut être plafonné en fonction notamment du volume d'eau économisé.

NATURE DES TRAVAUX	CONDITIONS ET NATURE DE L'INTERVENTION
A. COLLECTIVITES LOCALES	
1. Opérations de diagnostic de recherche de fuites.	Subvention de 20 à 40%. Possibilité de prêt complémentaire (au taux de la Caisse des Dépôts et Consignations).
2. Travaux de réparations de fuites (consécutifs à une opération diagnostic ou de recherche de fuites).	Prêt au taux maximal de 60% (conditions de la Caisse des Dépôts et Consignations).
3. Travaux d'équipements (moyens de comptages, dispositifs économiseurs d'eau.	Avance au taux de 40%.
B. ETABLISSEMENTS INDUSTRIELS	
Etudes préalables, travaux d'équipements et d'aménagement.	Taux de participation : 40%.

RHIN-MEUSE

Le Longeau, B.P. 36, ROZERIEULLES, 57160 MOULINS-LEZ-METZ. Tél. 87.60.48.88.

NATURE DES TRAVAUX	CONDITIONS ET NATURE DE L'INTERVENTION
Opérations spécifiques ayant pour objet des économies d'eau dans les réseaux d'alimentation en eau potable des collectivités, telles que les études et travaux conduisant à une augmentation du rendement des réseaux.	Avance sans intérêt dans la limite d'un taux maximum de 50% remboursable en six ans dont un an de différé de remboursement. Le montant subventionnable et le taux d'aide sont fixés au cas par cas par le Conseil d'Administration.

RHONE-MEDITERRANEE-CORSE

31, rue Jules-Guesde, 69310 PIERRE-BENITE. Tél. 78.50.16.40.

NATURE DES TRAVAUX	CONDITIONS ET NATURE DE L'INTERVENTION
RESEAUX DE DISTRIBUTION PUBLIQUE ET LUTTE CONTRE LE GASPILLAGE (pour les communes et leurs groupements)	
1. Etudes de diagnostic pour la recherche des fuites, études techniques et économiques, travaux annexes et acquisition des matériels directement nécessaires à l'étude.	Avance de 80% sur 5 ans.
2. Travaux de réparations et investissements.	Prêt au taux de 40% sur 5 ans.

Ne sont pas aidées la fourniture et la pose des compteurs en dehors d'une opération d'ensemble de recherches des fuites.

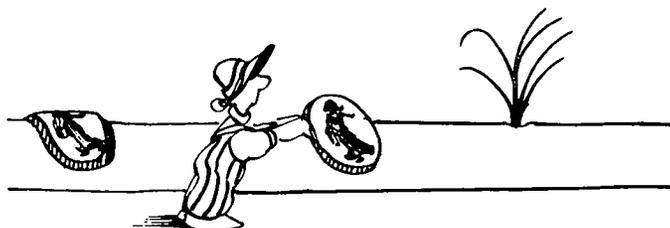
Sont retenus en priorité les cas où les rendements de réseau sont inférieurs à 70%.

Existence d'un coût plafond.

SEINE-NORMANDIE

51, rue S.-Allende, 92027 NANTERRE CEDEX. Tél. (1) 47.76.44.24.

NATURE DES TRAVAUX	CONDITIONS ET NATURE DE L'INTERVENTION
COLLECTIVITES LOCALES	
• Programme de recherches de fuites. (dans le cadre du IV ^e Programme d'Intervention en Ressources en Eau Potable.	Subvention de 50% sur le montant H.T. des travaux d'études et de recherches (sur dossier et suivant certaines modalités).



11



LEXIQUE

RAPPEL SUR LES UNITES DE MESURE

DEBIT

Q litres/seconde
litres/minute
mètres cubes/heure
1 mètre cube = 10³ litres.

PRESSION

$$1 \text{ pascal} = \frac{1 \text{ N}}{\text{m}^2}$$

$$1 \text{ bar} = \frac{1 \text{ daN}}{\text{cm}^2} = 10^5 \text{ pascal}$$

m CE = mètres de colonne d'eau.

1 bar = 10,2 m CE.

1 m d'eau = 0,0981 bar.

PERTES D'EAU

Elles comprennent :

- Les volumes d'eau prélevée hors comptage;
- Les défauts d'enregistrement des compteurs;
- Les fuites.

RENDEMENT

$$\frac{\text{Volume distribué}}{\text{Volume entré dans le réseau}} \times 100.$$

LES COMPTEURS

On distingue deux types de compteurs :

1. LES COMPTEURS DE VITESSE.

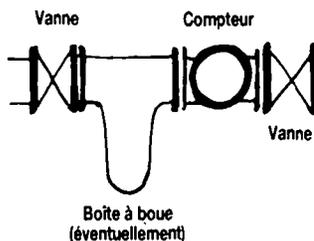
Ils sont peu fragiles et peuvent véhiculer des eaux légèrement chargées; par contre, ils sont généralement moins sensibles que les compteurs de volume.

Ce sont pour la plupart des compteurs de vitesse de type Woltmann (compteurs principaux).

Le choix de ces compteurs est très important. Il faut adapter le compteur au débit de la conduite, non à son diamètre, ceci pour avoir une meilleure précision du comptage.

Dans quelques cas, mais de moins en moins souvent en France, il faut installer une boîte à boue en amont des compteurs pour piéger les particules solides qui pourraient détériorer le mécanisme de comptage.

Schéma type d'installation



Si le compteur est installé après un coude, une pompe, une vanne de réglage ou tout autre organe entraînant des perturbations de la veine liquide, il faut :

- Soit prévoir des longueurs droites en amont du compteur;
- Soit installer un tranquillisateur d'écoulement en amont.

Ces mesures ont pour effet d'éviter une erreur de comptage due aux perturbations.

2. LES COMPTEURS DE VOLUME

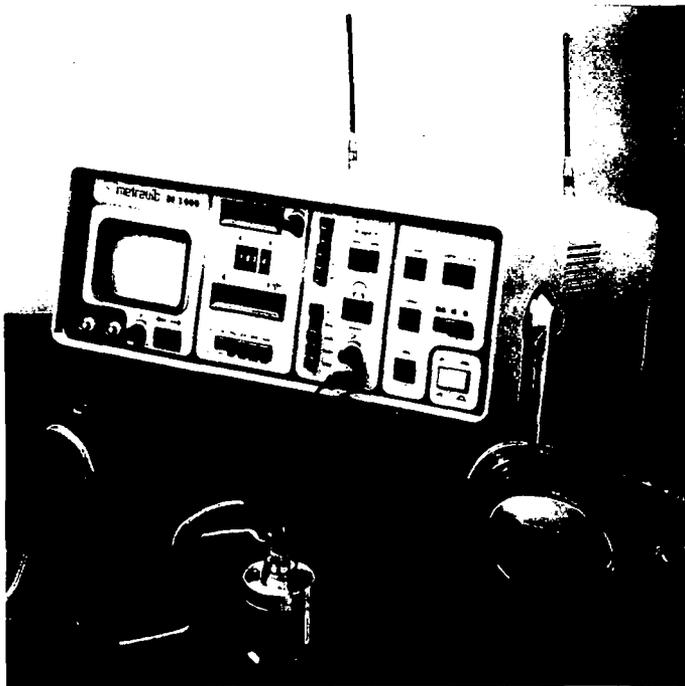
Ils sont plus sensibles que les compteurs de vitesse.

Ils résistent mal aux coups de bélier et aux eaux véhiculant de fines particules solides pouvant bloquer les mécanismes.



12 INDEX

Agences de Bassin	34, 35
Branchements	11, 12
Bruit de fuite	24
Compteurs	4, 11, 15, 36
Compteurs de fuites	19
Débit	13, 26
Détecteurs de fuites :	
• mécaniques	25
• électroniques	26
• corrélateur acoustique	28, 29
Détecteurs métalliques	27
Facteur de perte	9
Fuites	6, 7, 12
Localisation des fuites	17, 20, 21, 22, 23
Pertes d'eau	10
Plans de réseau	14
Pression	13, 36
Rendement de réseau	8
Réseau d'eau	8, 16
Réservoir	11, 16
Robinetterie	10, 11, 12



 **metravib**
SOCIÉTÉ POUR LA MESURE ET LE TRAITEMENT DES VIBRATIONS ET DU BRUIT

LE DETECTEUR DF 3000

*POUR LA RECHERCHE ET
LA LOCALISATION DES FUITES*

Pour les industriels

— **DE L'EAU**

sur tout type de canalisations, non seulement en fonte, acier et cuivre, mais aussi en fibrociment, plomb et plastique;

— **DE L'ASSAINISSEMENT**

lors des essais d'étanchéité des canalisations neuves;

— **DU GAZ**

sur les réseaux de distribution à basse, moyenne et haute pression;

— dont l'activité est liée aux systèmes de **DISTRIBUTION DES FLUIDES**, tels que les produits pétroliers, vapeur, eau chaude industrielle, air comprimé.

La nouvelle génération de détecteur de fuites "Metravib DF 3000" est utilisée avec succès en Europe, aux Etats-Unis, et dans de nombreux pays. Depuis 1978, date de son lancement sur le marché, cet équipement a acquis une solide réputation de précision et de fiabilité. Corrélateur de technologie avancée, simple d'emploi, sa capacité à être connecté à différents types de capteurs, lui permet d'être utilisé dans les cas de recherches les plus variés.

1 LES POMPES CENTRIFUGES
Entretien et maintenance.

2 Techniques et méthodes de RECHERCHE ET DETECTION DES FUITES
dans les réseaux d'adduction d'eau.

A PARAÎTRE :

3 L'utilisation des REACTIFS DE TRAITEMENT D'EAU POTABLE
et le contrôle de leur mise en œuvre.

4 Les contraintes d'exploitation des procédés de NITRIFICATION, DENITRIFICATION ET DEPHOSPHATATION
des eaux usées domestiques.

5 LA ROBINETTERIE en eaux potables.
Choix, mise en œuvre, entretien.

• L'entretien des **APPAREILLAGES ELECTRIQUES.**

• L'entretien des **INSTRUMENTS DE MESURE**
dans le contrôle de la qualité des eaux.

• **RÉSEAUX D'ASSAINISSEMENT**
Construction, réception, entretien, réhabilitation.

• L'exploitation et l'entretien des postes de **DESINFECTION AU CHLORE**
de l'eau potable.

Nos	TITRES	DISPONIBLES AUPRES DE	PRIX
1	Guide pour l'étude des schémas départementaux d'élimination des matières de vidange (1978)	Epuisé En consultation au Centre de Documentation des Déchets 14, boulevard du Général-Leclerc 92524 Neuilly-sur-Seine Cedex	—
2	Techniques et économie de l'épuration des eaux résiduaires (1979)	Centre de Documentation de l'Eau 14, boulevard du Général-Leclerc 92524 Neuilly-sur-Seine Cedex	Gratuit
3	Elimination des déchets des ménages (1979)	ANRED 2, square Lafayette - B.P. 406 49004 Angers Cedex	15 F
4	Propreté des plages (1980)	Epuisé En consultation au Centre de Documentation des Déchets	—
5	Assainissement individuel (1981)	AFB Voir adresses page 34	25 F
6	La décharge contrôlée de résidus urbains (1981)	ANRED	20 F
7	La valorisation agricole des boues de stations d'épuration (1982)	ANRED	20 F
8	Guide pour l'élimination et la valorisation des déchets industriels (1984)	ANRED	50 F
9	La propreté de nos communes (1982)	ANRED	Gratuit
10	La collecte des déchets des ménages (1983)	ANRED	30 F
11	Assainissement en zone littorale (1983)	AFB (Seine-Normandie)	35 F
12	L'analyse et la caractérisation des déchets industriels	ANRED	40 F
13	La collecte sélective des ordures ménagères (1984)	ANRED	50 F
14	L'entretien des cours d'eau (1984)	AFB	50 F
15	Les odeurs et les nuisances olfactives (1984)	CITEPA 28, rue de la Source 75016 Paris	50 F
16	L'élevage porcin et l'environnement (1984)	CITEPA	30 F
17	Modes de traitement des matières de vidange domestique (1985) (à paraître)	ANRED	40 F
18	Traitements de surface : dépollution à la source (1985)	AFB (Loire-Bretagne)	70 F

Techniques et Méthodes de **RECHERCHE ET DETECTION DES FUITES**
dans les réseaux d'adduction d'eau.

Edité par : **SEDA**, B.P. 1516, 87021 Limoges Cedex.

Réalisé avec le concours de :

STEPHANE BERTHIER, Fondation de l'Eau.

JEAN-CLAUDE CHAZELON, Communication Graphisme, Limoges.