

pertes d'eau en réseau

Hugues Soyer

AREED

Nancy France

Rue du relais

54840 VELAINE en HAYE

gegebolo@aol.com

Introduction

- déterminer (rendements) et localiser les pertes d'eau sur un réseau
- mon parcours
 - ◆ Travaux Publics
 - ☞ Réalisation de réseaux et d'ouvrages
 - ◆ Exploitation
 - ◆ Études
 - ☞ Recherche
 - ☞ Modélisation
 - ☞ Diagnostics
 - ☞ Délégations, indicateurs de performance

Sujets de discussion

- Rappels, définitions des termes employés
- données de consommations et pertes en France
- diminution des pertes d'eau: méthodologie
 - ◆ quantification
 - ◆ localisation
 - ◆ conception des réseaux
 - ☞ matériaux, fontainerie, métrologie, gestion

Quizz

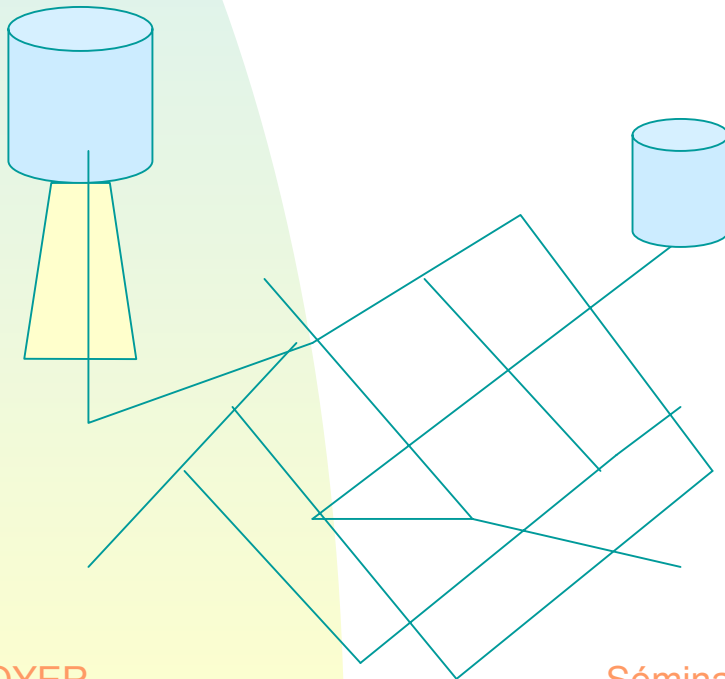
Pertes d'eau sur un réseau

- Le rendement d'un réseau devrait toujours être supérieur à 80 % Vrai / Faux ?
- De manière générale, plus la pression est forte, plus il est facile d'avoir un bon rendement Vrai/Faux ?
- Un bon rendement, c'est d'abord une affaire de matériel de localisation de fuite Vrai / Faux ?
- Le diamètre d'un compteurs de sectorisation est déterminé par celui de la conduite Vrai / Faux ?
- Un bon rendement, c'est une campagne de recherche par an Vrai / Faux ?

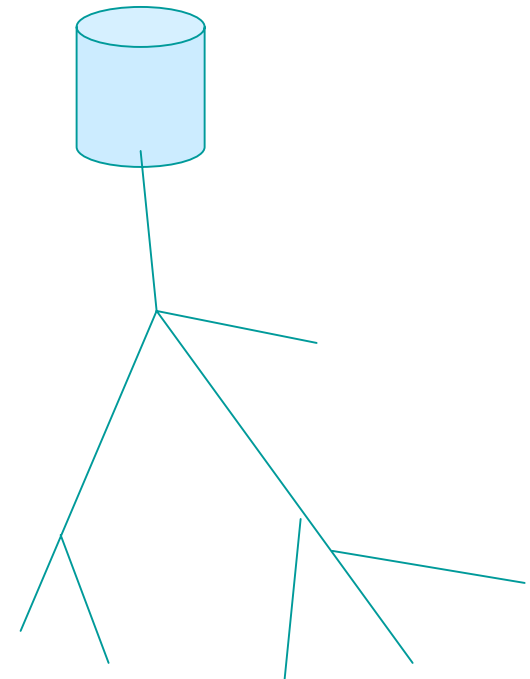
Rappels, définitions des termes employés

types de réseaux

- Réseaux maillés (urbain)



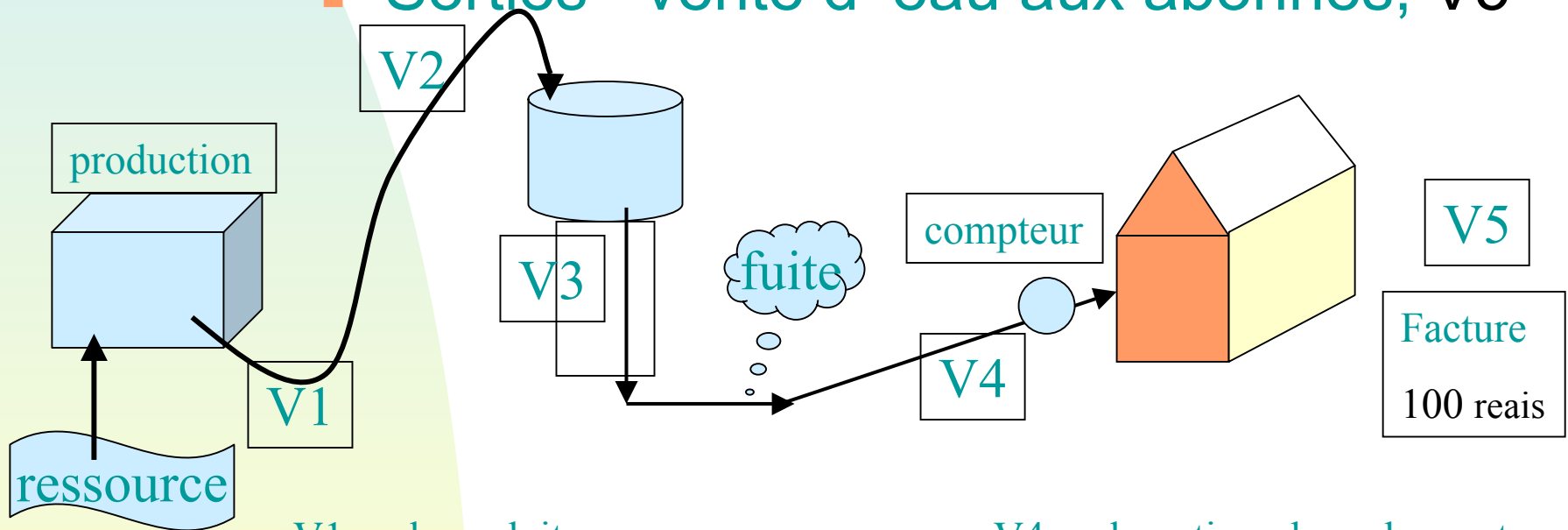
- Réseaux ramifiés (rural)



Rappels, définitions des termes employés

entrées, sorties (simplifié)

- Entrée = production d'eau, V1
- Sorties = vente d'eau aux abonnés, V5



V1: vol. produit

V2: vol. arrivant aux réserves

V3: vol. introduit réseau distribution

V4: vol. sorti par branchements

V5: vol. comptabilisé / facturé

Rappels, définitions des termes employés

entrées, sorties (plus complet)

■ Entrées

- ◆ prélevé
- ◆ apport extérieur eau brute
- ◆ volume importé

■ Sorties

- ◆ export eau brute
- ◆ fuite adduction
- ◆ besoins usines
- ◆ vol. exporté
- ◆ fuites réseaux
- ◆ gaspillé
- ◆ défaut comptage
- ◆ détourné
- ◆ absence comptage, service
- ◆ vol. facturé

Vol. pertes distribution

Vol. non comptabilisé

■ Bilans

- vol. entrant
- vol. produit
- vol. mis en distribution
- vol. utilisé
- vol. comptabilisé

Vol. = volume

données de consommation et pertes (1)

- Besoins usagers domestique
 - ◆ chasse d'eau WC: 6 à 10 l par usage
 - ◆ lavabo: 10 l par usage
 - ◆ douche: 60 à 100 l par usage
 - ◆ bain: 200 l
 - ◆ lave vaisselle: 50 à 80 l par usage
 - ◆ vaisselle manuelle: 20 l par usage
 - ◆ lave linge: 80 à 200 l par usage
 - ◆ jardin, lavage voiture, climatisation ...

données de consommation et pertes (2)

- Besoins services publics, commerces
 - ◆ École: 20 à 100 l / jour . élève
 - ◆ Hôpital: 150 à 600 l / jour . Lit
 - ◆ lavage des caniveaux : 25 l / mètre
 - ◆ hôtel: 200 à 600 l / client
 - ◆ restaurant: 15 à 20 l / client
 - ◆ bureaux 10 à 100 l / employé

données de consommation et pertes (3)

- Besoins industriels
 - ◆ dépendent de l'usage: refroidissement, chaudière, process, lavage...
 - ◆ Circuit ouvert, fermé (recirculation d'eau)
 - ◆ en nette diminution (papeteries - 50% pour production + 25%)
 - ◆ font souvent appel à des ressources autres que réseau AEP

données de consommation et pertes (4)

- Moyennes françaises de consommation

	<i>moyenne</i>	<i>fourchette</i>
par abonné	350 m ³ /an	140 à 900
domestique	220 m ³ /an	95 à 400
par habitant	86 m ³ /an	50 à 300
domestique par habitant	56 m ³ /an	30 à 90
nb d'habitants par abonné	4,1	1,6 à 5,2
nb d'abonné par km réseau	25	10 à 50

données de consommation et pertes (5)

- Moyennes françaises de consommation

		<i>moyenne</i>	<i>fourchette</i>
répartition des consommations	domestique	64 %	40 à 80
	municipales	10 %	4 à 25
	industrielles	11 %	2 à 50
	vente en gros	15 %	0 à 30
consommation municipale / domestique		15 %	10 à 40
vol. jour de pointe / jour moyen		1,7	1,2 à 2,4

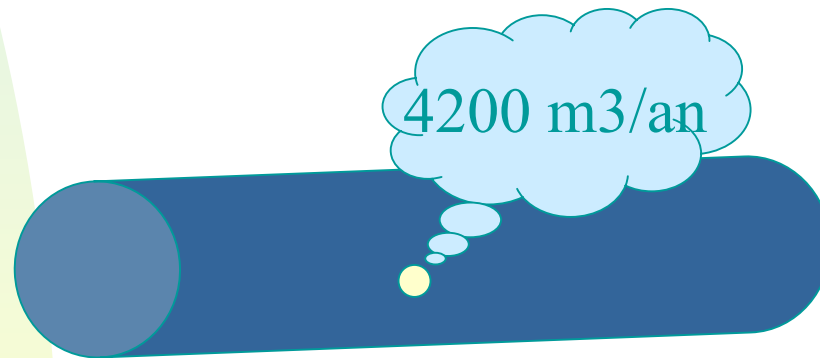
données de consommation et pertes (6)

- Principales causes de gaspillages et de pertes d'eau
 - ◆ 1 absence ou compteur défectueux (production, sectorisation, distribution)
 - ◆ 2 débordement ou fuite sur réservoir
 - ◆ 3 fuite sur canalisation, branchement ou appareil de fontainerie (joint, casse, corrosion ...)
 - ◆ 4 ouverture intempestive de fontainerie
 - ◆ 5 fuite chez l'utilisateur

données de consommation et pertes (7)

- valeurs moyennes de fuites sont fortement influencé par la pression.

Un trou de 3 mm de diamètre donne une fuite de 345 l/h (3000 m³/an) à 2,5 bars de pression, 490 l/h (4200 m³/an) à 5 bars, 690 l/h (plus de 6000 m³/an) à 10 bars



Il en est bien sur de même pour certaines consommations

données de consommation et pertes (8)

- valeurs moyennes de fuites chez l 'usager (normalement comptée et facturée)
 - 👉 goutte à goutte 6 l / heure = 35 à 50 m³ / an
 - 👉 fuite chasse d 'eau WC: 30 l/h= 100 à 250 m³/an
 - 👉 filet d 'eau continu: 60 l/h = 500 m³/an

données de consommation et pertes (9)

- valeurs indicatives de fuites sur le réseau
 - ◆ joint défectueux: 3 l/h = 25 m³/an
 - ◆ piqûre sur branchement: 30 l/h = 250 m³/an
 - ◆ fente sur canalisation PVC: 300 l/h = 2500 m³/an
 - ◆ chasse d 'égout défectueuse: 3 m³/h = 25000 m³/an
 - ◆ fuite sur presse étoupe: 1 m³/h = 8500 m³/an
 - ◆ fuite sur branchement: 3 m³/h = 25000 m³/an
 - ◆ fuite sur canalisation: ???

Rendement du réseau, définitions

- Rendement primaire
 - ◆ $R_p = \text{Volume comptabilisé (facturé)} / \text{volume mis en distribution}$
 - ◆ pertes = fuites + gaspillé + détourné + défaut comptage + service réseau + absence comptage
- Rendement net
 - ◆ $R_n = (\text{Vol comptabilisé} + \text{sans comptage} + \text{service}) / \text{vol. mis en distribution}$
- Rendement hydraulique
 - ◆ Rh tient compte des volumes détournés et de défaut de comptage
 - ◆ pertes = volume gaspillé + volume fuites

Rendement du réseau, définitions

- Indice linéaire de consommation
 - ◆ $ILC = \text{Volume comptabilisé(facturé)} / \text{longueur des conduites de transport et distribution}$
 - ◆ s 'exprime en $M^3 / \text{jour} \cdot Km$
 - ◆ caractérise un réseau
- Indice linéaire de perte
 - ◆ $ILP = \text{volume pertes en distribution} / \text{longueur des conduites de transport et distribution}$
 - ◆ s 'exprime en $M^3 / \text{jour} \cdot Km$

Rendement du réseau, définitions

- exemple de valeurs ILP acceptables par rapport au type de réseau

type de réseau	ILC en m ³ /j.km	ILP en m ³ /j.km
rural	<10	ILP<3
intermédiaire	10<ILC<30	ILP<7
urbain	> 30	ILP<20*

* selon la taille des villes
Valeurs calculées hors branchements

Rendement du réseau, exemple

- Réseau 50 km, 10 000 habitants
- consommation domestique 600 000 m³/an
- fuites et gaspillages 400 000 m³/an
- 1er cas, consommation industrielle 600 000 m³/an
 - ◆ $Rh = \frac{(600+600)}{(600+600+400)}$
 $= 1200/1600$
 $= 75 \%$
- 2nd cas, pas de consommation industrielle
 - ◆ $Rh = 600 / (600+400)$
 $= 600/1000$
 $= 60 \%$

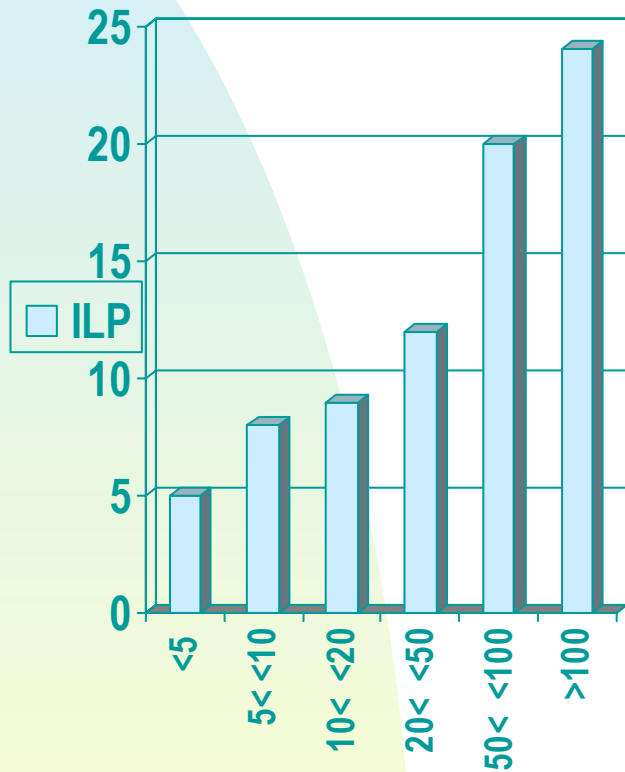
Mêmes réseaux, rendements différents !!

ILC = 64 ou 32 m³/j.km, ILP = 21 m³/j.km

Répartition des réseaux en fonction de leur rendement

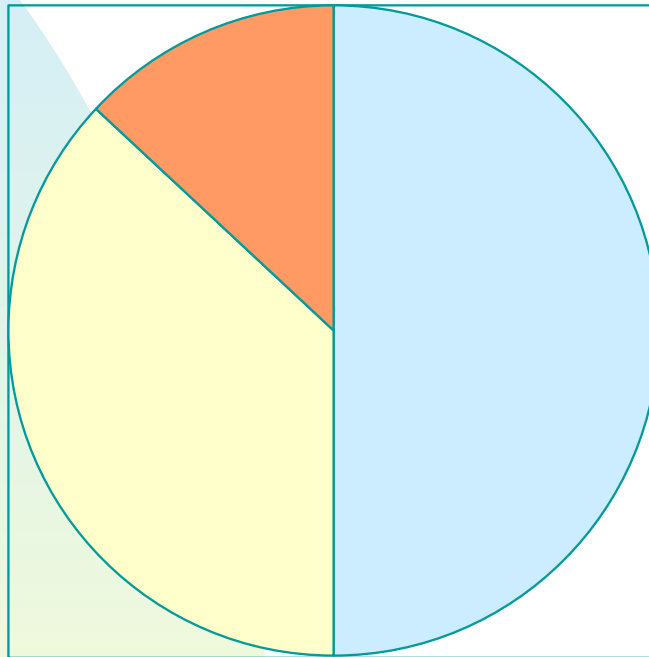
- 1/3 des villes ont un rendement $>$ à 75%
- plus le volume prélevé est important, meilleur est le rendement

Taille des villes et indices linéaires de pertes (ILP)



- Moyenne sur 103 communes urbaines hors Paris et Ile de France
- Taille des villes en milliers d'habitants
- ILP en m³/j.km

Répartition moyenne des fuites en volume



- Canalisations: 50%
- branchements: 37%
- fontainerie: 13%

Distribution des fuites

- 20 % du nombre des fuites représentent 80% du volumes des fuites
- 80% des fuites sur diamètres <100 mm, y compris branchements*
- les plus petites fuites sont les plus dures à trouver (<5 m³/h)
- 30 à 50% des fuites sur 5% du réseau*
- pas ou peu de fuite en 7 ans sur 60% du réseau*

* valeurs pour deux agglomérations françaises importantes

Idée de ratios techniques en France

	Moyenne	Fourchette
■ Longueur des branchements	8 % du réseau	4 à 11
■ consommation d'énergie	0,47 kWh/m ³	0,15 à 0,74
■ coût de l'énergie consommée	0,06 €/kWh	0,05 à 0,11
■ pertes d'eau sur réseau	5,5 m ³ /j.km	1 à 20
■ nombre de fuites réparées pour 100 branchements par an	3	0,2 à 6
■ compteurs remplacés / an	4 %	0 à 12 %

Recherche des fuites méthodologie

- Diagnostic
 - ◆ ...
 - ◆ quantification
 - ◆ ...
- pré-sectorisation
- sectorisation
- localisation

Étude diagnostic

Prise de conscience de la nécessité d'un réseau bien géré

- Connaître la structure physique du réseau
- connaître le fonctionnement du réseau
- Collecte des données, mise à jour (plans ...)
- mesures, modélisation mathématique

A court terme

amélioration du rendement

A moyen et long terme

schéma directeur, gestion optimisée, motivation des acteurs

sectorisation (1)

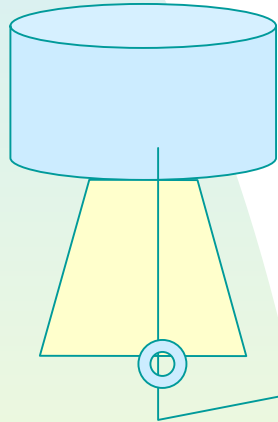
- Quel que soit le type d'appareil de localisation de fuite, il est d'autant plus facile de la localiser que le secteur d'intervention est réduit (**sectorisation**) et qu'on a une idée de son débit (**quantification**).

sectorisation (2)

- La connaissance de la nature du matériau de la conduite (métallique, plastique, ...) est primordiale pour la définition de la dimension de la sectorisation (qq centaines de m pour conduites métalliques, qq dizaines pour le PVC) ainsi que pour la localisation de la fuite

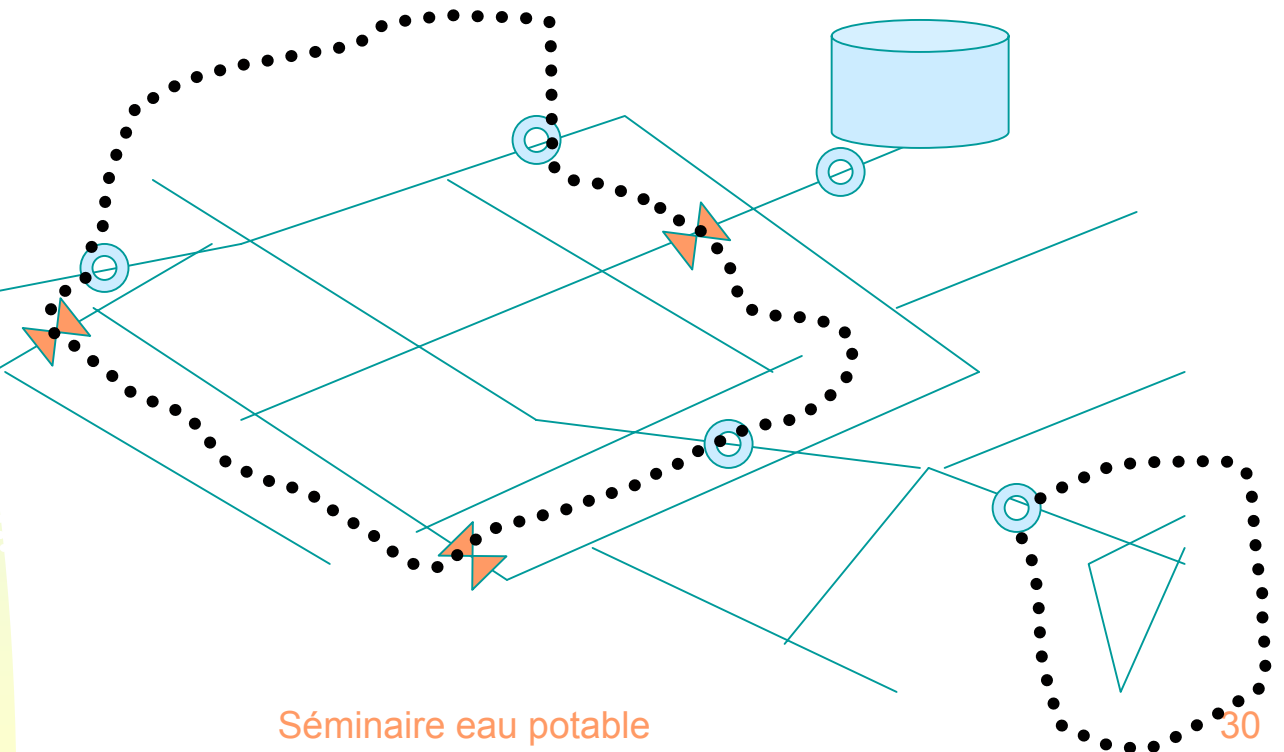
Sectorisation

- Exemple de secteurs



⊙ Compteur

⊗ Vanne fermée



Différents niveaux de sectorisation

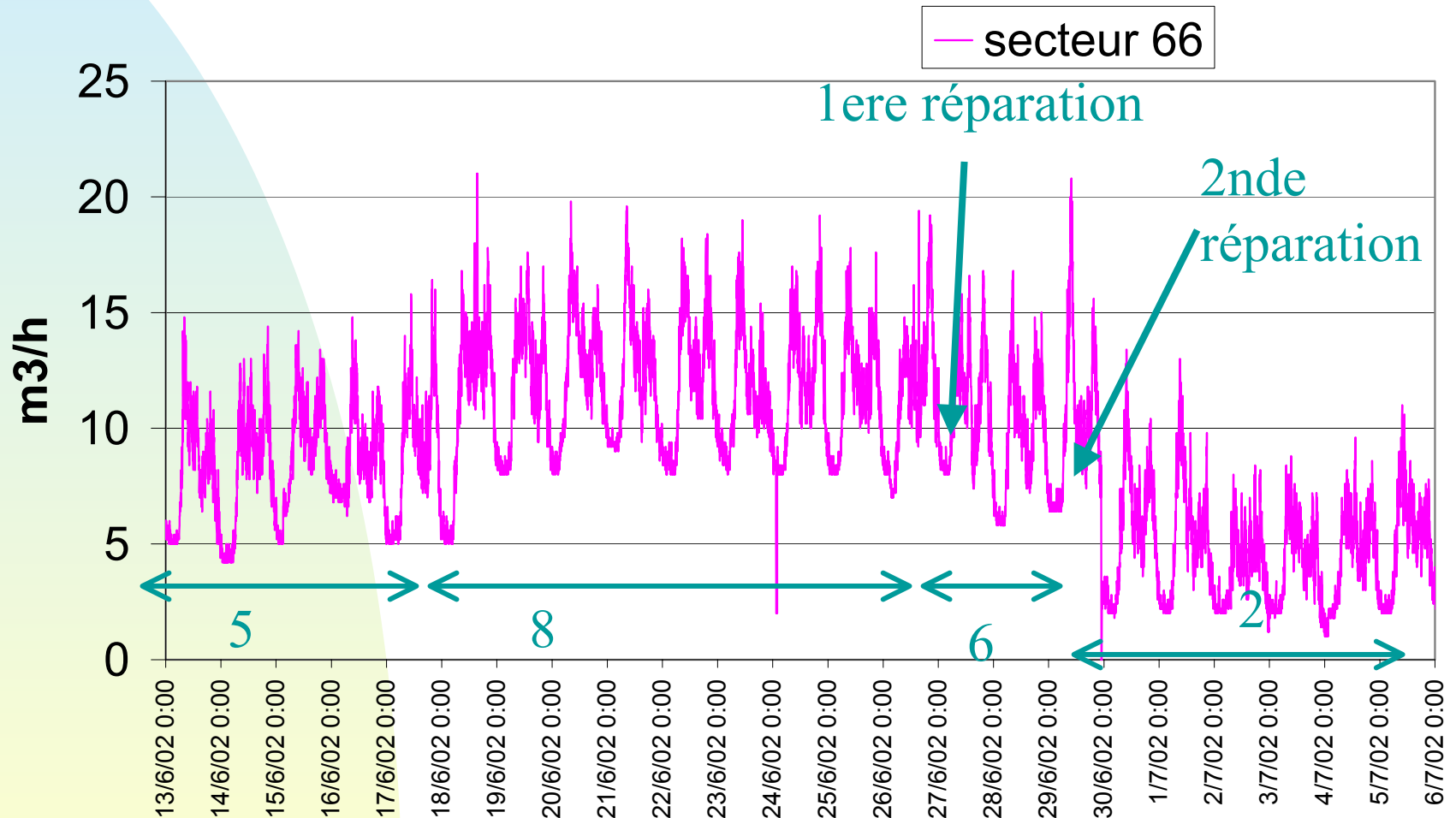
- 1er niveau: point de comptage sur zone d'influence (station pompage, réservoir), ou étage de pression ou ensemble de 10 000 à 100 000 abonnés.
 - ◆ Mesure permanente, quantifie les volumes produits quotidiennement
 - ◆ raccordé au poste central de télégestion
 - ◆ Nécessité d'une grande précision à tout débit
 - ◆ vannes parfaitement étanches entres secteurs
 - ◆ utilisé par étude diagnostic
 - ◆ zone de référence pour calculs économiques (ILC, ILP, réparations branchements ...)

Différents niveaux de sectorisation

- 2nd niveau: sous secteur du premier niveau
 - ◆ placés selon opportunité réseau (existant, renouvellement réseau, ...) ou par déduction étude économique sur 1er niveau (nb fuites)
 - ◆ raccordé au poste central de télégestion
 - ◆ Nécessité d'une grande précision à tout débit et très grande précision à faible débit (nuit)
 - ◆ vannes parfaitement étanches entres secteurs

Exemple d'enregistrement de débit

secteur 66, fréquence 3 minutes



Différents niveaux de sectorisation

- 3ème niveau: sous secteur du second niveau
 - ◆ permettent par vannage de nuit (max 3 nuits) de pré-localiser
 - ◆ Nécessité d'une grande précision à tout débit et très grande précision à faible débit (nuit)
 - ◆ vannes parfaitement étanches entres secteurs
 - ◆ non indispensables sur réseaux métalliques
 - ◆ ne devrait pas dépasser 10 à 15 km de long

Conclusions (1)

- L 'étanchéité d 'un réseau dépend initialement de sa conception et de la qualité de sa réalisation
- L 'amélioration et le maintien d 'un bon rendement dépendent notamment de son équipement (quantité, qualité) en métrologie (compteurs) et fontainerie (vannes)

Conclusions (2)

- Le maintien d 'un bon rendement représente un travail quotidien de suivi (télégestion) et régulier d 'intervention (localisation)
- d 'une fait de la plus grande facilité de pré-localisation et localisation par écoute, un réseaux métallique est moins exigeant dans le nombre de ces équipements

Outils de sectorisation

- Vannes
 - ◆ nombreuse (si possible qq centaines de mètres pour réseaux métalliques, < 100 m pour PVC)
 - ◆ étanches (essais réguliers, maintenance)

Outils de sectorisation (2)

■ compteurs

◆ mécaniques

- ☞ classe C pour 2nd et 3eme niveaux (possible jusqu'à 100 mm, jet unique)
- ☞ équipé tête émettrice, poids impulsion ≤ 10 l
- ☞ non surdimensionné (
- ☞ Woltmann pour $dn > 100$ mm (classe B)

◆ électromagnétiques

- ☞ vitesse max 10 m/s = $diam/2$
- ☞ bidirectionnel

◆ ultra sons pour DN > 500 mm

Outils de sectorisation (3)

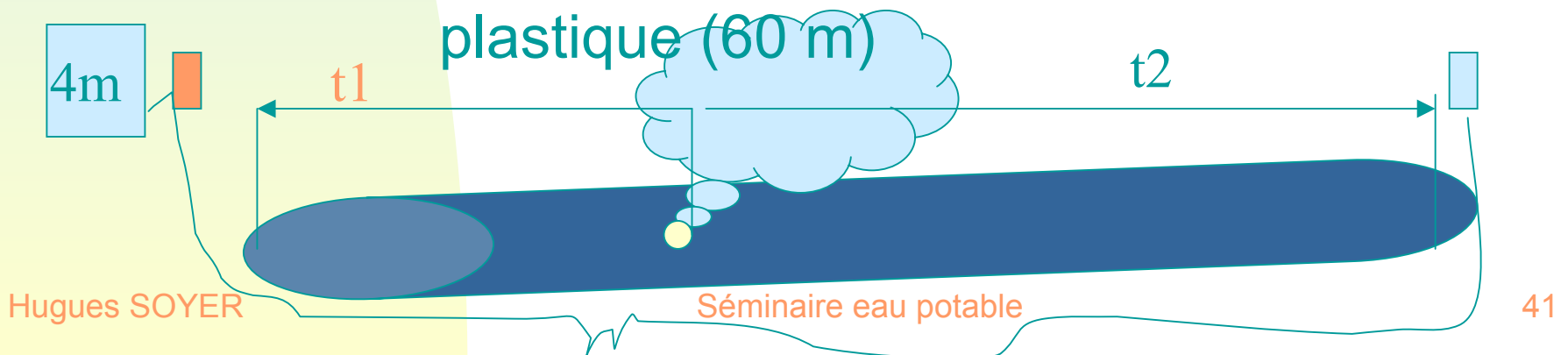
- datalogger
 - ◆ permet de récupérer à partir de la tête émétrice, les débits transités (par exemple toute les 3 minutes), de les stocker, de les traiter (mini, maxi, moyen ...)
- télégestion
 - ◆ rapatriement des données, par ligne spécialisée ou téléphonique ou radio ou GSM.
 - ◆ Une fois par jour automatiquement ou sur appel

Outils et méthode de pré-localisation

- Sur conduites métalliques
 - ◆ par oreilles électronique
 - ☞ déplaçables (type Sepem)
 - faible investissement
 - uniquement sur alerte (dérive débit de nuit 1er ou 2nd niveau)
 - ☞ à demeures (type Permalog)
 - investissement plus important
 - continue, récupération des résultats par véhicule
 - ◆ par vannage de nuit
- sur conduites plastiques
 - ◆ uniquement par vannage de nuit

Outils de localisation

- Écoute électro-acoustique
 - ◆ plus simple sur conduite métallique
- corrélateur
 - ◆ Principe
 - ◆ très précis
 - ◆ plus simple sur conduite métallique (longueur facilement traitée 400 m) que plastique (60 m)



Autres outils de localisation

- Gaz traceur (N₂, H₂)
 - ◆ utilisé sur conduite plastique
 - ◆ vidange, séchage
- détection des conduites
 - ◆ conduites métalliques
 - ☞ champ magnétique (radio, hertzien, générateur)
 - ◆ toutes conduites
 - ☞ jonc avec tête émettrice
 - ◆ branchements
 - ☞ vibreur

Rendement à atteindre

- Valeur minimale techniquement possible (UARL)
 - ◆ fuites $< 0,3$ à $1 \text{ m}^3/\text{h}$
- Indicateur de perte optimum
 - ◆ état et équipement du réseau
 - ◆ prix de l'eau
 - ◆ autres contraintes (pénurie, ...)

réponses Quizz

Pertes d'eau sur un réseau

- Le rendement d'un réseau devrait toujours être supérieur à 80 % **Vrai / Faux**
- De manière générale, plus la pression est forte, plus il est facile d'avoir un bon rendement **Vrai / Faux**
- Un bon rendement, c'est d'abord une affaire de matériel de localisation de fuite **Vrai / Faux**
- Un bon rendement, c'est une campagne de recherche par an **Vrai / Faux**

Nancy (1)

- CUGN 300 000 habitants
- réseaux
 - ◆ 31 réservoirs = 100 000 m³
 - ◆ 12 stations pompage (7 surpression)
 - ◆ canalisations 1000 km, dont fonte 81%, pvc 17%, acier 0,5 %, pehd 0,5%, inconnu 1%
 - ◆ 49 000 branchements, 478 km, Pb, PeHD 15000
 - ◆ 1,8 bars < pression < 6 bars
- production 80 000 m³/j,
 - ◆ mis en distribution 72 000 m³/j
 - ◆ vente 60 000 m³/j

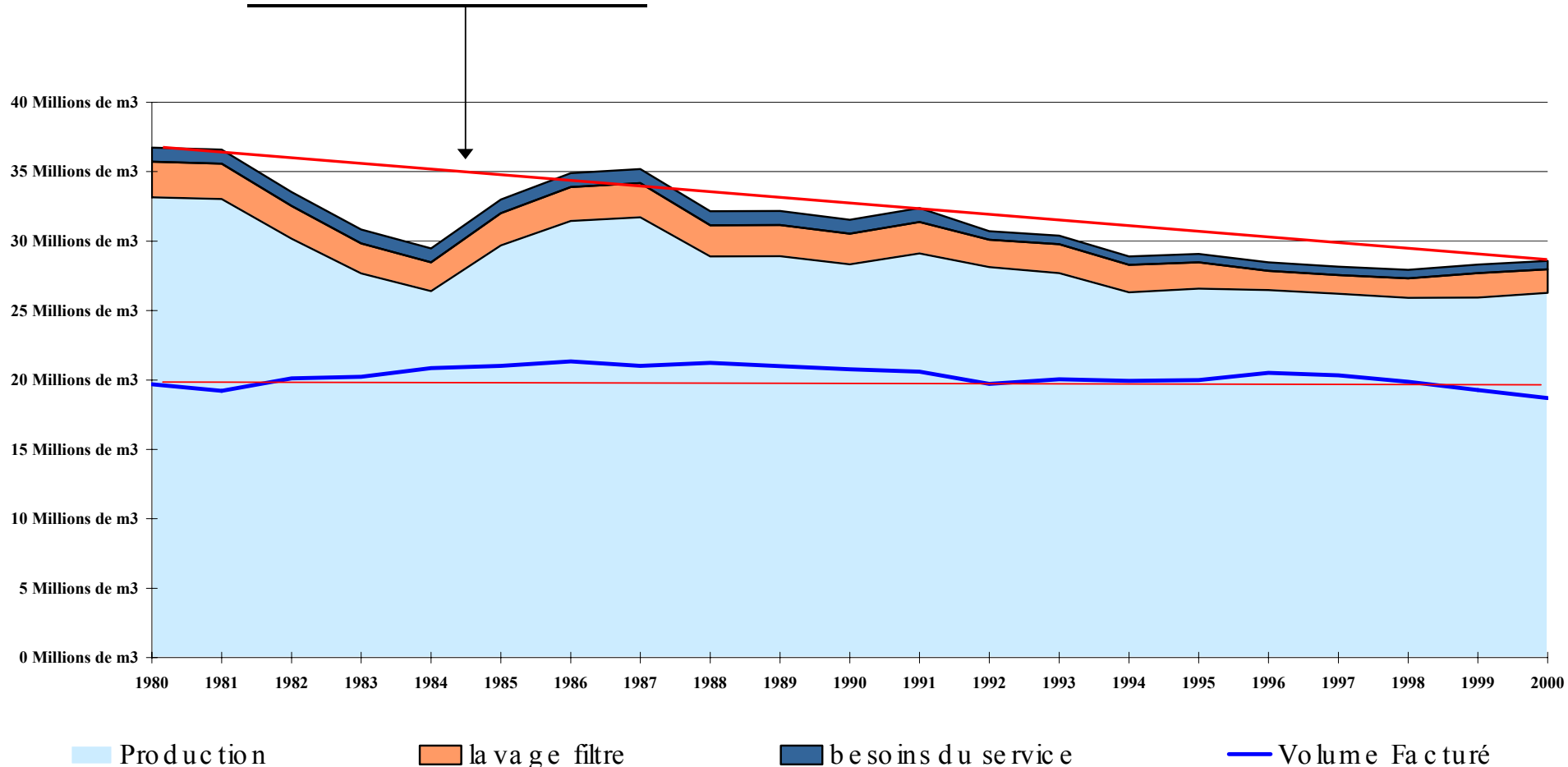
Nancy (2)

- Rendements
 - ◆ brut = 75 %
 - ◆ réseau = 84 %
 - ◆ évolution
- indices
 - ◆ ILC = 60 m³/j.km
 - ◆ ILP = 12 m³/j.km

Nancy (2bis)

EVOLUTION PRODUCTION / CONSOMMATION DE 1980 A 2000

Mise en service Edouard Imbeaux



Nancy (3)

- Personnel: 2 agents de maîtrise +1 cadre
- Gestion Technique Centralisée: 40 cptr raccordés
 - ◆ 30 sous compteur + Métrolog et/ou Sepem
 - ◆ vannage jour avec enregistrement 2 nuits
- matériel
 - ◆ compteurs mécaniques, PaM, Socam, Schlumberger, Kent, Farnier
 - ◆ dataloger Metrolog, Technolog
 - ◆ oreille électronique Sepem, Sewerin
 - ◆ hydrophone à membrane, Sewerin
 - ◆ corrélateur DF6000 Metravib

Nancy (4)

- fonte: 99 % réussite
- pvc 30 % réussite corrélateur, complété par hydrophone

année		94	95	96	97	98	99	00	01
fuites	total	209	320	400	464 *	378	300	258	279
	<i>branchements</i>	-	186	210	226	158	136	113	107
	<i>ruptures</i>	-	100	154	222	189	147	124	155
	<i>Poteaux Incendie</i>	-	13	4	4	10	10	13	11
	<i>Vannes</i>	-	21	32	12	21	7	8	6

* dont 143 en janvier !

Nancy (5)

année	94	95	96	97	98	99	00	01
total fuites	209	320	400	464 *	378	300	258	279
<i>longueur corrélée</i>	-	303	348	393	256	226	233	191
<i>fuites après compteur</i>	-	-	-	-	-	-	32	31
<i>mesure température</i>	-	-	-	-	-	-	<i>oui</i>	<i>oui</i>
<i>recherches conduites</i>	-	-	37	46	23	56	51	35

Nancy (6)

- Débit moyen des fuites: 2 m³/h
- prix de revient de l'eau (hors investissement et renouvellement)
 - ◆ production 0,08 €/m³
 - ◆ énergie pompage 0,03 €/m³
- sur une année, estimation gain:
 $300 \times 2 \times 24 \times 365 = \underline{6\,400\,000 \text{ m}^3}$
 $\times 0,11 \text{ €} = \underline{700\,000 \text{ € /an}}$

Nancy (7)

- Prix de vente de l'eau
 - ◆ abonnement dn<20 mm 39,06 €
 - ◆ fourniture de l'eau 1,11 €/m³
 - ◆ redevance assainissement 0,85 €/m³
 - ◆ aide réseaux ruraux 0,02 €/m³
 - ◆ lutte pollution 0,65 €/m³
 - ◆ préservation ressources 0,03 €/m³
 - ◆ voies navigables 0,02 €/m³
 - ◆ TVA 0,15 €/m³
- soit pour 120 m³/an, 3,15€/m³

réponses Quizz

Pertes d'eau sur un réseau

- Le rendement d'un réseau devrait toujours être supérieur à 80 % **Vrai / Faux**
- De manière générale, plus la pression est forte, plus il est facile d'avoir un bon rendement **Vrai / Faux**
- Un bon rendement, c'est d'abord une affaire de matériel de localisation de fuite **Vrai / Faux**
- Le diamètre d'un compteurs de sectorisation est déterminé par celui de la conduite **Vrai / Faux**
- Un bon rendement, c'est une campagne de recherche par an **Vrai / Faux**

Conclusions (1)

- L 'étanchéité d 'un réseau dépend initialement de sa conception et de la qualité de sa réalisation
- L 'amélioration et le maintien d 'un bon rendement dépendent notamment de son équipement (quantité, qualité) en métrologie (compteurs) et fontainerie (vannes)

Conclusions (2)

- Le maintien d 'un bon rendement représente un travail quotidien de suivi (télégestion) et régulier d 'intervention (localisation)
- d 'une fait de la plus grande facilité de pré-localisation et localisation par écoute, un réseaux métallique est moins exigeant dans le nombre de ces équipements

bibliographie

- Guide du diagnostic d'eau potable, agence de l'eau seine normandie
- Rendements des réseaux d'eau potable, TSM n°4 bis-90
- Sectorisation des réseaux d'eau potable, S Lamandé, H. Albaladejo, TSM n°6 juin 2002
- Mémento du gestionnaire de l'alimentation en eau, Lyonnaise des Eaux -Lavoisier
- Rapport annuels 2000 et 2001, CUGN