

Ville de Mende

PHASE 1

Construction du Modèle mathématique
du réseau d'eau potable

Objectifs de l'étude

- Construction d'un modèle mathématique opérationnel
- Analyser le fonctionnement du réseau d'eau potable
- Effectuer diverses simulations du fonctionnement du réseau
- Proposer des solutions de renforcement et d'amélioration du réseau
- déterminer la capacité résiduelle du réseau
- Établir le Schéma directeur du réseau AEP

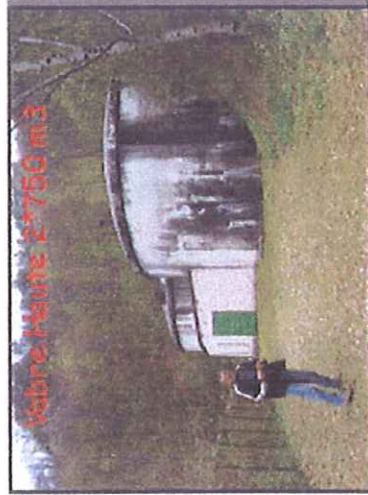
Les étapes de l'étude

1. Construction du modèle mathématique
2. Campagnes de mesures
3. Calage du modèle
4. Diagnostic du réseau
5. Simulations du fonctionnement du réseau
6. Établissement du Schéma directeur

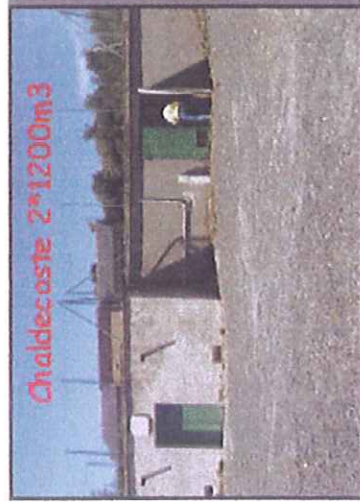
Description succincte du réseau d'eau potable

- 7 étages de distribution
- 4 stations de reprise
- 9 réservoirs d'une capacité totale de 7 200 m³
- 85 km de conduites
- 3 660 branchements
- volume total moyen distribué :
 - An : 3 700 m³/j
 - Ete : 4 200 m³/j

Principaux ouvrages du réseau d'eau potable



Valbre-Haine 2*750 m³



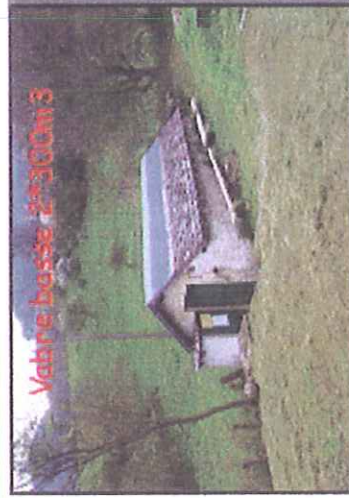
Chaldecoste 2*1200m³



Chanteperdrix 1200m³



Les Hameaux 2*75 m³



Valbre-Basse 2*300m³



La Zone 2*490 m³

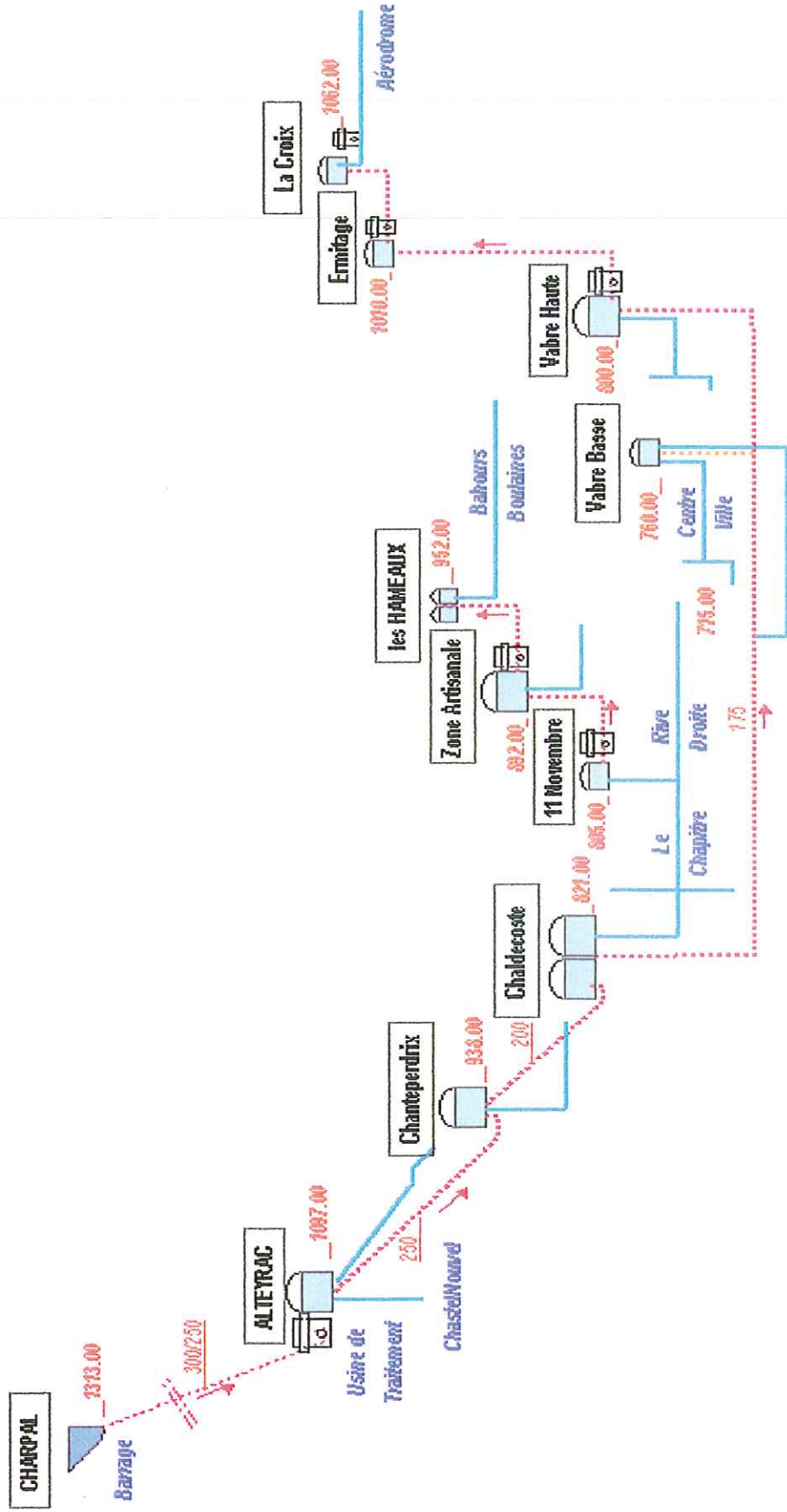


Ermitage 80-90 m³

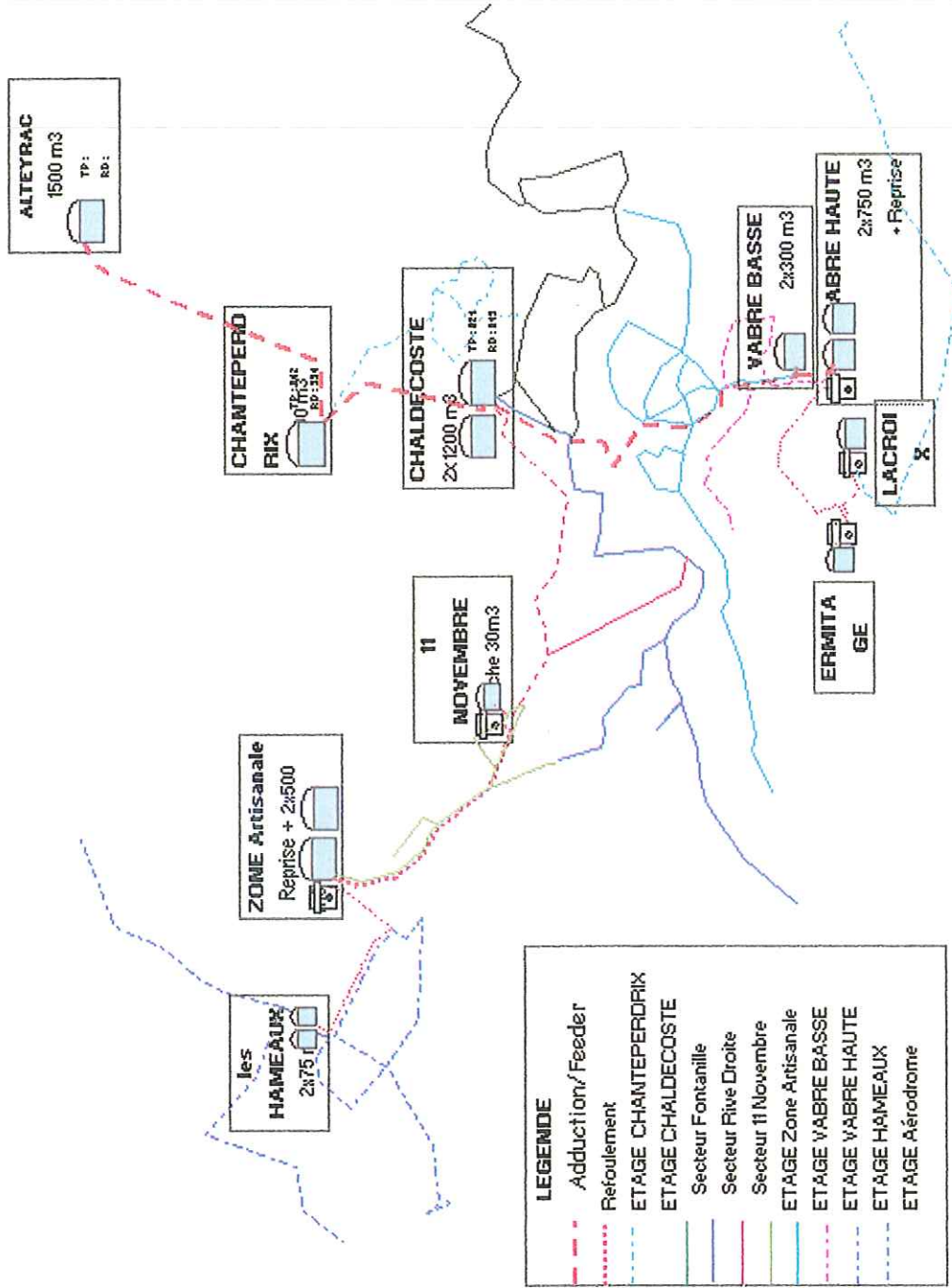


Lacroix 90 m³

Profil Hydraulique du Réseau AEP



Ossature du Réseau AEP

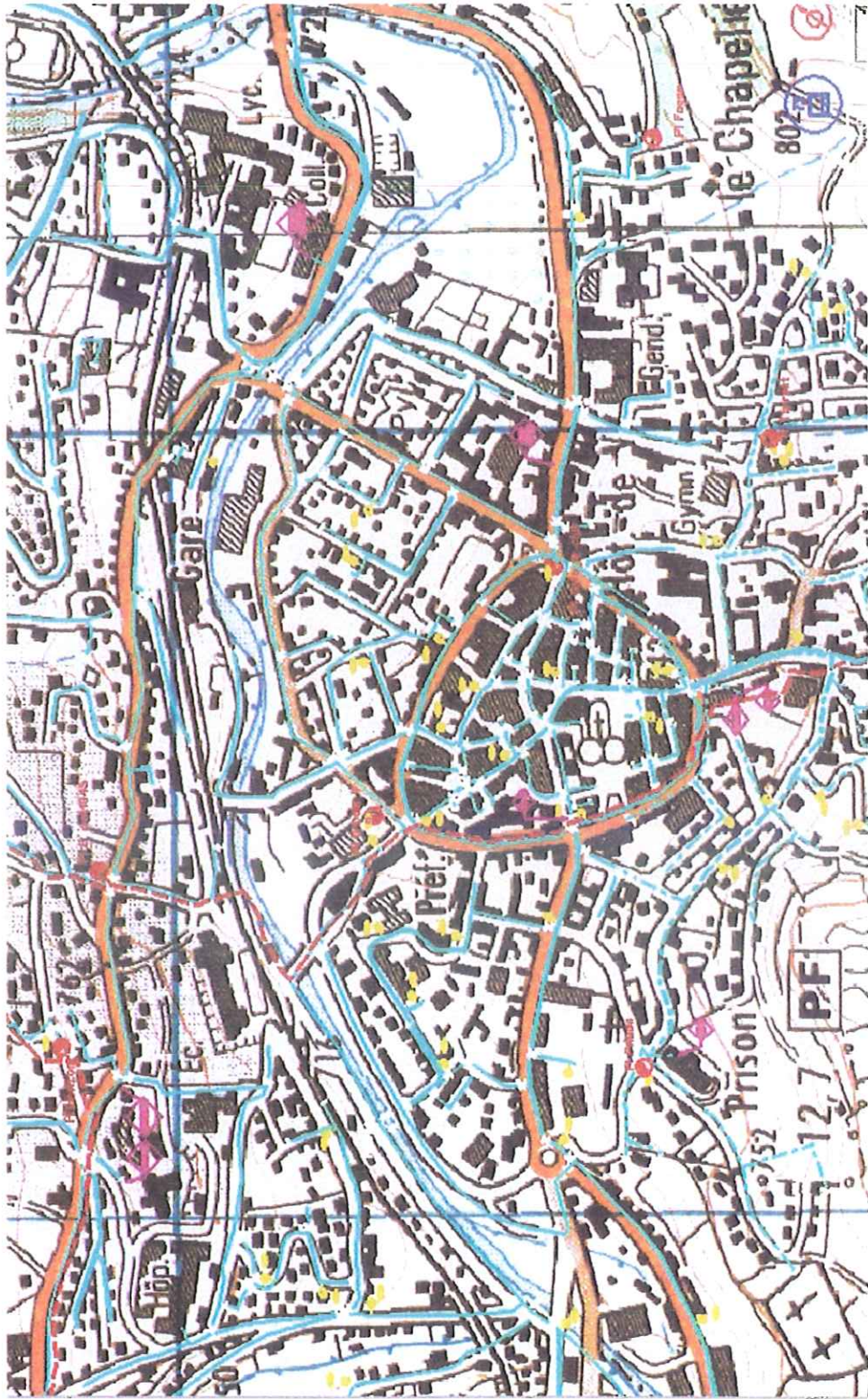


1. Construction du modèle mathématique

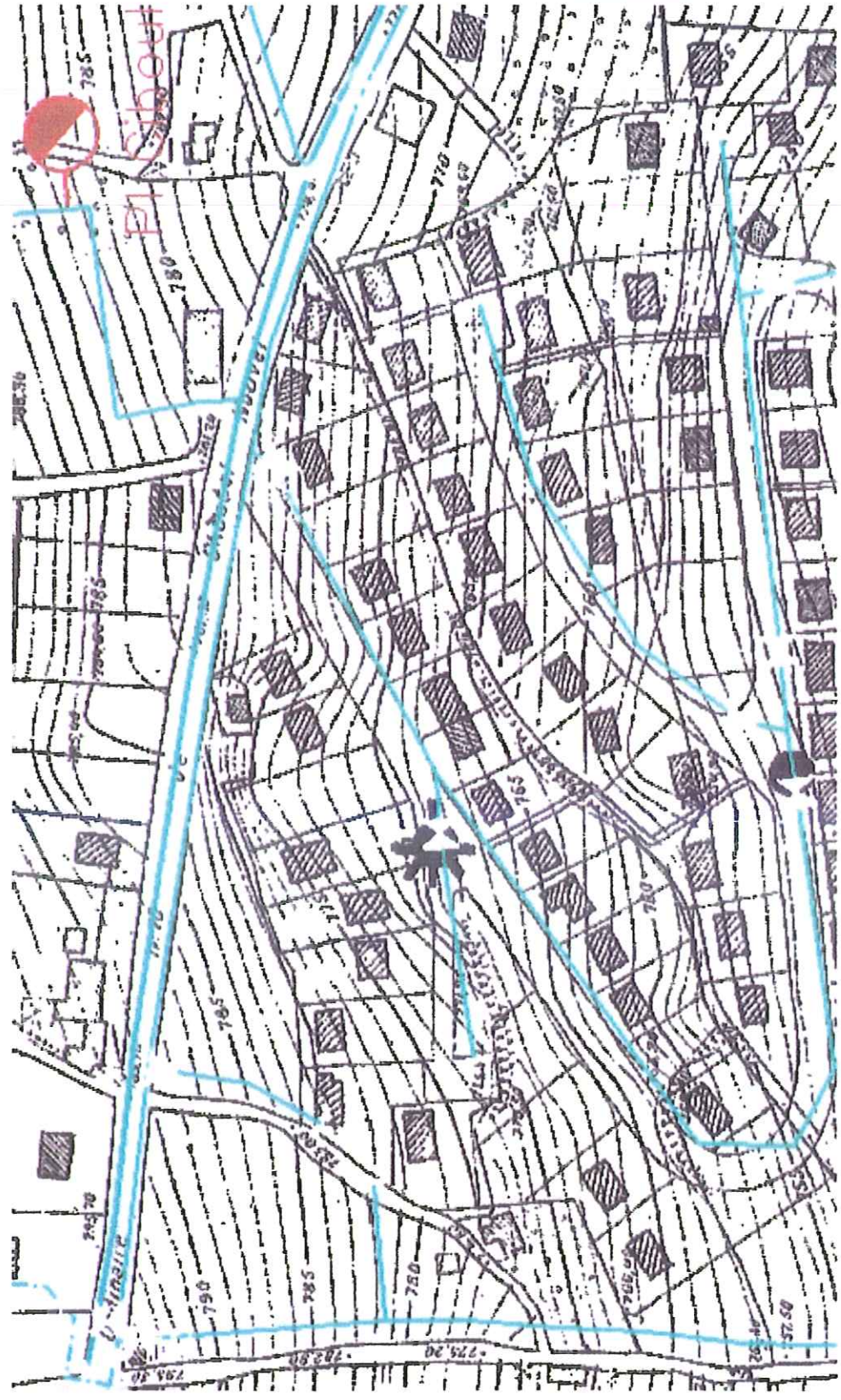
- Utilisation de la cartographie existante (GIRIS)
- Utilisation des plans de détail des ouvrages
- Carte IGN au 1/25 000ème
- Utilisation du plan topographique DDE au 1/2500
- Complément de levés topographiques (ouvrages)

→ Description de la topologie du réseau

Extrait plan IGN



Extrait plan DDE



Topologie du réseau

- Service (étage de distribution)
- Quartier régi par une loi de modulation horaire de consommation
- Nœuds de consommation renseignés depuis le fichier abonné

Objets modélisés

- Tronçons
- Vannes tout ou rien et de régulation
- Clapets antiretour
- limiteurs de débit
- réducteurs de pression
- Stations de pompage
 - > description par pompe
 - > lois d'asservissement du pompage
- Réservoirs
 - > description détaillée des cuves avec leur mode d'alimentation

Le Modèle du réseau d'eau potable

- Toutes les canalisations existantes sont modélisées
→ 85 Km de conduites modélisées
- 602 nœuds
- 665 tronçons
- 8 pompes
- 50 vannes et clapets
- 2 régulateurs de débit
- 9 réservoirs

Les Volumes Pris en Compte

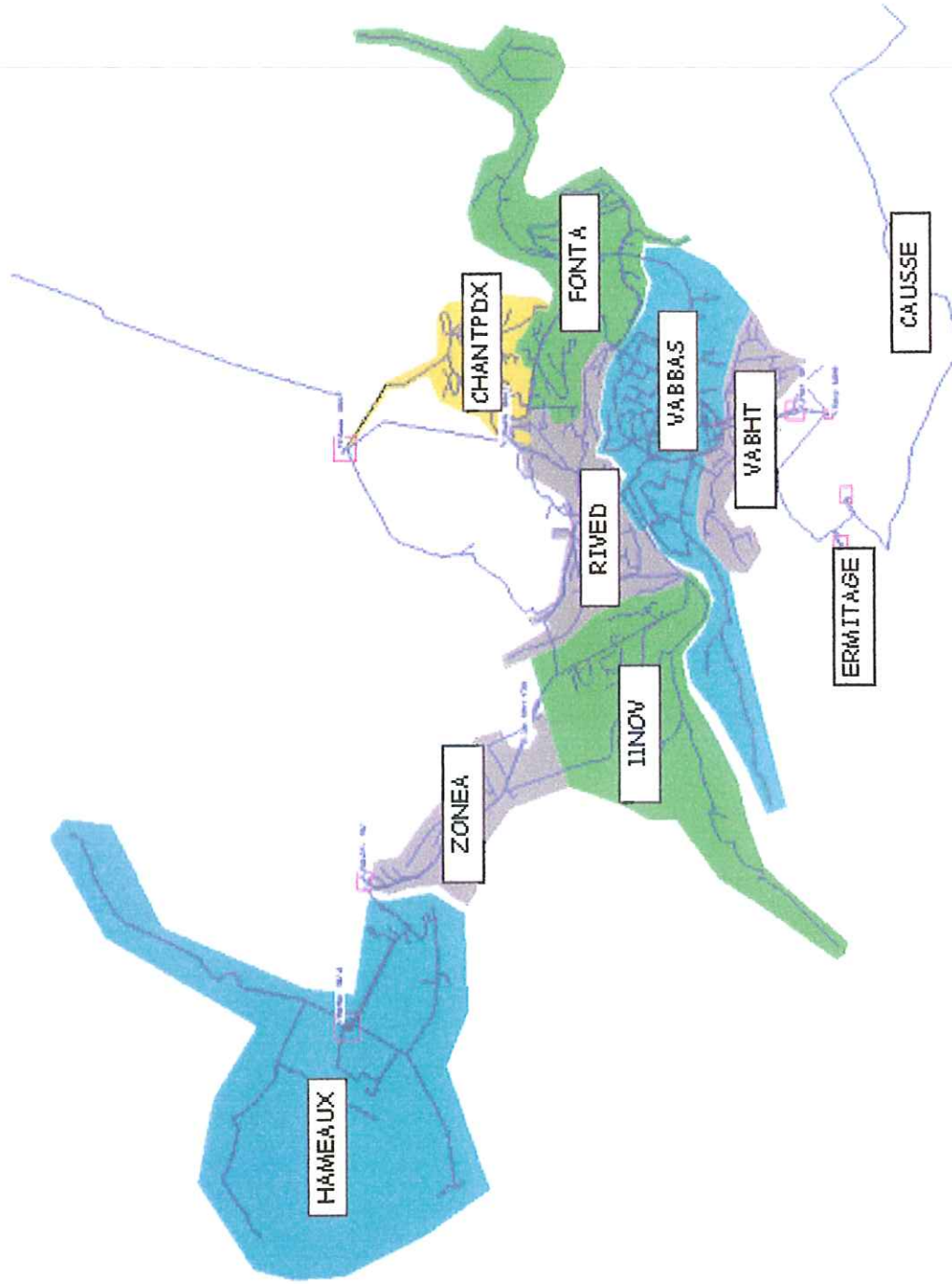
	1998	1999	2000
PRODUCTION			
Prelevé	1 448 005	1 478 460	1 533 129
Pertes usine	185 100	164 497	190 168
VD Total Produit (Distribué)	1 262 905	1 313 963	1 342 961
CONSOMMATIONS			
Municipaux	Abo 111 m3 85 492	Abo 113 M3 97 542	Abo 117 M3 109 509
Domestiques	3760	3 836	3 837
BADAROUX	1	1	1
CHASTEL NOUVEL	1	1	1
BALSIEGE	1	1	1
Besoins du service	55 256	47 363	57 865
VC Volume total Consommé	3 874	3 952	3 957
VC Volumes consommés	912 597	943 466	983 251
52 52 Semaines	946 937	946 937	1 016 947
Volume Introduit dans réseau	1 200 770	1 241 825	1 206 727
Pertes en distribution	315 968	367 026	326 014
Volumes de service	55 256	47 363	57 865
Total Qfuites	371 224	414 389	383 879

Les Types d'abonnés

- Abonnés « Domestiques »
- Gros consommateurs
- Fuites / Volumes à répartir:
besoins du service , Arrosage
,Nettoyage voirie...

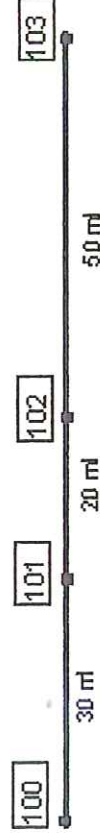
AREA	Q_Domestique	Q_GrosConso	Q_Fuites/A répartir	Total m3
'11NOV'	-55 874	-55 565	-52 726	-164 165
'CAUSSE'	-1 109	0	-500	-1 609
'CHANT'	-42 854	0	-21 413	-64 268
'ERMITAGE'	-696	0	-347	-1 043
'FONTA'	-123 344	-22 956	-71 868	-218 168
'HAMEAUX'	-28 374	0	-14 173	-42 547
'RVDTE'	-58 924	-36 527	-45 758	-141 209
'VABBAS'	-230 005	-14 326	-120 098	-364 430
'VABHT'	-63 047	-13 972	-37 383	-114 401
'ZONEA'	-30 818	-29 358	-18 510	-78 685
Total	-635 045	-172 704	-382 777	-1 190 526

La répartition par Secteurs de Distribution



La Répartition des consos par Rue

- 1/ identification des nœuds se trouvant dans une même rue
- 2/ affectation aux tronçons au prorata des consommations annuelles
- 3/ équi-répartition des consommations aux tronçons, aux nœuds amont et aval



- Conso Rue Principale = 1000 m³
- Conso N100 = $(30/2 \times 1000) / 100 = 150 \text{ m}^3$
- Conso N101 = $((30/2 + 20/ 2) \times 1000) / 100 = 250 \text{ m}^3$
- Conso N102 = $((20/2 + 50/ 2) \times 1000) / 100 = 350 \text{ m}^3$
- Conso N103 = $(50/2 \times 1000) / 100 = 250 \text{ m}^3$

2. Campagne de Mesures

L 'instrumentation

- **Campagne du 22 juin au 1er juillet 2001**
 - 13 points de mesure de débits
 - 6 compteurs fixes
 - 1 débitmètre portables à ultrason
 - 6 sondes électromagnétiques de débit
 - 7 points de mesure du niveau d'eau des réservoirs
 - 21 points de mesure de pression (poteau d'incendie)
- Total : 46 points de mesure**

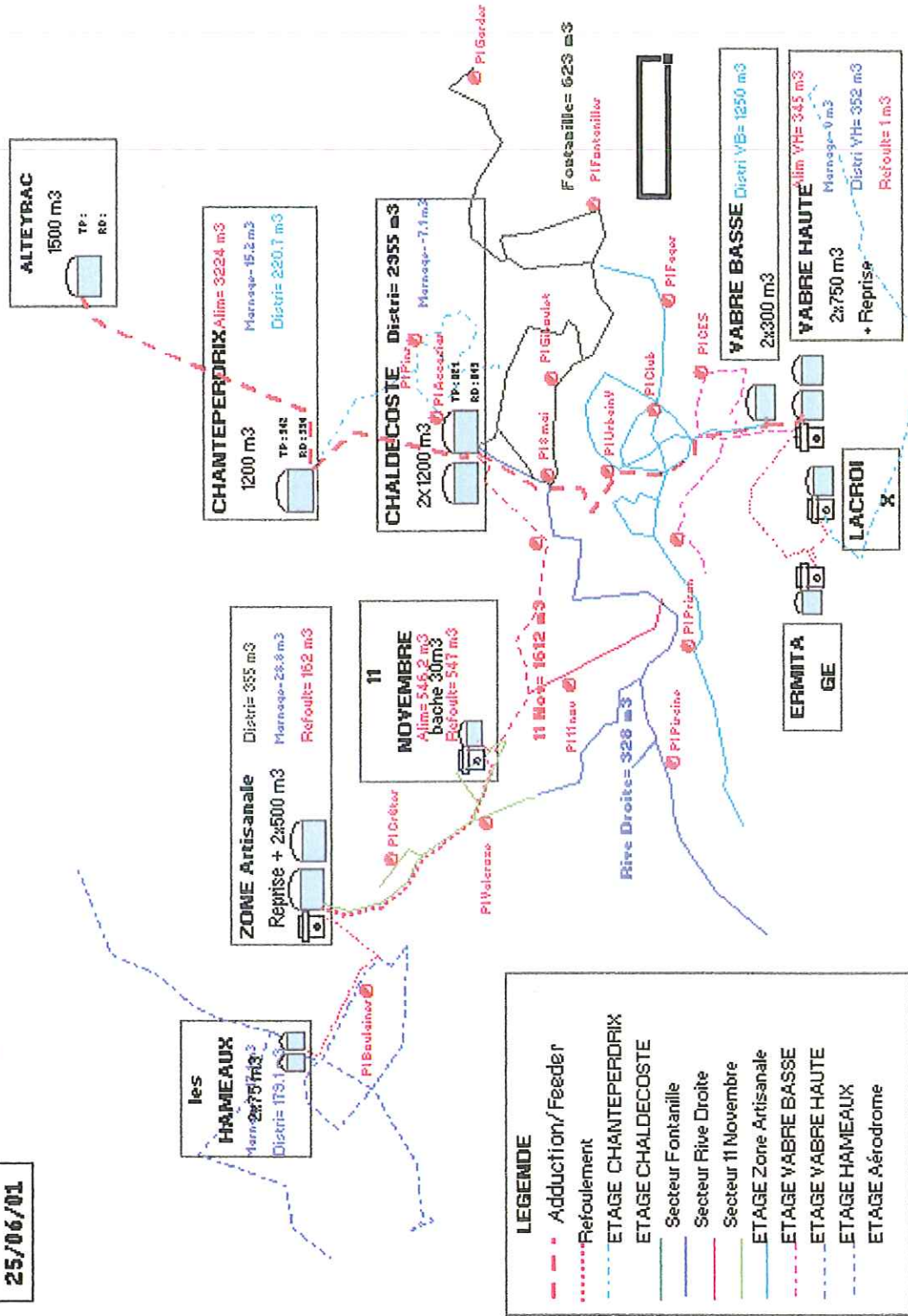
2. Campagne de Mesures

Les points de mesure

- **Données issues de la télégestion**
 - 6 niveaux
 - 6 débits
- **Instrumentation portable**
 - 5 piézo
 - 6 débitmètres
 - Compteurs équipés de têtes émettrices (GC...)
 - 21 pressions
- **Points de mesures fixes complémentaires**
 - 5 PEC
 - 2 compteurs fixes

Implantation des points de mesure

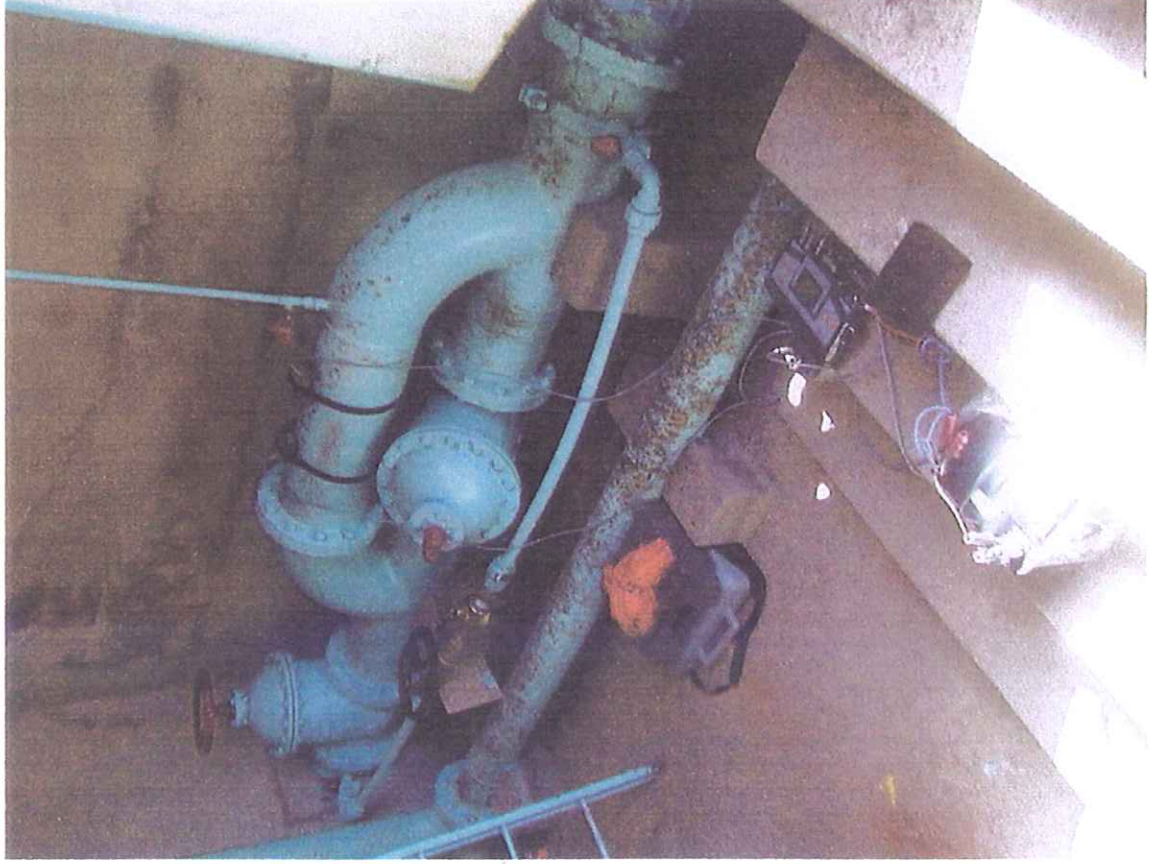
25/06/01



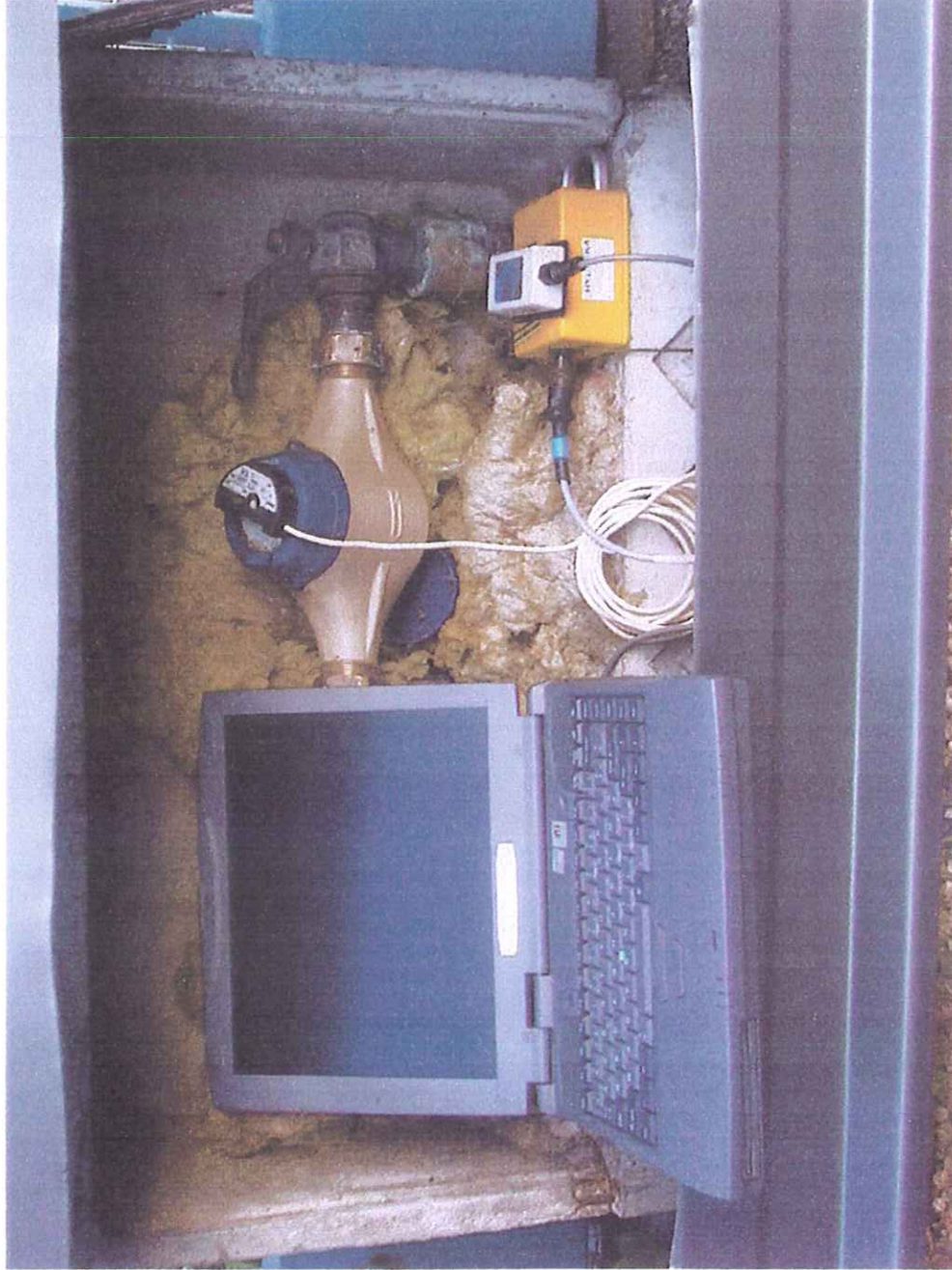
Instrumentation : Point de pression



Instrumentation : Débitmètre portable



Instrumentation : Compteur fixe



Instrumentation : Sonde ELM à Insertion



Principaux résultats obtenus lors de la première Configuration

- Vérification des débitmètres à poste fixe
Précision des mesures de l'ordre de 10 % en moyenne
- Vérification des courbes de pompe
Rendement des pompes variant de 55 à 80 % selon les sites
- Analyse des mesures
Pression maximale enregistrée : 11.3 bars (Le Chapitre)
Pression minimale enregistrée : 1.18 bar (Rue Fages)

Principaux résultats obtenus lors de la première Configuration

- Bilans par étage :

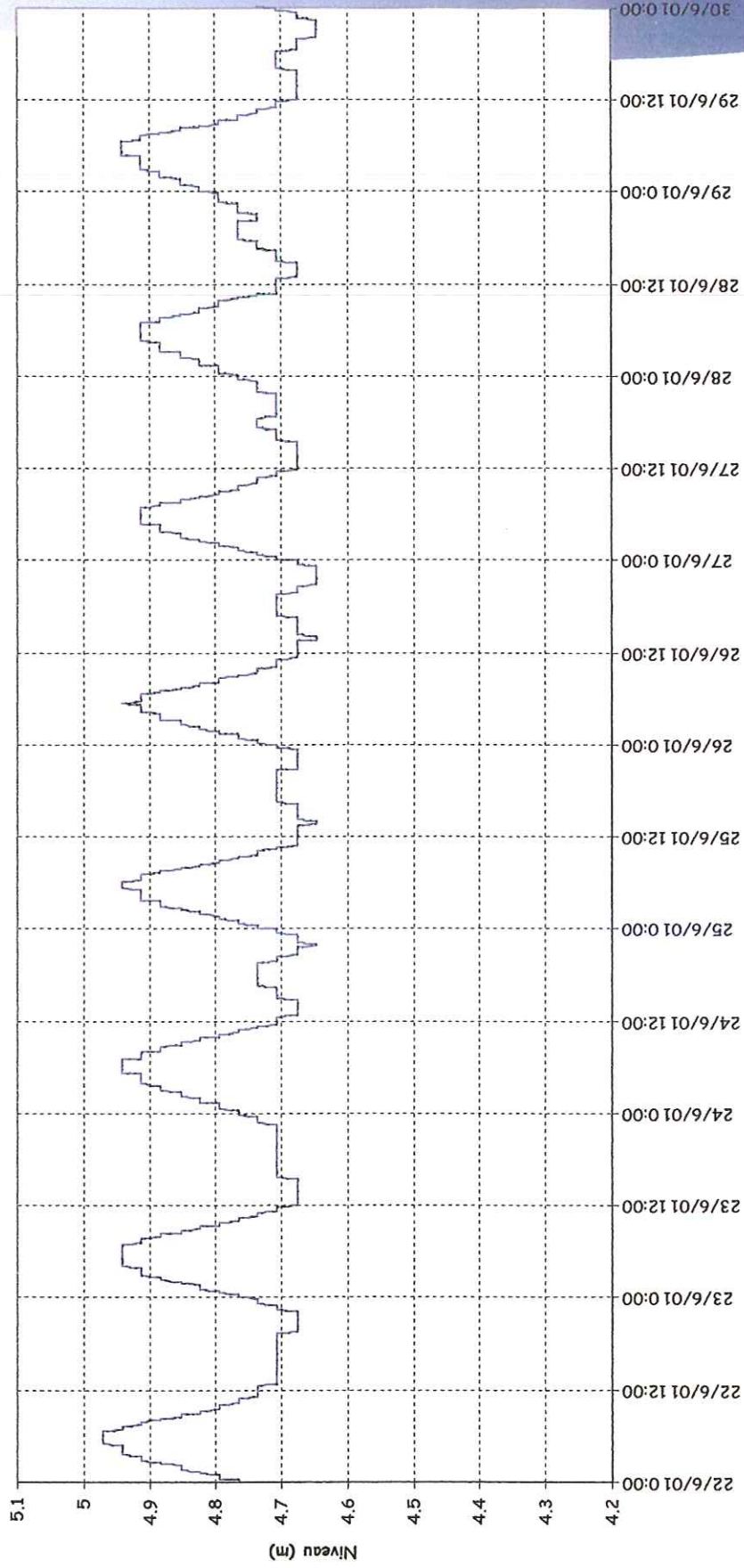
Volumes distribués supérieurs à 4 250 m³/jour (moyenne sur 9 jours)

	22/06	23/06	24/06	25/06	26/06	27/06	28/06	29/06	30/06	01/07	Moyen
TOTAL VOLUME	4673	4498	4208	4466	4392	3963	3745	4110	4181	4400	4264
Chaldecoste	64%	68%	68%	66%	64%	64%	63%	63%	62%	70%	65%
chanteperdrix	4%	5%	5%	5%	6%	5%	4%	5%	5%	5%	5%
11 novembre	31%	28%	26%	24%	24%	21%	20%	23%	24%	31%	25%
Fontarilles	14%	13%	15%	14%	14%	15%	19%	16%	14%	15%	15%
Rive Droite	8%	7%	7%	7%	7%	7%	6%	7%	7%	8%	7%
: Zone Artisanale	8%	7%	8%	8%	8%	9%	7%	5%	4%	4%	7%
Service Hameaux	2%	4%	3%	4%	4%	3%	4%	3%	4%	3%	3%
Vabre Basse	26%	25%	26%	28%	29%	30%	32%	31%	29%	25%	28%
Vabre Haute	7%	7%	8%	8%	8%	7%	7%	8%	12%	17%	9%
Ermitage/Lacroix	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%

Quelques courbes de mesures

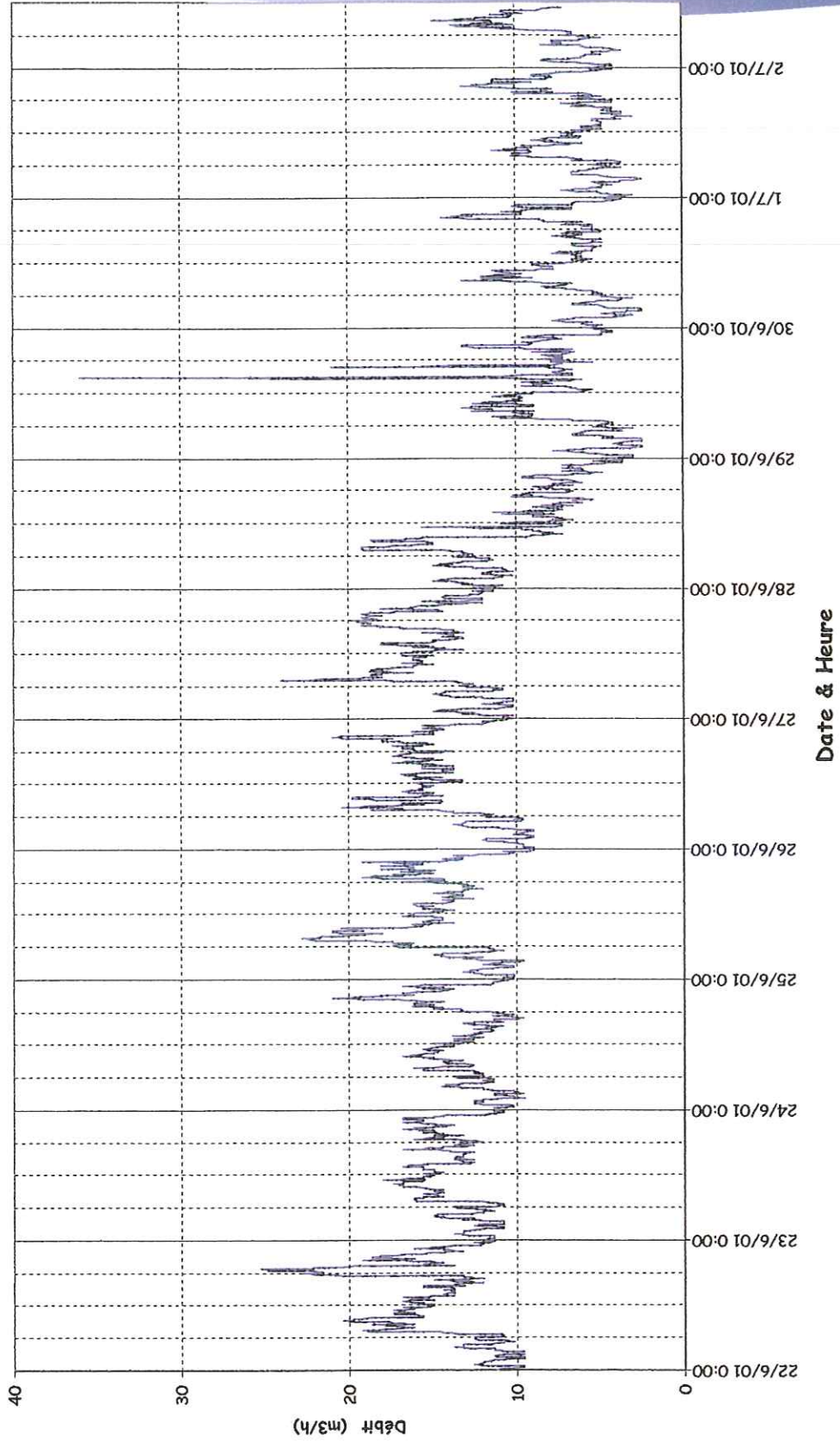
Mesure de niveau d'eau dans un réservoir

Niveau Piézométrique (m), Reservoir de la Vabre Haute



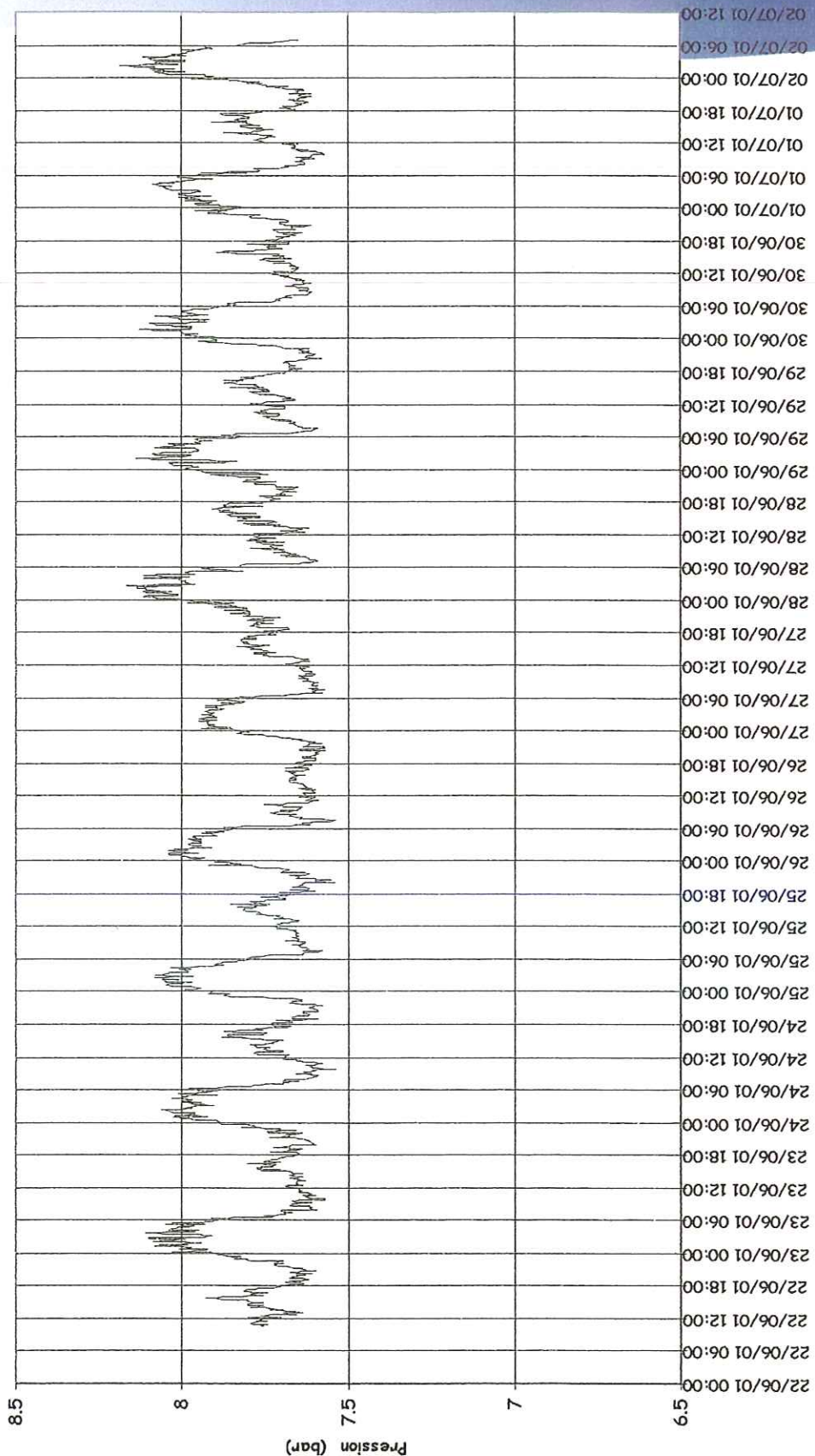
Mesure de débit

Modélisation Ville de MENDE
DEBIT Distribution Zone Artisanale



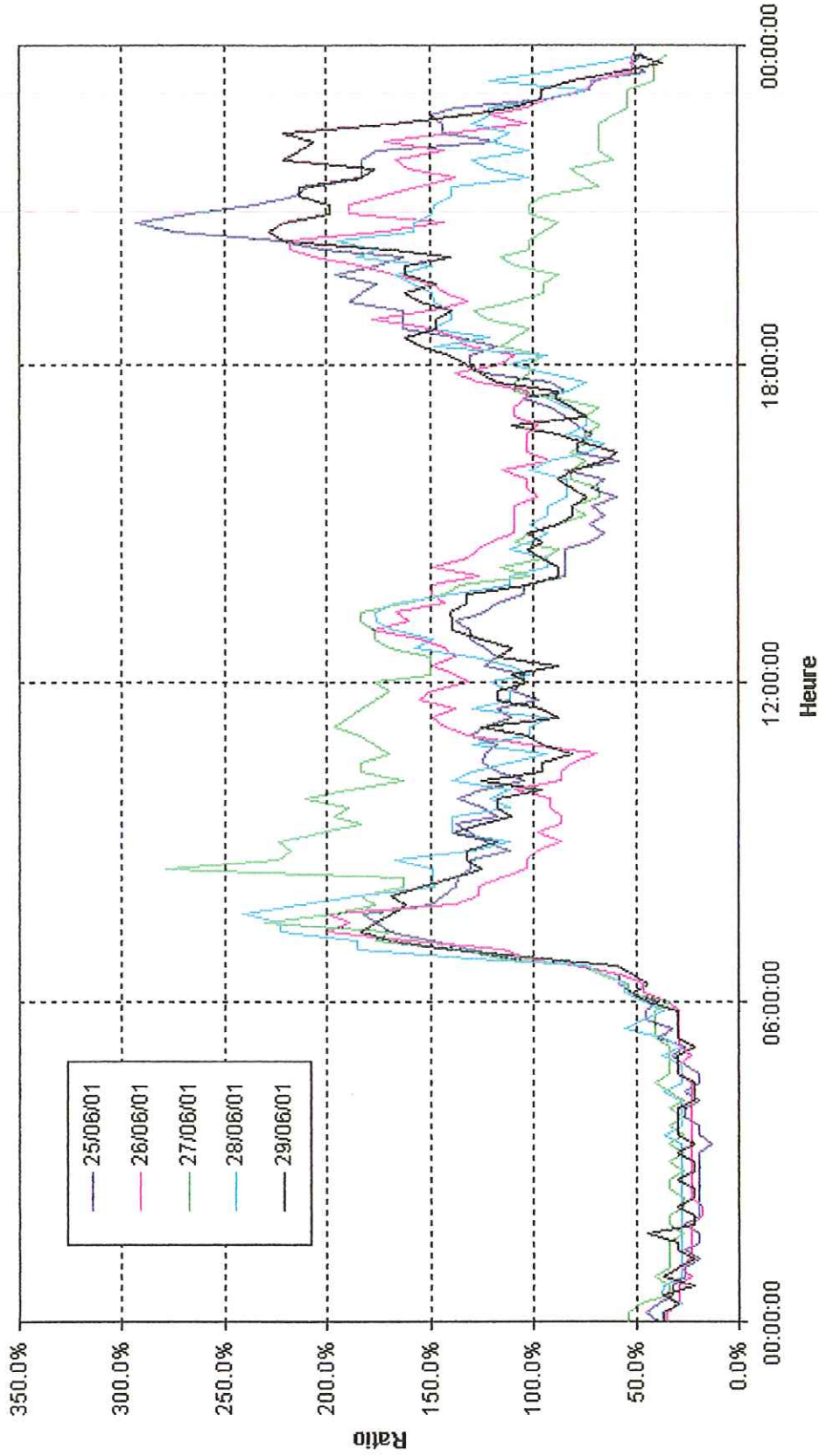
Mesure de pression en réseau

Pression (bar) sur PI, rue de Giboulet (ali par Chaldecoste).



Profils de Consommation

Profil de conso de Chanteperdrix

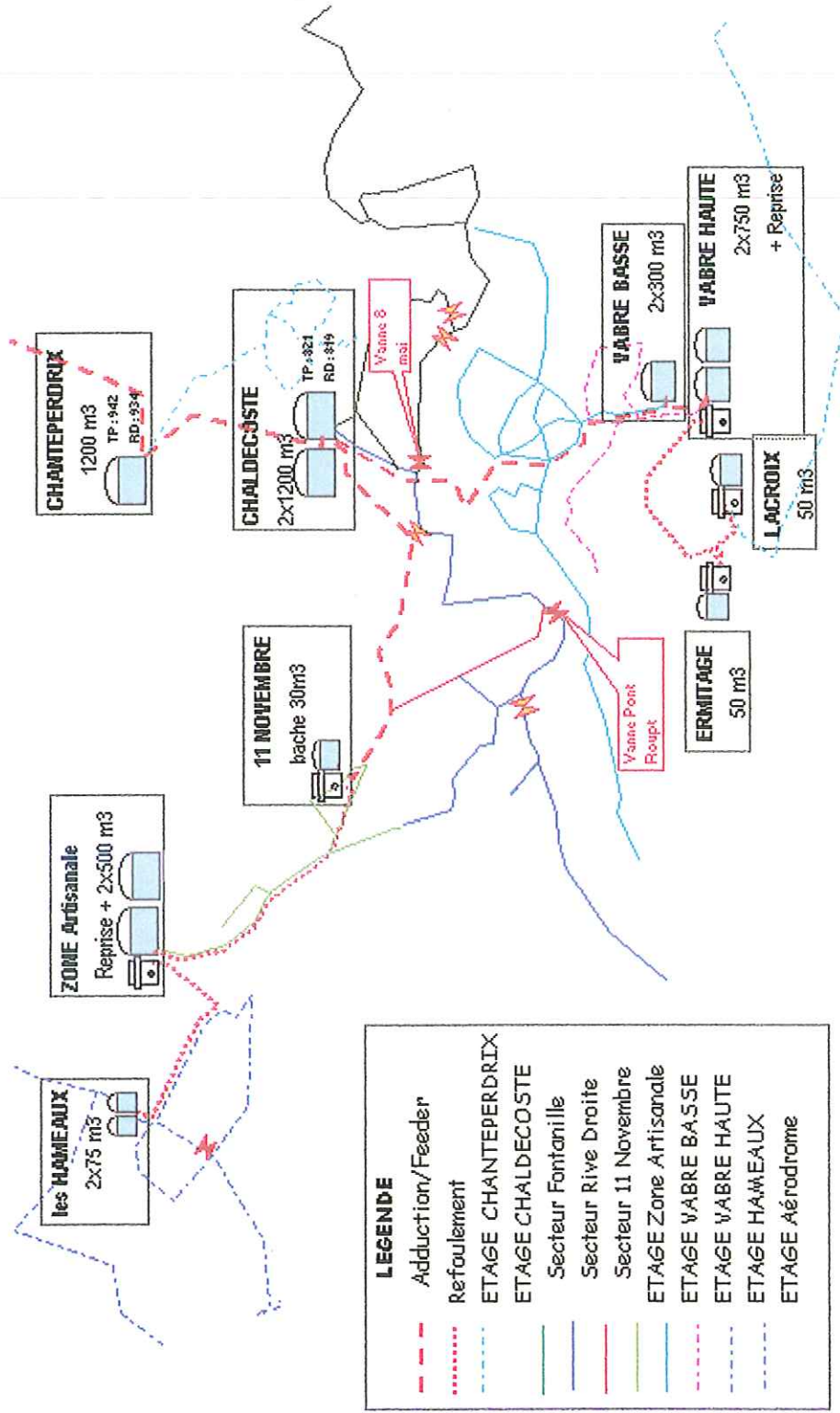


Seconde Configuration

Objectifs de la seconde Configuration

- Vérifier l'alimentation des secteurs de Chaldecoste en démaillant le réseau
 - Appliquer des pertes de charges ponctuelles
 - Sectoriser le réseau
 - Mieux cerner les débits en réseau
 - obtenir les profils réels de consommation sur cet étage
- But : Calage fin du modèle

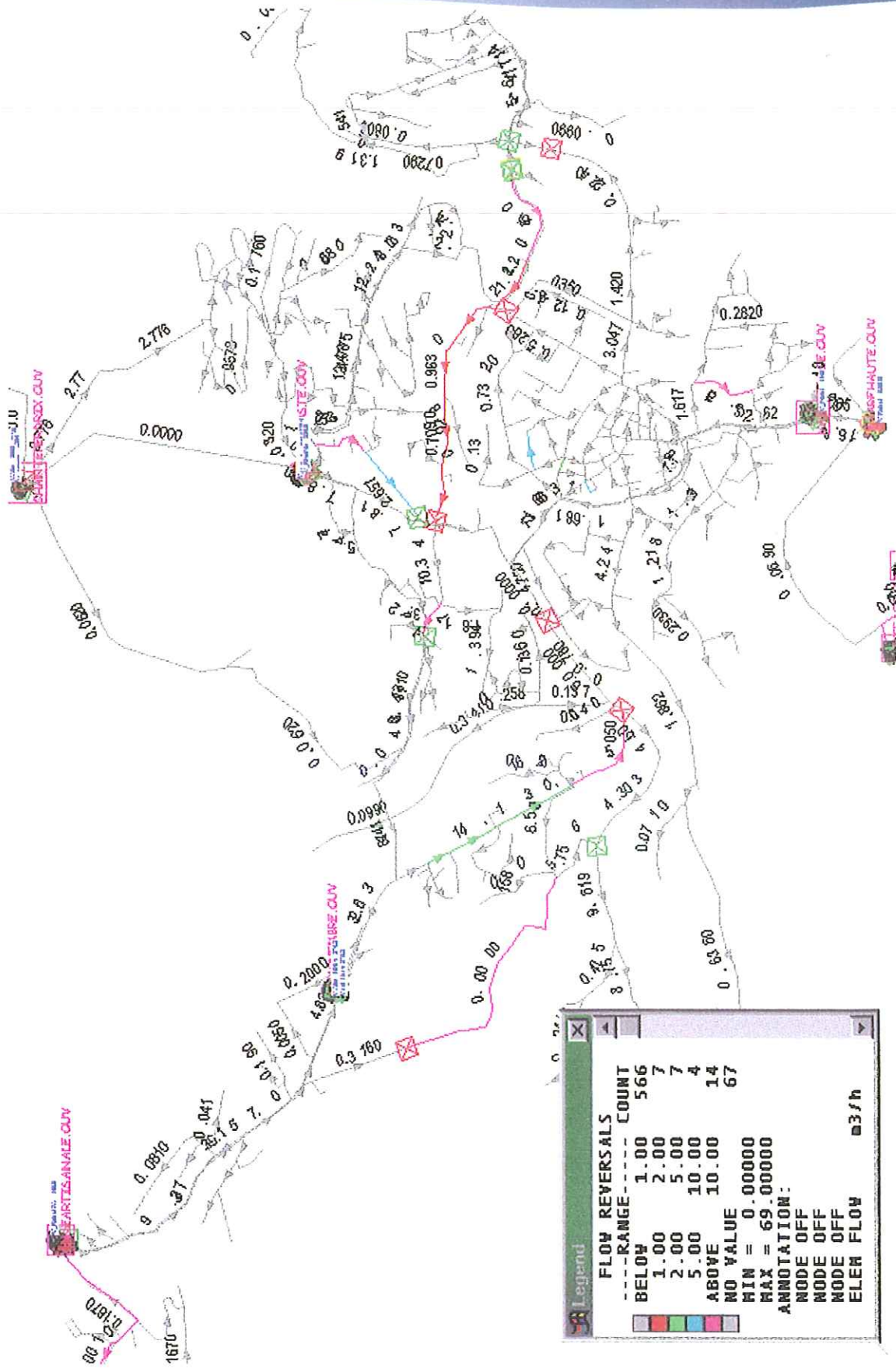
Manœuvres de Vanne (2^{ème} Configuration)



Principaux résultats obtenus lors de la seconde Configuration

- Observation des conséquences des fermetures de vannes
 - Chute de la pression atteignant 60 % dans certains secteurs
 - Augmentation des débits et Inversion du sens d'écoulement dans certaines conduites principales

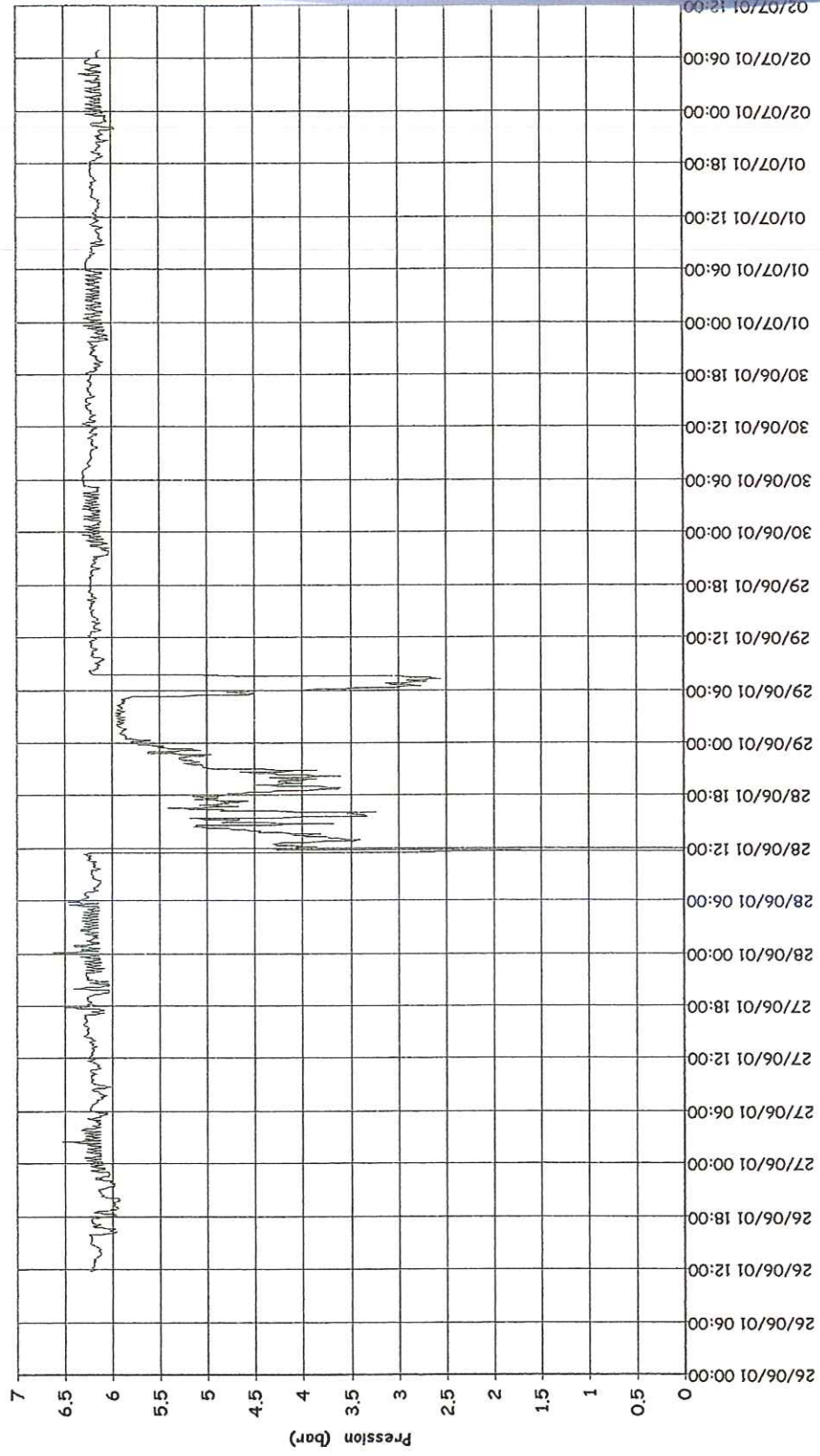
Inversions des débits



Quelques courbes de mesures

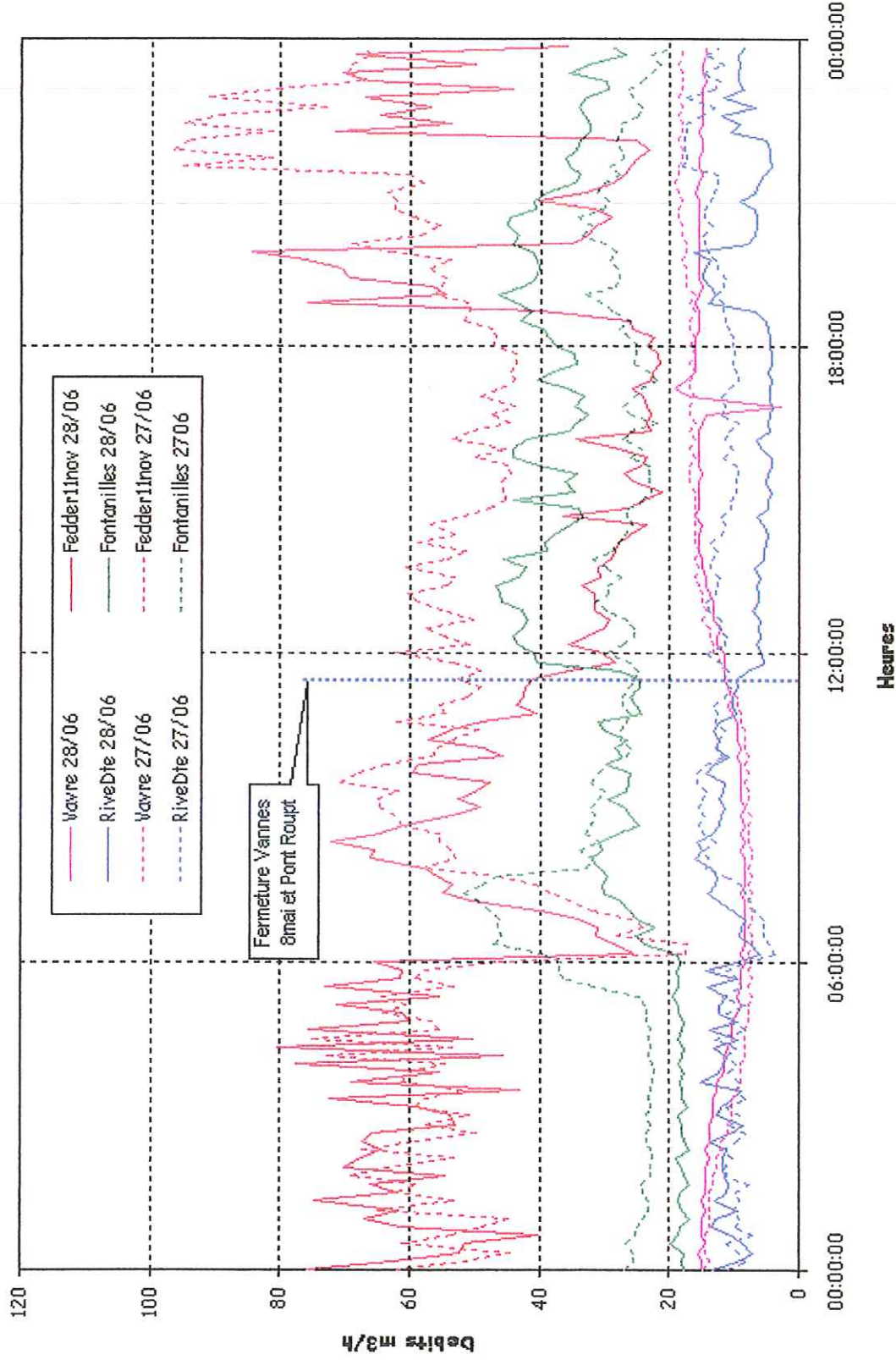
Mesure de pression

Pression (bar) sur PI, avenue du 8 mai 1945.



Mesure de débit en réseau (Etagé Chaldecoste)

Etagé Chaldecoste



3. Calage

- Les critères du calage
- Les variables
- La méthode
- Les résultats

Les critères du calage

Le modèle doit restituer sur 24 heures :

- Piézométrie calculée ne s'écartant pas plus de 3 mètres de la piézométrie mesurée
- Niveau d'eau calculé dans un réservoir ne s'écartant pas plus de 0.1 mètre du niveau mesuré
- Débit calculé aux productions ne s'écartant pas plus de 10% du débit mesuré
- Débit calculé en réseau ne s'écartant pas plus de 15 % du débit mesuré

Les variables de calage

- Tronçons définis par leur longueur, diamètre
 - variable à caler: coefficient de rugosité
- Vannes définies par leur type, diamètre
 - variable à caler: coefficient d'orifice, Perte de charge
- Réservoirs définis par leur surface, hauteur
 - variable à caler: coefficient de perte de charge singulière (surverse, clapet)
- Pompes définies par leur type, diamètre, loi hauteur-débit
 - variable à caler: coefficient de perte de charge singulière (divergent, convergent, coudes, etc)

La méthode de calage

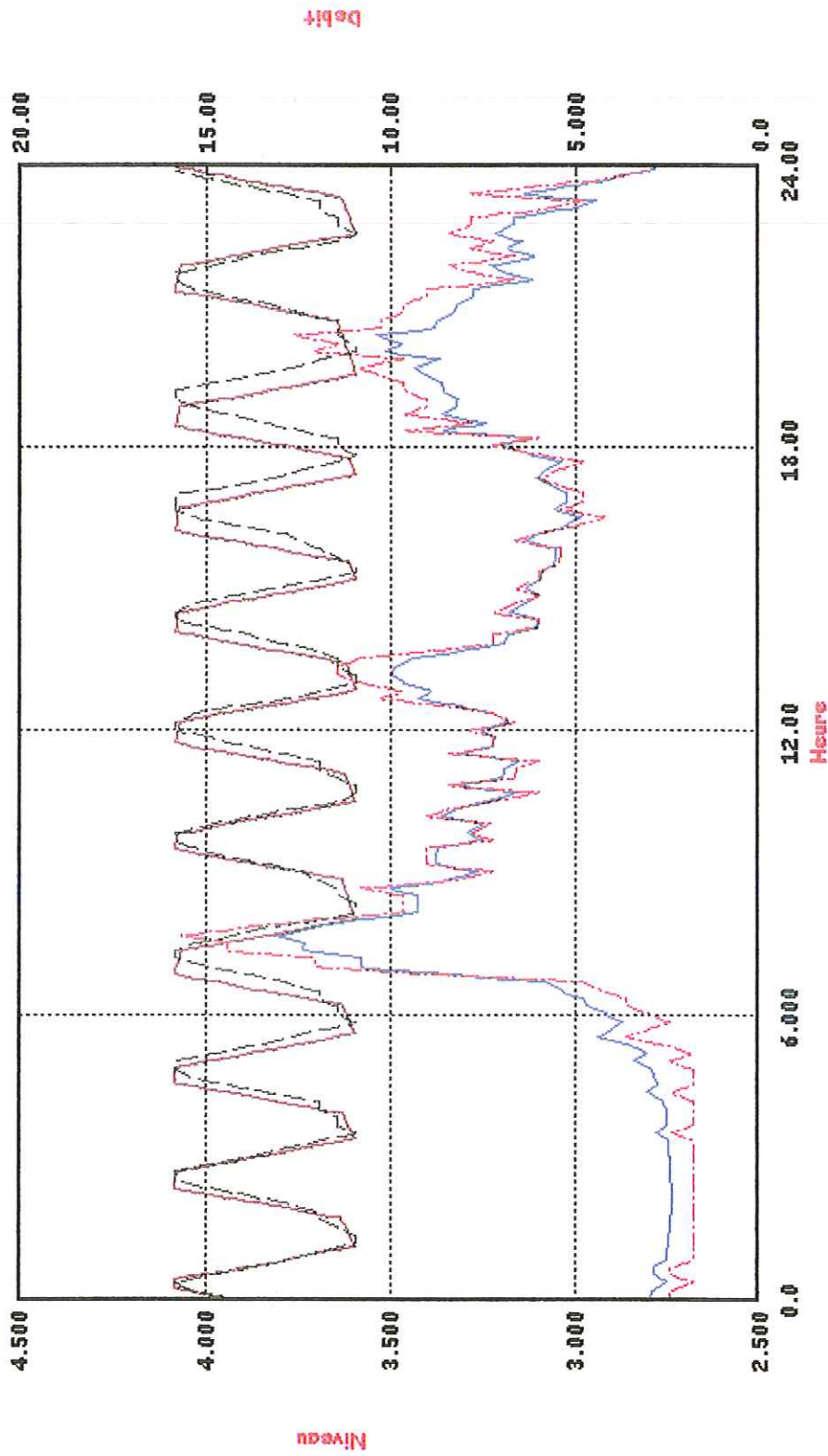
- Ajustement des débits jusqu'à satisfaire les règles de calage
- Ajustement des pressions par introduction de pertes de charges localisées

Les résultats

- débits satisfaisants au critère du calage dans 12 cas sur un total de 13 points de mesure (92%)
- niveaux d'eau satisfaisants au critère du calage dans 8 cas sur un total de 9 points de mesure (89%)
- pressions satisfaisantes au critère du calage dans 19 cas sur un total de 21 points de mesure (90%)

Courbes de calage en Niveau et débit

Niveau et Débit Distribution CHANTEPERDRIX
Journée du 28/06



Left: stN558 CHANT_TP LEVEL m

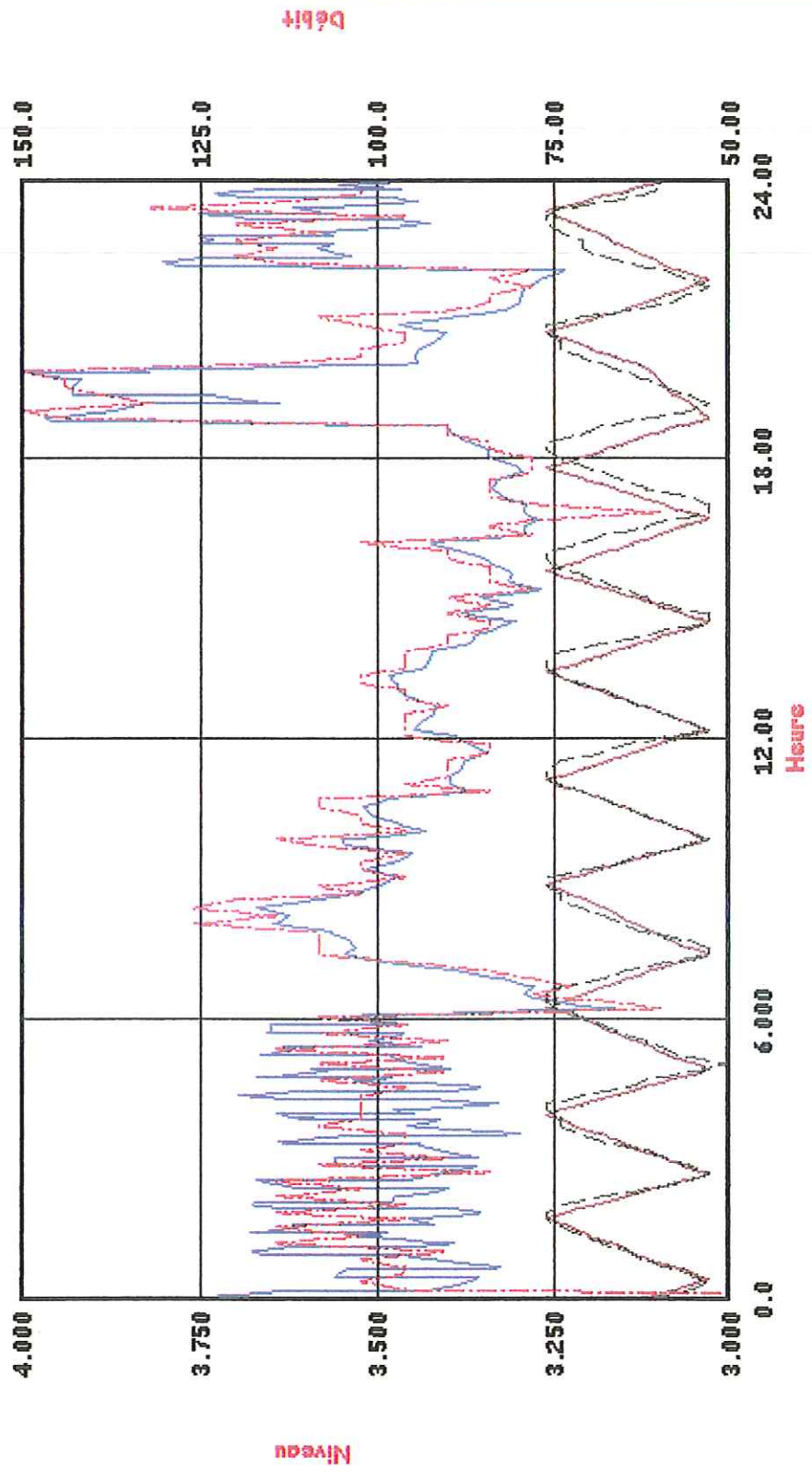
Right: stN558 stN550 Q m³/h

Left: N_CHANT PROFILE m

Right: QD_CHANT PROFILE m³/h

Courbes de calage en Niveau et débit

Niveau et Débit Distribution Générale CHALDECOSTE
Journée du 28/06

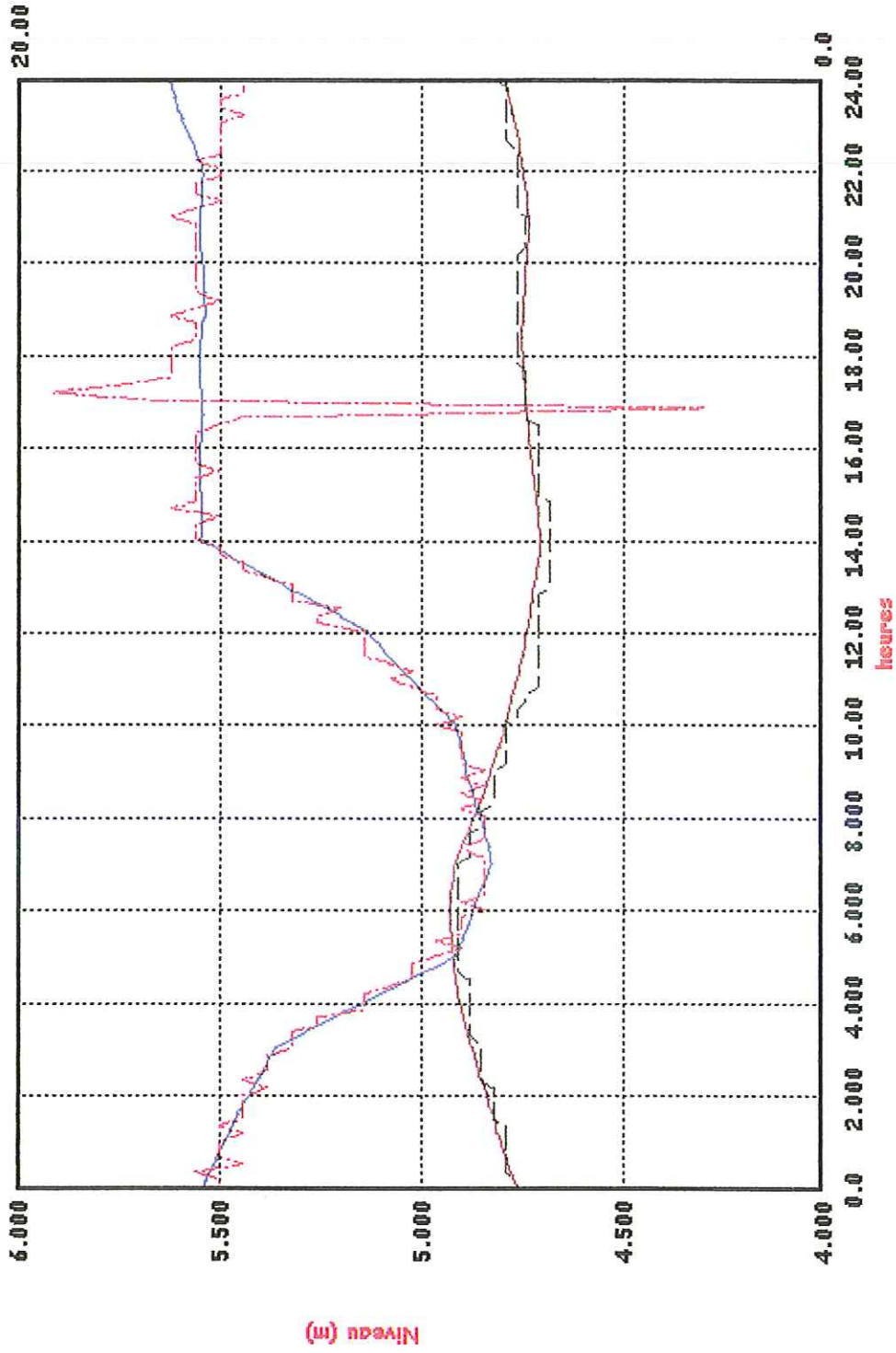


Left: CHAL_DI_CHAL_TP LEVEL m Right: CD_CHAL_CHAL_DI - Q m³/h
 Left: N_CHALD PROFILE m Right: QD_CHALD PROFILE m³/h

Courbes de calage en Niveau et débit

Niveau et Débit Remplissage Vabre Haute

Journée du 28/06



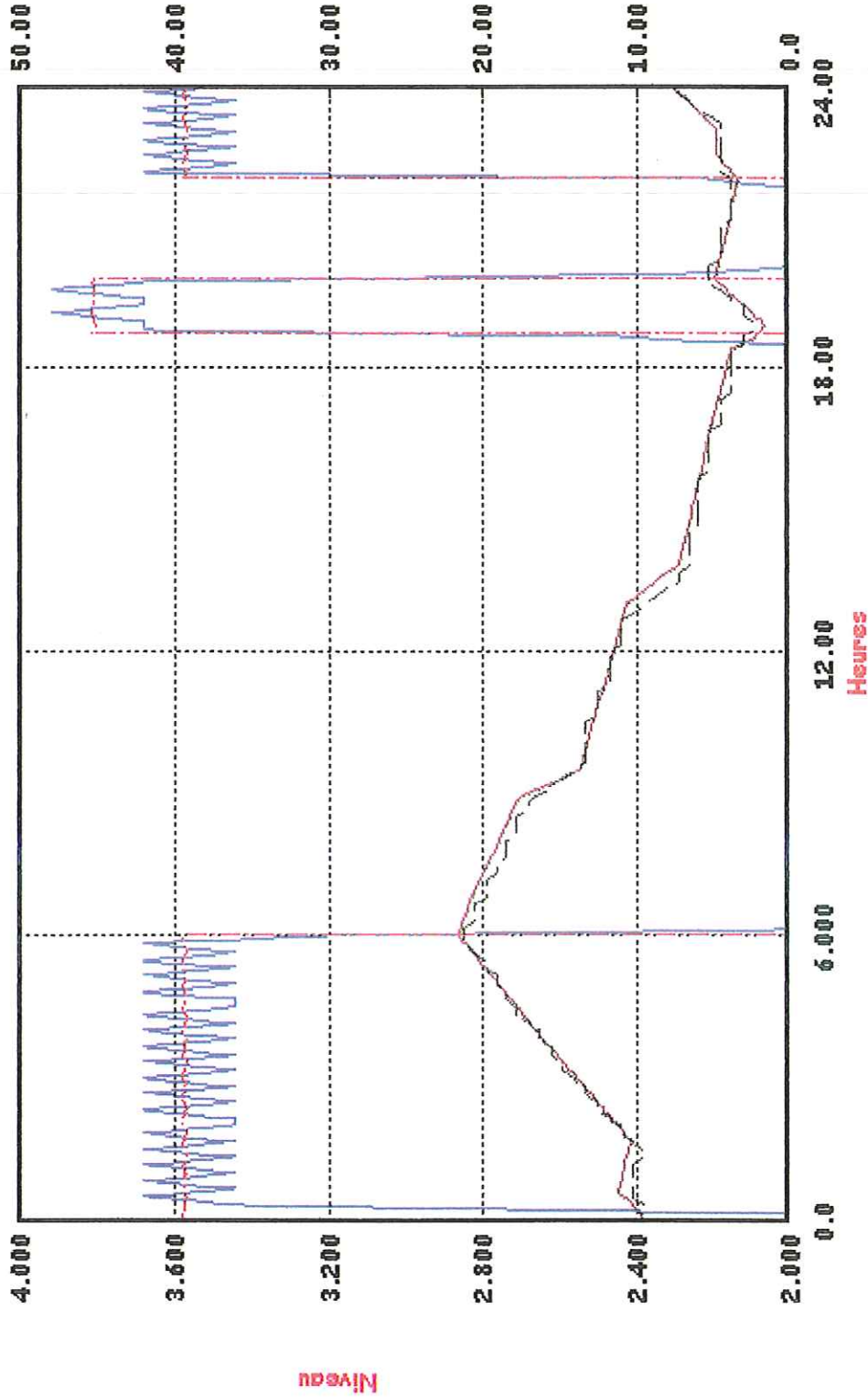
Left: VABH_DI VABH_TP LEVEL m Right: stN450 stN452 Q m3/h

Left: N_VBHT PROFILE m Right: QD_CH_VB PROFILE m3/h

Courbes de calage en Niveau et débit

Niveau reservoir ZONE Artisanale

Journée du 28/06



Left: ZA_DI_ZA_TP LEVEL m

Right: QR_I1NOV PROFILE

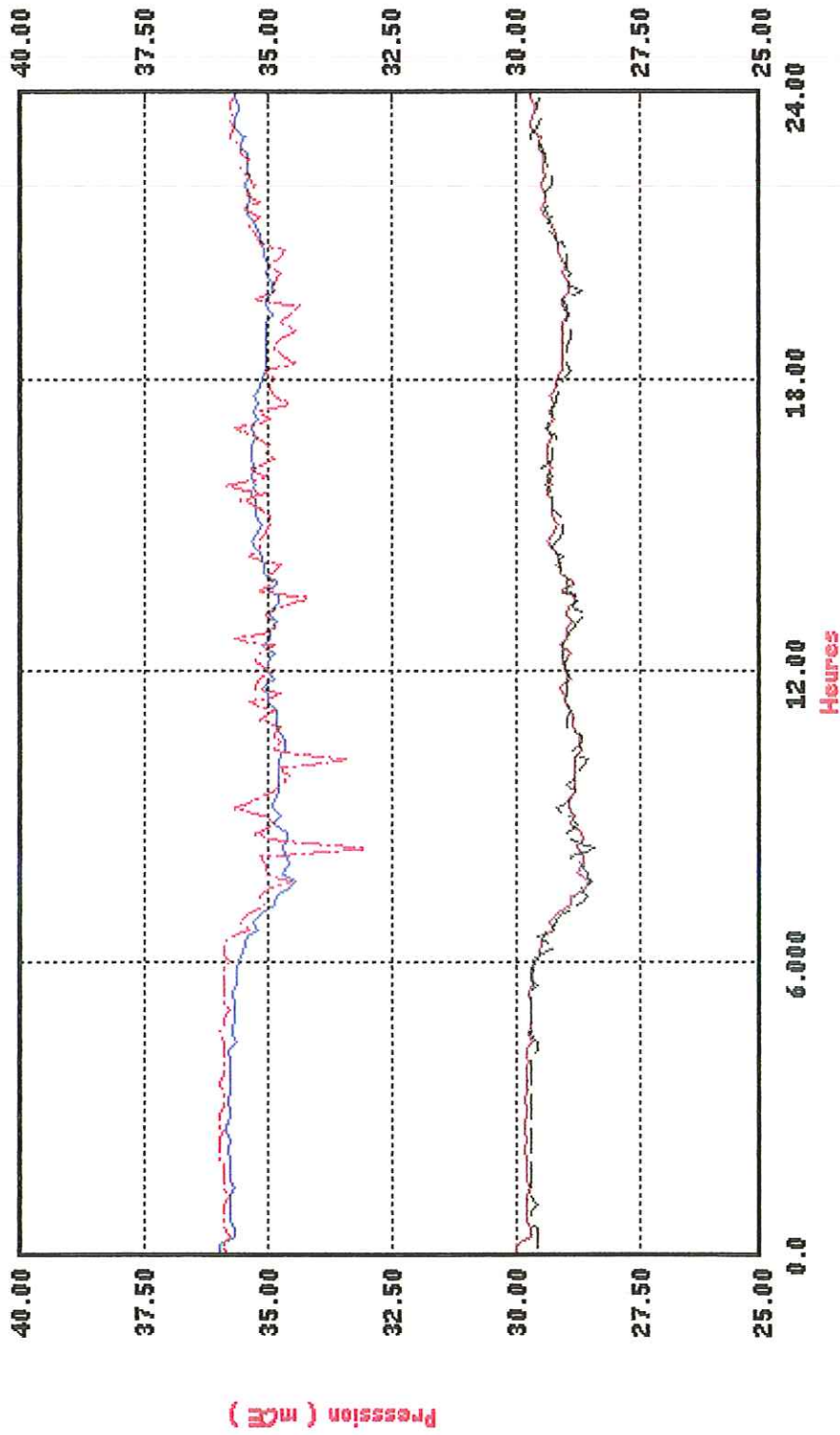
Left: N_ZONEA PROFILE m

Right: stN463 stN462 Q

Courbes de calage en pression

ETAGE VABRE BASSE - Journée du 28/06

Pression Centre Ville - "Le Club" et Urbain V



Left: stN150 P mCE

Right: stN145 P mCE

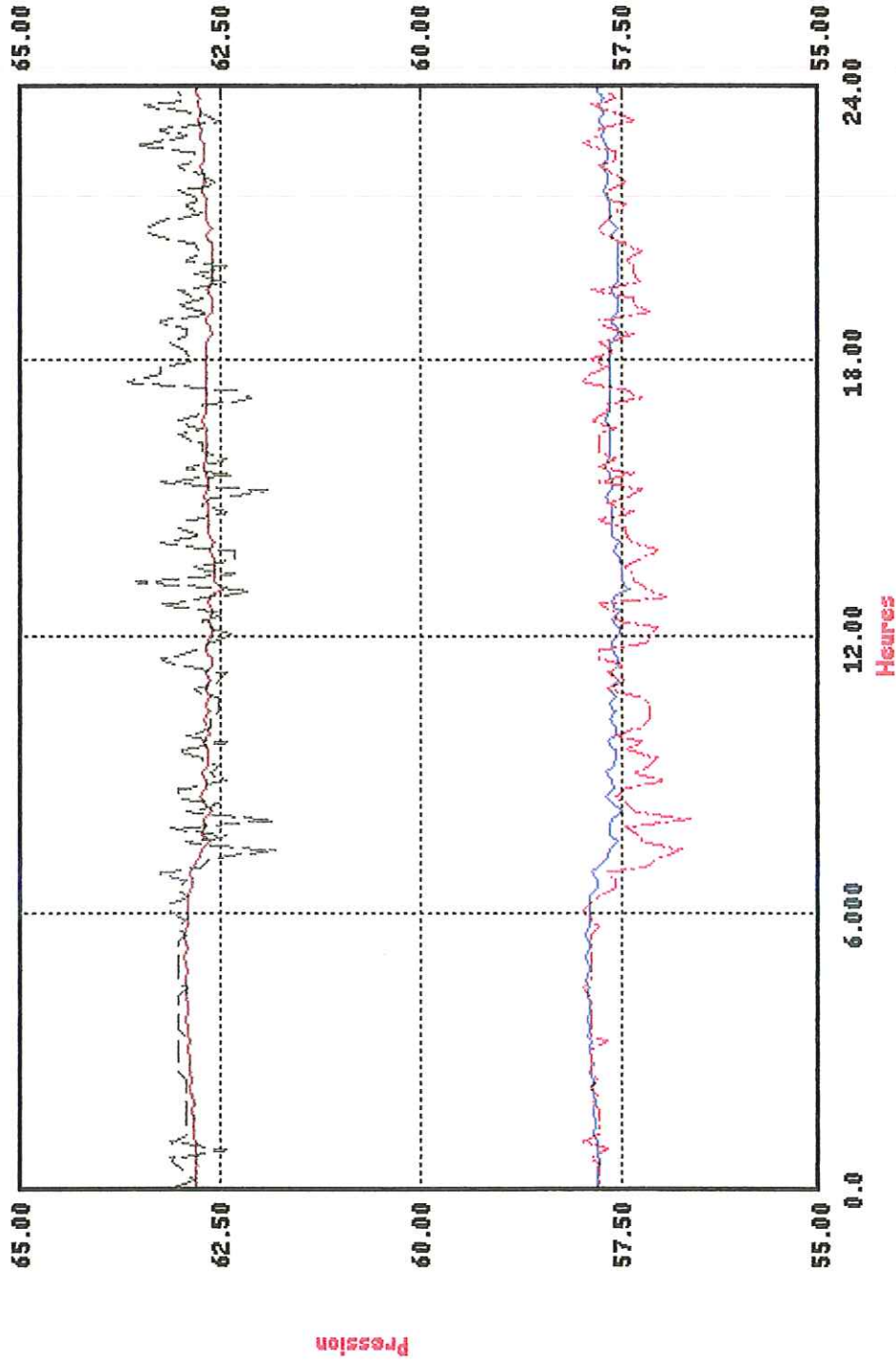
Left: PI_CLUB PROFILE mCE

Right: PI_URBA PROFILE mCE

Courbes de calage en pression

ETAGE VABRE HAUTE - journée du 28/06

Pression PI Prison - PI CES (rue du Torrent)



Left: stN90 P mCE

Right: stN2 P mCE

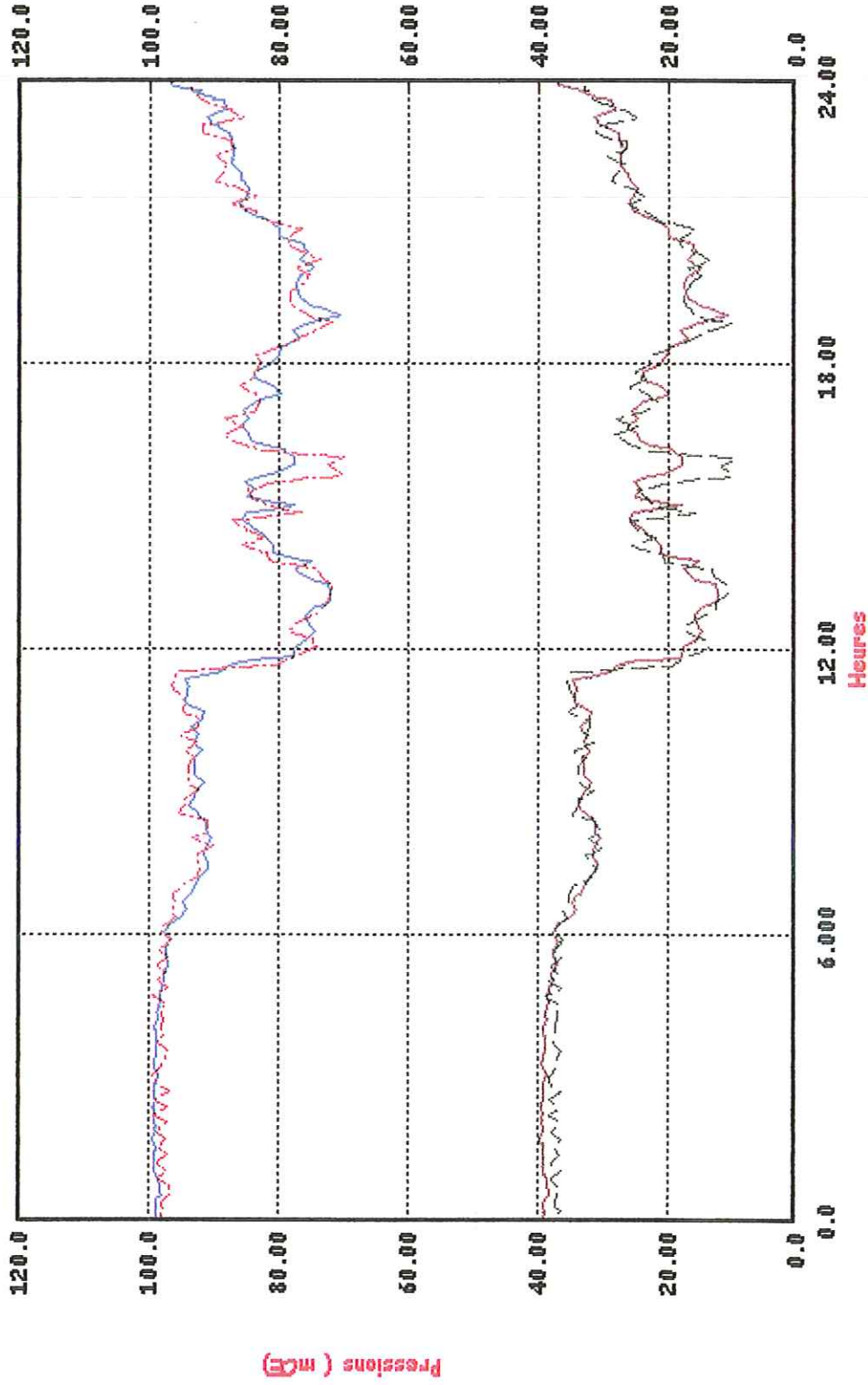
Left: PI_PRISO PROFILE mCE

Right: PI_CES PROFILE mCE

Courbes de calage en pression

ETAGE CHALDECOSTE - Journée du 28/06

Pression PI Fontanille - PI ZA Gardes



Left: stN298 P mCE

Right: stN322 P mCE

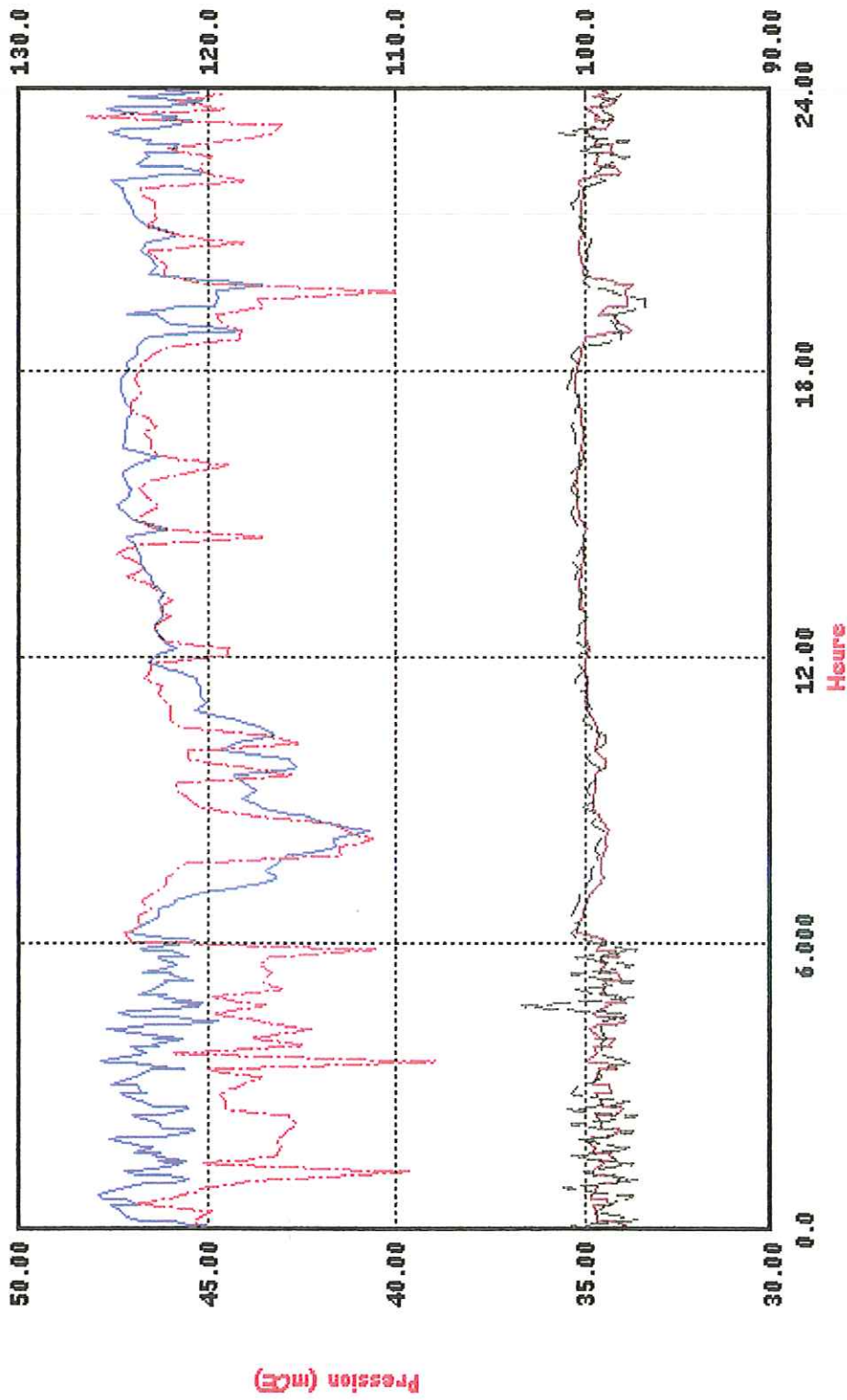
Left: PI_FONTA PROFILE mCE

Right: PI_GARDE PROFILE mCE

Courbes de calage en pression

ETAGE CHALDECOSTE - Journée du 28/06

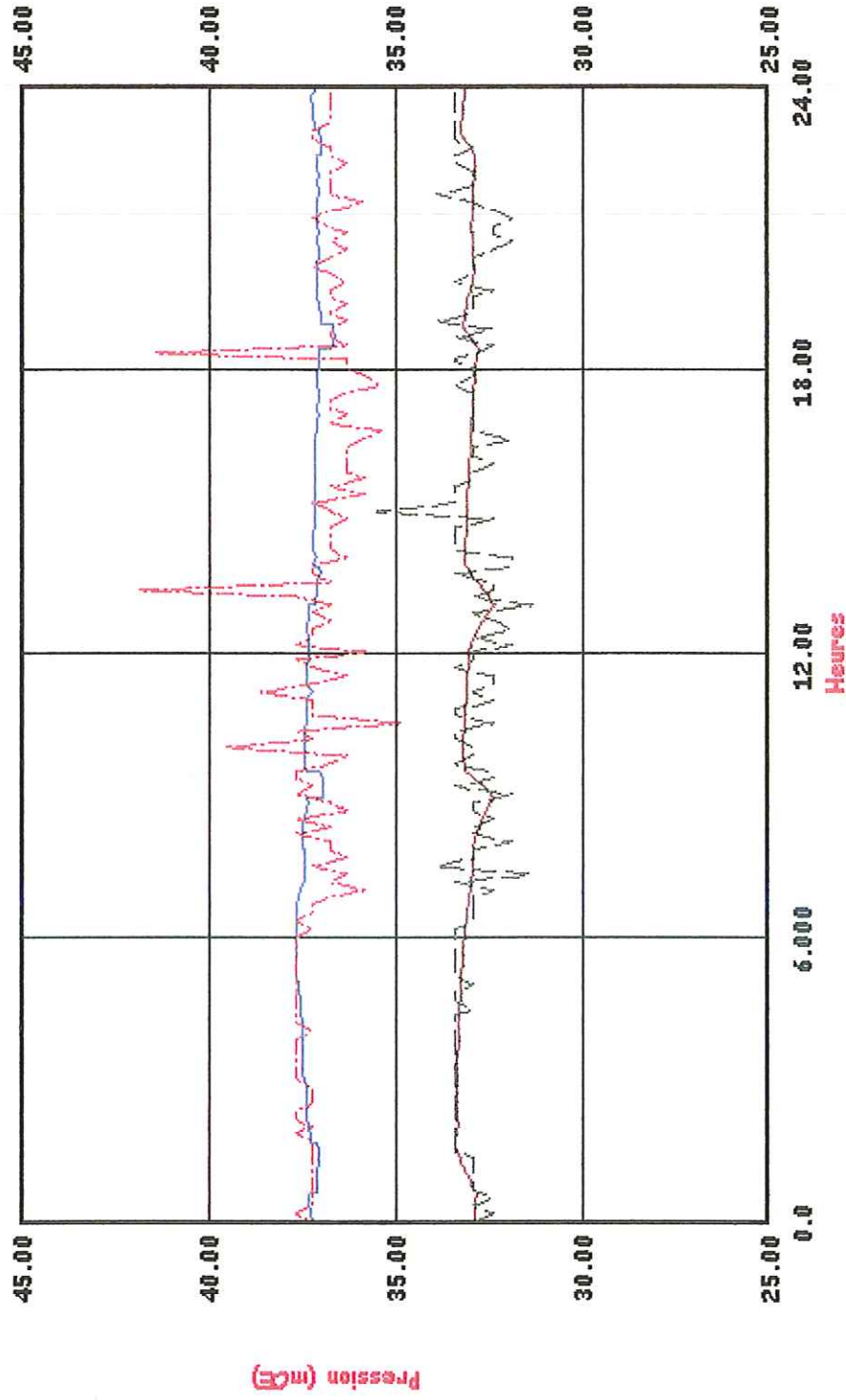
Pression PI Rue Bel Horizon et PI Piscine



Courbes de calage en pression

ETAGES ZONE ARTISANALE et HAMEAUX - Journée du 28/06

Pression PI Boulaines et PI Cretes



Left: stN497 P mCE

Right: stN421 P mCE

Left: PI_BOULA PROFILE mCE

Right: PI_CRETE PROFILE mCE

Principales difficultés rencontrées lors du calage

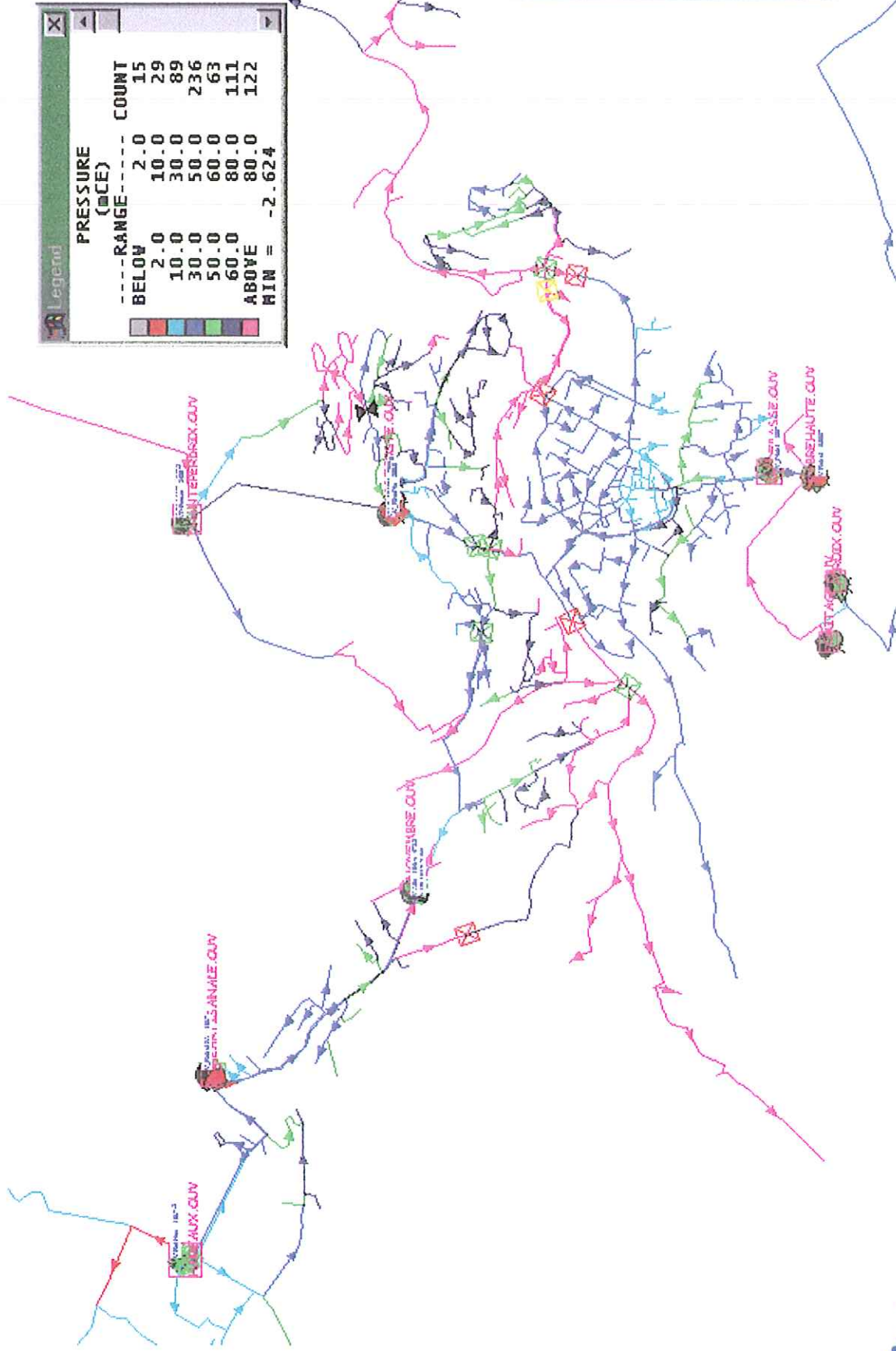
- Difficulté pour bien cerner l'évolution de la consommation journalière
→ mise en place d'une sectorisation effective du réseau
- Difficulté pour reproduire les écoulements en fin d'antenne
→ équipements/ relève de quelques gros consommateurs

4. Diagnostic du réseau Aspect Hydraulique

- Volumes produits :
 - $V = 4250m^3/j >$ capacité production Alteyrac
 - ⇒ **Obligation mobiliser ressource complémentaire (Vabre Basse)**

- Vitesses maxi : qq conduites ont $V > 1,00$ m/s
 - Feeder DN250 Alteyrac / Chanteperdrix (admissible)
 - Feeder DN 200 Chanteperdrix - Chaldecoste (critique)
 - ⇒ Possibilité d 'utiliser point de reprise Vabre Basse comme Alimentation Chaldecoste et Vabre Haute
 - ⇒ Doublement feeder à envisager

Analyse des Pressions

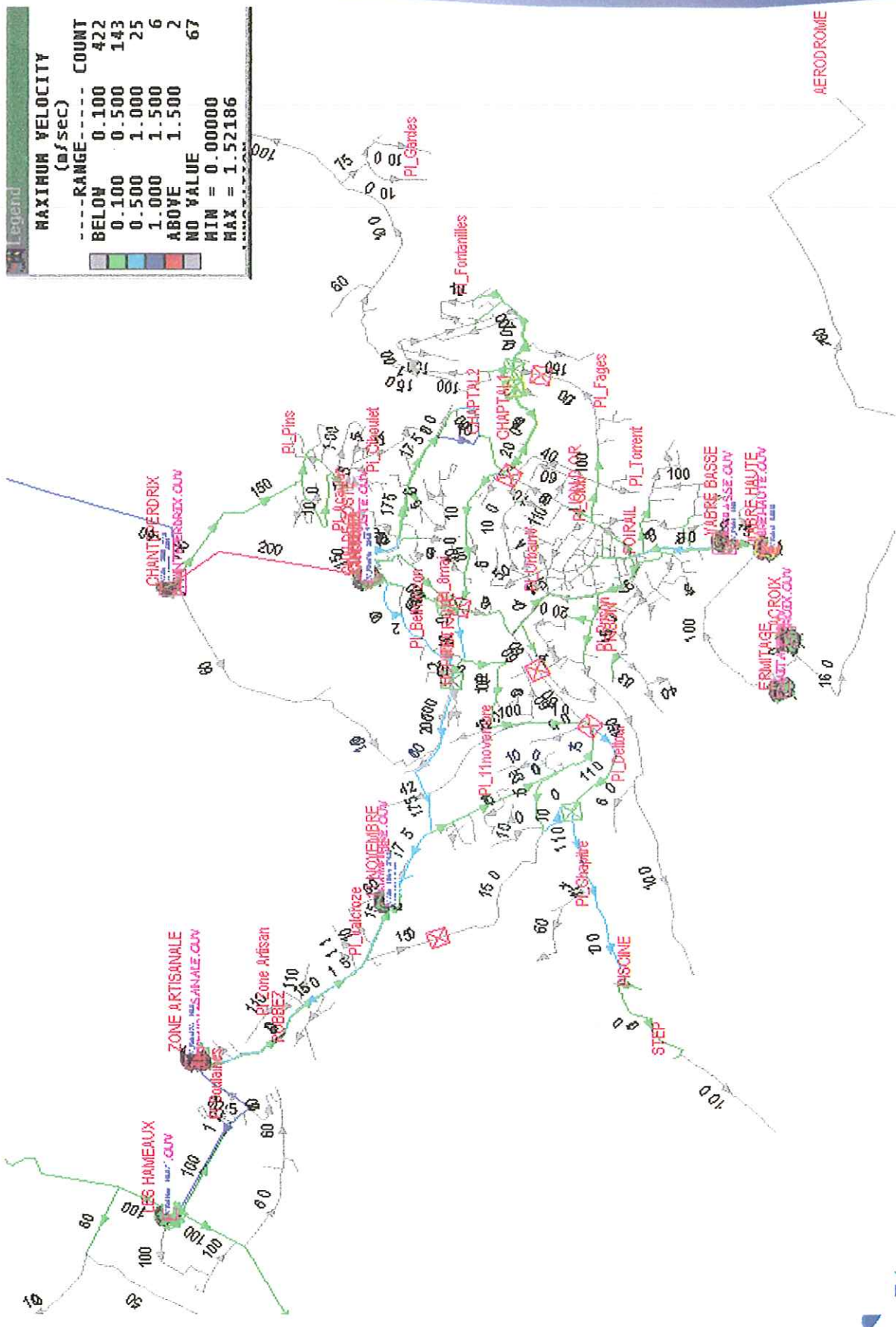


4. Diagnostic du réseau Aspect Hydraulique

- Pertes de charges importantes sur Chaldecoste
(vannes partiellement fermées, tronçons ayant des pertes de charge importantes [obstruction, dépôt (?)])
 - Route du Causse
 - Ave Paulin Daude
 - Route du Chapitre
 - ⇒ **Origine à rechercher**

- Pressions importantes dans certains quartiers
 - Le chapitre (Nécessité ?)
 - Paul Clemenceau
 - Paulin Daudé
 - ⇒ **Possibilité de rajouter des régulateurs dynamiques de pression pour limiter pertes de nuit**

Vitesses maximales



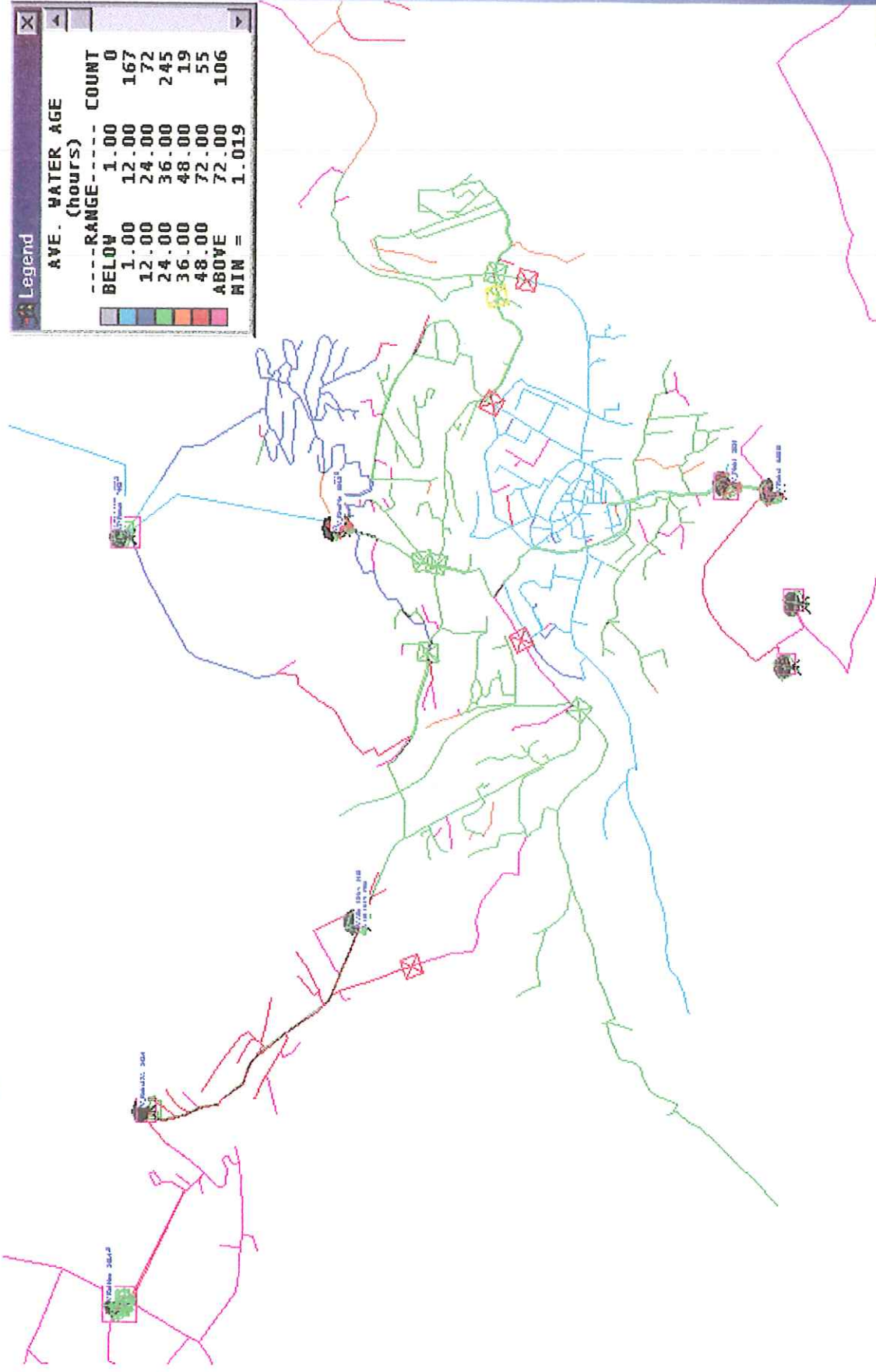
4. Diagnostic du réseau

Aspect Qualité bactério

- Age de l'eau inférieure à 36h dans tout Mende
 - ⇨ pas de **Problème bactériologique**

 - Age de l'eau supérieure à 48h sur les écarts
 - Les Hameaux
 - Ermitage
 - Aérodrome
- ⇨ **Nécessité de re-traiter dans ces secteurs**

Age de l'eau



5. Simulations du fonctionnement du réseau

- Scénario de crise
- Défense incendie
- capacité résiduelle
- Extensions (Evolution du POS)