

TOULOUSE

AVRIL 1972

STAGE D'HYDROMETRIE
A L'ORSTOM

PARTICIPANTS

CARMONA Hernan

JELLALI Mohamed

LAMACHERE Jean-Marie

BOUYNE Jean-Pierre

DIRECTEUR DE STAGE

Monsieur ALDEGHERI

Directeur de Recherche à l'ORSTOM

Chargé de cours à l'ENSEEIH

Les élèves et stagiaires de l'ORSTOM tiennent à remercier tous ceux qui, d'une façon continue ou temporaire, ont bien voulu contribuer à la réalisation de leur stage :

- Messieurs ALDEGHERI et POURCIEL de l'ENSEEIH
- Messieurs BRESSON et MARTINEZ du SRAE, Toulouse.

Plan du Rapport

1 - INTRODUCTION

2 - CHRONOLOGIE DU STAGE

3 - LES JAUZEAGES

3.1 - Description des différents types de jaugeages effectués ~~sur~~ le terrain

- 3.1.1. - Jaugeages en bateau sur la Garonne
- 3.1.2. - Jaugeages à la perche sur la Leze
- 3.1.3. - Jaugeages par téléphérique de l'Arize à Rieux
- 3.1.4. - Jaugeages chimiques par injection continue au bichromate de sodium sur la Leze

3.2 - Dépouillements des jaugeages

- 3.2.1. - Dépouillement des jaugeages au moulinet
- 3.2.2. - Dépouillement du jaugeage chimique au bichromate de sodium
- 3.2.3. - Résultats et confrontation des résultats

4 - VISITE ET INSTALLATION DES STATIONS HYDROMETRIQUES

4.1 - Recherche d'un site et possibilités d'installation d'une station sur le Dadou en aval de Graulhet

4.2 - Recherche et possibilités d'installation d'une station à Sainte Croix sur le Volp

4.3 - Rattachement du zéro d'une échelle limnimétrique du nivellement général

5 - MATERIEL HYDROMETRIQUE VU à TOULOUSE

5.1 - Les limnigraphes

- 5.1.1. - Limnigraphes présentés
- 5.1.2. - Quelques considérations sur le choix entre limnigraphe à flotteur et limnigraphe à pression

5.2 - Les échelles limnimétriques

5.3 - Les moulinets

5.4 - Les appareils de comptage

5.5 - Les treuils

5.6 - La perche de jaugeage à intégration "Agar 3"

ANNEXE N° 1

6 - LE BASSIN VERSANT DE LA REJOLLE

7 - LES ORGANISMES VISITES

7.1 - Visite du S.R.A.E.

7.2 - Visite de l'E.N.S.E.E.I.H.T.

7.3 - Visite de l'Agence Financière de Bassin Adour-Garonne

7.4 - Participation au débat organisé par l'A.I.R.H.

8 - CONCLUSION

1 - INTRODUCTION

Le stage d'hydrométrie effectué à Toulouse du 10 au 25 avril 1972 par les élèves de l'ORS'TOM leur a paru assez intéressant pour occasionner la rédaction d'un rapport.

Après une brève chronologie de toutes les activités journalières, nous avons développé, par centres d'intérêt, les multiples aspects de ce stage. Parmi ceux-ci, les techniques de jaugeage (jaugeages au moulinet et jaugeage chimique par injection continue) tiennent une place de choix. Les autres activités parmi lesquelles on peut citer la visite de stations limnimétriques, la recherche d'un site d'implantation d'une station, le montage et démontage du matériel hydrométrique, etc... sont assez inégalement développés selon l'importance qui leur a été accordée.

Finalement, ce rapport nous paraît surtout destiné aux élèves qui ont participé au stage et il a l'ambition de leur permettre, lorsqu'ils le désireront, de retrouver assez facilement une méthode ou un conseil oubliés.

2 - CHRONOLOGIE DU STAGE

En 1972, le stage d'hydrométrie des élèves de l'ORSTOM s'est déroulé du 10 au 26 avril selon la progression suivante :

Première Semaine

Lundi 10 avril

- Prise de contact avec Monsieur ALDEGHERI, Directeur de stage, au laboratoire d'hydraulique de Banlève.
- Déballage et montage du matériel OTT, limnigraphes et moulinets, expédié à TOULOUSE pour démonstration.
- Discussion concernant l'installation des limnigraphes à flotteur et à bulle.

Mardi 11 avril

- Visite à la Société Régionale d'Aménagement des Eaux (S.R.A.E.).
- Tracé de quelques courbes de tarage et traduction de ces courbes sur bordereaux de transfert.
- Démontage d'un canot pneumatique type ZODIAC.

Mercredi 12 avril

Matinée : Sur le Dadou en aval de Graulhet, nous partons à la recherche d'un site où installer un limnigraphe.

Visite d'une station sur le Dadou en amont de Graulhet.

Soirée : Dépouillement de quelques jaugeages à l'E.N.S.E.E.I.H.T.

Jeudi 13 avril

- Jaugeages en bateau sur la Garonne à Portet.

Vendredi 14 avril

- Dépouillement, au laboratoire de Banlève, des jaugeages effectués le jour précédent.

Deuxième semaine

Lundi 17 avril

Matinée : Jaugeage à la perche de la Leze au Pont de Barthe et initiation au nivellement.

Soirée : Jaugeage à la perche de la Leze à Artigat.
Visite rapide des installations à l'exutoire de 3 petits bassins versants.

Mardi 18 avril

Matinée : Jaugeage chimique par injection continue de bichromate de sodium sur la Leze à Soutembel.

Jaugeage à la perche par intégration sur la Leze à Soutembel.

Soirée : Dépouillement du jaugeage chimique au laboratoire de Banlève.

Mercredi 19 avril

- Dépouillement au laboratoire de Banlève des jaugeages à la perche effectués les jours précédents.

- Visite à l'Agence Financière du Bassin Adour-Garonne.

Jeudi 20 avril

- Jaugeage par téléphérique de la Rize à Rieux.

- Recherche d'un site d'installation d'une station téléphérique et visite de quelques limnigraphes.

Vendredi 21 avril

- Dépouillement des jaugeages de la Rize à Rieux.

Troisième Semaine

Lundi 24 avril

- Visite détaillée du bassin versant représentatif de Rieux-Volvestre.

- Préparation d'un échantillon de terrain pour démonstration de fonctionnement de l'humidimètre à choc thermique de Pouyaud.

Mardi 25 avril

- Démonstration du fonctionnement de l'humidimètre à choc thermique de Pouyaud.

- Démontage et emballage du matériel OTT mis à notre disposition pour la durée du stage.

- Clôture du stage.

Mercredi 26 avril

- Participation au début organisé par l'A.I.R.H. sur les écoulements en milieu non saturé.

3 - LES JAUGEAGES

3.1 - Description des différents types de jaugeages effectués sur le terrain

3.1.1 - Jaugeage par bateau

Jeudi 13 avril, nous avons effectué plusieurs jaugeages par bateau de la Garonne. L'opération a été particulièrement édifiante, car la Garonne était en crue, le maximum ayant eu lieu dans la nuit du Mercredi au Jeudi. Le niveau de l'eau commençait à peine à décroître.

L'équipe du S.R.A.E. avait mis à notre disposition tout son matériel.

Nous avons commencé par monter deux bateaux de type ZODIAC.

Mise en place du câble :

Après avoir équipé un bateau de son moteur, nous avons procédé à l'installation du câble qui matérialise la section de jaugeage :

- On installe d'abord sur la rive opposée un point d'appui qui est constitué par une barre à mine solidement fixée sur le sol. Cette barre à mine est équipée d'une oreille permettant l'enroulement du câble.

- Un treuil est solidement fixé sur la rive gauche de la Garonne.

- Trois opérateurs participent à l'opération. Deux sur le bateau pour le manoeuvrer et tenir le câble, un au sol pour s'occuper du treuil.

Pendant la traversée du bateau, le treuil est en roulement libre.

- La réussite de la manoeuvre réside dans la bonne vitesse à donner au bateau de façon que le câble ne se déroule pas trop rapidement. En effet, il est essentiel qu'il ne touche pas la surface de l'eau, sinon il est entraîné par le courant. Si c'est le cas, l'opérateur au treuil arrête le déroulement du câble.

- Dès que le bateau atteint la rive opposée, l'opérateur qui tient le câble saute sur la berge, l'enroule rapidement sur l'oreille de la barre à mine et ferme le mousqueton autour du câble.

Le déroulement du câble est arrêté, il est ré-enroulé jusqu'à avoir une tension convenable.

Montage du matériel de jaugeage sur le ZODIAC

C'est un ensemble comprenant :

- un treuil simple OTT pour permettre les mesures par points et par intégration,

- un système de rotation qui permet de faire des mesures de chaque côté du bateau, ce qui est pratique pour les rivières peu larges jaugées à partir d'un bateau,

- l'avant du ZODIAC est équipé de deux "pinces" permettant de se fixer sur le câble.

Le câble est lui-même gradué tous les 2 ou 10 m pour permettre le positionnement des verticales.

Jaugeages

Une fois que tout l'équipement a été en place, nous avons effectué 3 jaugeages :

- Dans une 1re traversée, nous avons effectué, à chaque verticale, des mesures par point et par intégration.

- Dans une 2e traversée, nous avons effectué uniquement un jaugeage par intégration.

Deux opérateurs effectuent le jaugeage par point : l'un s'occupe du treuil, l'autre des lectures sur le compteur "ENSEEIH".

Un seul opérateur effectue le jaugeage par intégration, déclenchant la descente du saumon et faisant la mesure à l'aide d'un compteur "F6-GARONNE".

Le déplacement du bateau d'une verticale à une autre se faisait à la main en "glissant le long du câble", ce qui fut assez laborieux dans les zones de courant fort. Une seule fois, le moteur du bateau a été utilisé pour éviter un arbre qui arrivait droit sur nous.

Une fois les jaugeages terminés, il a fallu ramener le câble sur la rive gauche, mais là nous avons eu des problèmes à cause des forts courants.

Initiation au maniement du ZODIAC

Pour terminer ces jaugeages, nous avons pu apprécier la manabilité du ZODIAC en effectuant quelques manoeuvres de conduite et d'accostage en amont de la section.

3.1.2 - Jaugeages à la perche sur la Leze

Des jaugeages à la perche en trois endroits différents sur la Leze nous ont permis de nous familiariser avec la technique habituelle des jaugeages à la perche et de nous initier à la technique des jaugeages à la perche par intégration.

3.1.2.1 - Matériel utilisé

Matériel utilisé pour les jaugeages point par point :

- perche de 20 mm
- moulinet OTT mobile sur la perche avec dispositif Heres
- compteur F6-GARONNE
- compteur électronique ENSEEIHT

Matériel utilisé pour le jaugeage par intégration :

- perche de jaugeage à intégration "AGAR 3"
- moulinet "NEYRFLUX"
- compteur F6-GARONNE ou NEYRFLUX

3.1.2.2 - Choix des sections de jaugeage

Au Pont de Barthe (voir fig. 7) la Leze était profonde de plus d'un mètre cinquante en aval du Pont. Les berges y sont très encaissées. A l'amont du Pont, les conditions d'écoulement et la profondeur de la rivière n'ont pas permis de nous y installer. Nous avons donc décidé de prendre la section de jaugeage sous le pont de Barthe. Monsieur ALDEGHERI nous a d'ailleurs fait remarquer que cette section, bien que tronçonnée en trois morceaux, constitue en période d'étiage une excellente section puisque le lit de la rivière est bétonnée sous le pont. La section y est donc stable et l'écoulement s'y effectue dans des conditions satisfaisantes.

A Artigat, la Leze était large d'environ six mètres et profonde d'une quarantaine de centimètres. Le lit de la rivière, relativement régulier juste à l'amont du pont, se bosselait de quelques bancs sableux à son aval. Ces bancs annonçaient un coude de la rivière perturbant l'écoulement de l'eau. La section de jaugeage a donc été choisie légèrement en amont du pont. L'accès était aisé, les berges rectilignes sur une assez longue distance, l'écoulement satisfaisant.

A Soutembel, la Leze était en crue, large de trois à quatre mètres, profonde de 40 cm à 1 m. A cet endroit la rivière serpente entre deux haies d'arbres et d'arbustes. Le choix de la section a donc été déterminé par les conditions d'accès et d'écoulement. Les zones voisines des méandres ne constituaient pas de bons emplacements à cause des perturbations apportées par les méandres à l'écoulement. La section choisie, située près du limnigraphe nouvellement installé, avait l'avantage de présenter toutes les conditions requises pour y effectuer un bon jaugeage.

3.1.2.3 - Déroulement d'un jaugeage à la perche point par point

Une fois la section convenablement choisie, on tend un double décimètre entre les deux rives au-dessus de la rivière. Ce décimètre servira à repérer chaque verticale par rapport à l'une ou l'autre des deux rives.

On monte ensuite, avec soin, le moulinet et on branche le compteur en vérifiant que les fils ne gênent pas la rotation de l'hélice.

La progression se fait d'une rive à l'autre de façon à bien rendre compte des variations verticales et latérales de la vitesse. Pour chaque jaugeage nous avons effectué de six à dix verticales en resserrant les distances entre verticales à l'approche des berges. Sur chaque verticale, 3 à 4 mesures ponctuelles de vitesse ont été prises dont une en surface et une autre au fond du lit.

En mesurant la profondeur de la rivière au droit d'une verticale, il ne faut pas oublier d'ajuster à la différence des deux lectures la constante du moulinet.

Tous les jaugeages ont été réalisés par équipe de deux, l'un prenant en charge la perche, l'autre le compteur et la feuille de jaugeage.

3.1.2.4 - Déroulement d'un jaugeage à la perche par intégration

Le jaugeage à la perche par intégration diffère peu du jaugeage point par point.

Une seule mesure de temps et une seule mesure du nombre de tours d'hélice par verticale sont nécessaires. La mesure de profondeur est faite sur le compteur des hauteurs.

3.1.2.5 - Remarques concernant ces deux types de jaugeage

Au cours de tous les jaugeages effectués au moulinet, Monsieur ALDEGHERI a beaucoup insisté pour que nous indiquions sur la feuille de jaugeage le type du moulinet utilisé, le type d'hélice et sa formule de tarage avec, le cas échéant, la constante du moulinet.

Cette insistance nous parut à l'usage fort justifiée.

3.1.3 - Le jaugeage par téléphérique de l'Arize à Rieux (voir fig. 1)

Arrivés sur les lieux, la consultation du limnigraphe nous indique que l'Arize commence une décrue. Un rapide coup d'oeil sur la station montre que, si en basses eaux tout peut paraître correctement installé, il n'en est pas de même en hautes eaux ; en effet, au tirant que nous constatons, de forts remous perturbent déjà l'écoulement vers la rive droite, causés par une avancée d'arbres. Ceci est d'autant plus malheureux qu'une vingtaine de mètres en aval, le cours semble de nouveau régularisé alors que les possibilités d'installation du téléphérique restent aussi bonnes.

Il semble que, lors d'une éventuelle crue importante, l'avenir du limnigraphe soit gravement compromis car, aucunement préservé et seulement haubané à partir de sa partie supérieure, il se trouve exposé aux divers objets transportés par la rivière, comme ceux que nous voyons passer devant nous (troncs d'arbres entiers...).

L'installation proprement dite du téléphérique paraît parfaite (cf fig. 1) ; le treuil est monté sur une plate forme faite de cornières et de tôles fixées au sol par des barres à mines et des câbles (on a ainsi l'avantage de ne pas travailler les pieds dans la boue...). Le câble porteur, d'une portée de 30 à 40 m, est fixé de l'autre côté de la rivière à un arbre lui-même haubané à deux autres arbres. Le treuil employé est un OTT Volga avec câble porteur et câble électro-tracteur, système d'embrayage pour déplacer le saumon dans les 2 directions (largeur et profondeur), double compteur de positionnement du saumon. Le saumon employé est un saumon de 25 kg. Deux compteurs ont été employés : le compteur électronique ENSEEIHT par la première équipe lors de la 1^{re} traversée du saumon et qui, une fois de plus, a confirmé les simplifications de manipulations énormes ; puis le compteur OTT F6 Garonne par la deuxième équipe qui a jaugé en opérant le retour du saumon.

Le dépouillement du 1^{er} jaugeage donne un débit de 36,2 m³/s pour une hauteur à l'échelle variant de 1,70 à 1,63 entre début et fin de jaugeage.

L'averse tombée en cours de jaugeage et les nombreuses bulles à la surface de l'eau en fin de jaugeage pouvaient laisser prévoir une remontée du plan d'eau et auraient dû nous inciter à rester sur place afin de poursuivre le jaugeage en continu. L'emploi du temps du stage ne nous en a pas laissé la possibilité et de plus, au retour du repas pris en commun, nous avons pu constater que le tirant d'eau continuait à décroître.

3.1.4 - Jaugeage chimique par injection continue au bichromate de soude sur la Leze

Le jaugeage chimique a été fait sur la Leze à Soutembel sous les directives de Monsieur POURCIEL ; l'opération a été menée de front avec les jaugeages à la perche pour permettre la comparaison des résultats obtenus.

3.1.4.1 - Matériel utilisé

- Fluorescéine pour les essais préliminaires
- Bichromate de sodium en cristaux
- Réservoir de la solution mère
- Dispositif d'injection de la solution mère avec diaphragme calibré et trop plein
- Cuve annexe
- Tuyaux et embouts
- Jerrican
- Caisse de prélèvements avec une vingtaine de flacons n'ayant jamais servi
- Cylindre en métal pour prélèvement à distance

3.1.4.2 - Choix de la section de jaugeage

Pour un jaugeage chimique il est essentiel qu'un brassage efficace de l'eau permette la diffusion du produit injecté sur toute la largeur et toute la profondeur de la rivière, homogénéisant ainsi la solution mère et l'eau de la rivière.

De plus, entre le point d'injection et la section de prélèvement ne doit exister aucune zone d'eaux mortes qui empêcherait une partie du produit injecté de parvenir au point de prélèvement, c'est à dire l'établissement d'un régime permanent entre le point d'injection et les points de prélèvement.

En connaissance de cause nous avons donc choisi, après avoir parcouru la rivière sur une assez longue distance, la partie sensiblement rectiligne de la Leze qui s'étendait du limnigraphe au méandre précédent. Les tourbillons à la sortie de ce coude permettaient un brassage efficace de l'eau. Nous y avons installé le dispositif d'injection.

3.1.4.3 - Installation du dispositif d'injection

Voir le schéma de l'installation (fig. 3).

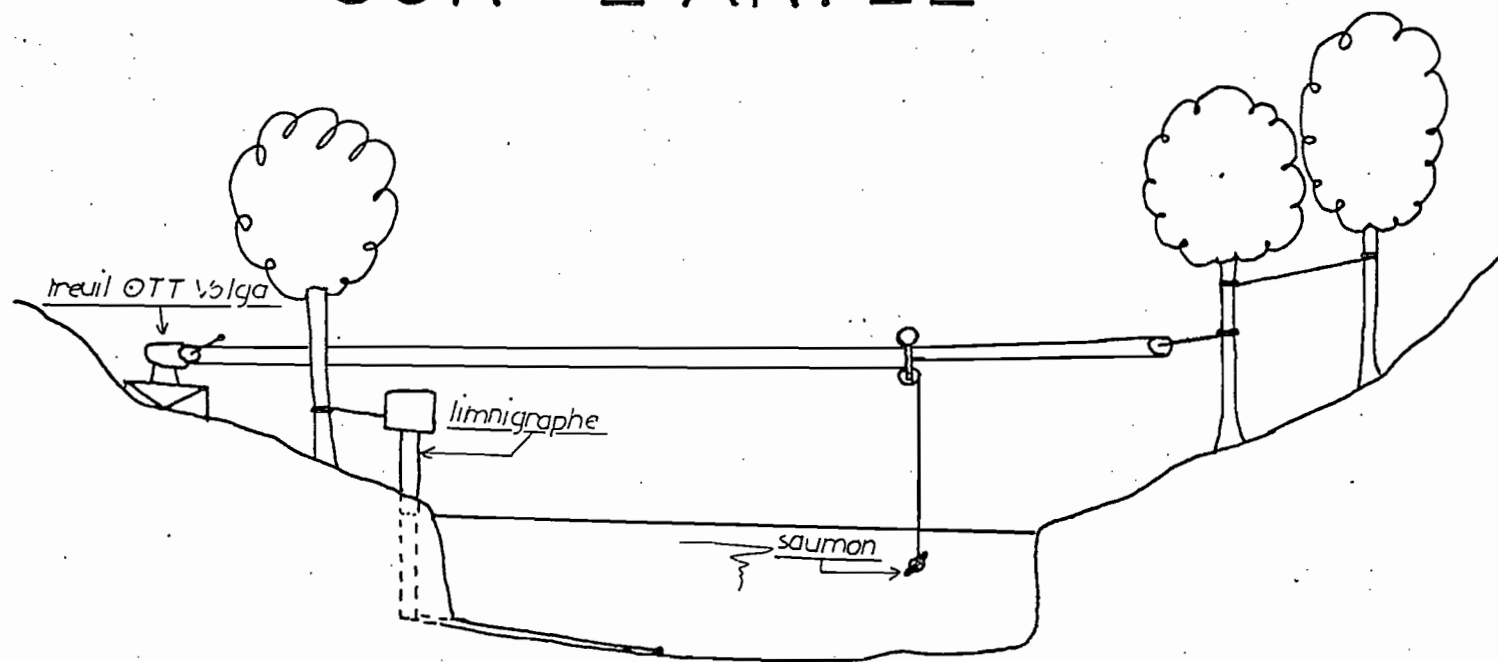
3.1.4.4 - Déroulement des opérations

- Opérations effectuées au point d'injection

Nous avons commencé par dissoudre les cristaux de bichromate de soude dans de l'eau prélevée dans la rivière. Une fois le mélange bien homo-

fig. 1.

STATION DE RIEUX SUR L'ARIZE



plan d'ensemble

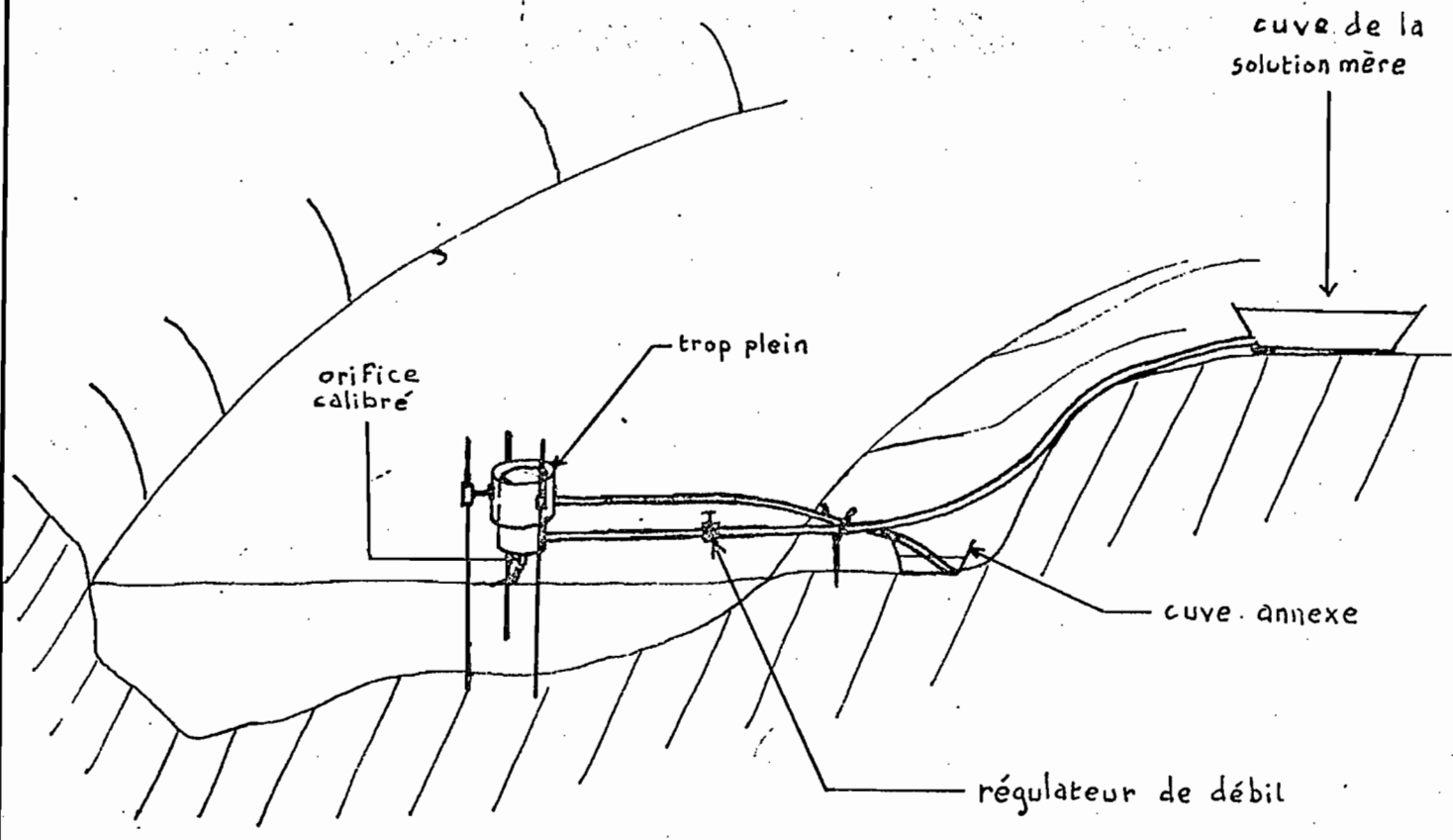


Fig 3. DISPOSITIF D'INJECTION

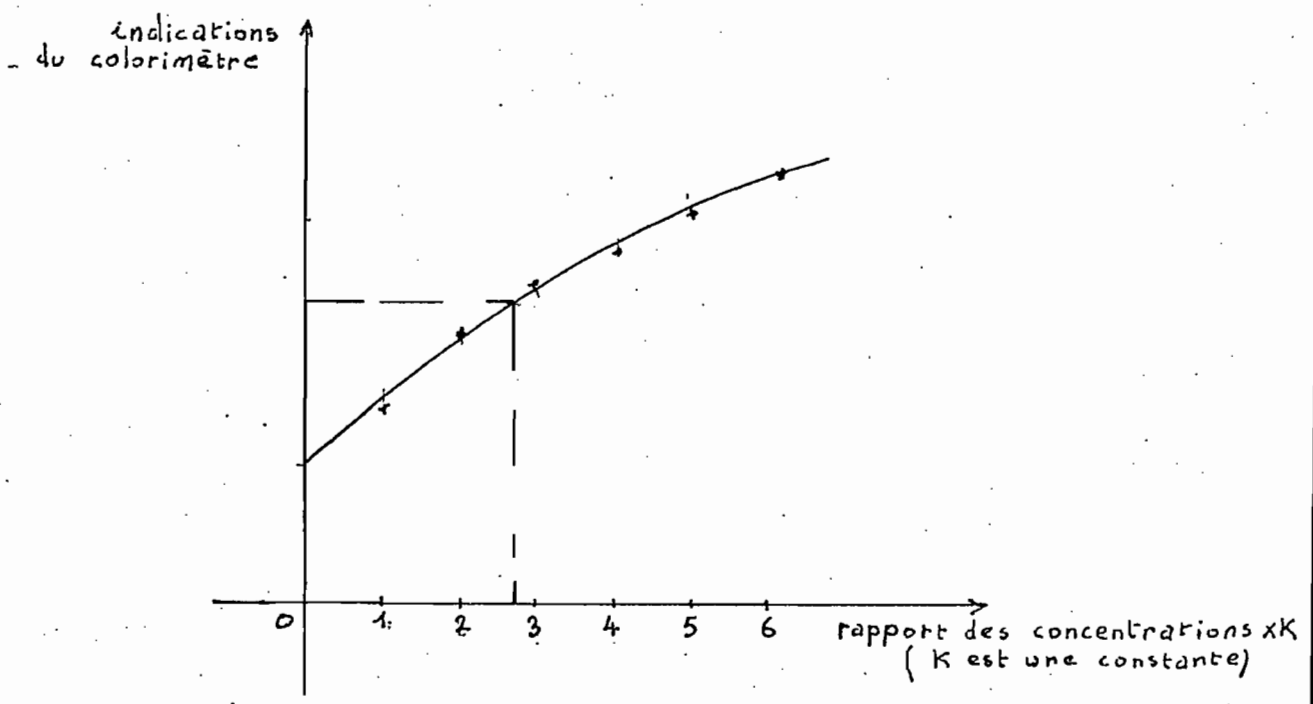


Fig 4. COURBE D'ETALONNAGE

généisé avec un agitateur, nous avons obtenu la solution mère dont deux échantillons ont été prélevés, l'un au début, l'autre à la fin du jaugeage. Simultanément à ces deux prélèvements, deux autres échantillons ont été pris dans la rivière en amont du point d'injection, l'un au début, l'autre à la fin du jaugeage.

Nous avons aussi prélevé quelques litres d'eau dans un jerrican. Cette eau servira à diluer la solution mère au cours du dépouillement.

Après homogénéisation de la solution mère, Monsieur POURCIEL a régulé le débit à la sortie du réservoir jusqu'à l'égaliser, ou presque, au débit d'injection. Cet ajustement des deux débits permet de faire durer environ une heure l'injection, à débit constant, du bichromate de sodium dans la rivière.

Une fois le dispositif bien réglé, nous avons attendu trois quarts d'heure avant de commencer les prélèvements à la section aval, près du limniographe.

- Opérations effectuées à la section de prélèvement

Le signal déclenchant les prélèvements fut donné par Monsieur POURCIEL qui surveillait l'injection du bichromate. Ceux-ci furent faits à intervalle régulier, toutes les minutes à raison de trois prélèvements par section ; le premier en rive droite, le second au milieu de la section, le troisième en rive gauche, le quatrième en rive droite, le cinquième au milieu, etc... Au fur et à mesure, les échantillons étaient placés dans leur boîte de façon à ce que l'on sût exactement où ils avaient été prélevés dans la rivière.

Théoriquement, un seul prélèvement aurait été nécessaire. Le but de l'opération était de vérifier, au cours du dépouillement l'homogénéité dans le temps et dans l'espace du mélange eau-bichromate de sodium.

- Démontage et nettoyage du matériel

La prise des 15 échantillons terminée nous prélevâmes, comme il l'a été indiqué, un échantillon de la solution mère et un échantillon de l'eau de la rivière en amont du point d'injection. Puis nous rinçâmes tous les récipients et tuyaux ayant contenu du bichromate et nous pliâmes le matériel prêt à être utilisé pour un autre jaugeage.

Le jaugeage avait duré 2 heures à 2 heures et demie.

3.2 - Dépouillements des jaugeages

3.2.1 - Dépouillement des jaugeages au moulinet

Ce type de dépouillement est indiqué figure 5 pour le jaugeage à intégration, figure 6 pour le jaugeage point par point. Nous n'avons pas oublié, quand c'était nécessaire, de corriger les mesures de profondeur en y ajoutant la constante du saumon ou celle du moulinet. Des erreurs quant à l'évaluation des échelles n'ont pas été commises mais il faut toujours s'en méfier.

3.2.2 - Dépouillement du jaugeage chimique au bichromate de soude

Le jaugeage chimique a été dépouillé par la méthode calorimétrique. L'eau de la rivière était suffisamment claire et nous ne fûmes pas obligés de diluer les échantillons ou bien d'utiliser la centrifugeuse.

Nous avons distingué quatre opérations plus ou moins simultanées lors du dépouillement effectué à Banlève sous la direction de Monsieur POURCIEL.

- Dilution de la solution mère et préparation des échantillons de prélèvement. Afin de savoir dans quelles proportions nous devions diluer la solution mère de bichromate de sodium, nous évaluâmes le débit de la Leze à Soutembel à environ $1 \text{ m}^3/\text{s}$.

La dilution fût effectuée en deux fois, une première fois globalement en prélevant 10 cm^3 de la solution mère que nous versâmes dans un ballon de 1 litre complété avec l'eau de la rivière, une seconde fois sélectivement de manière à obtenir dans des béchers plusieurs solutions dont les rapports des concentrations à celle de la solution mère fussent connus avec précision et encadrassent la valeur à mesurer.

Nous disposions finalement de 9 béchers rangés et numérotés dans l'ordre croissant des concentrations en bichromate.

Ayant ensuite disposé 15 béchers par rang de 5 comme étaient placés les échantillons dans la boîte de prélèvement nous y versâmes un à un 20 cm^3 .

- Préparation et ajout du réactif. Le réactif du bichromate de sodium a été préparé avant la préparation des échantillons. Peu stable à la lumière, le réactif devait être préparé au cours du dépouillement.

Le mélange comprenait $0,125 \text{ g}$ de diphénylcarbazine, 2 g d'anhydride phtalique et 50 cm^3 d'alcool rectifié à 98° B . Il avait été mélangé à l'aide d'un agitateur magnétique chauffant.

Le plus régulièrement possible, en commençant par les béchers contenant des solutions diluées à partir de la solution mère, nous avons ajouté 1 cm^3 de réactif. Environ 10 minutes plus tard, nous avons ajouté quelques gouttes d'acide sulfurique suivant l'ordre précédent pour accélérer la réaction.

- Etablissement de la courbe d'étalonnage (cf figure 4). Dix minutes après l'introduction des gouttes d'acide dans le premier bécher a commencé le passage au calorimètre. Nous avons passé l'un après l'autre les 9 béchers dont les rapports des concentrations à celle de la solution mère étaient connus et nous avons noté les indications données par le calorimètre.

- Détermination du rapport de concentration et du débit de la rivière. Disposant de la courbe d'étalonnage nous avons alors passé, dans l'ordre déjà signalé, tous les béchers sur le calorimètre en notant ses indications numériques reportées sur le graphique.

Nous n'avons pas trouvé de différences significatives et systématiques entre les différents échantillons, ce qui nous a conduit à prendre la moyenne des valeurs obtenues après l'évaluation graphique des rapports de concentration.

Sachant d'autre part que le rapport moyen des concentrations des échantillons à la concentration de la solution mère est égal au rapport du débit d'injection au débit de la rivière nous avons aisément calculé le débit Q de la rivière.

Q : débit de la rivière
 q : débit d'injection connu
 C : concentration de la solution mère
 c : concentration d'un échantillon

$$Qc = Cq \quad Q = \frac{q}{c/C}$$

3.2.3 - Résultats et confrontation des résultats

- Jaugeages du 13-4-72 - La Garonne à Portet

Jaugeage par intégration

hauteur à l'échelle au début du jaugeage : $H_0 = 2,38$ m

hauteur à l'échelle en fin de jaugeage : $H_f = 2,29$ m

débit : $Q = 702$ m³/s

section mouillée : $S = 414$ m²

Vitesse moyenne en surface : $V_{ms} = 1,625$ m/s

Jaugeage point par point

$H_0 = 2,38$ m

$H_f = 2,29$ m

$Q = 711$ m³/s

$S = 416$ m²

$V_{ms} = 1,62$ m/s

La différence entre les deux évaluations de la section mouillée donne l'ordre de grandeur de l'erreur commise lors du planimétrage soit 0,5 à 1 %.

L'écart relatif entre les deux mesures est de 1,3 %. On constate donc une bonne concordance entre les deux mesures qui peuvent être considérées comme très satisfaisantes.

- Jaugeages du 17-4-72 - La Leze à Artigat

Premier jaugeage

$H = 0,40$ m

$Q = 2,15$ m³/s

Second jaugeage

$H = 0,40$ m

$Q = 2,05$ m³/s

.../

$S = 3,07 \text{ m}^2$

$S = 3,09 \text{ m}^2$

$V_{ms} = 0,78 \text{ m/s}$

$V_{ms} = 0,788 \text{ m/s}$

L'erreur commise par planimètrage peut être estimée à 1 % environ. L'écart relatif sur la mesure des débits est de 5 %. Les mesures sont donc acceptables. On peut remarquer que comparativement aux mesures faites sur la Garonne la précision diminue.

- Jaugeages du 18-4-72 - La Leze à Soutembel
Jaugeage au moulinet point par point

Premier jaugeage

Second jaugeage

$H_o = 0,69 \text{ m}$

$H_o = 0,74 \text{ m}$

$H_f = 0,72 \text{ m}$

$H_f = 0,78 \text{ m}$

$S = 2,15 \text{ m}^2$

$S = 2,09 \text{ m}^2$

$Q = 1,09 \text{ m}^3/\text{s}$

$Q = 1,32 \text{ m}^3/\text{s}$

$V_{ms} = 0,716 \text{ m/s}$

Jaugeage par intégration

$H_o = 0,69 \text{ m}$

$H_f = 0,72 \text{ m}$

$Q = 1,082 \text{ m}^3/\text{s}$

Ce jaugeage a été dépouillé à l'Agence Financière du Bassin Adour-Garonne par la machine Olivetti Programma 203 en quelques minutes.

Jaugeage chimique

$H_o = 0,69 \text{ m}$

$H_f = 0,71 \text{ m}$

$Q = 1,06 \text{ m}^3/\text{s}$

Un jaugeage chimique, s'il est bien réalisé, est une mesure par excès du débit de la rivière.

Par contre, le jaugeage au moulinet est une mesure par défaut.

La Leze à Soutembel semble infirmer cette règle.

Cependant les valeurs trouvées étant très voisines et leur écart n'excédant pas 3 %, ces mesures peuvent être considérées comme satisfaisantes.

- Jaugeage du 20-4-72 - L'Arize à Rieux

Jaugeage par intégration

$H_o = 1,70 \text{ m}$

$Q = 36,2 \text{ m}^3/\text{s}$

$H_f = 1,63 \text{ m}$

$S = 26,8 \text{ m}^2$

Jaugeage point par point

$H_o = 1,70 \text{ m}$ $Q = 36,1 \text{ m}^3/\text{s}$
 $H_f = 1,63 \text{ m}$ $S = 27,4 \text{ m}^2$
 $V_{ms} = 1,25 \text{ m/s}$

L'écart relatif de 2,4 % semble important puisqu'il n'est dû qu'à des erreurs de tracé du lit de la rivière ou des erreurs de planimétrie.

Par contre, la concordance des débits est bonne.

4 - VISITE ET INSTALLATION DES STATIONS HYDROMETRIQUES

4.1 - La station de Graulhet sur le Dadou

Il s'agissait de déplacer la station (échelle + limnigraphe + section de jaugeage) de l'amont où elle était placée pour des études d'approvisionnement en eau de la ville vers l'aval où, à présent, des études de pollution (importantes tanneries et papeteries dans les environs) sont en cours. Deux emplacements sont prévus :

1°) Il existe un seuil servant à la prise d'eau d'un vieux moulin. Ce seuil est assez large (quelques 40 à 50 m) ce qui a l'avantage de créer, directement en amont, un écoulement fluvial facilement jaugeable en bateau. Ce lieu avait été préalablement choisi par l'Agence Financière de Bassin. Mais il semble que le seuil, lors de grosses crues, puisse se noyer ; l'écoulement alors sera contrôlé par les conditions aval, la courbe Q(H) n'étant alors plus biunivoque, d'autant que, immédiatement après le seuil, la rivière amorce un coude assez net, augmentant encore plus les possibilités qu'à le seuil de se noyer. De plus, en raison de la grande largeur du seuil, l'échelle sera peu sensible à de faibles variations de débit.

2°) Le Dadou passe sous un pont alors que son cours est rectiligne sur une grande distance. Le limnigraphe trouvera protection contre la pile gauche du pont, de plus, la faible largeur de la rivière (moins de 10 m) rendra l'échelle sensible. Seul inconvénient : le pont risque de se mettre en charge (des traces le prouvent d'ailleurs) mais étant donné le but de l'installation (étude de la pollution, importante surtout en moyennes et basses eaux), il est préférable d'opter pour la sensibilité à l'échelle. L'objection de l'Agence Financière de Bassin selon laquelle l'écoulement est torrentiel (vérifié sur place par le jet d'un caillou et la remarque que les ondes provoquées ne remontent pas le courant) ne semble pas être un inconvénient majeur au choix de ce site pour lequel nous avons opté.

Tout au long de cette prospection, il nous a été donné d'apprécier le degré de pollution du Dadou et de comprendre, qu'en période d'étiage, la situation soit devenue dramatique.

4.2 - La station de Ste Croix Volvestre sur le Volp

Le SRAE désire installer une station téléphérique sur le Volp au niveau de Ste Croix Volvestre, où un limnigraphe est déjà installé. Les gens

du SRAE nous informent qu'à l'aval du pont, il n'existe pas de portion rectiligne de la rivière. Par contre, bien en amont, le cours semble rectiligne mais 2 problèmes se posent : la rive gauche est une falaise abrupte alors que la rive droite est une zone basse d'inondation en hautes eaux. De plus, du côté zone d'inondation, il semble impossible de fixer un treuil de telle façon que le câble ne soit pas noyé en hautes eaux. Notre choix s'est donc reporté sur une section directement à l'amont du pont et dont le profil en travers se présente comme l'indique la figure 2.

Seule une partie de l'écoulement sera ainsi jaugée en hautes eaux à travers la saignée faite au milieu des arbres en rive droite et gauche, l'autre partie étant soit jaugée par bateau (si encore l'accès à la station elle-même le permet) soit estimée, soit négligée. Mais au moins, est-on sûr de placer le câble bien au dessus des plus hautes eaux connues d'après les paysans et les archives du village de Ste Croix.

4.3 - Rattachement du zéro d'une échelle limnimétrique au nivellement général (cf. figure 7)

Cette opération s'est effectuée au pont de Barthe, sur la Leze (voir croquis). Il fallait rattacher, à l'aide d'un niveau et d'une mire, le zéro de l'échelle à un point matérialisé par un macaron IGN scellé dans un mur de la maison d'un garde-barrière, macaron situé à quelques centaines de mètres de l'échelle.

A chaque station, il est nécessaire de bien régler le niveau de façon à ce que l'axe de l'appareil soit parfaitement horizontal dans toutes les directions.

On effectue alors une lecture avant. Puis on déplace la mire et on effectue une lecture arrière sans déplacer le niveau et sans altérer son réglage. La lecture avant et la lecture arrière correspondent à une même cote de l'axe horizontal de l'appareil par rapport au repère initial.

La différence entre la lecture avant d'une station et la lecture arrière de la station précédente donne la quantité dont il faut ajouter ou retrancher la cote à la station précédente pour obtenir la cote de l'axe horizontal de l'appareil à la nouvelle station.

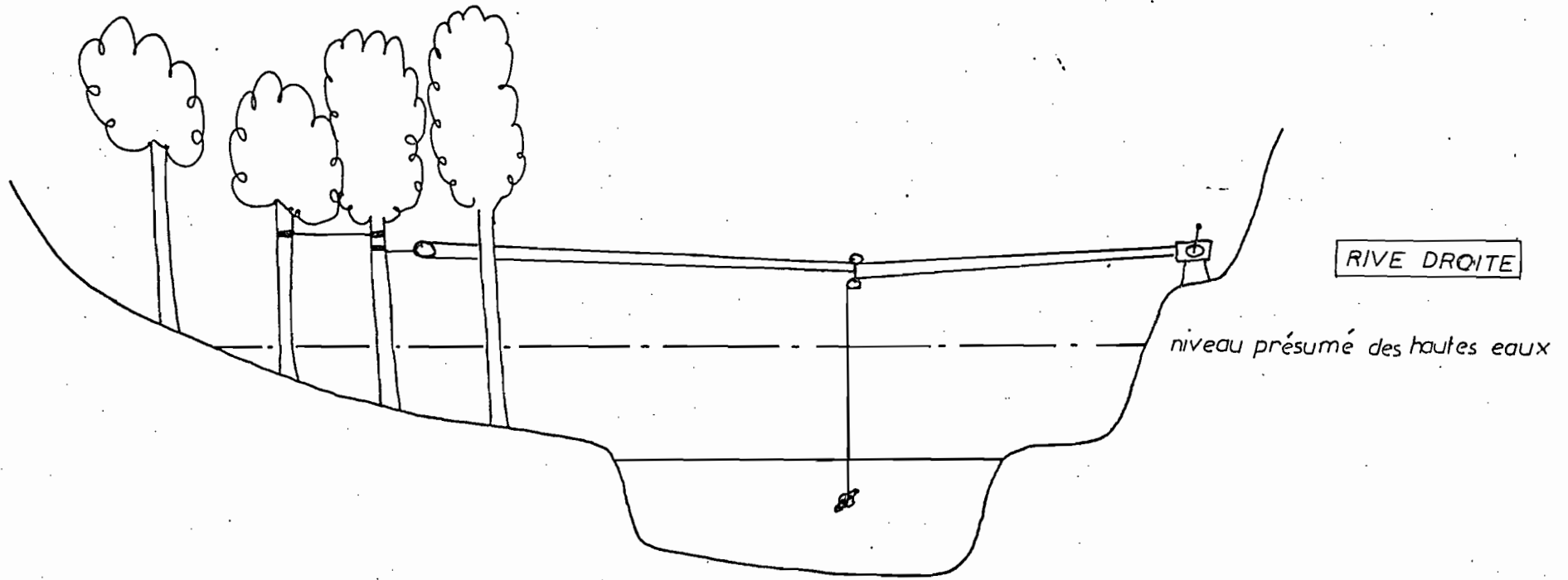
Nous avons progressé ainsi jusqu'au macaron IGN où était matérialisé un point d'altitude connue. D'un calcul simple nous en avons déduit l'altitude du zéro de l'échelle au pont de Barthe.

Malheureusement, le temps qui nous était imparti ne nous a pas permis d'effectuer le retour du macaron à l'échelle.

Les trajets aller et retour sont absolument nécessaires pour éviter toute erreur de mesure.

La disposition des lectures et des calculs corrélatifs aux mesures est donnée dans le tableau figure 8.

fig.2.



Projet d'équipement du VOLP
à Sainte Croix Volvestre

La LEZE au pont de Barthe

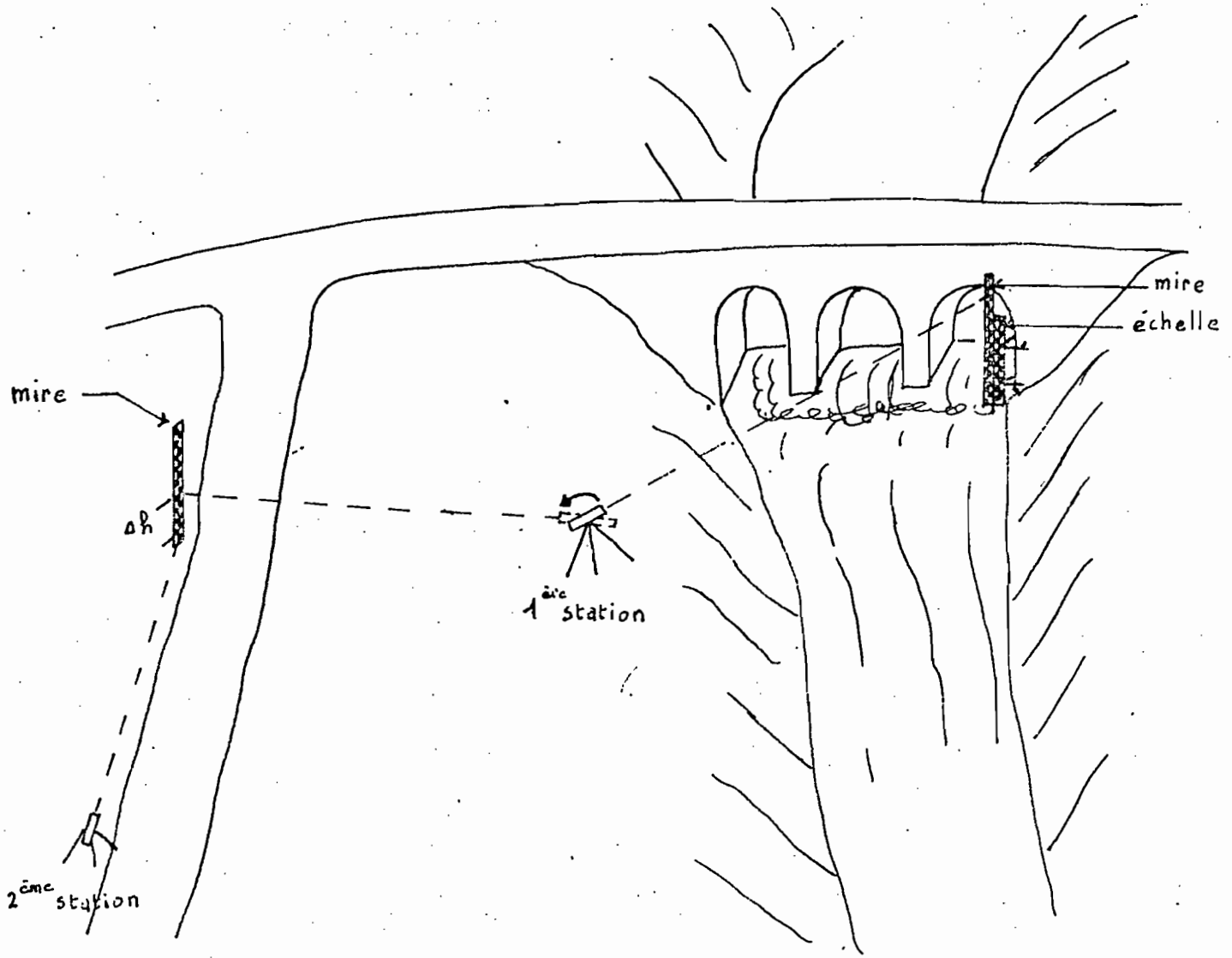


Fig.7. opération de nivellement

n° des stations	DESIGNA - - TIONS	LECTURES		DIFFERENCES		COTES
		arriere	avant	+	-	

Fig 8. tableau récapitulatif des mesures

5 - MATERIELL HYDROMETRIQUE VU à TOULOUSE

5.1 - Les limnigraphes

5.1.1 - Les limnigraphes présentés

Nous avons pu voir, au laboratoire de l'ENSEEIH, ou sur le terrain, plusieurs types de limnigraphe :

- limnigraphe OTT XX
- limnigraphe OTT X
- limnigraphe OTT R16
- limnigraphe à bande perforée Neyrpic

Les limnigraphes OTT XX et OTT R16 ont été montés et démontés au laboratoire de l'ENSEEIH.

Le limnigraphe OTT X équipe toutes les stations hydrométriques que nous avons vues.

Un accent spécial a été mis sur la description des limnigraphes OTT XX, OTT XV et R16.

Parmi les points qui ont été particulièrement développés :

- les conditions d'emploi :
 - mesure de niveaux de cours d'eau (OTT X, OTT XV, OTT XX)
 - mesure de niveaux de nappes souterraines (R16) et de niveaux de cours d'eau
- les différentes possibilités de rapports de transmission :
 - différents montages de l'ensemble "câble-flotteur-poulie de renvoi"
- les détails de construction des divers appareils, entre autres :
 - tambour horizontal (OTT X)
 - tambour vertical (OTT XV, R16)
 - rouleau de papier (OTT XX)
- dispositif d'inscription
 - avec commande par roue de flotteur et axe à rainure hélicoïdale (OTT X)
 - avec platine d'enregistrement à remontage manuel ou électrique et possibilité de changement de l'avance de papier par changement de roues dentées (OTT XX)
 - tête d'enregistrement montée sur rouleaux, équilibrée par un contrepoids (R16)
- avancement de papier et durée de marche
- domaine d'enregistrement des différents appareils

5.1.2 - Quelques considérations sur le choix entre limnigraphe à flotteur et limnigraphe à pression

Au cours des discussions qui ont été soulevées à propos de l'installation des limnigraphes, quelques règles principales ont été dégagées, tant sur le choix et les conditions d'installation des limnigraphes que sur leur exploitation :

- Les limnigraphes à flotteur bien qu'étant d'exploitation relativement facile nécessitent un Génie Civil parfois relativement important. C'est ainsi qu'au SRAE de Toulouse, l'installation choisie pour tous les limnigraphes est la guérite type EDF-DTG. Elle réduit le Génie Civil mais implique une servitude assez gênante, en ce sens que des appuis sont nécessaires. Le plus souvent, c'est des ponts qui permettent l'ancrage. A l'aval comme à l'amont du pont, il y a des risques d'ensablement ou de destruction.

Les limnigraphes sont visités tous les quinze jours, ce qui permet leur contrôle régulier.

- Quant au limnigraphe à pression, si son installation est simple, elle n'est pas toujours bien faite (pente convenable du tuyau d'air comprimé et de la gaine en béton, prise de pression dans une protection scellée à la berge, réduction des risques d'envasement de la prise de pression, ...). Si toutes ces précautions sont prises au moment de l'installation, le limnigraphe à pression est susceptible d'être installé à très peu de frais. Néanmoins, des visites régulières sont nécessaires pour s'assurer de son bon fonctionnement.

5.2 - Les échelles limnimétriques

- Un premier modèle en tôle d'acier émail bleu avec des divisions blanches tous les centimètres et des chiffres tous les dix centimètres.

Ce type d'échelle est de lecture malaisée, on n'y apprécie pas bien le centimètre.

- Un deuxième modèle en tôle d'acier émail blanc et noir avec graduation tous les dix centimètres. Les graduations en cm sont alternativement blanches et noires. Ce type d'échelle est particulièrement commode à lire.

Ces deux types d'échelle sont le plus souvent scellées sur des montures en tôle d'acier galvanisé plantées le plus souvent sur la berge près des sections de jaugeages et des limnigraphes.

5.3 - Les moulinets

- le micro-moulinet OTT C1 :

Il a été vu au laboratoire de l'ENSEEIH, mais il n'a pas été procédé à des jaugeages au micro-moulinet.

Il se compose

- d'un corps de moulinet en métal avec contacts incorporés,
- de deux hélices en alliage léger qui sont montées par emboîtement à l'extrémité du corps du moulinet,

- d'une perche Maillechort de diamètre 9 mm et à éléments de 50 cm,
- d'éléments de fixation du moulinet pour perche et de connexion pour le câble du compteur,
- de divers instruments d'entretien.

- Le moulinet OTT C31

Pour tous les jaugeages exécutés on a utilisé un moulinet C31 soit sur perche de 20 mm de diamètre avec dispositif de relevage, soit sur saumon (téléphérique, bateau).

Ce moulinet est composé :

- d'une hélice qui se visse sur le corps,
- d'un corps de moulinet avec un émetteur d'impulsions incorporé pour permettre le comptage du nombre de tours de l'hélice ; le corps du moulinet est équipé de connexions pour les câbles.

Lorsque l'on jauge avec un C31 équipé d'un saumon, il faut veiller à déterminer la constante du saumon : c'est la distance de l'axe du moulinet au fond, dès que le contact de fond est débranché. On procède pour cela sur une surface horizontale et on recommence l'opération plusieurs fois.

5.4 - Appareils de comptage

- Compteur "F6 GARONNE"

C'est un appareil muni d'un commutateur rotatif à trois positions qui déclenche à la fois un compteur de tours et un chronomètre.

- Position 1 : mise en fonctionnement du chronomètre et fermeture du circuit.
- Position 2 : arrêt du chronomètre et du compteur
- Position 3 : remise à zéro du chronomètre.

Il ne faut pas oublier de remettre à zéro le compteur d'impulsions après chaque lecture.

La source de courant est constituée par six piles torches de 1,5 V chacune.

- Compteur électronique ENSEEIHT

C'est un appareil qui a été spécialement étudié par les laboratoires de l'ENSEEIHT pour la mesure des vitesses à l'aide de moulinets hydrométriques sur les cours d'eau.

Il est entièrement électronique puisque réalisé uniquement à l'aide de circuits intégrés.

Ses principales performances sont les suivantes :

1) Possibilité de présélection d'un nombre N d'impulsions délivrées par le moulinet, l'appareil mesurant automatiquement le temps en dixièmes de seconde durant les N impulsions.

L'opération inverse est également possible.

2) Automatismes du déclenchement et de l'arrêt de la mesure.

3) Répétition automatique de la mesure après effacement.

4) Affichage du temps en dixième de seconde par un tableau lumineux (ou inverse : affichage du nombre de tours).

5) Possibilité d'une grande durée de mesure ponctuelle (999 secondes).

6) L'alimentation par bloc-batterie interne avec chargeur incorporé (rechargeable sur courant alternatif 110-220 volts) assurant une autonomie de 3 heures en service continu de mesures.

Les mesures peuvent être faites d'une manière automatique ou manuelle. De plus, un voyant lumineux permet de surveiller la tension minimale de la batterie et de contrôler la fiabilité de la mesure.

Au cours des jaugeages qui ont été faits, nous avons pu apprécier la maniabilité de ce compteur. Il lui reste cependant à acquérir une meilleure robustesse et une étanchéité qui le mettraient à l'épreuve des conditions de terrain.

5.5 - Les treuils

Trois types de treuils ont été utilisés :

- un treuil OTT-GRAN utilisé pour tendre le câble au droit des sections de jaugeages. Ce treuil est équipé de trous de fixation par barres à mine.

Il comporte un câble de petit diamètre pouvant résister à une traction d'une tonne.

- un treuil OTT de type NEWA pour saumon de 25 kg avec compteur de profondeur et régulateur de vitesse pour le jaugeage par intégration.

Ce treuil équipe le ZODIAC du SRAE à Toulouse et nous a permis de jauger la Garonne.

- un treuil double de 50 kg sans guidage du câble qui équipe la station de Rieux sur l'Arize. Cette station a une portée de 40 m environ et est jaugeée habituellement avec un saumon de 25 kg.

Ce treuil permet le déplacement horizontal et vertical du moulinet et les coordonnées d'un point de mesure sont lues sur deux compteurs de distance équipant le treuil. Le câble permettant le mouvement vertical est électro-porteur.

Ce treuil est monté sur un support assez simple : une plate-forme installée sur une armature métallique fixée dans le sol.

L'installation semble être particulièrement mobile et permet d'envisager le déplacement de la station qui ne possède pas sur sa rive droite, une fixation convenable du câble téléphérique.

La transmission des impulsions électriques du moulinet se fait par l'intermédiaire d'un collecteur à trois bagues monté sur le tambour du câble protecteur.

5.6 - La perche de jaugeage à intégration "AGAR-3"

Nous avons effectué sur l'Arize à Soutembel, à l'aide de ce dispositif, un jaugeage.

C'est une perche qui a été mise au point par Monsieur DUBOE de l'Agence Financière du Bassin Adour-Garonne : elle permet d'obtenir la vitesse moyenne de l'eau à chaque abscisse, par intégration directe, en déplaçant le moulinet de bas en haut suivant une verticale. La vitesse de montée du moulinet est constante et contrôlée par un tachymètre.

L'appareil se compose :

- d'une perche de section circulaire de 3 m de long, démontable en éléments de 1 m,

- d'un boîtier pouvant être fixé à la hauteur voulue sur la perche.

Ce boîtier comprend :

- un moteur de 9 W fonctionnant sur piles (4 éléments de 1,5 volts) pour assurer le mouvement du moulinet ;

- un réducteur de vitesse et un rhéostat qui permettent de régler les vitesses de montée en fonction des vitesses à mesurer ;

- un magasin où s'enroule le ruban qui relie le boîtier au moulinet ;

- un système combiné d'embrayage et de frein permet d'assurer l'enroulement et le déroulement corrects du ruban. Ceci permet d'actionner le moulinet dans un sens ou dans l'autre et surtout d'effectuer des jaugeages par points ;

- un compteur gradué en cm donne par lecture directe la profondeur de l'eau à chaque abscisse ;

- un dispositif de sécurité évite la détérioration du mécanisme en cas de blocage dans le mouvement du moulinet.

Cet ensemble est équipé d'un moulinet Neyrflux (à hélice en matière plastique) et d'un chrono-compteur "ISAGAR" réalisé par Neyrpic de conception similaire à celle du "compteur électronique ENSEEEIHT".

6 - LE BASSIN VERSANT DE LA REJOLLE

C'est un bassin versant de 25 km² environ situé à 50 km au sud de Toulouse dans le Volvestre. L'étude de ce bassin est destinée à améliorer la connaissance de la relation pluie-débit dans la région. Elle est placée sous la responsabilité scientifique de Monsieur ALDEGHERI et patronnée par les organismes suivants :

- ENSEEIHT
- SRAE
- PONTS et CHAUSSEES
- Equipement hydrométrique du bassin

Le bassin est équipé de quatre stations-limnigraphe L₁, L₂, L₃, L₄.

Les stations ont été aménagées : les sections sont bétonnées sur quelques mètres et équipées de déversoirs triangulaires à seuil épais. Les basses eaux sont jaugées au micro-moulinet, les hautes et moyennes eaux sont jaugées à partir des passerelles.

Les quatre stations sont équipées d'échelles et de limnigraphes OTT X à mouvement journalier.

Pour l'une de ces stations hydrométriques, il s'est posé un problème d'exploitation : en effet, une retenue a été créée juste en aval (digue à 200 m environ) ce qui a noyé le déversoir de la station. De plus, le limnigraphe n'enregistre plus les variations du niveau du cours d'eau mais le niveau du réservoir et les ouvertures éventuelles de la vanne de vidange. Il eût été possible d'étalonner le déversoir de crue de la retenue à l'aide de l'échelle de la station, mais l'installation par le propriétaire d'un piège à poissons sur le déversoir ne permet pas de le faire : en effet, des algues ayant colmaté la grille, le déversoir de la digue n'est plus utilisable.

Au cours des visites qui ont été faites dans le bassin, nous avons pu changer les feuilles des limnigraphes.

- Equipement pluviométrique du bassin

Le bassin est équipé d'une trentaine de pluviomètres de type Association répartis de façon à représenter toutes ses particularités morphologiques (fond de thalweg, mi-pente, sommet de crête,...).

Le bassin est aussi équipé de pluviographes enregistreurs à "augets basculateurs" de marque "Précis-Mécanique" et à mouvement journalier.

7 - LES ORGANISMES VISITES

7.1 - Visite du SRAE

Le SRAE de Toulouse gère le réseau d'observations limnimétriques des départements suivants : Aveyron, Tarn, Ariège, Haute-Garonne, Hautes-Pyrénées, Gers, Tarn et Garonne, Lot, soit environ 50 limnigraphes. Elle doit aussi procéder à tous les jaugeages nécessaires à la mesure des débits et à l'établissement des courbes de tarage. Quatre personnes seulement sont chargées

de gérer tout le réseau, Monsieur ALDEGHERI étant conseiller. Elles établissent les courbes de tarage après dépouillement des jaugeages et envoient ces courbes sous forme de bordereaux à Paris, où elles sont traitées par ordinateur pour obtenir des barèmes hauteur-débit qui serviront à transformer les limnigrammes en chronique de débits. Les courbes de tarage sont décomposées en segment de droite afin d'être lues par l'ordinateur ; il en est de même pour les limnigrammes pour lesquels le personnel du SRAE de Toulouse choisit les points représentatifs du limnigrammes entre lesquels l'interpolation se fera linéairement. La principale remarque que nous pourrions faire est la suivante : les jaugeages étant rarement effectués en période de crues (contraintes administratives, manque de personnel), les extrapolations ne s'appuient que sur des jaugeages de basses et moyennes eaux et nous émettrons quelques réserves quant à leur bien fondé. On nous a ensuite présenté le matériel du service : Zodiac, moteur, moulinets, cyclopotence Mécabolier et compteur Neyrflux. La visite s'est terminée par le démontage du Zodiac en vue de la sortie à Portet sur Garonne.

7.2 - Visite du Laboratoire de Mécanique des fluides de Banlève

Le premier jour, nous avons été présenté à Monsieur GRUAT, Directeur de l'option hydraulique à l'ENSEEIH. Le long de notre stage, nous avons pu prendre connaissance de certaines installations du Laboratoire : hall des modèles réduits, modèle d'étude de bassin versant par simulation de pluie (le modèle est constitué d'une table d'environ 5 m x 5 m, montée sur verrins, dont la surface repose sur des chambres cloisonnées et mises en charge, l'eau débouchant sur le modèle "par dessous" au moyen de gicleurs. En coupant l'arrivée d'eau dans certaines chambres et en faisant varier l'inclinaison au moyen des verrins, on peut simuler le ruissellement. Nous avons aussi vu la salle du calculateur électronique CAE 510 actuellement employée pour le calcul en temps réel ; enfin, nous avons pu prendre part à la construction de l'ensemble permettant une présentation qualitative de l'appareil de mesure de l'humidité du sol dans la zone proche de la surface mis au point par Monsieur POUYAUD. Le dernier jour du stage, nous avons été présenté à Monsieur CASTEIX, Directeur du Laboratoire de Banlève.

7.3 - Visite de l'Agence Financière de Bassin

Après une présentation à Monsieur DUBOE qui a mis au point la perche à intégration AGAR 2, nous avons pu assister au dépouillement automatique d'un jaugeage fait à l'AGAR 2 sur la Leze à Soutembel. Le calculateur est un OLIVETTI de la série des PROGRAMMA. Le temps nécessaire à l'opération est évidemment sans rapport avec celui du dépouillement à la main. Un ingénieur de l'Agence nous a ensuite présenté l'Agence Financière de Bassin Adour-Garonne : c'est un organisme public à caractère privé. Son but, comme celui des 5 autres agences de France, est d'effectuer ou bien de financer des études sur les caractéristiques du bassin (hydrologie, climatologie, économie, démographie, problèmes de pollution, etc...) d'une part, et des études de programmation à moyen et à long terme pour l'aménagement et l'amélioration de la ressource en eau d'autre part. De plus, l'Agence est chargée de percevoir les redevances des usagers servant à financer ces études.

La visite se termina par le Laboratoire de chimie où sont analysées les échantillons d'eau prélevés en vue d'études sur la pollution.

7.4 - Participation au débat organisé par l'A.I.R.H.

Le débat présidé par Monsieur DEGALLIER du SPEPE, a essentiellement porté sur l'hydraulique des milieux poreux non saturés et la mesure de leur teneur en eau.

Le Commissariat à l'Energie Atomique (Cadarache) a présenté son dernier modèle de sonde à neutrons automatique produite par la Société Bertin.

Monsieur FEODOROFF, de l'Ecole d'Agriculture de Versailles, a traité des derniers développements des tensiomètres.

Enfin, Monsieur POUYAUD de l'ORSTOM a mis au courant les participants de ses mesures d'humidité par chocs thermiques à Brazzaville.

8 - CONCLUSION

Le stage effectué à Toulouse sous la direction de Monsieur ALDEGHERI nous est apparu comme un complément indispensable à notre formation d'hydrologue. D'une façon générale, nous ne pouvons que regretter sa relative brièveté et souhaiter qu'il s'étende sur environ 4 semaines.

En ce qui concerne les jaugeages, leur diversité et leur nombre nous ont paru suffisants. Il ne manquait à la "panoplie" qu'un jaugeage chimique par la méthode globale et un jaugeage continu au moulinet, qui n'ont pas été réalisés faute de temps. Il nous a paru très judicieux de faire suivre, dans des délais assez brefs, les jaugeages de leurs dépouillements et alterner par la même occasion le travail de bureau et le travail de terrain.

Il aurait été certainement très souhaitable d'installer nous-même une échelle limnimétrique et un limnigraphe. Les conditions météorologiques et le temps imparti ne nous ont malheureusement pas permis de réaliser cette installation, pourtant prévue au programme de Monsieur ALDEGHERI.

Le matériel présenté fut très divers, essentiellement constitué par des appareils OTT. Nous aurions peut-être dû prendre une part plus active à la manipulation des appareils, surtout à leur montage et démontage, notamment en ce qui concerne le limnigraphe OTT 10 qui semble fort fréquent dans l'infrastructure du nombreux réseaux.

La visite du bassin versant de la Réjolle aurait certainement pu aboutir à une information plus complète à propos des différentes études qui sont susceptibles d'être réalisées sur un bassin versant.

Pour les stages des futurs élèves de l'ORSTOM, nous suggérons qu'ils soient placés en début de printemps de façon à ce qu'ils coïncident avec la période des crues dans la région de Toulouse. Cette suggestion nous semble avoir un double intérêt : d'une part pour les élèves eux-mêmes, d'autre part pour le SRAE auquel des jaugeages de crue apporteraient de précieux renseignements pour l'extrapolation des courbes de tarage.