

CHAPITRE VI

LA FORMATION EN HYDROLOGIE OPERATIONNELLE

ATELIER 5 : FORMATION DES HYDRONICIENS

Animateur : Jean-Pierre DUPOUYET
Chef du Service Hydrologique Centralisateur
de la Garonne

1 - EXPOSE INTRODUCTIF DE J.P. DUPOUYET

Si la formation des ingénieurs de permet dresser une liste précise des établissements et un bilan complet des formations existantes et des promotions annuelles, il est beaucoup plus difficile de faire la même chose dans le domaine des hydrotechniciens, où la simple identification des filières est problématique.

A - Un peu d'histoire...

Ce court rappel historique, qui s'appuie sur quelques transparents reproduits dans les figures suivantes, remonte au début du siècle et, par le biais de l'hydrométrie, illustre l'évolution technologique durant ces dernières décennies, ainsi que les liens existants entre le technicien de terrain et l'ingénieur..

1) en 1920

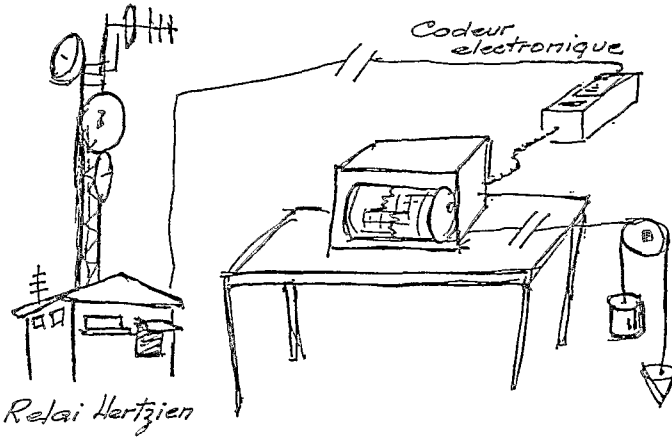
L'hydronicien de l'époque était un observateur, ou plus précisément un "hydrob...servateur"; sa tâche essentielle était de lire une échelle limnimétrique (avec des jumelles lorsqu'il était bien équipé) et de consigner ses observations sur des fiches hebdomadaires ou mensuelles. Il devait exécuter sa tâche suivant des règles très strictes pour que les données soient exploitables.

"Que dire des relevés de cet observateur très consciencieux, que j'ai rencontré au BENGLEDESH, qui déplaçait avec lui un élément d'échelle et le plaçait à l'endroit le plus favorable, selon lui, suivant le niveau de l'eau ?"

1920-1980

L'HYDROB... SERVATEUR, horloger-
mécanicien devient électronicien et
radio-électricien...

C'est le 1.^{er} Homo-SAPIENS
HYDRONICHIEN



2) dans les années 30...

Un progrès considérable survient avec l'apparition des premiers enregistreurs graphiques. L'utilisation de ces appareils nécessitait une formation assez spéciale : l'hydrob...servateur était nécessairement mécanicien et surtout horloger...

Aucune évolution notable n'est enregistrée dans les décennies 40 et 50.

3) à partir de 1960...

En 1960, les limnigraphes à tambour ou à table déroulante équipent de très nombreuses stations dans le monde entier.

Devant la nécessité d'acquérir les données en temps réel, pour la sauvegarde des personnes et des biens, l'hydrométrie a considérablement évolué durant cette période sous l'impulsion de pionniers et grâce au rapide développement des moyens technologiques, électroniques et informatiques.

La formation des hydrotechniciens a suivi cette évolution des technologies. On est passé d'une formation élémentaire de simple installateur/lecteur d'échelle à celle d'un *hydronicien*, technicien en hydrologie polyvalent, mécanicien et horloger, topographe et chimiste, radio-électronicien et informaticien.

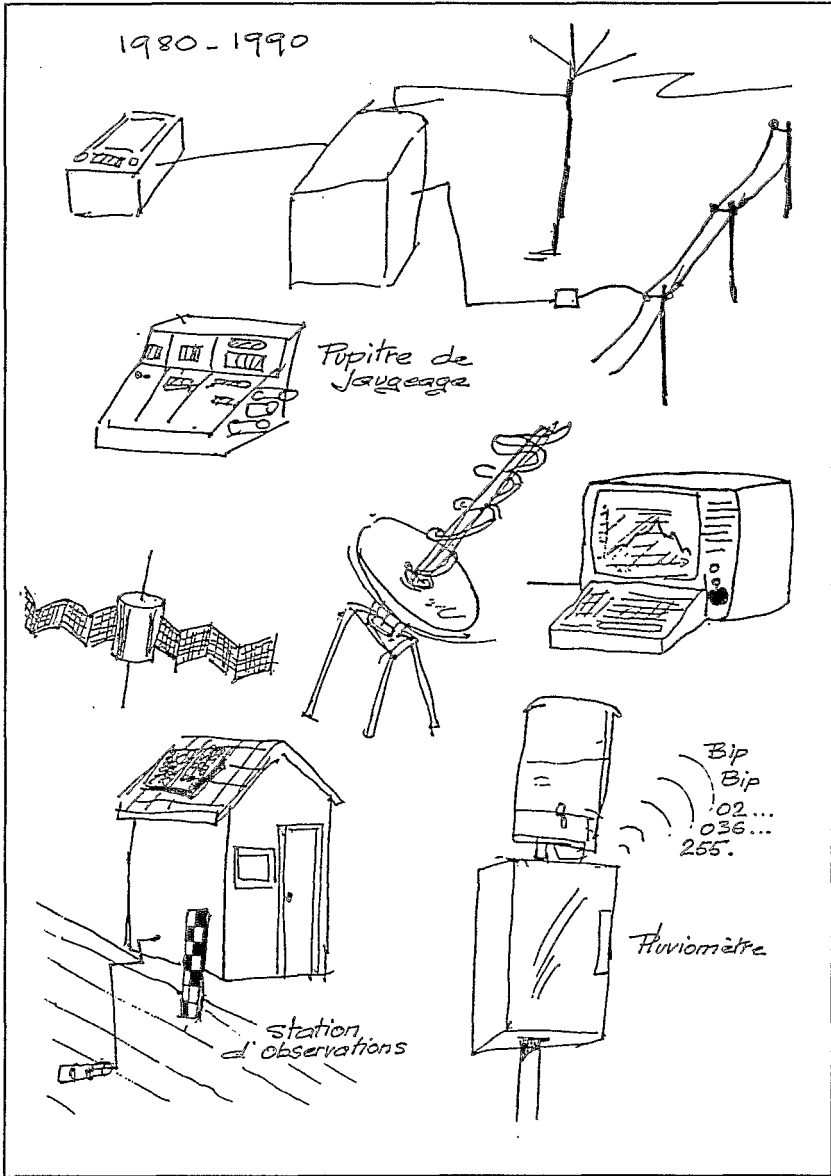
Cet homme est le maillon incontournable entre le terrain et l'ingénieur hydrologue, qui doit disposer de données fiables et livrées sur un support informatique.

Notre problème est qu'il n'existe aucune formation qui réponde à cette description.

II - EXPOSE de J. VIDAL (Serv. Hydr. Centr. de la Garonne)

Quelle formation doit recevoir l'hydronicien ?

Le technicien hydrologue de notre époque doit avoir une bonne pratique des différentes techniques décrites par J.P. DUPOUYET (métrologie, mécanique, topographie,...) mais aussi avoir reçu une formation théorique de base, sans laquelle il ne saurait remplir correctement les missions qui lui sont confiées. Il doit, en particulier :



- recevoir une formation de base en hydraulique et en hydrologie;
- posséder de solides connaissances dans le traitement, voire l'analyse, des données et en informatique de base.

Pourquoi l'hydraulique et l'hydrologie ?

Quand on pose un capteur de pression dans une rivière ou une sonde de mesure d'un paramètre physico-chimique, il ne faut pas le faire n'importe où et n'importe comment : une étude des lieux est nécessaire et elle doit prendre en compte la nature du lit, le régime d'écoulement, la sensibilité du profil,... Ces aspects sont très importants car ce sont ceux où il existe le plus de carences. Il est aujourd'hui plus facile de recruter des électroniciens que des techniciens ayant une bonne formation (autre que purement théorique et superficielle) dans le domaine de l'hydrologie de terrain.

Pourquoi l'analyse des données ?

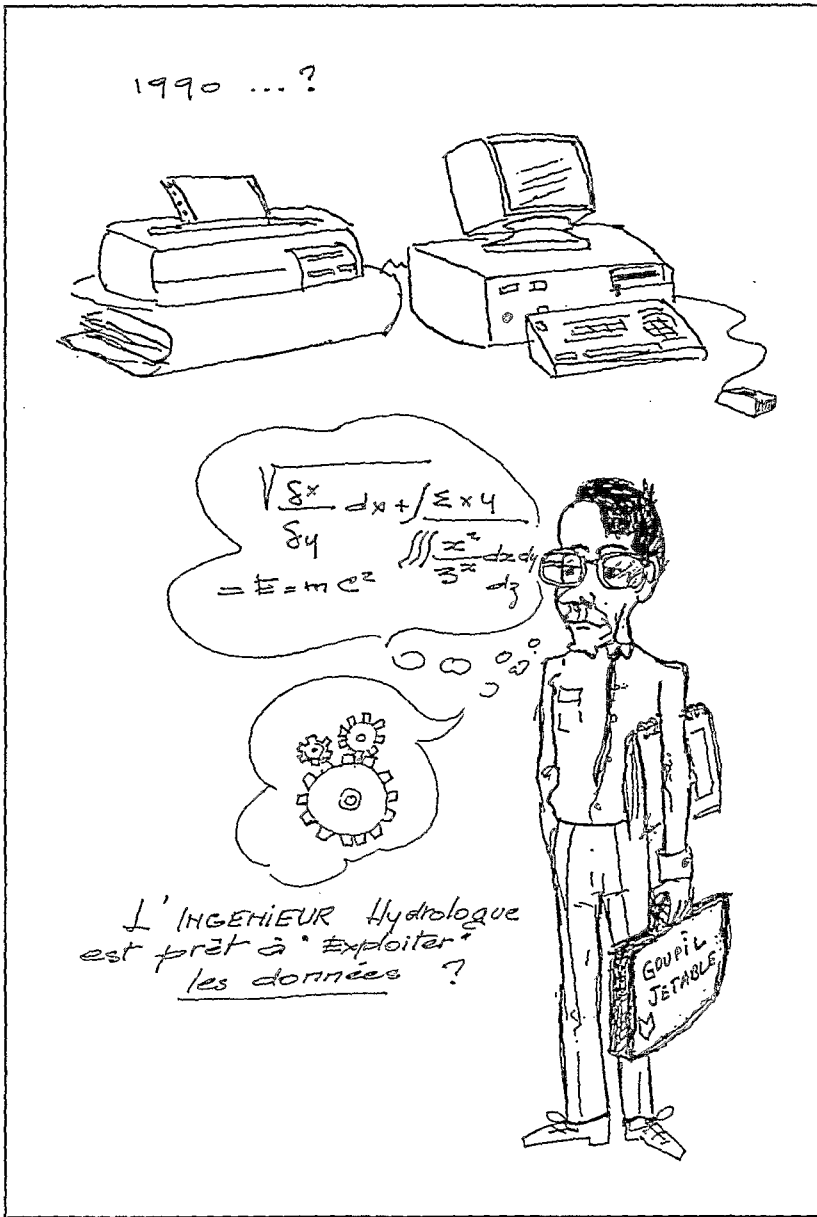
Les techniques modernes d'acquisition des données fournissent une masse d'informations brutes, souvent redondantes donc inutiles, quelquefois déformées donc nuisibles. Il faut traiter ces données qui encombrant les disques durs de nos ordinateurs pour les condenser, les critiquer, les valider, les homogénéiser. Il y a donc tout un travail d'analyse qui n'est pas simple et qui nécessite un bon esprit critique, même si de nombreux outils informatiques existent.

Les aspects informatiques sont aussi très importants car incontournables. C'est un domaine où il sévit tout un vocabulaire spécifique et rebutant, qui est un frein pour le non-initié. L'hydraulicien d'aujourd'hui doit être à l'aise dans le domaine de l'informatique et collaborer avec l'ingénieur à l'adaptation et au développement de nouveaux outils.

en conclusion...

Les compétences de l'hydraulicien doivent aller du capteur à la base de données. On peut s'interroger pour savoir si un seul individu peut assumer un tel ensemble de compétences et si il ne faut pas définir deux profils d'hydrauliciens, avec un bon "recouvrement" :

- le premier à compétence orientée vers l'instrumentation et la mesure de terrain;
- le second formé plus spécialement aux tâches de bureau.



III - COMPLEMENTS DE JP. DUPOUYET

Beaucoup de questions viennent d'être posées.

Le profil de l'hydraulicien "idéal" vient d'être défini et nous avons constaté qu'aucune formation de type BTS ou IUT ne répondait à notre attente.

Dans les Services de l'Etat, notamment au Ministère de l'Environnement, la formation des techniciens chargés de la gestion des réseaux nationaux (qui sont aujourd'hui automatisés à 90%) était faite par le biais du *compagnonnage*. Un système de formation devrait prochainement être mis en place, projet qui sera présenté par C. TRUCHOT, chef du Service de l'Eau du Ministère de l'Environnement (voir chapitre VIII - Table ronde).

IV - EXPOSE DE D. FABRI (CNR)

Les besoins en hydrauliciens : cas de la CNR

La Division d'Hydrologie de la Compagnie de Navigation du Rhône gère un réseau de 150 limnigraphes et de 60 stations de jaugeages, dont une quinzaine sont équipées de transporteurs aériens (téléphériques) à motorisation fixe ou portable. Ce réseau couvre une superficie de plus de 90 000 km².

Les tâches liées à la gestion de ce réseau sont très classiques, sous la réserve toutefois que les aménagements hydrauliques sont nombreux et que les écoulements se font sous des régimes le plus souvent transitoires, surtout sur le cours principal du fleuve. De plus la rapidité de la propagation des crues impose une grande disponibilité des équipes techniques, qui peuvent être appelées à intervenir jour et nuit, fins de semaine comprises.

Les difficultés rencontrées dans l'application des techniques hydrométriques conventionnelles a conduit la CNR à s'orienter vers un suivi en continu des débits par l'utilisation des ultrasons. Un tel système vient d'être mis en service à LYON avec des résultats tout à fait satisfaisants (même si le coût des équipements et de l'installation est assez élevé).

Cette rapide description des activités de la CNR dans le domaine de l'hydrologie opérationnelle illustre la diversité de la tâche de l'hydrologue de terrain - de l'hydraulicien - qui doit être très polyvalent et très disponible.

Or ce profil n'existe pas sur le marché du travail et le recrutement d'un hydrologue de terrain est toujours une opération difficile. La solution admise est de retenir des techniciens ayant une bonne formation générale et de les former "sur le tas" souvent durant plusieurs années, même si la CNR n'a aucune vocation pédagogique.

En conclusion D. FABBRI confirme d'une part son accord avec la description du profil de l'hydronicien, polyvalent et disponible, faite par J.P. DUPOUYET et J. VIDAL et d'autre part déplore l'absence d'une telle formation : les besoins existent.

V - EXPOSE DE B. THEBE (ORSTOM)

Les stages de formation en hydrologie à l'ORSTOM.

La formation fait partie des missions fondamentales de l'ORSTOM et a toujours été considérée prioritaire dans le domaine de l'hydrologie : formation des jeunes chercheurs durant les années d'élèves, formation des techniciens par le biais du compagnonnage, formation des partenaires par le biais de stages.

Depuis la création du Laboratoire d'Hydrologie à Montpellier, le secteur de la formation dans le domaine de l'hydrologie opérationnelle s'est structuré avec la mises en place de cycles spécifiques : le Diplôme Universitaire (DU) de 1985 à 1990 et les stages programmés depuis cette date.

1 - Le Diplôme d'Hydrologie appliquée au développement

Cette formation s'adresse à des praticiens de l'hydrologie, niveau BAC+2 et n'a pas pour vocation de former des hydroniciens, dont on peut admettre que la formation spécifique doit commencer immédiatement après le bac. Elle s'adresse plus particulièrement aux étudiants diplômés du 1er cycle d'AGRHYMET (voir chapitre V - Atelier 4).

Cette formation a été créée conjointement par le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM (LH) et le Laboratoire d'Hydrologie et de Modélisation (LHM) de l'UM2, l'administration du cours étant faite par le CREUFOP (Centre Régional d'Enseignement Universitaire et de Formation Professionnelle).

Deux sessions de 8 mois ont été organisées en 1984/85 et 1985/86, soit 650 heures de cours/TP/TD assurés pour 1/3 par le LHM et pour 2/3 par l'ORSTOM; 16 étudiants ont suivi ces deux sessions.

En 1987/1988; a été lancée une formation optionnelle de deux années : sans changement pour la première année, le programme proposait une formation plus avancée pour les meilleurs éléments (cours et stage de 6 mois avec soutenance d'un mémoire). Sur douze étudiants qui ont suivi le cycle court, quatre ont poursuivi en seconde année et ont soutenu leur mémoire.

Cette formation a été arrêtée en 1990 pour trois raisons :

- charge d'enseignement excessive pour un nombre d'étudiants restreint;
- impossibilité d'obtenir une reconnaissance du diplôme dans les pays partenaires (d'où la diminution des candidatures...);
- double emploi avec le cycle de formation des ingénieurs d'AGRHYMET, ce qui est en contradiction avec les objectifs poursuivis.

2- Le Stage d'Hydrologie Opérationnelle

Ce stage n'a pas pour objectif de remplacer le D.U. d'Hydrologie appliquée au développement mais d'offrir à des praticiens de l'hydrologie (techniciens expérimentés ou récemment diplômés, ingénieurs débutants) une possibilité d'actualiser leurs connaissances, plus particulièrement dans les domaines de l'acquisition des données et de leur traitement.

Sa durée totale est de 8 semaines. Il comprend 210 heures d'enseignement, répartis en 7 modules de 30 heures; une demi-journée par semaine est réservée pour des conférences plus spécialisées sur des sujets pré-définis (transports solides, qualité de l'eau, ...) ou "à la carte" suivant le choix des participants. Près de 50% des enseignements sont pratiques (voir fiche-programme à la page suivante) et le nombre des participants est limité à 16.

Le coût du stage (30KF) comprend l'hébergement et les frais d'assurance des participants, qui sont tous boursiers (bourses nationales, OMM, FAC, ORSTOM,...). Au cours des 3 sessions organisées en 1990/1991, 35 stagiaires de 19 pays différents ont suivi cette formation.

FICHE-PROGRAMME DU STAGE DE L'ORSTOM

TITRE : STAGE DE FORMATION SUR LES TECHNOLOGIES NOUVELLES EN HYDROLOGIE DE SURFACE - Acquisition et Exploitation des données.

DUREE TOTALE : 8 semaines

LIEU : Centre ORSTOM de MONTPELLIER

PROGRAMME :

- Modules 1 et 2* : Appareillages et techniques de mesures utilisés en pluviométrie et limnimétrie électroniques et en bathymétrie.
- Module 3* : Télétransmission des données (réseaux radio, réseaux téléphoniques, réseaux satellitaires Argos et Météosat).
- Module 4* : Gestion des banques de données hydropluviométriques. Présentation et pratique des logiciels ORSTOM (HYDROM pour les données hydrométriques et PLUVIOM pour les données pluviométriques).
- Module 5* : Etudes de cas réels de traitement informatisé des données. Initiation à la critique et à l'homogénéisation des données.
- Module 6* : Hydrologie du bassin versant expérimental. Approche de la relation pluie-débit par la méthode du mini-simulateur de pluie; présentation de dispositifs de mesure de l'érosion.
- Module 7* : Voyage d'études avec visite d'aménagements hydro-agricoles (CNABRL ou Coteaux de Gascogne), aménagements hydrauliques (CNR), bassins versants expérimentaux du CEMAGREF dans les Alpes de Haute Provence et traitement des eaux (station d'épuration de Mèze).

3- Projets et conclusions

Outre l'organisation de ce stage à un rythme annuel, le Laboratoire d'Hydrologie de l'ORSTOM s'est fixé comme objectif d'organiser en 1992 ou 1993 :

- un stage de 2 à 3 semaines, en langue anglaise, portant sur les technologies modernes d'acquisition et de traitement des données;
- un stage de 2 semaines, en langue française, portant sur les traitements statistiques et les outils logiciels de modélisation hydrologique.

Ces projets illustrent bien l'importance donnée par l'ORSTOM à la formation dans le domaine de l'hydrologie opérationnelle et le souci de cet organisme, pour lequel l'enseignement n'est pas la vocation première, de pallier à l'absence de cours spécifiques.

VI - EXPOSE de D. BILLARD (Société HYDROLOGIC)

Formation et développement technologique : point de vue d'un constructeur

La Société HYDROLOGIC (Grenoble) a repris les activités du département "mesures" des Sociétés NEYRPIC/NEYRTEC en 1986, dans l'objectif de relancer les études de nouveaux matériels dans le domaine des mesures en hydrologie. HYDROLOGIC a décidé de conserver le principe du "bulle à bulle" qui avait fait la renommée de NEYRPIC (Telimnip), tout en s'attachant à moderniser ces matériels pour mieux répondre à la demande des utilisateurs.

Les adaptations ont porté sur le développement de capteurs dits "intelligents", sur la mémorisation des données sur site, sur la mise au point de systèmes à mémoire avec interrogation à distance par téléphone, sur le remplacement des bouteilles d'air comprimé par des compresseurs de faible encombrement. Cette évolution technologique s'est faite avec le souci de rendre possible l'adaptation des matériels déjà en service.

Afin d'orienter les utilisateurs dans le choix des matériels et de permettre une meilleure utilisation optimisée de ces nouveaux équipements, la Société HYDROLOGIC propose depuis quelques mois des stages de formation de 3 à 5 jours, pour 8 personnes au maximum, soit dans ses propres locaux, soit dans la

société concernée. Actuellement ces stages sont fait "à la carte" et à la demande (formation des personnels de la CNR, intervention de 6 h dans le stage de l'ORSTOM,...).

VII - EXPOSE de I. JARRAR (AGRHYMET)

Compléments sur la formation de techniciens à AGRHYMET

La présentation des activités d'AGRHYMET en matière de formation des techniciens supérieurs en hydrologie a été faite lors de l'Atelier précédent (chapitre V).

I. JARRAR rappelle que le programme AGRHYMET s'est accompagné d'un large développement des réseaux hydrométriques, d'où l'urgente nécessité de former des opérateurs de terrain rapidement opérationnels. L'examen attentif du programme du cours montre que l'accent est mis en priorité sur l'opérationnel : 660h d'hydrométrie, 230 heures de pluviométrie,... au cours desquelles toutes les étapes qui conduisent de l'acquisition de l'information in situ et à son traitement informatique, sont largement mises en pratique. Le module d'informatique de 50 heures ne comprend aucune initiation à la programmation mais au contraire cherche à donner aux étudiants une bonne connaissance des logiciels existants, qu'ils auront à utiliser dans leurs Services respectifs.

Cette formation répond bien aux besoins des pays du CILSS, si l'on en juge par les enquêtes faites auprès des Etats. Le technicien supérieur en hydrologie formé à AGRHYMET est en mesure d'effectuer correctement toutes les tâches qui lui sont demandées.

DEBAT GENERAL sur le thème "La formation des hydroniciens"

1) *Intervention de C. BOCQUILLON*

Deux observations :

a- dans les exposés précédents, la mesure des paramètres de qualité de l'eau ne semble pas avoir été prise en compte.

b- les stages de formation décrits par B. THEBE concernent surtout le recyclage des hydroniciens et donc la formation permanente. La formation de base a été relativement peu abordée (sauf AGRHYMET) et il faudrait pouvoir imaginer ce qu'elle devrait être. Des essais ont été faits au travers d'un DU (voir l'exposé de B. THEBE) ou d'un DEUST de l'Environnement. Ces formations n'ont pas été - ou ne sont pas - des réussites. Pourquoi ? Parce que l'on ne connaît pas les besoins dans ce domaine. Il ne faut pas confondre les résultats d'une enquête auprès de différents services avec le nombre de postes qui seront effectivement ouverts, nombre qui donne les vrais besoins de formation.

Réponse de JP. DUPOUYET :

a) la mesure des paramètres de qualité demande une formation de base équivalente et une formation spécifique adaptée au capteur (voir exposé de D. BILLARD);

b) le problème des besoins est effectivement LE problème de fond qui n'a pas de réponse. Il semble néanmoins - avis personnel - que les problèmes de l'eau prennent chaque jour plus d'importance et il est certain que le métier d'hydronicien ou de technicien de l'environnement ne soit pas menacé.

2) *Intervention de S. PIEYNS*

Estime que le domaine de compétence de l'hydronicien doit être élargi à tout le domaine de l'eau dans l'environnement. Il s'agit d'un métier contraignant qu'il faut valoriser au maximum, non seulement en prévoyant un plan de carrière et des salaires corrects, mais aussi en assurant une polyvalence dans le domaine de la mesure, appuyée sur de solides connaissances de base. Cette compétence devrait conduire à faciliter la création d'emplois. Elle doit être obtenue par une formation de tronc commun, complétée par des stages spécifiques et des recyclages en formation continue.

3) *Intervention de B. AMBROISE*

Intervention en tant que responsable de la gestion de bassins expérimentaux. Partage totalement l'avis qui vient d'être exprimé quant à la polyvalence de

l'hydraulicien et insiste sur les besoins "énormes" qui existent dans ce domaine, la formation "sur le tas" étant insuffisante pour y répondre.

Réponse de JP. DUPOUYET :

Il se dégage un accord entre les intervenants pour considérer que l'hydraulicien doit être un technicien de la mesure dans le domaine de l'hydrologie, ce terme étant pris dans son sens le plus large.

4) Intervention de B. POUYAUD

B. POUYAUD n'est pas d'accord sur le principe d'une distinction entre hydrauliciens de terrain et hydrauliciens de bureau. Il est essentiel que les hommes de terrain traitent eux-mêmes les données qu'ils ont collectées - ou participent de très près au traitement : c'est la meilleure façon de détecter et de corriger les erreurs de mesure.

Par ailleurs, il ne faut pas sous-estimer l'importance du compagnonnage, qui d'ailleurs fonctionne dans les deux sens : de nombreux jeunes chercheurs de l'ORSTOM ont beaucoup appris avec les techniciens sur le terrain et il est inquiétant de savoir qu'aujourd'hui beaucoup de jeunes chercheurs en hydrologie n'ont jamais fait un seul jaugeage.

5) Intervention de M. ROCHE

M. ROCHE pense que le métier d'hydraulicien suppose une bonne formation de base qui s'acquiert dans les lycées techniques (y compris des notions pratiques en électronique et en informatique) et que le "reste" est une question d'adaptation aux matériels et aux nouvelles technologies : cette formation est faite au cours de stages spécifiques de courte durée (souvent chez les fabricants, comme HYDROLOGIC) et relève de la formation continue. Parler de formation de base ne semble pas la meilleure façon de progresser.

6) Intervention de Ph. BOIS

Il est certain qu'aujourd'hui le recrutement d'hydrauliciens est très difficile et que beaucoup d'employeurs sont amenés à prévoir une formation complémentaire souvent improvisée. On peut, sur ce point, regretter que l'Etat qui est le plus gros employeur d'agents techniques n'ait pas maintenu un niveau d'hydrologie important dans ses écoles comme les T.P.

Il manque de toute évidence en France une formation de DUT ou IUT en "hydraulique/hydrologie/qualité de l'eau" mais il faut être bien conscients que

pour monter un projet d'enseignement, il faut commencer impérativement par évaluer les débouchés. Il faut au moins deux ans pour monter un projet qui porte sur un minimum de 12 étudiants, trois ans pour sortir des diplômés et une prospective d'une bonne dizaine d'années. Il ne faut pas se faire d'illusions : en France, il n'existe pas - à notre avis - un marché de 120 hydroniciens à l'échelle de dix ans.

7) Intervention de JP. TRIBOULET

JP. TRIBOULET rappelle qu'il existe à l'OMM, de manière institutionnelle, une fonction de technicien supérieur (niveau 3) et dans les documents afférents à la formation professionnelle de ces agents, pour les domaines de la météorologie et de l'hydrologie, une formation très étendue aux Sciences de l'Eau, y compris à la qualité et à l'observation des eaux souterraines.

Il n'est d'ailleurs pas étonnant qu'AGRHYMET, très fortement liée à l'OMM, propose des formations très complètes (comme cela a été présenté). I. JARRAR est d'ailleurs passé assez rapidement sur une formation de techniciens spécialisés en instrumentation, formation faite à la demande des Services météorologiques qui se sont mis à l'électronique et à la transmission radio BLU avant les hydrologues et formation qui a bénéficié à de nombreux techniciens africains, hydroniciens inclus.

Conclusion de JP. DUPOUYET

JP. DUPOUYET se félicite que l'hydronicien soulève autant d'intérêt et qu'une large majorité ait tenu à souligner son importance et l'impérieuse nécessité d'une formation très élargie à tous les aspects de l'hydrologie opérationnelle. Il souhaite que la table ronde puisse aboutir à des recommandations dans ce sens.