

CHAPITRE III

LA FORMATION A LA RECHERCHE EN HYDROLOGIE**ATELIER 3 : BESOINS DES INSTITUTS DE RECHERCHE**

Animateur : L.A. LECLERC, CEMAGREF
Chef du Département Ressources en Eau

I - INTRODUCTION de L.A. LECLERC**Rappels du rapport DUBREUIL****1) Potentiel français en hydrologie**

⇒ 800 agents dans le domaine de l'hydrologie (public et privé) dont 380 chercheurs et Ingénieurs, soit en renouvellement 10 à 12 chercheurs et ingénieurs par an.

2) Formations d'origine de ce potentiel :

- en filière universitaire : dominante géologie et géographie
- en filière ingénieur : dominante hydraulique

La création d'EPST devrait renforcer la formation universitaire (besoin statutaire de docteurs)

II - EXPOSE de B. MOUSSIE (Dir. Adj. du Département EAU - BRGM)**A - CONSTATS PREALABLES**

1) il n'existe en France de formation en hydrologie que théorique dans la plupart des cas, que ce soit dans les écoles supérieures d'hydraulique ou au niveau des maîtrises, DEA et DESS d'Hydrogéologie ou de Géologie de l'Ingénieur.

C'est là le reflet d'un état d'esprit très français qui privilégie le côté "conceptuel" aux aspects "pratiques et travaux", souvent par ailleurs moins bien considérés socialement.

2) la formation "Hydrologues opérationnels" (Ingénieurs et Techniciens) n'existe en fait que de façon interne, illustrée par l'ORSTOM qui possède une longue tradition de "savoir-faire" dans ce domaine.

A notre connaissance, c'est d'ailleurs le seul établissement à organiser et à dispenser un enseignement de cette nature auquel le BRGM a eu recours récemment.

3) ce métier a eu, semble-t-il, son maximum de développement dans les années qui ont suivi la dernière guerre mondiale, notamment grâce aux travaux entrepris dans les territoires d'Outre Mer sous tutelle française et en France grâce au programme de construction de barrages hydroélectriques (équipes EDF).

4) la tendance en France, depuis de nombreuses années, de séparer eaux de surface - eaux souterraines, n'a pas favorisé l'émergence d'un enseignement pratique dans le domaine de l'hydrogéologie.

5) il faut remarquer à ce sujet que chez les anglo-saxons, le terme hydrologie recouvre à la fois l'étude des eaux souterraines et celle des eaux de surface.

6) ces problèmes ont été évoqués récemment avec G. de MARSILY, responsable du DEA national d'Hydrologie, qui, comme on le voit, a choisi ce terme pour lui donner un sens plus large qu'Hydrogéologie.

Ensuite une évolution récente des mentalités qui s'est effectuée dans un sens positif, celui de la reconnaissance de l'unicité de la ressource en eau retrouvant ainsi le cycle de l'EAU.

Cette évolution s'est traduite jusque dans le texte de la nouvelle loi sur l'eau en cours d'examen.

B - LES BESOINS DU BRGM

Si le BRGM éprouve peu de difficulté à recruter sur le marché du travail des ingénieurs hydrogéologues, hydrauliciens, hydrogéochimistes, il éprouve les plus grandes peines à trouver des hydrologues opérationnels.

Le BRGM souhaiterait pouvoir trouver sur le marché de l'emploi, plutôt que des hydrologues sensu-stricto, des ingénieurs et techniciens ayant une formation de base de l'hydrogéologie (généralement bien faite en France) complétée par des options comme il en existe déjà aujourd'hui mais auxquelles il faudrait en ajouter une nouvelle consacrée à la formation en hydrologie fondamentale et pratique (opérationnelle) regroupant hydroclimatologie et étude de la zone non saturée, ainsi qu'un module sur l'appareillage de mesure, l'acquisition et le traitement de la mesure.

III - EXPOSE de F. MONIOD, ORSTOM **Président de la sous-commission Hydrologie**

A - EVOLUTION DE LA CONCEPTION DE L'HYDROLOGIE

Classiquement l'hydrologie est la science du cycle de l'eau, qui a longtemps été prise à l'ORSTOM dans le sens restrictif de l'étude des mécanismes de transformation des pluies en débits des cours d'eau, qui débouche sur la connaissance des régimes des cours d'eau en relation avec les régimes climatiques et la géographie.

Les besoins en eau qui s'étaient manifestés jusqu'à récemment en termes de quantité s'expriment aussi maintenant en termes de qualité, salubrité, de respect de l'environnement.

L'hydrologue doit actuellement avoir des vues sur l'ensemble des implications de sa recherche, ce qui implique une ouverture scientifique plus large.

B - LA RECHERCHE HYDROLOGIQUE à l'ORSTOM

La mission principale de l'ORSTOM est la recherche en coopération pour le développement. Pour assurer ses objectifs, l'hydrologie à l'ORSTOM couvre des domaines de l'hydrologie en nombre limité à quatre.

1) Hydrologie des grands bassins en vue de caractériser la connaissance et l'évolution physique, chimique et biologique des milieux aquatiques continentaux.

2) Hydrologie aux échelles moyennes, en vue d'identifier des mécanismes de production, de transfert et d'échange.

3) Hydrologie orientée vers la gestion : en particulier celle des grands systèmes complexes.

4) Etude de la phase atmosphérique du cycle de l'eau en particulier l'analyse des précipitations et de l'évapotranspiration.

C - LE POTENTIEL HUMAIN EN HYDROLOGIE à l'ORSTOM

Les effectifs d'hydrologues à l'ORSTOM sont de 123 chercheurs, ingénieurs et techniciens répartis en :

- 61 chercheurs dont :

- 26 DR age moyen = 53 ans

- 35 CR age moyen = 38 ans

- 62 IT dont :

- 23 IR age moyen = 47 ans

- 39 IE et Tech age moyen = 43 ans

Cet age moyen assez élevé a été partiellement compensé par une politique de recrutement récente.

D - LA POLITIQUE DE RECRUTEMENT EN HYDROLOGIE

L'ORSTOM a recruté en hydrologie ces dernières années. De 1987 à 1991, soit sur 5 ans, 14 hydrologues ont été recrutés (10 chercheurs, 3 IR, 1 technicien), ce qui correspond à un taux de renouvellement annuel de 2,5 %.

Sur les trois années à venir, il est prévu 12 recrutements, soit 4 par an.

Les profils des postes recherchés correspondent :

- pour les chercheurs : soit à des formations à thématique naturaliste (environnementaliste) soit à des formations de physicien.

- pour les ingénieurs de recherche : des thématiques spécialisées : (télé-détection, MNT, SIG...)

- pour les ingénieurs d'études : des spécialistes d'appareillage pour les mesures, ou l'exploitation des données.

- pour les techniciens : bonne connaissance des capteurs, et de traitement du signal

Pour compléter le dispositif de recrutement classique, et favoriser l'ouverture vers l'extérieur, l'ORSTOM met à disposition des postes d'accueil :

- de seniors (locomotives)
- de juniors (catalyseurs)

E - LES PROBLEMES SOULEVES PAR LE RECRUTEMENT

Deux problèmes semblent importants :

1) la diminution inquiétante du *nombre des candidats* lors des concours de recrutement :

- soit en raison du tarissement du vivier;
- soit en raison des profils publiés exagérément pointus.

Les prochains profils viseront à une plus large ouverture.

2) *l'âge de recrutement* : autour de 30 ans, beaucoup plus tard que par le passé, en raison de l'obligation de thèse. L'ORSTOM doit s'impliquer dans la formation des thésards, leur fournir de bons sujets de thèse et de bons directeurs pour préparer leur intégration dans l'organisme.

IV - EXPOSE de L.A. LECLERC, CEMAGREF

Le CEMAGREF est un établissement de recherche finalisée, qui veille à développer les connaissances nouvelles jusqu'au stade de leur application.

Depuis de nombreuses années, les équipes d'hydrologie "classique" ont voisiné, au sein du département "Ressources en Eau", avec des équipes d'hydrauliciens, d'hydrochimistes et d'hydrobiologistes aptes à répondre aux problèmes scientifiques et techniques posés par l'aménagement des eaux superficielles.

Pour donner quelques chiffres, on peut considérer qu'en dehors des aspects "traitements de l'eau" ou "aquaculture et pêche", ce sont 40 hydrologues, 15

hydrauliciens, 20 hydrochimistes et 40 hydrobiologistes qui contribuent au CEMAGREF à couvrir le domaine des recherches pour l'aménagement des eaux.

La proportion de chercheurs et ingénieurs est variable d'un groupe à l'autre : 40 hydrologues et hydrauliciens, 6 hydrochimistes et 25 hydrobiologistes. Dans la perspective qui nous réunit aujourd'hui, on notera surtout que les flux entrée/sortie dans ces groupes sont différents, les deux derniers ayant été au cours des 5 dernières années plus stables que le premier, celui des hydrologues et hydrauliciens.

Dans ce groupe, la période récente a même vu le renouvellement atteindre 10% par an, ce qui peut valoir une médaille de la mobilité mais n'est pas souhaitable du point de vue capitalisation des acquis !

En "régime normal", le CEMAGREF a besoin chaque année d'un à trois hydrologues. Il devrait recruter également, si le renouvellement était idéal, un hydrobiologiste.

LES DOMAINES DE RECHERCHE au CEMAGREF :

* Cycle hydrologique aux échelles moyennes, validée sur sites expérimentaux (BVRE,...)

- étude des relations entre cours d'eau et nappe alluviale.
- étude et modélisation des flux au niveau des bassins fluviaux français, influence de l'agriculture intensive, rôle des matières en suspension et du compartiment "sédiment".

*Morphodynamique et hydraulique fluviale :

- écoulements turbulents : mesures et modélisation
- étude des phénomènes d'érosion torrentielle
- approche de l'inondabilité

* Biologie des systèmes aquatiques :

- détermination de la capacité d'accueil d'un système pour différentes populations ou peuplements
- mise au point de méthodes d'évaluation des effets toxiques (y compris insidieux).
- mesure et étude de l'activité trophique (fertilité des eaux, dégradation de la matière organique.)

Les profils des chercheurs et ingénieurs sont comme on le voit, nécessairement variés. Quelques "contrastes ou "points de repère" ressortent cependant :

- nécessité d'une culture large dans les sciences de l'eau, y compris l'ingénierie, la métrologie.
- spécialisation (modélisateurs, hydrauliciens, hydrochimistes, hydrogéologues, hydrobiologistes, biochimistes, et même toxicologues...)

Au delà de ces deux éléments de base indispensables, je voudrais mettre en exergue quelques qualités ou capacités qui, sans être attendues de tous, doivent être suffisamment représentées au sein de la communauté hydrologique (du CEMAGREF !) pour assurer sa vitalité :

- capacité à mener les recherches jusqu'aux applications
- capacité à changer de spécialisation au cours de sa carrière
- capacité à mettre au point des méthodes de mesure et d'observation, bases de l'expérimentation
- capacité à être "chef de projet".

V - EXPOSE de J.C. FONTES (Membre de la Commission 12/ CNRS)

Après un bilan de l'activité du CNRS, une augmentation des effectifs dans le domaine de l'hydrologie a été décidée (effet du colloque "TERRE"). Quatre recrutements ont été programmés. Ils portent sur :

- l'hydrologie des roches fracturées
- la géochimie (eaux sédiments)
- les bilans et les effets anthropiques (pluies acides)
- le bilan global (à l'échelle planétaire).

Deux de ces postes n'ont pas été pourvus par manque de candidats valables malgré une forte compétition.

Le recrutement au CNRS est le reflet de la valeur des équipes qui présentaient des candidats. La politique du CNRS est une politique très libérale, marquée par une orientation vers la science pure et dure, et l'influence des "Ecoles".

Dans le domaine de l'hydrologie, aucun pays européen ne peut tenir tous les domaines. Une concertation européenne paraît indispensable.

VI - EXPOSE de A. VAN DER BECKEN

A - La recherche hydrologique en Belgique

Elle rencontre de très grosses difficultés en raison :

- du fractionnement dû à la régionalisation.
- du faible recrutement
- de la durée trop courte des contrats de recherche (environ un an).

B - La politique européenne.

La politique européenne se développe de manière très structurée :

- programme SAST : analyse stratégique en besoins de recherches.
- constitution de réseaux d'Instituts de recherche en vue de développer les complémentarités
- politique de grands laboratoires européens (par exemple en hydraulique)

VII - EXPOSE DE J.P TRIBOULET, représentant le CIEH

BESOINS DU CIEH EN RECHERCHE HYDROLOGIQUE

Le Comité Interafricain d'Etudes Hydrauliques (CIEH), dont le siège est à Ouagadougou, demeure une structure d'intervention relativement légère (15 à 18 ingénieurs) pour mettre en oeuvre un programme assez vaste (ressources en eau, eau et population, eau et agriculture) dans une zone géographique très étendue (14 états de l'Afrique de l'OUEST et du CENTRE). Sa capacité propre de recherches est donc limitée par ses effectifs. Son rôle consiste donc essentiellement à assurer une coordination dans la conduite d'études et de recherches avec des institutions partenaires (définition de programmes, recherche de financements, gestion de projets), à assurer la veille technologique, la diffusion de connaissances (y compris par la documentation écrite).

Le profil souhaité pour les chercheurs nécessite des connaissances de base assez étendues sur les techniques de pointe et leurs applications, une aptitude à animer des équipes, et une aptitude à la transmission des connaissances.

VIII - EXPOSE de A. MUSY, EPF LAUSANNE

BESOINS DE CHERCHEURS EN HYDROLOGIE EN SUISSE

En Suisse, il n'existe pas d'organismes de recherches à proprement parler; la recherche est indissociable de l'enseignement, et s'effectue au sein des instituts de formation comme ceux de Zurich, Lausanne ou Neuchâtel.

Le financement de la recherche est assurée par des ressources étatiques et privées dans des rapports d'environ 2/3 et 1/3.

Les axes de la recherche hydrologique suisse sont :

- 1) en recherche fondamentale : l'analyse des mécanismes à l'échelle du bassin versant, ruissellement, infiltration, évaporation.
- 2) en recherches finalisées : l'approche régionale en vue d'évaluer les potentialités
- 3) en recherches spécifiques : crues, avalanches, et recensement des étiages en vue d'assurer la salubrité des cours d'eau.
- 4) enfin un axe en grand développement est l'approche intégrée des problèmes de l'eau avec l'analyse du rôle de l'eau dans la société : qualité, impact, méthodologie de l'analyse d'impacts et effets sur l'environnement.

On observe un déficit flagrant de chercheurs hydrologues en particulier dans l'approche intégrée qui demande des compétences multiples. Le profil d'un chercheur idéal comporte :

- une base scientifique solide : mathématiques, physique, chimie, informatique.
- une formation spécialisée dans un domaine "génie civil et rural, biologie, chimie".
- une ouverture générale vers les problèmes environnementaux. (écologie, droit, langues).
- le chercheur doit s'impliquer dans l'enseignement : chercher c'est bien, trouver c'est mieux, mais transmettre est indispensable.

Les domaines privilégiés ont été les suivants :

- modélisation couplée : écoulements, réactions chimiques
- écoulement très lents : zone de stockage
- bilans sur bassins versants.

DISCUSSION

A - Intervention de G. de MARSILY (Université PARIS VI)

Les grands programmes jouent un rôle de plus en plus important dans le développement scientifique par exemple :

- programme PIREN-CNRS : Grands fleuves
- ECOTHAU
- HAPEX-MOBILHY

Ces programmes ont un rôle fédérateur en particulier dans le domaine de l'interdisciplinarité. Ils influent aussi sur les recrutements au travers en particulier des allocations de recherches.

B - Intervention de B. POUYAUD (ORSTOM)

L'ORSTOM a poursuivi une politique vigoureuse de recrutement dans le domaine de l'hydrologie entre 1982 et 1987, 18 hydrologues ont été recrutés, dont 14 entre 1987 et 1991.