

Pierre DUBREUIL

**LA SCIENCE HYDROLOGIQUE**  
**Du service des colonies**  
**à l'aide au développement**

*Essai historique*

 L'Harmattan



## **La science hydrologique**

Du service des colonies à l'aide au développement

*Essai historique*

© L'Harmattan, 2003  
ISBN : 2-7475-4450-8

**Pierre DUBREUIL**

**La science hydrologique**

Du service des colonies à l'aide au développement

*Essai historique*

**L'Harmattan**  
5-7, rue de l'École-Polytechnique  
75005 Paris  
FRANCE

**L'Harmattan Hongrie**  
Hargita u. 3  
1026 Budapest  
HONGRIE

**L'Harmattan Italia**  
Via Bava, 37  
10214 Torino  
ITALIE



À la mémoire de Jean Tixier,  
Michel Beslon et Jean Sabatier, hydrologues, morts en  
service sur des terres lointaines.



## Remerciements

Tout particulièrement à :

Bernard Pouyaud et Jacques Sircoulon, dont les connaissances historiques et scientifiques, la gentillesse et la disponibilité ont permis à cet ouvrage de prendre sa forme définitive ;

et aussi à :

Marie-Madeleine Burkle, Pierre Chevallier, Jean-Marie Fristch, Christiane Hellegouarch, Christian Levêque, Jean-Claude Olivry et Pierre Ribstein de l'Institut de recherche pour le développement (IRD, successeur de l'Orstom),

Hubert Dosseur et Daniel Duband de Électricité de France,

Jean Margat et Jean-Jacques Sustrac du Bureau de recherches géologiques et minières,

Max Perrin de la Société hydrotechnique de France,  
pour tous les renseignements fournis.



## AVANT-PROPOS

« L'Histoire est le produit le plus dangereux que la chimie de l'intellect ait élaboré. »

P. VALÉRY, *Regards sur le monde actuel*, 1945.

L'eau est présente dans toutes les mythologies. Depuis la plus haute Antiquité, chercher l'eau est un acte essentiel des êtres humains et la trouver assure pour un temps la survie. Si l'eau est rare, depuis la nuit des temps on se bat pour y accéder. Les hommes ont très vite mis au point des techniques d'utilisation des eaux, techniques qu'ils vont sans cesse améliorer au cours des siècles. Comprendre d'où vient l'eau et comment elle se renouvelle sur la terre sont aussi depuis l'Antiquité des préoccupations importantes des philosophes et des penseurs, grecs ou chinois par exemple. Mais il faut attendre la fin du XVII<sup>e</sup> siècle pour que la notion du cycle de l'eau émerge de la réflexion scientifique ; et ce n'est qu'au XIX<sup>e</sup> siècle que la science commence à se consacrer à ce cycle avec une certaine assiduité. La recherche sur l'eau naît alors vraiment.

Si un Comité national de coordination pour la recherche au service du développement (CNC) est institué par le gouvernement français au début des années 1990, c'est peut-être qu'une fois de plus, dans cette dernière partie du XX<sup>e</sup> siècle, l'on s'interroge au sein de plusieurs ministères impliqués en cette matière sur l'efficacité de cette recherche et, plus précisément, sur le service réel qu'elle apporte aux pays bénéficiant de cette sorte d'action de coopération ou d'aide au développement.

La volonté d'aider au développement des anciennes colonies françaises n'a pas failli tout au long de ce XX<sup>e</sup> siècle

même si, à plusieurs reprises et en particulier au début des années 1960 lors de l'indépendance de ces colonies, elle doit affronter d'importantes réticences dans les milieux politiques et professionnels concernés, réticences relayées assez fortement par la presse. Le dilemme fameux entre Corrèze et Zambèze, alors à la mode, schématise le débat\*.

La volonté politique d'aide est souvent réaffirmée ensuite. En 1976, dans le VII<sup>e</sup> plan national, priorité est reconnue à la coopération scientifique et technique avec les pays en voie de développement afin « d'améliorer leur potentiel » ; en 1982, un programme dit « mobilisateur » au plan des priorités nationales de recherche scientifique, est consacré à la recherche scientifique et à l'innovation technologique au service du développement des pays du Tiers Monde.

L'allusion précédente aux deux cours d'eau n'est pas anodine, peut-on penser, d'une part si l'on veut bien reconnaître que l'aménagement des eaux est l'un des tout premiers composants d'une politique de développement et, d'autre part, si l'on veut s'intéresser, comme nous le faisons, plus particulièrement aux recherches hydrologiques entreprises dans le cadre du service du développement, dès la fin de la Seconde Guerre mondiale, sur ces territoires pour la plupart situés en régions intertropicales ou semi-arides. Dès le début, ces recherches sont d'ailleurs totalement orientées par la demande de mise en valeur desdits territoires ; elles prennent ensuite une expansion considérable et se sont poursuivies, malgré quelques vicissitudes, jusqu'à la fin du siècle, pour leur plus grande part au sein d'un organisme public créé en 1943 et qui, après plusieurs avatars, a conservé jusqu'en 1999 son sigle d'Orstom, même si depuis son appellation a changé.

Ceux qui ont eu la chance de vivre cette période exaltante peuvent éprouver quelque nostalgie en cette fin de siècle alors qu'aucune référence explicite à l'eau ne figure plus dans les grands projets scientifiques de cet organisme. Le temps d'un bilan sans complaisance n'est-il pas venu ? Les recherches sur l'eau ont-elles réellement servi le

---

\* Le budget de la France consacré au développement doit-il aller en priorité à notre territoire (ex. : la Corrèze) ou à l'aide aux pays tiers (ex. : le Zambèze).

développement des pays pour lesquels elles ont été conduites ? Leur objectif a-t-il été atteint ?

Quelle est leur place dans l'histoire des sciences de l'eau, en France et dans le monde ? Quel a été le poids du pouvoir politique sur les orientations choisies ? L'efficacité scientifique en a-t-elle souffert quelque peu ?

C'est un essai d'analyse historique que nous proposons, même si la participation à cette grande aventure rend plus délicate l'application d'une volonté certaine d'objectivité, au moins sur les faits, et même si les règles d'usage chez les historiens n'ont pas toujours été respectées. N'étant pas historien, l'auteur ne peut que modestement contribuer à écrire l'histoire en apportant son témoignage.



PREMIÈRE PARTIE

**AVANT 1942 :  
LES PRÉCURSEURS DE L'ÉPOQUE  
COLONIALE**



## Chapitre premier

# L'exploration des voies navigables est un début

« Je trouvai le fleuve barré sur toute sa largeur ; il se brisait dans les rochers... Je fis mettre les hommes à l'eau et là marchant péniblement sur les têtes du barrage en traînant le canot, tombant pour nous relever et retombant encore... »

Eugène MAGE, *Voyage au Soudan occidental, 1863-1866.*

### Les expéditions coloniales

Il semble bien que l'époque coloniale qui nous intéresse, pas plus à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle qu'entre les deux guerres de 1914-1918 et 1939-1945, n'ait été marquée par un quelconque début de recherches hydrologiques permanentes dans les territoires sous domination française.

Au début du XX<sup>e</sup> siècle, les activités de recherches, de manière générale, n'ont pas beaucoup évolué par rapport à celles du milieu du XIX<sup>e</sup> siècle lorsque commencent vraiment les premières expéditions de reconnaissance et de conquête de ces vastes territoires. Elles sont l'œuvre de scientifiques, qui agissent généralement à titre individuel, attirés par des domaines inconnus, tant sous les aspects géographiques que naturalistes. Parmi ces scientifiques précurseurs, nombreux sont ceux qui réalisent des travaux notables sur la connaissance de ces milieux. À la fin de la période examinée

ici, plusieurs d'entre eux pensent souhaitable que puissent être entreprises de véritables recherches pour aller au-delà de ce que quelques missions de courtes durées ont pu apporter comme informations nouvelles et révéler comme champs d'investigation passionnants à explorer.

Nous reviendrons sur ces souhaits dans la seconde partie de ce document.

À l'instar des grands navigateurs des XVI<sup>e</sup> et XVII<sup>e</sup> siècles qui servent alors les intérêts des couronnes d'Espagne et du Portugal, les autres puissances européennes maritimes comme l'Angleterre, la Hollande et la France lancent des expéditions sur toutes les mers du monde aux XVII<sup>e</sup> et XVIII<sup>e</sup> siècles. On recherche des mouillages sûrs, où de simples comptoirs sont d'abord construits. Un drapeau est planté qui atteste d'une présence, à vocation bientôt commerciale. On signale ainsi des navires marchands rouennais et dieppois sur la côte de Guinée entre 1541 et 1543, puis jusqu'en Angola à la fin du XVI<sup>e</sup> siècle. Pour satisfaire ses ambitions, chaque grand pays établit diverses compagnies commerciales. La Compagnie du Sénégal et des côtes d'Afrique fonde ainsi le comptoir de Saint-Louis en 1626, la Compagnie occidentale d'Afrique, créée par Colbert, établit le comptoir de Ouidah sur la côte du Bénin en 1671 (NEUVILLE et Bréard, 1884). D'autres navigateurs français fondent Fort-Dauphin à Madagascar en 1642, puis atteignent les îles devenues depuis Maurice et la Réunion en 1674.

L'existence d'une rivière au fond de la baie choisie pour le mouillage et pour l'établissement de ces comptoirs va faciliter plus tard les pénétrations terrestres.

Quelques-unes de ces expéditions parmi les plus fameuses en particulier dans la seconde moitié du XVIII<sup>e</sup> siècle emmènent à bord des savants. Citons Humboldt, Cook et La Pérouse. Ce dernier, français, fit son « *Voyage autour du monde* » de 1785 à 1788 en direction de l'Asie. Son récit (Maspéro, 1980), mentionne qu'il emmenait à bord de *La Boussole* (et de *L'Astrolabe*) « dix ingénieurs, savants et artistes ». Ceux-ci se livrent à des relevés géographiques, astronomiques, topographiques, climatiques, botaniques, lithologiques, naturalistes et surtout anthropologiques. L'eau des rivières ne les intéresse pas encore sauf pour s'abreuver

et renouveler leur provision d'eau douce. Elle ne les intéresse pas au sens de la science expérimentale du XX<sup>e</sup> siècle, mais certains y jettent parfois un regard de naturaliste.

La Pérouse n'écrit-il pas, parlant d'une reconnaissance à terre en l'île de Pâques :

«... l'ombre salutaire des arbres que ses habitants ont eu l'imprudence de couper... ce qui a exposé le sol à être calciné par l'ardeur du soleil et les a réduits à n'avoir ni ravins, ni ruisseaux ni sources : ils ignoraient que dans les petites îles la fraîcheur de la terre couverte d'arbres peut seule arrêter, condenser les nuages et entretenir ainsi sur les montagnes une pluie presque continuelle qui se répand en sources ou en ruisseaux... ».

Une belle illustration du cycle de l'eau sur la terre, tel que l'a découvert et vérifié au plan quantitatif Perrault un siècle plus tôt (voir chapitre II).

Au début du XIX<sup>e</sup> siècle, les puissances maritimes en compétition autour du globe décident de conforter leurs ports et comptoirs et de pénétrer dans les terres. Côté français, on peut retenir plusieurs dates :

– 1830, prise d'Alger qui sera suivie par la conquête de la Grande Kabylie en 1857 ;

– 1842, établissement définitif des comptoirs d'Assinie (fondés dès 1701) et de Grand-Bassam sur le littoral de la future Côte d'Ivoire ;

– 1839-1843, établissement des premières bases sur les côtes du Gabon ;

– 1840-1841, installation à Nossi-Bé, île proche de Madagascar ;

– 1842-1843, installation à Tahiti ;

– 1853, en Nouvelle-Calédonie...

Durant la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, les conquêtes se précisent et s'affirment à partir des côtes d'Afrique tropicale d'abord :

– de 1854 à 1898, conquête du Sénégal par Faidherbe ;

– de 1880 à 1889, conquête du Congo puis de l'Oubangui ;

- de 1883 à 1884, conquête du Gabon après les expéditions de Savorgnan de Brazza.

En utilisant également la voie saharienne, les pays du Sahel sont à leur tour colonisés : le Mali de 1886 à 1893, le Niger en 1891, la Haute-Volta en 1896, le Tchad de 1897 à 1912.

Plus loin, les conquêtes s'étendent à la Cochinchine entre 1862 et 1867, au Tonkin en 1873, à Annam en 1885 et à Madagascar entre 1895 et 1905.

À l'occasion de ces opérations de conquêtes, beaucoup d'expéditions empruntent les voies d'eau pour faciliter leur pénétration dans les terres, et l'on peut noter que des observations concernant la localisation, le tracé et l'hydrographie des fleuves, des rivières et des lacs ont été réalisées par quelques membres de ces expéditions. On pense ici aux plus fameuses d'entre elles conduites par les Britanniques Livingstone (entre 1842 et 1872) et Stanley (en 1877), par l'Allemand Nachtigal ou par Savorgnan de Brazza (de 1875 à 1878 puis de 1879 à 1882 sur l'Ogooué et sur le Congo). À l'évidence, les chutes et rapides qui entravent la navigation fluviale sont alors identifiés et situés sur des ébauches de cartes. Dresser la carte des cours d'eau, les situer dans l'espace géographique, puis repérer les conditions de navigabilité sont parmi les tâches techniques que s'imposent ces explorateurs.

Pour ce qui est de l'empire colonial français, des observations hydrologiques proprement dites sur les niveaux et débits des cours d'eau ne semblent pas avoir alors été effectuées de façon systématique. Les expéditions n'en ont d'ailleurs guère le temps. On trouve cependant quelques traces remarquables de telles observations hydrologiques dans la littérature de la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et du début du XX<sup>e</sup> que nous avons consultée sans d'ailleurs chercher à être exhaustif car tel n'était pas notre propos. Nous avons en effet admis que la recherche hydrologique ne pouvait avoir commencé sans observations et mesures permanentes. Or la conservation jusqu'à nos jours de telles observations et mesures permanentes n'apparaît pas à la lecture des principaux travaux bibliographiques consultés.

## La remontée des fleuves

Arrêtons-nous un instant sur ces précurseurs de la science hydrologique. Sur un rivage face à la mer, lorsque la marée est montante, l'observateur voit des vagues successives tantôt faibles, tantôt plus fortes qui peu à peu se recouvrent et progressent. Ainsi les indigènes africains, par exemple, ont-ils pu voir dans un premier temps la vague des navigateurs marchands, celle des explorateurs curieux, puis celle des naturalistes et géographes ; enfin survint la vague des militaires à laquelle succéda celle des administrateurs et des techniciens, avant la dernière vague scientifique.

Voyons ce qu'il en est pour le fleuve Niger dont le cheminement curieux et la longue et vaste boucle à travers toute l'Afrique occidentale ont certainement attisé la curiosité des premiers et les goûts de conquête des suivants. Les Anglais « tirent les premiers » avec l'expédition de Mungo Park qui atteint Ségou depuis Saint-Louis en 1795 ; l'expédition est renouvelée en 1805 mais l'explorateur atteint cette fois Bamako, un peu en amont de Ségou (il périt dans les rapides du fleuve, au début de son cours inférieur, en 1806). Puis c'est le tour de René Caillé. Dans son *Voyage à Tombouctou* (paru en 1830) celui-ci relate la découverte (de 1827 à 1828) du fleuve Niger, depuis la Guinée jusqu'à cette ville mythique et mystérieuse des confins sahariens. Cheminant par voie terrestre parmi les caravanes, il touche le haut Niger à Kouroussa (Guinée) puis, par la rive droite ne retrouve celui-ci qu'à Djenné et il s'étonnera qu'il ne soit pas plus large qu'à Kouroussa : il s'agit en fait du fleuve Bani, affluent de la rive droite, et non du Niger lui-même (la méprise n'est corrigée qu'en 1913). En ces occasions, il relève la largeur du fleuve, la direction principale du courant et il estime la vitesse des eaux (avec des flotteurs naturels ?).

En 1853, l'Anglais Barth confirme ce qu'a vu et décrit vingt-cinq ans plus tôt René Caillé et, dans son mémoire de voyage, il écrit :

« Je pense que le seul moyen d'implanter la civilisation en Afrique serait l'établissement de centres coloniaux sur les principaux fleuves ».

Alors que Caillé n'est qu'un amateur persévérant, vient après lui Eugène Mage, un officier de marine qui, sur instruction de Faidherbe, et accompagné d'un médecin (le docteur Quintin), étudie la possibilité de liaison entre le Sénégal et le Niger au cours d'une expédition conduite entre 1863 et 1866. Bloqué à Ségou par les Toucouleurs durant près d'un an (de février 1864 à mai 1865), il y installe une échelle limnimétrique pour observer les variations de niveau du fleuve, dont il fournit les relevés journaliers dans son récit de voyage (Mage, 1872). La médaille d'or de la Société de géographie le récompensera en avril 1987.

Un autre marin, Jaime, relate les mesures de vitesse effectuées sur le Niger en 1891, dans son ouvrage *De Koulikoro à Tombouctou*.

À la route, que l'on peut qualifier de « logique » qui va des côtes du Sénégal ou de Guinée vers le haut Niger succède la route à « contre-courant » depuis l'embouchure du fleuve sur la côte du Nigéria. C'est celle qu'emprunte avec succès le capitaine d'artillerie Lenfant (ouvrage de 1903). Avant lui, on peut faire état des navigations réussies du commandant Toutée, d'amont en aval et du lieutenant de vaisseau Hourst, d'aval en amont, tous les deux ayant pu franchir sans dommage les fameux rapides qui rendent le fleuve périlleux de Gao (à l'extrémité orientale du Mali) au confluent de la Benoué (au centre du Nigéria). La compétition est alors vive entre militaires européens sur ce fleuve Niger. Les puissances qui les envoient y veillent, au point d'avoir signé, en 1885 à Berlin, un traité relatif à la navigation. Ledit traité stipule, entre autres, que « la navigation du Niger est entièrement libre pour les navires marchands de toutes les nations », et qu'il n'y aura aucune entrave ni redevances y compris sur les affluents et pour les moyens de franchissement des obstacles, et cela même en temps de guerre. Dans le delta du fleuve, la France se voit octroyer à cette fin une enclave dite

de Forcados, par la convention franco-anglaise de 1898 signée à Paris.

Le capitaine Lenfant débarque dans cette enclave en février 1901 avec la mission de relier Say (un village un peu en aval de Niamey sur le Niger)... au Tchad ! Il s'agit toujours de trouver des voies de pénétration au plus profond de cette Afrique. Son expédition comprend six officiers et sous-officiers et dispose d'une vingtaine de bateaux longs de 17 mètres, larges de 2,30 m et d'un tirant de 1,20 mètre, susceptibles de porter des charges de 6 à 12 tonnes. Fin connaisseur du Niger, Lenfant qui, auparavant a commandé le port de Bamako à Koulikoro entre 1898 et 1899, réussit sa remontée du fleuve et est le premier de tous ces explorateurs à livrer dans son ouvrage une description complète et avancée de l'hydrographie (du delta, du fleuve, des lacs, des rapides et des anciennes captures), et de l'hydrologie du Niger (régime d'écoulement et de la formation de la crue dans les principaux biefs). Il a également installé quelques échelles à Say, à Gaya (frontière du Niger et du Nigéria), à Badjibo (Nigéria)... Plus remarquable encore est l'annexe de son livre, consacrée à une « Explication théorique et mécanique de la crue générale du Niger », dont il présente un tableau synoptique en dix biefs avec les indications des tirants d'eau en fonction des dates. Il suggère même que l'on représente la crue à l'aide d'une succession de réservoirs séparés par des seuils, vision prémonitoire de ce que sera, un demi-siècle après, le fameux modèle d'écoulement à réservoirs de l'US Corps of Engineers (l'arme du génie). Sans conteste, Lenfant est bien l'un des véritables précurseurs de l'hydrologie tropicale.

En régions de savane, les expéditions peuvent donc utiliser la voie terrestre (celle des caravanes), ou la voie fluviale et l'on constate que, pour le Niger par exemple, elles ont tendance à grossir avec le temps en moyens humains et matériels. C'est surtout une solution *a minima* que choisit Savorgnan de Brazza lorsqu'il entreprend la remontée de l'Ogoué, fleuve côtier gabonais, pour tenter de rejoindre par les terres le fleuve Congo, que des chutes infranchissables interdisent d'atteindre directement depuis la mer. À l'opposé de Stanley, qui dispose de moyens importants fournis par le

royaume belge et qui atteint ce fleuve Congo dans son bief navigable par la rive gauche, Brazza part seul avec douze laptots et quatre pirogues de vingt piroguiers. Conscient des importantes difficultés auxquelles il va être confronté, en forêt dense équatoriale, pour franchir les seuils rocheux qu'il va devoir contourner, Brazza s'équipe légèrement (Neuville et Bréard, 1884).

Il affiche une philosophie colonisatrice qu'il décrit ainsi :

« Là où j'aurai mission de porter le drapeau que vous me remettez il sera un signe de paix, de science et de commerce... humain et compatissant avec les faibles ».

À l'issue de sa première expédition, l'enseigne de vaisseau atteint les chutes de Poubara, proches de la future ville de Franceville, qu'il juge infranchissables, au point de déclarer que « ce fleuve [n'est] pas une voie pour pénétrer dans l'intérieur ». Quelque peu désabusé, il écrit même :

« le problème de l'hydrographie africaine me semble de plus en plus obscur, car je ne pouvais imaginer que le Congo roulât ses ondes majestueuses dans la direction du soleil levant ».

Il se reprend cependant assez vite et, lors de sa seconde expédition, outre les 150 kilomètres d'Ogooué jusqu'à Poubara, il réussit à parcourir par voie terrestre (par chance, il se trouve alors en altitude moyenne, hors forêt en zone de savane) les 120 kilomètres qui le séparent d'un affluent du Congo, l'Alima. Il détermine ainsi la ligne de partage des eaux entre les bassins de l'Ogooué et du Congo, puis il découvre un passage plus facile par les vallées du Niari et du Djoué, par lesquelles sera ultérieurement tracée la voie de chemin de fer qui contourne les chutes d'Inga sur le Congo.

On retrouve Lenfant au Tchad, deux ans après son expédition sur le Niger. Relatant son nouveau voyage, il indique une série de relevés limnimétriques effectués en 1903 à Lai sur le Logone, un affluent du lac Tchad. Peu de temps après, toujours dans la région du lac Tchad (autre lieu de mystère pour les colonisateurs) ont lieu les missions

effectuées entre 1906 et 1909 par le général Tilho (alors commandant) qui, pendant la période de conquête et de pacification du Tchad, cherche à élucider l'alimentation en eau de ce lac situé en limite du Sahara. De ses abondants documents scientifiques de mission (Tilho, 1910), on retiendra qu'il avait mis en place des relevés réguliers du niveau du lac (une échelle lue en 1908, une seconde de 1912 à 1919) et constaté la variabilité de ce niveau, témoin de la variabilité des apports fluviaux, en repérant des marques depuis 1800 environ. Ces missions posaient d'autres questions sur le régime du Logone qui inciteront le commandant Tilho, devenu général, à la création de la Commission scientifique du Logone et du Tchad, juste après la Seconde Guerre mondiale (voir deuxième partie).

## **Les premières observations hydrologiques**

Régularité des observations de niveaux, analyse de l'évolution annuelle de ces niveaux, et constatation de l'hydraulicité variable ont représenté réellement trois avancées notoires de l'apport français à l'hydrologie sous les tropiques à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle et au tout début du XX<sup>e</sup>. On est encore cependant à la préhistoire de cette hydrologie des tropiques ou pour le développement, dont le capitaine Lenfant et le général Tilho sont bien des précurseurs.

La plus grande exception à cette absence d'observations hydrologiques régulières à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle est évidemment celle du bassin du Nil (Sutcliffe et Parks, 1999). L'importance vitale du fleuve pour l'Égypte, la curiosité pour ses sources y conduisent très tôt diverses expéditions égyptiennes qui remontent le Nil blanc en amont d'Assouan vers 1840, puis des expéditions britanniques dont celle de Speke qui atteint le lac Victoria en 1858 et le lac Albert, avec Baker, en 1860. Dès 1869, une échelle limnimétrique est installée sur le Nil à Assouan, tandis que des mesures de débits systématiques réalisées sur des sites dotés de nouvelles échelles démarrent avec le début du XX<sup>e</sup> siècle. En 1927, on

répertorie 100 échelles de niveau et des mesures régulières de débit sont effectuées sur 42 d'entre elles, sous l'impulsion de Lyons, dès 1906. Les Britanniques ont alors trente-cinq ans d'avance sur les Français.

*Lyons, par l'impulsion qu'il donne aux observations sur le Nil, fait à l'évidence partie de ces précurseurs de l'hydrologie des régions chaudes du globe, en voie de développement.*

Au Congo, dont Stanley est le premier à ouvrir les portes aux Européens, on assiste à des prémices hydrologiques à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, qui suivent d'assez près les travaux des Anglais tout en laissant des traces un peu différentes dans la littérature consultée (Devroey, 1939 et 1941, parmi d'autres). Y sont en effet mentionnées de nombreuses mesures de débits importants :

- en 1877, en étiage sur le fleuve Congo près du Stanley pool ;
- en 1885, sur le Kasai, important affluent, effectuées par des militaires ;
- en 1886, près de l'embouchure du Congo, etc.

Cependant, ces mesures ne correspondent pas à des périodes d'observations, suivies et conservées, des niveaux des cours d'eau. Plusieurs ouvrages publiés tant à Iéna qu'à Bruxelles à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, décrivent ces jaugeages. Comme on le vérifiera ultérieurement, les Belges ont également été plus rapides que les Français à aborder l'hydrologie moderne dans leur grande colonie.

## **Les travaux d'infrastructure**

L'empire colonial français est considéré comme à peu près constitué vers 1880 dans ses dimensions géographiques, même si quelques pacifications territoriales continuent après cette date, comme on vient de le voir.

Commence alors une phase d'occupation administrative et de mise en valeur, ou plutôt de mise en exploitation,

destinée à approvisionner la métropole en produits exotiques, d'origine minière surtout, mais aussi agricoles et forestiers. Les objectifs de cette exploitation reposent sur le principe selon lequel le gouvernement français ne souhaite pas engager de dépenses sur son propre budget et qu'en conséquence, les territoires doivent financer les travaux d'infrastructure par leurs revenus d'exportation, dans la mesure où des compagnies privées n'ont pas pris le relais par le canal de concessions octroyées par le gouvernement. Cette politique ressemble d'ailleurs, à quelques nuances près, à celle des autres pays européens dotés de colonies (Coquery-Vidrovitch et Moniot, 1984).

Un tel programme d'exploitation s'ébauche lentement à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Les fédérations d'Afrique-occidentale et équatoriale françaises (A.-O.F. et A.-É.F.) sont respectivement créées en 1904 et 1910. L'exploitation s'accélère quelque peu après la guerre de 1914-1918. Elle exige évidemment des reconnaissances et des observations plus approfondies que celles des expéditions de reconnaissance et d'occupation territoriale précédentes. Quelques infrastructures doivent être réalisées, essentiellement pour évacuer les produits vers la France. Celles qui concernent les transports et les voies de communication sont parmi les premières, telle la voie ferrée Sénégal-Niger réalisée entre 1883 et 1898, ou les voies de navigation sur les grands fleuves qui débouchent à proximité des ports créés de longue date. Identifier les seuils rocheux, les passages entre les hauts-fonds et les tirants d'eau variables fait partie des études préalables à toute implantation d'un dispositif régulier de navigation fluviale. L'usage d'échelles limnimétriques fixes, pour mesurer les niveaux, s'impose dans la plupart des cas difficiles à résoudre au-delà des relevés ordinaires d'exploration par voie d'eau des conditions de navigabilité. Quelques échelles de niveau d'eau sont donc implantées dans les ports fluviaux et à proximité de certains rapides.

C'est ainsi que les vagues exploratrices et militaires cèdent la place à la vague technicienne. On entre alors dans la période pré-scientifique durant laquelle la mise en valeur des colonies requiert, entre autres, des observations et mesures régulières sur des cours d'eau. Pour pouvoir identifier les

débuts de l'hydrologie, l'important est évidemment qu'elles soient utilisables dans le futur (en particulier pour les relevés d'échelle que l'on doit pouvoir rattacher à un niveau altimétrique de référence).

Dans l'empire français d'Afrique, la plus ancienne échelle de niveau, encore en fonctionnement et répertoriée, c'est-à-dire dont les relevés ont été récupérés et sauvegardés, est celle de Kayes installée en 1892 par la compagnie des Messageries du Sénégal sur le fleuve du même nom (fleuve à l'embouchure duquel les premiers navigateurs français avaient fait escale dès le XVII<sup>e</sup> siècle et sur lequel la navigation posait quelques problèmes). Une série d'autres échelles est installée aux mêmes fins en 1901 à Bakel, puis en 1903 en six autres sites sur le même fleuve Sénégal. Toutefois, dès 1875, un ouvrage sur le climat du territoire du Sénégal, du docteur Borius mentionne des relevés réguliers de niveau du fleuve du même nom à Bakel et Dagana entre 1870 et 1872, mais ces relevés n'ont pu être utilisés ultérieurement.

En 1904, la Compagnie du chemin de fer Dakar-Niger fait également poser cinq échelles sur ce même fleuve et sur des affluents, pour vérifier que l'ouvrage de franchissement nécessaire a été correctement dimensionné. Il faut attendre 1907 pour que la Compagnie générale des colonies mette en place l'échelle de Koulikoro sur le fleuve Niger, un peu en aval des rapides proches de la ville de Bamako et à l'entrée d'un bief vraisemblablement navigable jusqu'aux rapides de Labbezanga, c'est-à-dire bien au-delà de Tombouctou. Les observations de Lenfant mentionnées précédemment seront aussi jugées irrécupérables ultérieurement.

En Afrique centrale et équatoriale, deux missions importantes sont organisées pour étudier les conditions de navigabilité sur le fleuve Congo et surtout sur son affluent, l'Oubangui (Mission hydrographique française Congo-Sanga-Oubangui), ainsi que sur la Bénoué (au Cameroun) et sur le Chari, tributaire principal du lac Tchad, avec le même objectif.

Elles sont conduites respectivement par les ingénieurs Roussilhe et Darnault entre 1910 et 1919 d'une part, 1928 et 1929 d'autre part (si l'on en juge par les dates d'installation

des diverses échelles limnimétriques répertoriées depuis). On a par exemple des relevés des niveaux de l'Oubangui à Bangui depuis 1911. À Brazzaville, le Congo a été doté d'une échelle dès 1901, mais les premiers relevés conservés sont ceux de Léopoldville, doté d'une échelle en fonction depuis 1904. Durant sa première mission, en 1911, Roussilhe effectue de nombreux jaugeages.

À la même époque ont lieu (rappelons-le) les missions de Tilho sur le lac Tchad ; une échelle est alors placée en 1906 à Fort-Lamy (aujourd'hui N'Djamena). En 1905, une mission protestante installe une échelle sur l'Ogooué, à Ngomo au Gabon. Le long de ces grands fleuves navigables, quelques autres échelles en complément apparaissent entre les deux guerres mondiales, mais elles sont en nombre limité.

Selon P. Chaperon (1993), à Madagascar, avant la guerre de 1939-1945, des observations de niveau ont été effectuées en divers endroits et périodes :

– 1909, sur le site du barrage d'Antelomita projeté sur l'Ikopa supérieur ;

– 1925, à Sambirano et 1935, à Maevarano à des fins hydro-agricoles ;

– 1928-1934, à Rogez sur la Vohitra, suite à la mission Candelier de prospection hydro-électrique.

Apparemment, seuls les relevés de la Vohitra ont été conservés et répertoriés.

Un objectif similaire de production d'énergie semble avoir motivé la mise en place d'une échelle limnimétrique en Indochine sur le Danhim, dès 1925. Il s'agit en fait de la seule échelle de mesures dont les relevés ont pu être depuis répertoriés. Mais de nombreuses observations et mesures ont été effectuées au XIX<sup>e</sup> siècle dans ce vaste ensemble colonial d'Indochine où les Français avaient beaucoup investi. On sait en effet que plusieurs travaux d'implantation de périmètres irrigués y ont été entrepris pour accroître la production de riz, mais aucun relevé limnimétrique s'y référant ne paraît avoir été sauvegardé. On sait également que les ingénieurs des travaux publics se sont attelés, entre autres tâches, au contrôle des inondations du fleuve Rouge fortement dommageables tant à la riziculture qu'à la ville de Hanoi.

Dans cette même ville, il semble y avoir eu des relevés réguliers du fleuve depuis 1884, et une importante campagne de jaugeages et de mesure de transports solides dès 1910 qui ont permis la réalisation de travaux colossaux d'endiguement entre 1912 et 1917, et même l'élaboration d'une première règle d'annonce des crues (A. Normandin, 1925).

Apparemment, ces observations et mesures n'ont pas été sauvegardées, mais nous n'en sommes pas sûrs. D'une part, la guerre d'Indochine, après l'occupation japonaise, a commencé en 1947, et beaucoup d'informations ont ensuite été perdues. D'autre part, les hydrologues de l'Orstom n'ayant pas eu à travailler sur cette portion du continent asiatique, nos investigations bibliographiques sont sommaires.

Les mêmes remarques s'appliquent au Maghreb : pas d'intervention de l'Orstom en hydrologie avant les indépendances, donc pas de recherches systématiques de données anciennes, bien que les besoins en eau, puis en protection des sols contre l'érosion ont certainement rendu nécessaires de telles observations hydrométriques. On doit donc se contenter d'une seule source d'information, celle de G. Medinger (1948), chef de la section d'hydrologie en Algérie après la Seconde Guerre mondiale. Il situe le démarrage des observations et des mesures systématiques sur les cours d'eau en 1924 et précise que, devant la nature des oueds algériens, dès le début, les observations de niveau se font à l'aide d'enregistreurs à prise de pression et les jaugeages dans des biefs canalisés et bétonnés. Des observations intermittentes de niveaux d'eau ont cependant été effectuées avant 1924. Ainsi, l'oued Rhumel aurait-il été suivi depuis 1861.

Aucune donnée de même nature ne paraît avoir été par ailleurs conservée dans les autres possessions de l'empire français en Nouvelle-Calédonie, aux Antilles, en Guyane et à la Réunion.

Logiquement, la suite de notre analyse historique se concentre sur les colonies dans lesquelles l'Orstom intervient dès sa création.

En outre, dans ces colonies, comme on l'a déjà écrit, des études locales sont conduites un peu partout afin de

permettre les premières adductions d'eau urbaines et quelques projets d'irrigation. Parmi ceux-ci d'ailleurs, citons le périmètre de l'Office du Niger, implanté dès 1932 en rive gauche le long de ce fleuve en aval de Bamako et en amont de son delta intérieur. Ces divers travaux d'aménagement des eaux (comme le barrage de Sansanding pour l'Office du Niger) ont dû faire l'objet, lors de leur implantation, d'observations sur les ressources en eau, parfois accompagnées de mesures de débits. Celles-ci ont dû rester ponctuelles et n'ont pas été répertoriées.

Chutes d'eau et rapides ont certainement été les points clés des observations durant plus d'un siècle d'explorations, parce qu'obstacles pour ceux qui recherchent la navigabilité, ils offrent une potentialité de production d'énergie aux autres. Mais les ports et les grandes villes ont également tiré bénéfice des sollicitudes de la vague technicienne des Normandin, Roussilhe et Darnaud. Dépassant la vague militaire des Lenfant et Tilho, ces ingénieurs ouvrent grande la porte de l'hydrologie tropicale dans l'empire français.

Vers 1930, les géologues qui entreprennent des prospections systématiques dans les colonies procèdent à l'identification et à la cartographie des roches, comme à la recherche de gisements miniers, mais ils n'identifient pas encore les principaux grands aquifères.

## **Les premières observations météorologiques**

Il est finalement intéressant de noter la mise en place, dès 1921 et 1922, des premiers services météorologiques tant en A.-O.F. qu'en A.-É.F. À cet égard, la connaissance des pluies (ainsi d'ailleurs que celle des autres paramètres climatiques mesurés) à l'aide de séries longues et régulières précède celle des débits des rivières et va être, à l'évidence, d'une grande utilité pour améliorer ultérieurement la connaissance de ces débits, comme nous le verrons plus loin. Avant la création de ces services, il n'y a, en 1913, que douze stations de mesure de la pluie en Afrique de l'Ouest, presque

toutes situées au Sénégal : deux stations fonctionnent toutefois depuis 1837 en Algérie. Partout, dans les colonies des autres pays européens, les observations météorologiques régulières précèdent l'ensemble des observations hydrologiques de plusieurs dizaines d'années.

Plus la France attache d'importance à ses colonies, plus vite les infrastructures y sont implantées et plus tôt apparaissent observations météorologiques puis hydrologiques. Cela se passe ainsi au Maghreb d'abord, en Indochine ensuite, en Afrique au sud du Sahara en dernier.

### **Les premières mesures de débit**

Dans l'empire colonial français, les seules observations régulières (souvent sur de courtes durées d'ailleurs) de niveaux des cours d'eau ont été entreprises en fonction d'objectifs de navigation fluviale, de production d'énergie hydraulique, de protection contre les inondations ou de franchissement ferroviaire. Quelques repères historiques les concernant ont déjà été donnés. Mais peu de mesures des débits les accompagnaient. Celles qui ont été retrouvées, collectées, conservées et qui sont donc encore utilisables de nos jours concernent :

- le Niger à Koulikoro entre 1922 et 1923, œuvres de la Compagnie générale des colonies ;
- deux cours d'eau congolais, la Djoué et la Foulakari, en 1928, à l'occasion de la mission Darnault déjà mentionnée ;
- le Danhim vietnamien de 1939 à 1940.

### **Dans l'Antiquité**

Pour les mêmes raisons que celles évoquées au sujet du Maghreb et de l'Indochine, aucune recherche bibliographique n'a été systématiquement entreprise sur les pays

colonisés par d'autres nations européennes. Il ne semble pas, sauf pour l'Afrique du Sud, que le bilan ait été plus positif. On a déjà évoqué les cas particuliers des bassins du Nil et du Congo, qui échappent à ces considérations restrictives.

Pour l'anecdote, notons que les Européens n'ont pas découvert la mesure des niveaux des cours d'eau avant les Égyptiens qui, dès l'ère pharaonique, suivaient l'évolution des eaux du Nil avec des plans inclinés ou des gradins dits « nilomètres ». Le caractère vital du Nil pour les Égyptiens peut expliquer cette sagacité mise en œuvre plus de trois mille ans avant l'ère chrétienne sous le contrôle des prêtres. On a retrouvé des vestiges de nilomètres de 5 000 ans (Bonnin, 1987). On a aussi retrouvé (Sutcliffe, 1998) des relevés de niveaux effectués sur ces nilomètres :

– à Palermo durant 60 ans, près de 3000 ans avant l'ère chrétienne ;

– à Semna où de très hauts niveaux ont été relevés entre 1840 et 1770 avant J.-C. ;

– au Caire sur l'île Roda, où la plus longue série d'observations retrouvée concerne les maximums et les minimums entre 1921 et 622 avant J.-C. En 1951, W. Popper consacre un ouvrage de plus de 200 pages à l'analyse de cette série issue du nilomètre de Rodda.

On sait également que, dans les régions chaudes du globe de nombreuses civilisations ont depuis très longtemps entrepris d'importants travaux hydrauliques soit pour accéder à l'eau lorsqu'elle est rare (creusement de galeries souterraines, « foggaras » dans le Sahara ainsi qu'au Proche-Orient), soit pour irriguer la céréale de base, le riz, dans diverses zones du Sud-Est asiatique et en Chine (les toutes premières galeries de ce type y auraient été construites dans le Xinkiang). Des traces de mesures de la pluie ont été identifiées en Inde quatre siècles avant l'ère chrétienne. Chinois et Coréens ont également entrepris des observations des pluies et des niveaux des rivières bien avant les Européens.

Si, dès la lointaine Antiquité, des connaissances techniques ou naturalistes issues de l'observation des sources d'eau et des moyens de l'utiliser ont été acquises à des degrés divers par de nombreuses sociétés (la Rome antique fut l'une des

plus performantes pour les usages de l'eau), aucune n'approcha la connaissance quantitative du cycle de l'eau qui est à la base de la science hydrologique. Pour s'en convaincre, il suffit de relire les auteurs grecs – Aristote, Lucrèce – qui ne purent, faute d'instruments appropriés, que soupçonner la notion de ce même cycle.

Pour conclure, remarquons qu'avant le XIX<sup>e</sup> siècle, aucun programme de recherches hydrologiques ne paraît réellement avoir été initié avec une vision de long terme, de continuité, et d'accroissement des connaissances. Il était encore trop tôt pour un tel démarrage. Ce ne sont pas les méthodes et les moyens de la science qui manquaient alors, comme va le montrer le chapitre suivant, mais plutôt les équipes de chercheurs disponibles et intéressés, c'est-à-dire susceptibles de séjours de longue durée pour assurer la continuité des observations. Sans implantation de réseau hydrologique d'observation et de mesure permanent, comme en météorologie, on peut comprendre que la recherche hydrologique n'a pu suivre le même rythme et qu'elle aura besoin de temps avant de se développer réellement dans les pays en développement.

## Chapitre II

### **Hydrologie : la naissance d'une science**

Cet ouvrage est consacré au développement des recherches hydrologiques dans les pays membres de l'ancien empire français d'abord et ensuite, de manière plus générale, dans les pays en voie de développement avec lesquels la France a coopéré de façon assez régulière. Les notions de cycle de l'eau, d'observations des niveaux des cours d'eau, de mesures de débits ont été évoquées dans le premier chapitre. Il est maintenant nécessaire de préciser la définition de l'hydrologie, telle qu'on l'entend de nos jours. Cette définition s'impose d'autant plus que le mot a des acceptions diverses et que le domaine des sciences hydrologiques, à la fois vaste et de frontières imprécises, a eu besoin de plus de temps que d'autres pour s'individualiser.

À la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, Littré, dans son *Dictionnaire de la langue française*, définit l'hydrologie comme « la partie de l'histoire naturelle qui traite des eaux et de leurs différentes espèces », une définition à la fois très large et aujourd'hui désuète puisqu'elle cantonne cette discipline à la description naturaliste qui prévaut alors. Le dictionnaire Larousse (1999) est plus précis puisqu'il qualifie l'hydrologie de « science qui traite des propriétés mécaniques, physiques et chimiques des eaux marines (hydrologie marine ou océanographie) et continentales (hydrologie fluviale ou potamologie ; hydrologie lacustre ou limnologie) ». Seules les eaux continentales nous intéressent ici.

À quand remonterait alors le concept de science hydrologique ? En fait, avant Littré, si l'on en croit les

scientifiques d'aujourd'hui. On trouvera un historique complet et condensé sur le cycle de l'eau dans un article de Y. L'Hôte (1990), auquel nous ferons plusieurs emprunts tout au long du texte consacré à ce concept.

## **Du cycle de l'eau à l'hydrologie**

En 1974, l'UNESCO consacre un symposium international au tricentenaire de l'hydrologie. D'un commun accord, la communauté scientifique d'alors, a fait coïncider les débuts de la science hydrologique avec la parution de l'ouvrage du Français Pierre Perrault *De l'origine des fontaines*. Et nous voici en 1674. En effet, Perrault aurait été le premier (suivi de peu par Mariotte) non pas à parler de l'eau comme une ressource naturelle sous ses diverses formes terrestres, marines ou atmosphériques, mais à « déceler l'existence d'un cycle de l'eau reliant précipitations, écoulements et évaporation et à le vérifier quantitativement ». Or, pour les scientifiques contemporains, la notion de cycle quantifié de l'eau est fondamentale : elle constitue une approche physique réaliste qui permet de comprendre, de quantifier et enfin de modéliser l'évolution de la ressource en eau. Cette notion était un concept scientifique novateur et donc fondateur. Ce qui fera dire, lors du symposium de 1974, que « la France était au XVII<sup>e</sup> siècle, la Mecque de la science... ».

Malgré ce début prometteur, le concept hydrologique intéresse peu les savants durant la grande explosion des sciences et des techniques au XVIII<sup>e</sup> et surtout au XIX<sup>e</sup> siècle au bénéfice essentiellement de la physique, la chimie et la mécanique. En hydrodynamique, on peut seulement relever le rôle majeur du Suisse Bernoulli et avant la Révolution, les premiers travaux de Lavoisier sur la composition chimique de l'eau. En 1802, l'Anglais Dalton relie l'évaporation à la tension de vapeur d'eau dans l'atmosphère et à la vitesse du vent. C'est à la fois une première tentative pour expliciter et quantifier les causes principales d'un élément du cycle de

l'eau. Ce n'est qu'en 1856 que l'ingénieur français Darcy explicite l'écoulement de l'eau en milieu saturé, également sous la forme d'une loi mathématique.

En revanche, les applications de la mécanique des fluides et de l'hydraulique à l'utilisation des eaux furent nombreuses. Alors que, à l'instar des Égyptiens, les civilisations anciennes avaient su repérer les niveaux de l'eau, extraire l'eau des puits et procéder à des irrigations ; alors que la plupart des sociétés occidentales confrontées à des fortes inondations de cours d'eau avaient, depuis plusieurs siècles, su relever les cotes maximales atteintes en ces occasions exceptionnelles, il faut attendre le XVIII<sup>e</sup> siècle pour que l'on effectue des mesures régulières des niveaux de la Seine (1732) et qu'on les enregistre (Palmer, sur la Tamise, en 1832). Ici aussi, on peut noter le retard pris sur la météorologie, puisque le premier pluviomètre observé régulièrement depuis est mis en place en 1689, à l'Observatoire de Paris, après les premières mesures dues à l'Italien Castelli en 1639.

Quant aux mesures des débits par celles des vitesses de l'eau, après l'usage des flotteurs déjà décrit par Léonard de Vinci au XV<sup>e</sup> siècle, les techniques plus élaborées ne voient le jour qu'en 1732 (usage du tube du Français Henri Pitot) et en 1790 par l'emploi du moulinet à hélice, (dû à l'Allemand Reinhard Woltman, qu'aurait précédé le Portugais Cabral en 1786). Citons également la découverte, au XIX<sup>e</sup> siècle, de la houille blanche par le Français Bergès en 1867. La première centrale hydraulique à turbine sera construite en France, près de Vizille, par l'ingénieur Deprez, en 1883.

Darcy 1856, Bergès 1867 et Deprez 1883 : à ces trois précurseurs de l'hydrologie souterraine et de l'utilisation énergétique de la ressource en eau, on peut ajouter, pour cette seconde partie du XIX<sup>e</sup> siècle qui voit décoller l'industrialisation, l'ingénieur Eugène Belgrand. Prévoyant la croissance des besoins en eau des Parisiens, en 1855, il obtient la création du Service des eaux par le Conseil municipal de Paris et il lance les grands travaux d'aménée d'eaux par aqueducs. En 1852, il écrit un ouvrage sur la Seine à Paris, première ébauche des futures grandes monographies descriptives de fleuves et rivières, dont

s'inspirera soixante-dix ans plus tard le grand géographe Maurice Pardé pour promouvoir au plan mondial sa vision de la potamologie ou hydrologie fluviale.

Les éléments de mesures et d'observations des niveaux et débits des rivières sont disponibles à la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et pourtant, la science hydrologique, en retard sur les sciences voisines, ne parvient pas encore à s'individualiser même à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Elle existe toutefois à travers de nombreuses applications comme la prévision des inondations, la navigabilité, la production d'énergie hydraulique, l'alimentation en eau des villes...

L'épistémologie de l'hydrologie peut s'aborder par grandes étapes :

– un XVII<sup>e</sup> siècle d'éclosion du concept moderne de cycle de l'eau ;

– un XVIII<sup>e</sup> siècle d'explicitation des processus de ce cycle et de développement de l'instrumentation nécessaire à une quantification précise ;

– un XIX<sup>e</sup> siècle d'explosion des besoins de la société qui s'industrialise et une capacité de réponse des scientifiques et surtout des ingénieurs, ceux-ci utilisant désormais les bases acquises ainsi que le calcul des probabilités et des statistiques pour quantifier les variables aléatoires de l'hydrologie. Les données fournies par les premières mesures régulières vont permettre le décollage de l'hydrologie stochastique.

## **De l'hydrologie scientifique aux sciences hydrologiques**

D'après la définition du Larousse, la science hydrologique qui nous intéresse ici concernerait les eaux continentales. Essayons d'être plus précis. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, cette science s'est très fortement développée et diversifiée, comme la plupart des autres sciences. Ce développement a surtout été favorisé, après la découverte de la houille blanche, par la volonté politique d'exploiter le potentiel hydraulique français d'une part, et de contrôler les crues des grands fleuves afin d'alimenter en eau les grandes

agglomérations, d'autre part. Une volonté politique de développement induit alors inéluctablement l'effort particulier des ingénieurs dans ce domaine, comme nous le verrons plus loin.

L'hydrologie accède à un statut reconnu de science grâce aux incitations des principales académies des sciences des pays alliés durant la Première Guerre mondiale. Dès novembre 1918, est créée sur proposition française l'Union internationale de géodésie et géophysique (UIGG), composée de six associations internationales s'intéressant à la géodésie, à la sismologie, à la volcanologie, au géomagnétisme, à la météorologie et à l'océanographie physique. L'hydrologie scientifique rejoint cette Union en mai 1992 lors de son assemblée générale de Rome. L'Association internationale d'hydrologie scientifique (AIHS) tient sa première réunion à Madrid en 1923.

Elle devient l'Association internationale des sciences hydrologiques (AISH) en 1971 (lors de sa réunion de Moscou), ce qui témoigne de la diversification qui s'est opérée en son sein en quelques décennies après la Seconde Guerre mondiale.

Dans les années quatre-vingts, l'AISH fournit une définition précise, détaillée et internationalement admise des sciences hydrologiques qui vont inclure :

- « l'étude du cycle hydrologique dans sa partie relative aux terres émergées et aux eaux des continents, des processus physiques, chimiques et biologiques les concernant, de leurs rapports avec le climat et les autres facteurs physiques et géographiques, et des inter-relations entre eaux de surface et eaux souterraines ;

- l'étude de la neige et de la glace dans tous leurs aspects physiques et géographiques ;

- l'étude de l'érosion et de la sédimentation ;

- les recherches relatives à l'établissement de modèles physiques et mathématiques qui représentent les systèmes hydrologiques concernant les eaux de surface et les eaux souterraines ;

- l'examen des aspects hydrologiques de l'utilisation des ressources en eau, de leur management et des modifications affectant ces ressources sous l'influence de l'homme. »

C'est à cette définition très complète de 1980 que nous ferons référence dans cet ouvrage et c'est à la totalité de ce domaine scientifique auquel il faut ici s'intéresser, à l'exception peut-être de la nivologie et de la glaciologie dont l'importance dans les pays chauds arides ou tropicaux considérés dans cet ouvrage est presque nulle, hormis localement dans les Andes et dans l'Himalaya.

Si la plupart des recherches considérées concerne les eaux continentales superficielles, les eaux souterraines sont également prises en compte et font parfois l'objet de recherches conjointes. Cependant, l'hydrogéologie est distincte et éloignée dans l'organisation des sciences (faisant partie de la géologie et du groupe des sciences de la terre), ce qui conduira pendant longtemps à un cloisonnement dommageable à l'approche globale du cycle de l'eau et des ressources en eau tant sur le plan pratique que scientifique. Notons pour l'histoire de ces sciences hydrologiques que le terme d'hydrogéologie a été employé pour la première fois par Lamarck (Castany *et al.*, 1986) en 1802 et qu'il désignait de son avis « les recherches sur l'influence qu'ont les eaux sur la surface du globe terrestre... ».

## **Hydrologie opérationnelle et ingénierie hydrologique**

Pour être complet, on ajoutera que les équipes d'hydrologues de l'Orstom se sont aussi investies dans le domaine de l'hydrologie opérationnelle [(« activités relatives au développement des réseaux hydrologiques, à l'amélioration du système de collecte et de traitement des données, à la normalisation des instruments et des méthodes d'observation, à la fourniture de données hydrologiques à des fins de projets et au développement des services de prévision hydrologique », selon la définition donnée en 1971 par l'Organisation météorologique mondiale (OMM)] et dans l'ingénierie hydrologique (application des connaissances hydrologiques aux calculs de projets d'aménagement et de gestion des eaux).

C'est donc de tous ces domaines (sciences hydrologiques, hydrologie opérationnelle et ingénierie hydrologique) dont il sera question dans cet ouvrage.

On notera que les premières démarches des précurseurs sur les voies navigables et autres aménagements hydrauliques, présentées dans le premier chapitre, relèvent de cette définition d'ingénierie hydrologique ; on ne parlait alors que d'hydrologie de l'ingénieur. Ici comme dans de nombreux autres domaines des activités humaines, la pratique ou la demande d'applications a précédé la réponse et l'approfondissement scientifique. En France et dans le monde industrialisé, c'est la poussée du développement qui appelle la science à répondre dans les colonies. Des applications basées sur une science élaborée ailleurs vont être développées sous des climats très différents, avant que la science ne procède localement aux ajustements rendus nécessaires et urgents par la rencontre de quelques problèmes pratiques (voir deuxième partie).

Dans l'empire colonial français (chapitre I), Lenfant et Tilho ont en fait pratiqué une ébauche de ce que sera l'hydrologie opérationnelle ; Normandin, Roussilhe et Darnault ont été les pionniers de l'ingénierie hydrologique. Ils ont bien été en cela des précurseurs de l'hydrologie scientifique.

Cette complexité du champ hydrologique laisse déjà présager des conflits que risquent de rencontrer des chercheurs hydrologues, au sein d'un organisme de recherche, lorsqu'ils s'occuperont soit d'hydrologie opérationnelle, soit d'ingénierie hydrologique, pour être « au service du développement ». Pour beaucoup de scientifiques contemporains, en effet, il ne s'agit pas là de science, donc pas de recherche... qu'elle soit qualifiée de « fondamentale » ou d'« appliquée »...

Toutes ces questions seront revues et examinées dans des chapitres ultérieurs.

D'un strict point de vue scientifique, la complexité du domaine des sciences hydrologiques est importante. Lorsqu'on sait que le terme « hydrologie » est utilisé par les médecins et pharmaciens à propos des ressources

hydrothermales ou des relations entre eau et santé, il ne perd rien de son ambiguïté.

## **L'hydrologie en France et au plan international**

Pour revenir maintenant à l'organisation internationale de la recherche hydrologique et au rôle joué par les Français, relevons tout d'abord qu'avant la guerre de 1939-1945, l'AIHS a déjà tenu six réunions, mais aucune en France. Bien que A. Coutagne, M. Pardé et F. Dienert soient cités parmi les premiers hydrologues français de notoriété internationale (Volker et Colenbrander, 1995), ils ne sont pas les acteurs principaux du lancement de l'AIHS. À Madrid, dès 1923, on constate que l'hydrologie apparaît sous l'aspect de la géophysique, et sous celui d'une base d'appui aux travaux hydrauliques, c'est-à-dire comme une science de l'ingénieur. Ces deux aspects vont se développer plus ou moins parallèlement et, en France, il faut aussi envisager l'aspect géographique, plus descriptif, qui avec l'hydrologie de l'ingénieur occupe le devant de la scène avant la Seconde Guerre mondiale. Dans les universités françaises, l'hydrologie reste une discipline confidentielle indissociable de la géographie ; et dans les écoles d'ingénieurs elle fait partie de l'enseignement de l'hydraulique. Le réel développement de l'hydrologie ne se produit en fait qu'après la Seconde Guerre mondiale pour répondre au développement économique intense des États-Unis et de l'Europe.

Un Belge, Jean Tison, devient en 1948 et pour vingt ans le secrétaire général de l'association. Il organise dès lors remarquablement et régulièrement les congrès et symposiums de l'AIHS, qui acquiert de ce fait autorité et notoriété. Un *Bulletin de l'AIHS* démarre en 1956 (premier périodique international qui traite d'hydrologie) et perdurera sous le nom de *Hydrological Sciences Journal*.

Au niveau de la France, ce sont aujourd'hui des comités nationaux qui assurent le relais avec les organisations

internationales. Ainsi, le Comité national français de géodésie et géophysique (CNFGG) opère vis-à-vis de l'UIGG. Parallèlement, le Comité national français des sciences hydrologiques (CNFSH) fonctionne vis-à-vis de l'AIHS. Avant 1939, il est appelé Section d'hydrologie scientifique (SHS) du Comité national de géodésie et géophysique puis Section française de l'AIHS. Au début de leur lancement, ces comités jouent un rôle important pour discuter et élaborer les programmes de recherches, et pour obtenir les crédits nécessaires auprès des ministères et de l'Académie des sciences.

Avant la Seconde Guerre mondiale, la Section française de l'AIHS, la SHS, a connu d'une part, trois présidents : A. Rateau (de 1923 à 1929), E. Martel, le « père » de la spéléologie en France (de 1930 à 1938), puis F. Dienert, ingénieur au Service technique des eaux de la ville de Paris (de 1939 à 1948), et d'autre part, trois secrétaires généraux : A. Genthial, ingénieur du domaine de l'hydro-électricité (1923-1929), J. Aubert du Service de la navigation (1930) et A. Guillerd, également de la ville de Paris (1931-1939).

La SHS est fondée lors d'une réunion qui s'est tenue à l'Institut, le 14 novembre 1923 (l'année suivant celle du congrès fondateur de l'AIHS). Depuis lors, elle tient assez régulièrement deux réunions annuelles dont la plupart des procès-verbaux ont été conservés. Ils donnent une certaine image du développement de l'hydrologie scientifique en France, qui est représentative d'une certaine dynamique. Elle reflète les activités internationales de l'AIHS et le désir plus ou moins manifeste de certains Français d'en devenir acteurs. L'image qui va être donnée risque d'être légèrement déformée et incomplète ; l'objectif de cet ouvrage n'est pas d'écrire l'histoire de cette science en France, mais bien de présenter le cadre dans lequel va s'élaborer et se développer l'hydrologie dans les pays en développement.

En effet, la SHS a surtout pour mission d'organiser la représentation française aux réunions de l'AIHS, en préparant des documents et rapports en fonction des ordres du jour et en proposant des Français pour des responsabilités internationales. Mais elle suit les questions d'actualité scientifique en France, soutient quelques projets de

recherches ou d'expérimentations et quelques publications. En 1936, son budget annuel est de l'ordre de 10 000 F (soit environ 15 000 F de 1979) fournis par les ministères de l'Agriculture, des Travaux publics et par l'Office national de la navigation. Une petite subvention vient également de l'AIHS, puisque la SHS gère la bibliothèque de l'association internationale, alors installée à l'école des Ponts et Chaussées, rue des Saint-Pères à Paris.

Lors de cette première réunion constitutive, à laquelle vingt-huit personnalités sont conviées, dix-neuf participent. Tous les invités sont considérés comme membres *a priori* ; douze autres noms sont suggérés le même jour. Le nombre de membres reste longtemps limité à quarante, sans qu'aucun procès-verbal ne le précise ; en 1952, il passe à cinquante sur décision du CNFGG.

Quatre commissions sont créées dès la constitution : fleuves et lacs, débits solides et dépôts, glaciologie et eaux souterraines. Les deux premières commissions fusionnent en 1929 pour devenir la commission de potamologie, selon le modèle adopté par l'AIHS, et se transformer quelques années plus tard en Commission des eaux de surface.

Mentionnons les sujets qui sont débattus en France, à la SHS, entre 1923 et 1939 :

1) les débits solides en suspension et charriés, ainsi que les méthodes de mesures qui s'y rapportent (1927-1929), vraisemblablement parce que les services de navigation et les constructeurs de barrages rencontrent des difficultés de ce côté-là ;

2) les eaux souterraines et l'hydrogénèse (comment se forment ces eaux) et en particulier les écoulements souterrains en milieux calcaires (gouffres, causses, karsts...), les résurgences et l'artésianisme, ainsi que les méthodes de détection des nappes profondes et en particulier la radiesthésie à laquelle se consacre une sous-commission d'abord intitulée des Sourciers et de la baguette... (1929-1935) ;

3) l'analyse harmonique appliquée aux grandes rivières régulières pour prévenir les crues (1933-1939) ;

4) les mesures de débit, de turbidité, de débit solide, de transparence, de couleur et de résistivité électrique, sujets de

métrologie pour lesquels le Conseil de la recherche scientifique a souhaité que la SHS fasse des propositions afin d'homogénéiser les procédures et de rendre les résultats comparables (1937-1939). Un ouvrage est en préparation avant la Seconde Guerre mondiale.

Voyons maintenant les thèmes abordés par l'AIHS lors de ses assemblées générales à la même époque.

Les travaux scientifiques sont conduits au sein de commissions ; il y en a six en 1930 : potamologie (les eaux de surface), limnologie (les plans d'eau), glaciers, eaux souterraines, méthodes statistiques et utilisation des eaux. On s'intéresse :

- en 1927, à l'organisation des services hydrométriques, à l'amélioration de la précision des jaugeages, à l'organisation des réseaux pluviométriques, aux débits solides, à la prévision des crues et étiages, aux pertes d'eau par évaporation et infiltration, aux eaux souterraines et aux glaciers ;

- en 1930, à la protection contre les inondations, à la valeur hydrologique des reboisements et à la terminologie ;

- en 1934, aux mêmes thèmes (une commission qui regroupe neiges et glaces est alors créée) ;

- en 1938, une enquête est lancée sur les études évaporimétriques.

Au plan international, quels sont les Français qui sont actifs durant cette période de l'entre-deux-guerres ?

E. Imbeaux, auteur de l'un des premiers ouvrages d'hydrogéologie, est nommé président de la Commission des eaux souterraines de l'AIHS en 1927.

Laurent, chef du service des essais et contrôles permanents de la Société hydrotechnique de France (SHF), est le premier secrétaire de la commission d'utilisation des eaux.

F. Dienert, alors vice-président de la SHS, est nommé secrétaire de l'AIHS le 1<sup>er</sup> janvier 1931, en remplacement de l'Italien Magrini qui a été le premier à occuper ce poste important.

Frolow, ingénieur-docteur, membre actif de la SHS depuis 1932 et fervent de l'analyse harmonique appliquée aux rivières, est nommé secrétaire de la Commission internationale des eaux souterraines en 1937.

## Les acquis de la science hydrologique en 1939

La science hydrologique est déjà bien structurée durant cette même période, en particulier aux États-Unis et dans les pays européens. Elle traite déjà des problèmes principaux qui sont restés les siens après 1945 : les différents éléments du cycle terrestre de l'eau et leur mesure, ainsi que les grandes applications de production d'énergie et de prévision des crues.

Les principales avancées de la science hydrologique sont alors à mettre à l'actif des Américains. Citons, dans les années trente, R.E. Horton qui propose une analyse approfondie de l'infiltration à grâce au nouveau concept de la capacité d'infiltration, puis L.K. Sherman et F.F. Snyder avec leurs hydrogrammes unitaire et synthétique qui permettent de relier la crue à la pluie causale. Ces concepts, qui sont en fait des outils d'analyse approfondie, seront encore utilisés par les hydrologues après la fin de la Seconde Guerre mondiale.

Avec ces quelques avancées spectaculaires, cette science, encore au stade embryonnaire, connaît un développement rapide... L'approche des divers composants du cycle de l'eau se fait alors soit sous un angle naturaliste, soit métrologique. Dans le premier cas, les connaissances sur les eaux souterraines non constituées en nappes aquifères homogènes doivent être consolidées et même à découvrir, d'où ces longues discussions en France sur les phénomènes karstiques. Dans le second cas, les divers instruments qui existent, étant peu satisfaisants, on assiste à des tentatives d'inventions de nouveaux appareils, que ce soit pour mesurer les débits solides, la température des lacs en profondeur ou pour détecter les nappes souterraines (la radiesthésie contre les méthodes modernes).

En ce qui concerne l'analyse des eaux superficielles, les méthodes statistiques étant en plein développement, les premiers travaux sérieux (réalisés grâce aux projets hydro-électriques des zones de montagnes) de corrélations entre d'une part, précipitations et neige, et débits d'autre part, sont révélateurs de l'importance que va prendre l'hydrologie

stochastique. Mentionnons des pionniers français : R. Gibrat qui, dès 1932, propose une approche novatrice de l'application des statistiques aux variables hydrologiques, puis A. Coutagne, qui démontre, à la même époque, les corrélations entre pluies, neige et débits dans les bassins de montagne à partir de mesures récentes.

Le développement de mesures régulières sur les cours d'eau peut se situer au tout début du XX<sup>e</sup> siècle, alors que l'on commence à parler de réseaux de mesures. Trente ans après, on dispose de données suffisantes pour se livrer à des analyses statistiques afin d'étoffer les monographies hydrologiques de grands bassins au-delà du seul descriptif naturaliste. À cet égard, les travaux de M. Pardé sur le régime du Rhône, publiés en 1925 vont faire autorité jusqu'au plan international.

À cette époque, on ne manque donc ni de connaissances, ni de méthodes, ni de spécialistes en hydrologie, ce qui a pleinement justifié la création d'une association internationale rattachée aux sciences géophysiques. Ces connaissances et ces méthodes existent aussi en France. Appliquer cette hydrologie particulière aurait donc pu être possible dans les colonies. Mais, comme on l'a déjà vu, les explorateurs français, même après la pacification des pays conquis, se sont contentés de quelques mesures de niveaux des rivières en des points stratégiques (ports sur voies d'eau, chutes et rapides) entreprises dans les dernières années du XIX<sup>e</sup> siècle et étendues modestement au début du XX<sup>e</sup>. En fait, les mesures de débits sont restées sporadiques avant 1939, sauf sur le Nil. Comment comprendre que rien n'ait été alors tenté ?



## Chapitre III

### L'émergence d'une hydrologie coloniale

#### Une sous-commission coloniale à Paris

En 1925, le Comité national de géodésie et de géophysique crée un comité spécial pour l'Indochine. L'un de ses responsables se rend en mission dans ce pays. Interrogée, la SHS ne prend aucune décision pour participer activement. Une méconnaissance totale de ce que Normandin réalise sur le fleuve Rouge peut-elle justifier ce désintérêt ? On ne peut y croire lorsque l'on sait que Maurice Pardé, éminent géographe et hydrologue, membre de la SHS, connaît ces travaux, puisqu'il en fait une analyse remarquable dans une revue de géographie en 1927 (« Les crues du fleuve Rouge, d'après un mémoire récent »). Il montre l'écart entre des observations et des mesures effectuées uniquement pour contrôler les inondations, et l'interprétation d'un régime hydrologique par la détermination de ses causes ; il distingue l'hydrologie scientifique et l'ingénierie hydrologique, selon les définitions du chapitre précédent.

Il faut attendre le 22 mars 1929 pour que la SHS reconnaisse le fait colonial en créant une sous-commission coloniale, à la demande de Hubert, qui est responsable de la météorologie au ministère des Colonies. Ce dernier motive sa demande afin que soit définie « l'allure de la surface » des eaux souterraines en A.-O.F., que soient étudiés les débits des cours d'eau et que soient recherchées les possibilités de

captures des eaux souterraines. Huit membres de la SHS deviennent les membres fondateurs de cette sous-commission coloniale ; F. Dienert la préside et A. Guillerd est en le secrétaire, tous deux de la ville de Paris. On y trouve également A. Coutagne qui a le plus fait progresser l'hydrologie stochastique, E. Martel, J. Aubert et Laurent, le spécialiste de métrologie. On peut remarquer qu'il n'y a aucun spécialiste du domaine colonial parmi eux, puisque aucun n'a visité ces contrées chaudes.

La sous-commission coloniale de la SHS tient sa première réunion le 25 novembre 1929. Elle s'interroge alors sur les raisons pour lesquelles le niveau des nappes (vraisemblablement près de Dakar) est inférieur à celui de la mer et un débat s'ensuit sur le rôle éventuel de « pompage » joué par la végétation. Elle se demande aussi comment mettre en œuvre les procédés géophysiques pour détecter les nappes profondes... et les sourciers sont également évoqués. Mais pour des raisons pratiques, la sous-commission renonce à réaliser une expérimentation au Sénégal sur ce dernier sujet, et elle décide de le faire en Algérie en 1930.

On envisage de comparer les méthodes sismiques, de la résistivité et des champs magnétiques à partir des propositions de deux entreprises, l'une française, l'autre suédoise. En mars 1931, la sous-commission envoie une mission en Algérie pour contrôler les essais géophysiques des deux sociétés. Elle s'adjoint Savonin, professeur de géologie à Alger présenté comme y « faisant autorité en hydrologie » Les résultats ne sont ni nets ni déterminants d'après les procès-verbaux de la sous-commission, retrouvés dans les archives de la SHS.

En 1932, la SHS reçoit deux nouveaux membres : Hubert présenté comme « pionnier de l'hydrogéologie des régions sénégalaises et nigériennes », instigateur de la sous-commission coloniale, et Frolow, récemment arrivé de Syrie où il dirigeait le Service hydraulique, qui va devenir un membre très actif. Spécialiste de l'analyse harmonique de Labrouste, comme on l'a déjà noté, il présente une thèse d'ingénieur-docteur en 1935 relative au fleuve Niger à partir des données collectées sur la période 1923-1929, mais sans avoir été sur le terrain auparavant. Motivée par

l'enthousiasme de Frolow, en novembre 1935, la SHS émet le vœu que soit appliquée l'analyse harmonique à tous les cours d'eau, y compris ceux des colonies, et que toutes les données nécessaires soient réunies à l'Institut de physique du globe de Paris. Et la SHS apprend, en décembre 1936, qu'une Société coloniale de représentation est basée à Paris et dispose des relevés du Niger à Sama (près de la prise d'eau de l'Office du Niger), Diré (en amont de Tombouctou) et Koulikoro, le port de départ du bief navigable situé en aval de Bamako. Ce sont vraisemblablement les mêmes relevés que Frolow a pu utiliser pour sa thèse.

Au cours des années suivantes, aucune information sur ce vaste projet n'apparaît dans les archives. Rien non plus concernant une nouvelle mission au Tchad du général Tilho.

En décembre 1938, il est fait état d'un Comité de la France d'outre-mer (dont Bourcart, par ailleurs membre de la SHS, est le secrétaire scientifique) « qui voudrait demander aux colonies quels établissements sont susceptibles d'orienter leurs recherches vers l'hydrologie » La sous-commission coloniale doute de l'intérêt de la démarche d'autant qu'elle a déjà adressé un programme des recherches souhaitables aux gouverneurs des colonies, et qu'il est resté lettre morte.

Enfin en mars 1939, après que Bourcart eut parlé de lutte contre les sécheresses et inondations périodiques dans les possessions françaises d'outre-mer, la sous-commission coloniale propose que soit créé un Conseil impérial de l'eau pour coordonner la lutte contre ces calamités. Ce conseil doit être formé de météorologues, d'hydrauliciens, de chimistes, topographes et géologues d'outre-mer et de France (aucun hydrologue..., à croire que cette profession scientifique n'existe pas encore, bien que l'hydrologie scientifique ait droit de cité !). La SHS décide d'adopter cette proposition et crée donc le Conseil impérial de l'eau, dont les premiers membres sont ceux de sa sous-commission coloniale, auxquels doivent s'ajouter des représentants de l'outre-mer.

Les archives de la SHS ne livrent rien d'autre jusqu'à la fin de la guerre de 1939-1945. Comment concevoir la désinvolture qu'affiche ainsi une société savante vis-à-vis de ce Conseil impérial, *a priori* sans en référer à ses autorités de tutelle ? Vœu pieux, lettre morte.

La dernière réunion de la SHS, la guerre venant de commencer, se tient le 15 décembre 1939. La Section réussit cependant à maintenir ses réunions à un rythme voisin de deux par an durant la guerre, d'abord au laboratoire de géographie physique et de géologie dynamique de Lutaud en Sorbonne puis, à partir de novembre 1941 au laboratoire central d'hydraulique créé par Laurent et situé avenue d'Orléans à Paris. Certes n'y participent que les membres parisiens, mais une vie est maintenue et divers sujets scientifiques sont abordés : la composition chimique des eaux souterraines, la mesure de l'oxygène dissous, l'hydrobiologie... La SHS conduit également à terme son projet d'un manuel d'instructions hydrologiques qui sera tiré à 30 000 exemplaires en 1943.

### **Quelques initiatives dans les colonies françaises**

Pour revenir à l'émergence d'une hydrologie coloniale affichée en tête de chapitre, on peut affirmer que le sujet préoccupe beaucoup la Section d'hydrologie scientifique, en France, entre 1929 et 1939, mais que la réalité paraît être assez loin des discours parisiens, aussi honnêtes et motivés soient-ils. La réalité (chapitre I), c'est l'exploration des voies navigables et la prospection des sites de barrages pour la production d'énergie et l'irrigation. Elle prend la forme d'une demande des colonies à laquelle quelques ingénieurs sans formation spécifique en hydrologie s'efforcent de répondre, au coup par coup, soit en implantant quelques échelles de niveau sur les cours d'eau concernés, soit également mais plus rarement, en procédant à quelques mesures de débits. Quelques rares échelles ainsi mises en place pour un besoin spécifique vont subsister et offrir les premières séries de données sur les cours d'eau des colonies à ceux qui prendront les choses en main après 1945.

Les premières échelles de niveau ont été installées entre 1892 et 1910 en Afrique sub-saharienne et les premières mesures de débit ont été réalisées entre 1922

et 1930 à Madagascar. Aucune systématisation de ces observations ou de ces mesures n'est opérée avant 1940.

Si les informations relatives au Tonkin sont les plus anciennes (il pourrait y en avoir de même âge sur le Mékong...), les premiers relevés réguliers de niveaux de rivière remonteraient donc à 1885 en Indochine et les jaugeages systématiques semblent avoir été initiés à partir de 1910. On constate une avance de dix à trente ans par rapport à l'Afrique, selon que l'on considère les premières observations ou leur systématisation.

En Algérie, la systématisation remonte à 1924, tant pour les lectures d'échelle que pour les mesures de débit, mais des lectures plus anciennes ont été répertoriées depuis 1861. Ici, l'avance est de l'ordre de quinze ans vis-à-vis de l'Indochine.

Dans ces diverses colonies, le passage de cette hydrologie principalement opérationnelle à l'hydrologie scientifique va s'effectuer plus ou moins vite. Les Journées de l'Hydraulique, organisées par la Société hydrotechnique de France à Alger en 1954, confirment que le passage à la science n'est pas réalisé avant la décennie cinquante, puisque seules deux communications concernent les études de régime hydrologique sur des cours d'eau, l'un algérien et l'autre marocain, conduites à partir des données accumulées depuis 1925 dans le premier cas et 1933 dans le second cas.

En ce qui concerne l'Indochine, le passage à l'acte scientifique, hormis l'interprétation de 1927 de Pardé quant au régime des crues du fleuve Rouge, ne semble pas intervenir avant la Seconde Guerre mondiale, depuis laquelle les activités techniques se sont fortement réduites.

Pour l'Afrique au sud du Sahara, nous avons déjà dit que rien ne bouge avant 1945, à moins que la thèse de Frolow puisse, comme l'article de Pardé, être le signe du « premier » passage à l'hydrologie scientifique. Ces deux initiatives (celle de 1927 et celle de 1935) sont restées sans lendemain et ne peuvent être considérées que comme des phénomènes annonciateurs d'un devenir.

## Les autres colonisateurs

En réalité, quels sont les travaux des Anglais et des autres colonisateurs durant cet entre-deux-guerres ?

Au premier chapitre, nous avons montré que les Anglais ont précédé les Français, en particulier sur le Nil et ses affluents, puisque :

- en 1869, la première échelle à observations régulières est posée sur le Nil, à Assouan ;
- en 1906, débutent les mesures systématiques de débits.

C'est à Hurst que l'on doit le premier ouvrage d'analyse du régime hydrologique du Nil réalisé en 1933, vingt-cinq ans après le lancement d'un réseau d'observations régulières des niveaux de rivières par Lyons, et soixante ans après la mise en place de l'échelle d'Assouan. Cet ouvrage témoigne du passage de l'hydrologie opérationnelle à l'hydrologie scientifique, et Hurst en est bien le véritable pionnier.

Les Anglais cette fois en Inde, et certainement les Belges au Congo ont aussi été des précurseurs. Suivant Hurst, Devroey, avec ses ouvrages de 1939 et 1941 (déjà cités au premier chapitre) peut être considéré comme le second hydrologue tropical du continent africain. Sa somme monographique sur le bassin hydrographique congolais, qui ne paraît qu'en 1951, s'appuie sur des relevés de niveaux d'eau et des mesures de débits qui remontent à 1885, non seulement sur le Congo mais sur de nombreux affluents. Depuis 1902, des mesures de niveau régulières sont conservées à Léopoldville pour le Congo, à Kwamouth pour le Kasai et pour le lac Tanganyka depuis 1909 (échelle installée en 1846). Treize stations limnimétriques fonctionnent depuis les années 1909-1914, avec des relevés et des mesures de débits réguliers pendant la période 1920-1930, dans le bassin du Congo.

Les Journées de l'Hydraulique d'Alger font également état de travaux d'interprétation algébrique et de corrélations hydro-pluviométriques en Afrique du sud, pays dans lequel au moins six stations limnimétriques fonctionnent au début du XX<sup>e</sup> siècle sur le fleuve Orange. Des relevés de plus de

trente ans (donc initiés vers 1920) dans le Vaal ont permis les interprétations présentées. Cent quarante-sept stations sont opérationnelles en 1954.

Si l'on en juge par l'importance des réseaux pluviométriques mis en place tant au Cameroun que dans la future Namibie, et fonctionnant au début du XX<sup>e</sup> siècle, les Allemands, s'ils en étaient restés les colonisateurs en charge après la guerre de 1914-1918, auraient vraisemblablement étudié les rivières. Ils auraient rejoint Belges et Anglais alors à la préhistoire de l'hydrologie africaine.

Aux Journées d'Alger, il est aussi fait mention d'un document, dû à Visentini et daté de 1936, qui présente une notice hydrographique sur l'Afrique italienne. Ce document que nous n'avons pas pu consulter, ne doit pas révéler d'antériorité manifeste chez le colonisateur italien.

Restent les Portugais qui avaient effectué un bel effort en matière d'observation des pluies tant en Angola qu'au Mozambique, dès le début du siècle. Il est intéressant de noter que leur antériorité se manifeste... au Brésil, ce qu'attestent de nombreux documents.

Toutefois, historiquement, il s'agit maintenant de Brésiliens puisque le pays était « indépendant » depuis 1822 en tant qu'empire sous la dynastie portugaise, et comme république depuis 1889. Confrontés au manque crucial d'eau pour la survie des populations dans leur *nordeste* sec, comme les Anglais dans le bassin du Nil, les Brésiliens installent de nombreuses échelles de niveau entre 1910 et 1920 et procèdent de suite à des mesures systématiques de débits, avec une bonne densité de stations (JACCON et SÉCHET, 1980). Six ans seulement après la sortie de la monographie du Nil par Hurst, en 1939, F. Aguiar propose une formule de calcul des ressources en eau superficielle pour ce *nordeste*, qui provient de l'analyse systématique des données collectées depuis quelque vingt ans. Ce n'est pas une monographie hydrologique, mais c'est une évidente analyse d'hydrologie scientifique mise au service de l'utilisation des ressources en eau de cette région semi-désertique.

On peut clore cette revue non exhaustive des débuts de l'hydrologie pratiquée par des nations européennes

colonisatrices hors de leurs territoires en présentant la chronologie des actions britanniques, françaises et brésiliennes, choisies à titre d'illustration, en sachant bien que la performance belge s'inscrit entre l'anglaise et la française pour ce qui est de l'Afrique tropicale et que, dans le Maghreb et en Indochine, les Français n'accusèrent pas un aussi grand retard qu'en Afrique vis-à-vis des Anglais.

*Tableau 1*  
*Quelques jalons de l'émergence*

Date	Bassin du Nil	Empire français*	Nordeste du Brésil
1869	Première échelle à Assouan		
1892		Première échelle à Kayes au Sénégal	
1906-1911	Début des mesures de débits systématiques		Première échelle sur Rio Jaguaribe
1919-1922		Premières mesures de débits non systématiques	23 stations de mesures systématiques des débits
1927-1930	Relevés systématiques à 33** échelles dont 14** avec débits		
1939		Relevés systématiques à 2** échelles	56 stations de mesures systématiques de débits
1945		Relevés systématiques à 4** échelles et début mesures systématiques de débits	
1951	Relevés systématiques à 58** échelles	Relevés systématiques à 20** échelles	

\* : non compris le Maghreb et l'Indochine.

\*\* : nombres ramenés à 1 million de km<sup>2</sup> pour comparer les densités d'équipement.

La pression démographique en climat aride explique le démarrage rapide de l'hydrologie coloniale tant en Égypte et au Soudan, qu'au Brésil du nord-est, qui a lieu sans décalage marqué avec la science hydrologique européenne. Dans les colonies françaises d'Afrique, le retard est patent en revanche. À quoi peut-on l'imputer ? À l'absence de réelle pression démographique dans les régions les plus arides vraisemblablement, au manque de spécialistes également, bien que ce dernier aurait pu être pallié si la demande sociale avait été très forte, ou à un désintérêt relatif du pouvoir politique plus préoccupé, par le Maghreb et l'Indochine aux possibilités plus prometteuses.



DEUXIÈME PARTIE

**1943-1961 :**  
**DE LA FIN DES COLONIES**  
**AUX INDÉPENDANCES**  
*LES PIONNIERS DES INVENTAIRES*  
*ET LA CERTITUDE DES INGÉNIEURS*



« L'hydrologie est une science jeune et actuellement en plein essor. Dans tous ses domaines d'application, les recherches s'intensifient, les doctrines s'échafaudent et les matériaux s'accumulent. Chaque jour apporte une méthode nouvelle, une idée nouvelle. »

Louis SERRA, *Communication aux Journées de l'Hydraulique*, Alger, 1954.

« Nombreux sont les hydrologues qui ont rêvé de déterminer les caractéristiques hydrologiques, débit moyen ou débit de pointe de crue d'un bassin, sans observation ni mesure... »

Jean RODIER, *préface d'ouvrage*, 1979.



## Chapitre IV

### **De la colonie à l'outre-mer : péripéties autour de la création d'un Office de la recherche scientifique**

« L'acte officiel de naissance de l'Office est la loi du 11 octobre 1943. »

C'est avec cette phrase simple et claire que Michel Gleizes (secrétaire général puis directeur général adjoint de l'Orstom) commence son analyse historique précise et détaillée de l'Office sur les plans administratif et politique. Il la poursuivra durant quarante ans, c'est-à-dire jusqu'en 1983. La qualité de son ouvrage de 1985, *Un regard sur l'Orstom, 1943-1983* est telle que nous nous y référerons souvent dans la suite de notre travail. Nous l'utiliserons comme une vraie base de référence pour évoquer et situer l'évolution politique et les soubresauts et transformations que l'Office allait connaître au cours de ces quarante années. Il en connut d'autres encore après 1983.

De fait, l'établissement change trois fois de nom et de sigle et subit deux réformes, l'une en 1953 et l'autre en 1960. D'Office de la recherche scientifique coloniale (ORSC) à sa création, il deviendra l'Office de la recherche scientifique outre-mer (Orstom) en mai 1949, puis en 1951, l'Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (Orstom). Il gardera ce nom jusqu'en juin 1984 et le sigle subsistera jusqu'en 1999. C'est pourquoi, la plupart du

temps, nous adopterons cette appellation et ce sigle dans ce document, puisqu'il s'agit de ceux qui perdurèrent le plus longtemps et se sont inscrits le plus fortement dans les mémoires ici et ailleurs.

L'impressionnante série « Les sciences d'Occident au XX<sup>e</sup> siècle » (Orstom, 1996), produite à l'occasion du cinquantenaire de l'établissement, nous servira également de référence, car les approches y sont plus historiques, plus globales et surtout diverses.

## **La volonté des scientifiques**

Naître en 1943, donc en pleine guerre, sous les auspices du gouvernement de l'État français, peut paraître surprenant pour une nouvelle institution de recherche consacrée à des colonies dont l'avenir est déjà quelque peu incertain et alors que leur développement n'est sûrement pas la préoccupation majeure du gouvernement !

Cette naissance révèle sans doute l'opiniâtreté de plusieurs professeurs d'université, brièvement évoqués plus haut, qui avaient réussi, dès 1937, à motiver deux ministres du gouvernement du Front populaire (Francis Perrin, sous-secrétaire d'État à la Recherche scientifique et Marius Moutet, secrétaire d'État aux Colonies) pour qu'ils affichent leur volonté politique de créer une organisation scientifique propre aux colonies. En 1938, ils favorisèrent la tenue à Paris d'un congrès consacré à la recherche scientifique dans les territoires d'outre-mer, durant lequel des propositions concrètes furent faites en faveur de cette future organisation. Pour l'histoire, on peut remarquer que l'hydrologie était la grande absente des sciences évoquées lors de ce congrès, alors même que son rapporteur général, Hubert, était chef du service météorologique du ministère des Colonies, et de surcroît membre de la section d'hydrologie scientifique française depuis 1929 (voir chapitre III) où il était présenté comme un pionnier de l'hydrogéologie africaine !

L'hydrologie scientifique existait pourtant officiellement depuis 1923.

Cependant, peu après la Première Guerre mondiale, soit près de quinze ans avant cette initiative gouvernementale, l'avenir des colonies suscitait déjà de l'intérêt (C. Bonneuil, 1996). L'Académie des sciences coloniales fut créée en 1922 ; en 1925, une association baptisée « colonie-sciences » fut destinée à promouvoir la science aux colonies ; en 1931, l'Exposition coloniale porta le sujet colonial au niveau du grand public.

En fait, c'est au sein du Comité colonial de la recherche scientifique du Centre national de la recherche scientifique (CNRS), que ces propositions purent se développer quelque cinq ans plus tard, alors que l'environnement politique était totalement différent. Plusieurs professeurs du Muséum d'histoire naturelle, entre autres, A. Chevalier, Humbert, Jeannel, Urbain et Vayssière y contribuèrent. Ce Comité colonial était alors présidé par C. Maurain, également président du CNFGG, donc bien au fait des activités de l'hydrologie scientifique. Le projet de créer l'ORSC est évoqué en septembre 1942, durant une réunion de la SHS, par Beau, membre de la section et directeur des Travaux publics au ministère des Colonies.

Enfin, en 1943, l'Office reçoit pour mission de mettre la science au service des colonies, d'orienter, de coordonner et de contrôler les recherches scientifiques aux colonies. Toutefois, pour diverses raisons liées aux difficultés de sa création, son domaine de recherche était amputé du Maghreb et de l'Indochine, ce qui, on en conviendra, est à regretter car la diversité des conditions eut certainement entraîné des approches sans doute plus nuancées et plus exhaustives que celles qui furent retenues pour la seule Afrique tropicale.

Tout va aller très vite dans la période agitée traversée par le pays (Libération, fin de la guerre) et à cause des mouvements politiques qui vont affecter l'empire colonial dès la conférence de Brazzaville au début de 1944. Durant cette conférence, les recommandations préparées évoquaient une évolution des colonies vers plus de responsabilité propre dans leur gestion et proposaient quelques mesures libérales mais sans que soit faite la moindre allusion à une quelconque

autonomie (Yacono, 1971). Mais la pression internationale (Roosevelt en particulier réclamant pour tous les peuples la libre disposition de leur destin) conduisit très vite le nouveau pouvoir français (C. De Gaulle) à aller plus loin. En octobre 1946, la constitution transforme les possessions de l'Empire en territoires de l'Union française, tandis qu'en mars de la même année, les Antilles, la Guyane et la Réunion étaient légalement devenus des départements d'outre-mer. Le ministère des Colonies devient celui de la France d'Outre-mer et, par décision ministérielle de mai 1949, l'ORSC devient l'Orstom et s'inscrit dans la nouvelle logique de l'outre-mer.

## **Les premiers pas de l'Office**

Le démarrage de l'Office s'effectue « comme si de rien n'était » ou comme si rien ne devait changer dans les « colonies ». Il faut former des jeunes chercheurs à la recherche en milieux tropicaux et, des lieux d'accueil et des laboratoires sont nécessaires sur le terrain. En moins de huit ans, tout se met en place grâce aux talents du directeur général de l'Office, Raoul Combes, un professeur de physiologie végétale, qui reste douze ans en poste. Le jeune Office bénéficie de cette stabilité et le nouveau Fonds d'investissement pour le développement économique et social (Fides), créé en 1946, le conforte en le dotant des moyens financiers requis. Le budget de l'Office (Combes, 1955) passe de 17,5 millions de francs en 1944 à 62 en 1946, puis à 489 millions de francs en 1953 et 770 millions de francs en 1954 (dont 50 millions de francs affectés au titre de la recherche agronomique).

De nombreux universitaires participent à la conception de formations spécifiques dans neuf disciplines différentes entre 1944 et 1948 ; trois autres s'y ajoutèrent entre 1951 et 1955. L'hydrologie devait faire partie du premier lot, alors qu'il n'existait pas à proprement parler en France, pour cette discipline, de formation explicitée et affichée comme telle en

particulier à l'Université, très en retard qu'elle était vis-à-vis de ses sœurs géophysiques avant la dernière guerre, comme on l'a vu avec la tardive création de l'AISH au second chapitre.

Près de dix ans après sa création, plus de trois cents élèves ont été formés par l'Office et sont disponibles pour le travail outre-mer. Dans le même temps, divers centres ou instituts de recherches sont créés, implantés ou construits – au moins partiellement – dans près de huit pays : Madagascar, le Congo, le Cameroun, le Sénégal, la Côte d'Ivoire, le Togo, la Nouvelle-Calédonie et la Guyane. Hormis l'institut de Côte d'Ivoire qui est directement rattaché à l'Office, tous les autres ont des statuts territoriaux et une certaine autonomie. La coordination de tous ces établissements incombe théoriquement à l'Office, mais ne s'annonce pas facile.

Par ailleurs, des conflits surgissent aussi durant cette période, les uns avec l'Institut français d'Afrique noire (Ifan), installé à Dakar depuis 1936, qui opère surtout en A.-O.F., et d'autres, avec les partisans d'une recherche agronomique indépendante. Comme le gouvernement français n'adopta pas de position nette vis-à-vis de l'Ifan, le déploiement logique de l'Office en A.-O.F. (hors de la Côte d'Ivoire) est retardé.

Dès sa fondation, l'Office avait pour mission prioritaire de développer la recherche agronomique. En fait, les stations agronomiques créées sont plus ou moins autonomes, même si elles restent quelques temps théoriquement rattachées à l'Office. La scission a lieu vers 1960, lorsqu'est fondé l'Institut de la recherche agronomique tropicale (Irat) qui est dissous vers le milieu des années quatre-vingt. Des tensions plus ou moins vives perdureront longtemps entre les deux institutions.

Ces différents conflits ne facilitent pas les débuts de l'Office. Nous nous contentons ici de les mentionner puisqu'ils n'affectent pas directement l'hydrologie.

Il n'est pas sans intérêt néanmoins de remarquer une certaine similitude entre l'hydrologie et sa naissance à l'Office sous l'égide d'Électricité de France et la recherche agronomique, deux domaines alors menés par des ingénieurs. En effet c'est un agronome, ingénieur en chef du

Génie rural, Maurice Rossin qui succédera en qualité de secrétaire général de l'Office à Nizery en 1946 et qu'un collègue Roger Trintignac remplacera de 1953 à 1960. On peut supposer qu'ils eurent un regard particulier pour la recherche agronomique que le premier voulait certainement au début contrôler mieux en l'intégrant au jeune Office, intégration à laquelle il renoncera plus tard lorsqu'il devint directeur de l'agriculture au ministère de la France d'outre-mer. Le pilotage de la scission de cette recherche agronomique fut ensuite menée à bien, Trintignac devenant le premier patron du jeune Irat. On notera non sans curiosité que ce fut durant la présence de ces deux ingénieurs du génie rural au secrétariat général de l'Office qu'eurent lieu les premiers recrutements d'élèves chercheurs en provenance de l'enseignement agronomique et parmi eux de quelques ingénieurs du génie rural pour l'hydrologie.

L'influence des grands corps techniques de l'État est forte durant les premières années de l'Office. Une mainmise, à tout le moins un certain contrôle, est envisagé par les uns et les autres. Mais un manque de persévérance de leur part et la montée en puissance de la recherche fondamentale estompent à partir de 1960 cette influence. L'université reprend alors la « tutelle » scientifique de l'établissement par « grands patrons » interposés et arrive peu à peu à s'imposer dans tous les secteurs y compris ceux dans lesquels la présence d'ingénieurs de formation était majoritaire au cours des premières années.

## **La tutelle politique**

L'Office reste néanmoins très dépendant du pouvoir politique, et cette dépendance paraît s'accroître avec son propre développement. En effet, le premier président de son conseil d'administration est le directeur général du CNRS (preuve des liens étroits entretenus avec la recherche métropolitaine et du rôle majeur qu'ont joué les universitaires). Il est ensuite remplacé par le ministre de la

France d'outre-mer (image de la volonté de recentrage politique autour des réels besoins des colonies), auquel succède en 1954 le premier secrétaire d'État à la recherche scientifique, ce qui aligne le jeune Office avec les autres organismes français de recherche reconnus. Un président à temps partiel sera ensuite choisi.

Relevons que ce secrétaire d'État à la recherche, Henri Longchambon, confirme la vocation et les missions de l'Office, la nécessité de le doter d'équipements suffisants et d'envisager de porter à mille son corps de chercheurs... ce qui est à peu près réalisé vers la fin du XX<sup>e</sup> siècle.

Après 1955, le jeune organisme qui avait crû très vite va devoir affronter de fortes difficultés financières puisqu'il dépend pendant longtemps, de subventions diverses, toujours imprévisibles et aléatoires, avant que lui soit accordée une ligne budgétaire propre dans le budget de l'État.

Que de lenteur dans le démarrage de certaines opérations et dans les moyens attribués, lenteur et complications qui finissaient parfois par énerver et même exaspérer certains jeunes chercheurs sur le terrain. L'enthousiasme de beaucoup leur permet, malgré tout, de continuer les tâches passionnantes qu'ils entreprenaient.

Le monde de l'après-guerre évolue rapidement et l'émancipation de tous les pays colonisés devient vite une priorité géopolitique. Cette émancipation est soutenue par les États-Unis et par l'URSS, et les pays du Tiers Monde la revendiquent comme un objectif commun majeur, dès leur première réunion internationale qui se tient à Bandung (Indonésie) en 1955. Certes, l'Angleterre avait accordé l'indépendance à l'Inde et au Pakistan dès 1947, puis en 1957, au Ghana, qui devenait ainsi le premier pays d'Afrique sub-saharienne à accéder à l'indépendance. La France ne peut donc pas rester immobile. En 1956, une loi-cadre octroie à chaque territoire une assemblée élue propre et un embryon d'autonomie. En 1958, De Gaulle, de retour au pouvoir, accélère le processus avec la création de la Communauté des États indépendants et associés et dès 1960, toutes les anciennes colonies accèdent à leur tour à l'indépendance. En mai 1961, un ministère de la Coopération remplace l'éphémère secrétariat d'État à la

Communauté, lui-même substitut du ministère de la France d'outre-mer.

L'accès à l'indépendance des territoires d'outre-mer semble mettre en péril la survie de l'Office et fait naître beaucoup d'inquiétudes (Gleizes, 1985). Cependant, l'Office, qui semblait devenir utile au développement, traverse ses dix à quinze premières années d'existence grâce notamment à l'opiniâtreté, à la volonté et au dynamisme des jeunes recrues et des professeurs et chercheurs qui les encadrèrent avec enthousiasme, grâce aussi à la stabilité de sa direction générale.

### **Les questions non résolues**

Cette originale institution de recherche qui voit le jour et se développe dans la tourmente politique des années quarante et cinquante pose toutefois plusieurs dilemmes (C. Bonneuil, 1996) :

- la recherche dans les colonies doit-elle être seulement appliquée à leur développement ou peut-elle être également fondamentale ?

- l'Université et le CNRS doivent-ils la contrôler ou accepter son autonomie ?

- la tutelle politique doit-elle être exercée par le ministère en charge des universités et de la recherche, ou par celui en charge des colonies, puis de l'outre-mer ?

- la recherche agronomique en fait-elle partie ou non, selon qu'elle contient une part fondamentale ou qu'elle est purement appliquée ?

Bien entendu face à des groupes de pression qui s'opposent sur ces dilemmes, la puissance publique tergiverse, ne tranche pas et décide en laissant un certain flou. Les dilemmes restent posés comme autant de mines sur le parcours des dirigeants et des acteurs de cet Office. Le poids variable des groupes de pression, au cours des quelques quarante années suivantes, amènera la puissance publique à accepter diverses réformes.

La crise d'adolescence sera finalement et heureusement surmontée. L'Office deviendra adulte au début des années 60. Bien que souvent changeant, le cadre institutionnel n'en est pas moins planté. Une période de recherche stable pourra se mettre en place, après les péripéties du démarrage.



## Chapitre V

### **Un rapide décollage du Service hydrologique**

C'est par la formation des hommes que le jeune Office, on vient de le voir, commence à fonctionner concrètement. La formation en hydrologie est parmi les premières formations mises en place (M. Gleizes, 1985). En 1946, est ainsi créé le Centre d'hydrologie fluviale (Combes, 1955) qui en 1953 aura déjà formé sept hydrologues qualifiés par *le Courrier des chercheurs de l'Office* « d'hydrologues coloniaux diplômés ». Est-ce une allusion à la fameuse sous-commission coloniale de la SHS décrite au chapitre III, ou un désir d'individualisation d'une formation nouvelle spécifique à l'hydrologie en France ? L'adjectif « colonial » disparaît lorsque l'ORSC cède la place à l'Orsom. Relevons que la SHS, lors de sa réunion de juin 1946, émet le vœu « que les recherches hydrologiques soient comprises dans la réorganisation de la recherche scientifique et que l'enseignement de l'hydrologie soit entrepris en parallèle sur le modèle de celui de l'ORSC pour la pédologie et l'océanographie » ! Beaucoup de choses seraient devenues toutes autres si ce vœu avait été exaucé et mis en application en France même...

## Les besoins des travaux publics

Quatre à cinq ans plus tard, l'Office dispose d'un Service hydrologique opérationnel en divers territoires, qui peut déjà publier en 1951 un *premier Annuaire hydrologique de la France d'outre-mer* pour l'année 1949, dix ans après la parution du *premier Annuaire de France*, en 1939.

Comment tout cela a-t-il été possible en si peu de temps ?

Un article de cet *Annuaire 1949* (ORSOM, 1950) présente le Service hydrologique, son but, son origine, son organisation, son fonctionnement et les premiers résultats et prévisions de programmes. Cet article complet et transparent mériterait d'être repris ici dans son intégralité. En voici un long extrait qui traite des origines du Service :

« En 1947, la Direction des Travaux publics au ministère de la France d'outre-mer passait avec Électricité de France, Service des études d'outre-mer, une série de conventions en vue d'études d'aménagements hydroélectriques dans divers territoires. Ces études nécessitaient des observations hydrologiques assez poussées. À cette occasion, le ministère avait expressément demandé à Électricité de France de mettre au point des projets d'organisation des services hydrologiques locaux.

Par ailleurs, à la même époque, l'Orsom avait entrepris la formation d'ingénieurs hydrologues et le premier d'entre eux, André Bouchardeau, avait été mis à la disposition de la direction générale des Travaux publics du Cameroun en vue de participer à l'étude d'aménagements hydroélectriques, de problèmes de navigation et d'irrigation et pour exploiter un premier réseau de stations de jaugeage. Par la suite, cet hydrologue a été mis à la disposition d'Électricité de France puis de la mission Logone-Tchad.

En 1948, deux autres hydrologues, C. Auvray et J. Aimé avaient été affectés par l'Orsom aux missions formées par EDF en vue d'assurer l'exécution des conventions mentionnées plus haut.

À la fin de 1949, le ministère de la France d'outre-mer demande à l'Office de mettre sur pied, avec l'aide de EDF, un Service hydrologique destiné à fonctionner à titre

provisoire en attendant la création d'un service définitif. Un contrat d'ingénieur-conseil est passé entre l'Orsom et EDF par lequel le Service des études d'outre-mer de cet établissement assume la direction technique du Service hydrologique et fournit une partie du personnel spécialisé en complément du personnel de l'Office. Des crédits importants sont accordés par le Fides (25 millions de francs en 1950, 19 en 1951) et l'organisation du Service peut ainsi commencer au début de 1950. »

## **Le rôle primordial d'Électricité de France**

C'est sous l'impulsion de A. Nizery, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, premier secrétaire général de l'ORSC, que ce projet de service hydrologique peut voir le jour.

Cet extrait fournit ce qui va constituer et définir la politique hydrologique de l'Office pour près de quinze ans. On y reconnaît une vision organisée et lucide du passage de « rien » à « quelque chose » de fonctionnel au service du développement :

- la demande des travaux publics est la cause première des besoins en informations hydrologiques ;

- Électricité de France, bien que créée récemment (nationalisation d'avril 1946 des sociétés privées de production d'énergie), était disposée avant l'Office à répondre à cette demande ;

- un service hydrologique est envisagé avec un objectif clair de développement immédiat (« au service des colonies »...);

- l'association entre EDF et l'Office est conçue dès le début ;

- des crédits sur conventions d'études permettent le démarrage rapide.

C'est donc bien vers un service du développement des territoires de l'Union française que l'on s'oriente délibérément. Le but du tout nouveau Service hydrologique

est clair : « effectuer toutes recherches hydrologiques sur les régimes des cours d'eau de l'Union française en vue de dégager, de rassembler et de diffuser les données nécessaires à leur aménagement pour les fins les plus diverses » (*Annuaire*, 1950).

Ce démarrage rapide et ces objectifs clairs semblent accréditer la thèse de la mise en œuvre d'une volonté politique délibérée ne rencontrant pas d'obstacles. On peut cependant s'interroger sur l'apparente aisance de la réalisation de cette volonté politique, ainsi que sur le curieux mariage entre une jeune institution de recherche et une entreprise nationale de production d'énergie.

A. Nizery est l'homme clé de cette période de lancement. Il ne reste secrétaire général de l'Office que jusqu'au milieu de 1946, lorsqu'il rejoindra Électricité de France pour y occuper le poste de directeur des études et recherches. Mais il continue quelques années encore à jouer un rôle majeur dans la naissance de la discipline hydrologique à l'Office, en 1946 quant au principe, dans celle du Service hydrologique en 1948, et enfin dans l'accord avec Électricité de France, scellé par la convention du 19 mai 1950. (Il entre d'ailleurs à la SHS en 1948 où il est l'apôtre de l'usage de l'énergie thermique maritime et du dessalement de l'eau de mer pour les pays arides proche des côtes). Entre les deux premières dates, les trois premiers chercheurs recrutés ont été envoyés outre-mer dans le cadre de missions de prospections d'EDF, faute pour l'Office d'avoir les moyens matériels d'équiper et de gérer sur le terrain ces pionniers. Dès sa création, EDF entreprend diverses missions de prospection et ses équipes identifient vite le besoin d'informations hydrologiques. Or, il n'y a pas d'informations hydrologiques valables sans observations régulières, et donc sans la présence permanente sur le terrain des spécialistes requis. Le statut d'EDF ne permet pas ce que celui de l'Office autorise : envoyer en longue durée des hydrologues sur le terrain outre-mer. L'intérêt d'EDF pour des hydrologues de l'Office est évident. Créer un service hydrologique (avec ce que comporte d'organisation et de hiérarchie le mot « service ») devient naturellement la meilleure méthode pour structurer sur le long terme les hydrologues de l'Office. Mais le champ

ne se révèle pas totalement libre, car la direction des Travaux publics du ministère des Colonies a déjà l'intention de créer un service hydrologique sous son contrôle direct, tout en demandant le concours initial d'EDF (alors très sollicitée...). La négociation est longue et âpre. Elle échoue en juillet 1948, mais elle reprend et aboutit à un accord en juillet 1949. Moins d'un an après, la première convention liant l'Office et EDF est signée.

Faute d'un appui universitaire correspondant aux objectifs d'ingénierie du développement (comme pour toutes les autres disciplines créées), l'Office doit passer par le canal d'EDF et accepter une convention qui lui donne tout le pouvoir dans l'un des secteurs scientifiques en création. En effet, ce texte de 1950 prévoit que non seulement la direction du service, mais la préparation des programmes, la centralisation des données et l'encadrement des agents de l'Office lui sont dévolus. Cette convention reste en vigueur dix ans jusqu'en 1960, c'est-à-dire en fait durant toute la période coloniale jusqu'aux indépendances (voir chapitre IX).

On peut donc raisonnablement penser que les besoins d'EDF ont été le moteur de la création de cette structure hydrologique organisée en service au sein d'un jeune établissement de recherches. L'intérêt patent pour l'entreprise n'est pas absent pour l'Office, mais il faut convenir que, dès l'origine, la structure est insolite et sans pareille dans l'établissement. Nous verrons que cela a présenté des avantages certains (surtout au début), mais que cela a constitué une source de conflits plus ou moins larvés ensuite. On peut noter d'ailleurs que le premier directeur général de l'Office, le professeur Combes, dans son premier vrai rapport d'activités de l'établissement après dix ans de fonctionnement (1944-1955) ne mentionne nullement cette association contractuelle avec EDF. On occulte là ce que l'on accepte ailleurs, comme s'il ne fallait pas ébruiter cette association peu conforme à l'esprit universitaire qui présida à la mise sur les fonds baptismaux de l'Office...

## Les premières actions sur le terrain

Ce développement de l'outre-mer entrepris modestement avant 1939-1945 doit donc s'accélérer. C'est une volonté politique. Le Fides en est l'instrument financier principal. Dès 1946, EDF organise la mise en place de sociétés d'économie mixte de gestion pour la production et la distribution d'électricité et entreprend une prospection systématique des potentialités hydroélectriques. En 1948, le Fides adopte un plan de cinq ans pour l'amélioration du réseau routier. Un ouvrage de bilan historique sur les travaux publics réalisés en Afrique entre 1945 et 1985 fait nettement état de l'élan initial (Bourdillon *et al.*, 1991) et fournit de précieuses indications. En matière d'hydraulique, les priorités sont à l'alimentation en eau des villes et des villages, à l'hydraulique pastorale, à l'irrigation et à l'assainissement des villes. Il est convenu de prendre exemple sur les méthodes utilisées et sur les réalisations de Tunisie et d'Algérie, où des efforts conséquents avaient eu lieu bien avant la Seconde Guerre mondiale.

Pour déterminer les ressources en eau :

« Nous fûmes frappés par le fait que nous disposions déjà de quelques bonnes données et par l'immensité de la tâche qui restait à accomplir... sur les fleuves, cours d'eau et nappes souterraines, les connaissances étaient tout à fait rudimentaires »

écrit Pierre Merlin, ancien directeur de l'hydraulique en A.-O. F

Sur le territoire métropolitain, Électricité de France est depuis quelque temps engagé dans un important programme prioritaire de production hydroélectrique afin de faire face à la demande croissante de la relance économique du pays dans la mouvance du plan Marshall.

Une direction basée dans les Alpes, celle de la production hydraulique, centralise cet effort et utilise les capacités d'une division technique générale (DTG) dotée d'une équipe déjà conséquente d'hydrométrie et d'hydrologie, qui pourvoit à

l'élaboration de la composante hydrologique de tous les projets d'aménagement. Une direction des études et recherches en région parisienne, à Chatou, assure en amont les recherches d'appui de caractère plus général.

C'est dans ce vivier que va venir piocher l'Inspection générale pour l'Union française et l'étranger d'EDF pour conduire ses prospections, études et réalisations outre-mer.

Plusieurs ingénieurs issus de ce vivier rejoignent les jeunes recrues de l'Office pour constituer le Service hydrologique. Parmi eux, Jean Rodier, ingénieur en chef diplômé de l'École centrale, en prend la direction et reste en fait dans cette fonction jusqu'à son départ en retraite, près de trente ans plus tard. Une continuité et une stabilité qui vont sûrement permettre à l'hydrologie de l'Orstom de supporter plus aisément que d'autres disciplines certaines des vicissitudes de l'Office au cours des ans.

Les priorités sont claires : répondre aux exigences d'EDF et satisfaire les demandes des travaux publics le plus rapidement possible. L'effort immédiat est concentré sur l'équipement de stations de mesure des niveaux et des débits des principaux cours d'eau, sur la collecte et le traitement de ces données et sur leur analyse en termes de caractéristiques d'aménagement : débits moyens de crue, d'étiage, etc.

On est alors dans la logique de ce qui va devenir l'hydrologie opérationnelle (gestion de réseau de mesures) et l'ingénierie hydrologique, telles que définies au deuxième chapitre. Le mot « recherche » est parfois employé, mais il est plus approprié de ne parler que d'études jusqu'au milieu des années soixante-dix. Cependant, on se rend compte très vite que cela ne suffit pas. Il faut classer les résultats d'inventaires, élaborer une classification des régimes hydrologiques et les comparer aux régimes des précipitations. Un début de recherche va devoir se mettre en œuvre pour prolonger les études précédentes. Il va donc y avoir déjà de la recherche, mais très orientée sinon totalement pilotée par la demande aval.

L'appoint en hommes et en expertise d'EDF, le recrutement des premiers hydrologues de l'Office et le dynamisme de J. Rodier permettent un spectaculaire et rapide décollage du Service hydrologique.

## **Annuaire et monographies hydrologiques**

De la sorte, on comprend mieux la prouesse d'avoir pu produire, dès 1951, un premier annuaire pour l'année 1949 présentant 18 stations hydrologiques, bientôt suivi de celui de 1950 avec 22 stations sélectionnées (parmi 160 stations déjà en activité permanente en 1951), pour représenter les divers régimes hydrologiques de l'Union française. La sélection implique un rassemblement (sauvegarde et répertoire) et une analyse critique des données d'observation, ce qui veut dire que toutes ces stations ont pu faire l'objet, entre 1947 et 1950, de mesures de débits qui permettent de tracer une courbe d'étalonnage provisoire, mais apte néanmoins à calculer les débits sur toute la période de niveaux d'eau observée, avec une précision plutôt bonne.

Les équipes d'EDF et de l'Office se sont livrées en quelques années à d'intensives campagnes de jaugeages dans des conditions plus proches de celles rencontrées par les explorateurs que de celles que trouvent aujourd'hui un chercheur travaillant dans ces pays : routes impraticables, absence de maintenance pour les matériels, usage malaisé de canots pneumatiques, risque de naufrage, camping sommaire... Ceux qui ont remonté, par exemple, l'Oyapock (fleuve frontière entre Guyane et Brésil) en pirogue lors des années cinquante et soixante, qui ont vécu déchargement et halage de la pirogue, franchissements scabreux des rapides à la descente, ne disposaient guère (sauf le moteur hors-bord) de moyens différents de ceux utilisés par Savorgnan de Brazza soixante-dix ans auparavant lorsqu'il remontait l'Ogooué.

C'est tout au plus avec une quinzaine d'hommes, ingénieurs, chercheurs et techniciens que sont réalisés ces exploits en trois ou quatre ans.

Des synthèses, qui allaient être appelées des monographies hydrologiques de bassins, sont également préparées dans le même intervalle de temps. Elles réunissent, critiquées et analysées, toutes les informations disponibles sur climat, végétation, sols et relief afin d'éclairer les caractéristiques de ces régimes hydrologiques par l'examen de leurs facteurs

conditionnels. Ces synthèses sont certes sommaires mais, rapidement produites, elles contiennent l'essentiel pour les aménagements prévus ou prévisibles.

## **Le besoin de la recherche**

Dès le premier annuaire, on note la difficulté d'approcher le comportement des plus petits cours d'eau qui drainent des bassins inférieurs à quelque 1 000 km<sup>2</sup> uniquement par les stations d'observations. En effet, deux lectures quotidiennes d'échelles limnimétriques ne peuvent en aucun cas représenter la très rapide variabilité d'un écoulement de ruisseau, de torrent ou d'oued. Et cela est d'autant plus patent et important que, de leur côté, les aménageurs se rendent vite compte des difficultés, en particulier d'évaluer les bonnes dimensions des ouvrages d'art concernant ces petits cours d'eau (qu'il s'agisse de franchissement de routes, de voies ferrées, ou bien de lacs de retenue collinaires). Combien de routes submergées ou emportées, combien de retenues vides ont démontré l'insuffisance des formules empiriques qui servaient alors en France métropolitaine et qui reposaient sur des caractéristiques, essentiellement pluviométriques, inadaptées aux pays tropicaux, que l'on avait utilisées au début, faute de mieux.

Étudier des petits bassins versants pose d'autres problèmes et de véritables recherches, certes à finalité pratique, doivent être entreprises pour répondre aux sollicitations pressantes des aménageurs. Par convention, ils confient rapidement à l'Office la résolution de l'irritant problème du calcul adéquat des bonnes dimensions des ouvrages sur petits cours d'eau. Les ingénieurs avaient des certitudes et ils y tenaient. Les premiers hydrologues recrutés ont une formation d'ingénieurs qui leur permet de comprendre ces certitudes. Mais ils devront innover et trouver des méthodes et techniques qui ne leur avaient pas été enseignées afin de réaliser les premières recherches sur petits bassins versants. Et voilà comment, pour conclure

sommairement, l'on devient chercheur par obligation, après avoir débuté comme ingénieur en appliquant des méthodes connues et rapidement acquises lors de la courte formation initiale. C'est le Service fédéral de l'hydraulique de l'A.-O.F. qui passe commande à l'Orstom de la première série d'études sur dix petits bassins versants, en juillet 1955, pour un montant voisin de 24 millions de francs d'alors, une somme considérable. Les moyens sont là, le service hydrologique se doit de réussir cette première série de travaux de recherche sur commande. Il réussira, d'autres vont suivre. Le recrutement et la formation des hommes vont être les clés de la réussite de cette entreprise.

## Chapitre VI

### **Le choix des hommes et des équipements** *Conséquences et évolution*

#### **Le recrutement d'ingénieurs et de techniciens**

Le recrutement d'ingénieurs s'impose rapidement puisque les premiers objectifs du nouveau Service hydrologique consistent à répondre aux demandes des travaux publics et de la production d'énergie d'origine hydraulique. Il faut donc recruter des ingénieurs capables de déterminer le type d'information hydrologique à fournir, mais il faut aussi mettre en place des stations de mesures des niveaux et des débits de cours d'eau, les faire fonctionner sans hiatus sur une certaine durée, puis traiter les données recueillies pour analyser les informations nécessaires aux développements envisagés. Ces objectifs sont assez classiques pour les grandes rivières de France métropolitaine (ils correspondent à l'hydrologie opérationnelle et à l'hydrologie de l'ingénieur). En revanche, ils sont plus difficiles à atteindre sur les petites rivières car des outils complémentaires de mesure et d'analyse sont nécessaires.

Néanmoins, le choix de ces ingénieurs ne pose pas beaucoup de problèmes d'autant qu'en cette période, seules les grandes écoles d'ingénieurs fournissent des spécialistes en hydraulique, qui ont reçu quelques aperçus d'hydrologie lors de leur cursus.

Au début des recrutements, on fait donc appel à des candidats sortis de l'École centrale, des écoles supérieures d'hydraulique de Grenoble et Toulouse, de l'École spéciale des Travaux publics et de l'École nationale du Génie rural. Les ingénieurs mis à la disposition de l'Office par Électricité de France viennent d'ailleurs des mêmes écoles. Le goût de l'aventure et le sens de l'initiative doivent figurer parmi les motivations des candidats à cette époque comme pour les recrutements ultérieurs. Une fois embauchés, leur formation initiale complémentaire est rudimentaire : ils assistent à quelques conférences générales sur les particularités géographiques et climatiques des milieux tropicaux, suivent quelques stages de terrain dans les Alpes auprès d'équipes de l'EDF, et passent un court séjour dans les premiers bureaux du jeune Service. L'esprit d'initiative et une certaine capacité d'improvisation sont censés leur permettre de concilier les objectifs assignés à leurs possibilités d'hommes, généralement « lâchés » seuls dans les vastes territoires de l'Union française, où l'implantation puis l'exploitation des stations de mesures leur imposent un rythme de vie particulier et des déplacements fréquents sur des routes parfois impraticables.

Les tâches matérielles, rapidement répétitives, prennent de l'importance, l'utilisation des véhicules en l'absence de structures locales de dépannage et d'entretien, les besoins localement d'équipements ou supports d'équipements de mesure démontrent que l'efficacité des ingénieurs va être conditionnée par la présence de techniciens chargés de ces tâches matérielles.

Le recrutement des techniciens s'avèrera délicat puisqu'il s'agit de trouver un personnel aux capacités manuelles, doté de compétences en mécanique, apte à l'improvisation, n'ayant pas peur de séjourner seul et longtemps en brousse... et sachant nager si possible. Tel aurait pu être le « portrait robot » de ces futurs collaborateurs. On va alors les chercher un peu partout (souvent dans l'armée et avec profit d'ailleurs). Si des erreurs de sélection se produisent, on parvient aussi à recruter de remarquables agents qui, l'expérience acquise, rempliront avec aisance la plus grande part des activités de terrain et une part importante des travaux

primaires de traitements des données. La formation interne aidant, certains deviendront même assistants ingénieurs plus tard.

### **La diversification des recrutements**

Durant les quinze premières années de fonctionnement, le rythme du recrutement est, en moyenne lissé, de un ingénieur par an au cours des dix premières années, puis de deux par an à partir de 1956. Tous ont un diplôme d'ingénieur d'une grande école française ; les deux tiers sont issus des écoles formant des ingénieurs hydrauliciens à Grenoble et Toulouse. À la fin de la période considérée, le recrutement s'élargit auprès de l'école de Nancy qui forme des ingénieurs géologues, puis auprès de l'université et des chaires de géologie. À l'issue de ces quinze premières années, les ingénieurs de formation dominant toujours, mais cette diversification permet d'associer les compétences géologiques – donc hydrogéologiques – à celles des hydrauliciens. La diversification des formations s'accroît ensuite comme on le verra plus loin.

Comme dans tout système public, le nombre des postes de fonctionnaires, ou assimilés, est fixé par le pouvoir ministériel. L'Office a, dès le début, des difficultés à obtenir assez de postes pour faire face aux immenses besoins que génère le développement des colonies puis des territoires associés dans l'Union française. Il est alors souvent plus aisé de recruter des ingénieurs contractuels que des chercheurs, bien que leur niveau minimal de recrutement soit le même. En fin de période, le service hydrologique poursuit sa croissance accélérée en orientant ses recrutements vers les ingénieurs contractuels. Les premiers recrutés comme ingénieurs contractuels furent des docteurs de 3<sup>e</sup> cycle universitaire. Une curieuse inversion des rôles puisque des ingénieurs de formation avaient été recrutés auparavant sur des postes de chercheurs !

Pour éviter la confusion entre les ingénieurs recrutés comme chercheurs et les ingénieurs contractuels, par la suite, on utilisera l'expression « d'ingénieurs de recherches » pour désigner ces derniers, puisqu'ils seront officiellement appelés ainsi après la réforme des statuts du personnel en 1981.

Vingt chercheurs et une dizaine d'ingénieurs de recherches constituent l'effectif du service hydrologique en 1961, au total quelque trente cadres de haut niveau, ce qui représente un rythme de recrutement moyen de presque deux personnes par an. Malgré ce rythme très rapide et de nombreuses affectations lointaines, une cohésion remarquable est maintenue jusqu'en fin de période et s'étend aux six ou sept ingénieurs associés d'EDF. Avec environ une quinzaine de techniciens, l'ensemble représente donc une force de travail de près de cinquante personnes, force non négligeable, puisque, dans ce domaine étroit de l'hydrologie, aucune structure opérant en France métropolitaine (telle que définie plus haut) n'en alignait autant sous un commandement unique.

La cohésion est d'ailleurs telle que tous les ingénieurs de recherche reçoivent des responsabilités et des tâches similaires à celles des chercheurs. Cet état d'esprit est certainement à porter au crédit du patron du service et des premiers recrutés, qui assurent ainsi la primauté des ingénieurs sur ce domaine d'activités. Au cours de cette première période, on peut admettre que l'influence prépondérante des ingénieurs, renforcée par la cohésion de l'équipe, a permis d'honorer les engagements prévus dans le contrat associant l'Office à Électricité de France (voir le bilan des résultats initiaux au chapitre VIII).

## **Les moyens matériels de terrain**

Les moyens matériels et les outils scientifiques et techniques d'analyse dont vont être dotées ces diverses recrues posent aussi des problèmes. Les moyens matériels ont souvent du retard face à la demande soudaine et croissante

qui se manifeste. Malgré l'appoint des conventions d'études, les ressources financières propres à l'Office deviennent rapidement insuffisantes pour faire face à d'importantes demandes d'équipement. Sachant les conditions d'activité qui attendent ces hydrologues sur le terrain (que de premières missions courtes d'ingénieurs d'EDF ont clairement identifiées), on juge que la priorité doit être donnée aux moyens de transport. Les hydrologues de l'Office, qui devaient se déplacer en saison des pluies et sur toutes les pistes avec des accès parfois difficiles aux sites de stations de mesure, auraient dû bénéficier de suite de véhicules tout terrain. Cela n'a pas été le cas faute de production française appropriée... Que d'enlissements, de dégâts matériels, de mesures manquées, de perte d'efficacité faudrait-il imputer aux véhicules des pionniers avant que les *pick-up* ne soient accessibles ou que les routes ne s'améliorent fortement !

Pour les équipements de mesure, logiquement on recherche le plus simple appareil dès le début : « moins compliqué sera l'équipement, moins il risquera de tomber en panne et moins coûteux il sera »... semble être alors le leitmotiv. Ainsi pour lire les niveaux des rivières sur les échelles, on choisit de donner la priorité à l'observateur local plutôt qu'à l'appareil enregistreur. Toutefois, trouver un observateur fiable (c'est-à-dire qui sache lire et écrire convenablement, qui soit honnête, scrupuleux et stable) n'est pas chose aisée. Son contrôle et les corrections d'erreurs font partie des tâches que le choix du « tout manuel » avait générées. Les hydrologues s'en acquittèrent généralement bien. Les niveaux des rivières variant lentement et régulièrement, ces tâches sont en fait plus aisées que celles qu'accomplissent les météorologues vis-à-vis des relevés pluviométriques de leurs propres observateurs locaux, car les précipitations sont bien plus aléatoires, jour après jour.

Les hydrologues furent souvent bien placés pour en juger ayant souvent effectué eux-mêmes ces propres contrôles des relevés pluviométriques en de nombreux pays, lorsque les météorologues n'avaient pu les effectuer.

Dès que des observations suivies et précises (en particulier sur les petits cours d'eau) sont indispensables, on a recours

aux enregistreurs de niveaux. Le marché français en appareils de ce type, les limnigraphes, est insignifiant à l'époque. Il faut donc rapidement s'orienter vers Ott, le fabricant allemand d'enregistreurs à flotteurs, très fiables, utilisés de longue date en Europe. La solide infrastructure d'accrochage en berge et le puits demandé par le flotteur ne sont certes pas aisés à réaliser en pleine brousse. Lors des décrues des cours d'eau chargés en transports solides, l'ensablement ou l'envasement des puits de limnigraphes cause rapidement des désagréments et des pertes d'informations non négligeables. Les premiers hydrologues investissent alors avec d'autres le domaine de la recherche technologique sur les matériels de ce type, ce qui est tout sauf facile, à distance des pays producteurs de matériels ; néanmoins un bon dialogue s'installe avec les principaux services hydrométriques français, qui sera ultérieurement source de collaboration fructueuse. Mais, au début, ce sont surtout beaucoup de tentatives locales individuelles et des bricolages peu efficaces.

L'idéal pour les hommes de terrain aurait pu ressembler à des limnigraphes à bulles, enregistreurs à prise de pression dotés de réserves de gaz qui assurent une émission régulière de bulles. Ils n'existent d'abord qu'aux États-Unis, leur production en Europe prend près de dix ans de retard (on met de côté les appareils utilisés dès 1924 en Algérie, peut-être fabriqués sur place et dont le personnel de l'Orstom n'eut jamais connaissance...). Les avantages que procuraient leur installation facile et leur parfaite capacité à se jouer des charges solides transportées étaient contrebalancés par le problème de l'approvisionnement de la réserve de gaz, quasi impossible à résoudre dans nombre de pays tropicaux durant les années cinquante et soixante. En fait, il n'y avait pas de solution idéale et il fallut s'adapter à tous les cas de rivières avec un contrôle fréquent des matériels pour éviter les pannes. En pratique, cela s'avéra plus facile sur les petits bassins versants par la permanence d'un technicien lors des périodes d'écoulement que sur les grandes rivières. La radio-transmission des données, trente ans plus tard, réduira considérablement ces difficultés, mais en apportera d'autres également.

Les matériels de mesure des débits utilisés sont identiques à ceux qui servent en Europe. Ils donnent à peu près satisfaction tant que l'on ne rencontre pas de torrents. Une seule nuance, et de taille, est qu'en l'absence de pont, il fallait opérer depuis des embarcations, comme des canots métalliques ou pneumatiques ou encore de grosses pinasses, selon l'importance du cours d'eau et de son courant. Des techniques de repérage, empruntées aux hydrographes marins, permirent de travailler sur les très larges fleuves pour lesquels la traversée et la tension d'un câble métallique d'amarrage s'avèrent impossibles. Les bonnes procédures se mirent peu à peu en place et, plus tard, la technique des jaugeages chimiques, expérimentée dans les Alpes par les hydrologues d'EDF dès le début des années cinquante, vint compléter l'arsenal métrologique classique, surtout pour les cours d'eau torrentiels.

### **Les outils d'analyse de données**

Quant aux équipements de bureau, ils se limitèrent aux calculatrices d'abord mécaniques puis électromécaniques et aux planimètres manuels de mesure des surfaces reportées sur papier millimétré. Tout ou presque était fait par l'opérateur, l'ingénieur ou le technicien, qu'il s'agisse des dépouillements de jaugeage ou des calculs de débits. Avant l'arrivée des ordinateurs, au début des années soixante-dix, le traitement primaire des données fut longtemps fastidieux et sujet à erreur humaine. Il occupait, avec d'autres tâches fastidieuses, les longues saisons sèches.

Les outils d'analyse des données existent déjà, mais les hydrologues y accèdent difficilement. Ils ne peuvent en effet pas procéder aisément à la nécessaire consultation bibliographique, suite à leur éloignement. En outre, les principaux ouvrages utiles font leur apparition après la Seconde Guerre mondiale, c'est-à-dire en fait lorsque les premiers hydrologues partent outre-mer. Ces ouvrages sont le fait d'auteurs américains qui, au contraire de leurs

confrères européens, n'avaient pas interrompu leurs travaux scientifiques durant la guerre. Peu d'ingénieurs manient correctement l'anglais à cette époque, ce qui ne favorisa pas l'accès à ces documents.

Le principal ouvrage américain à peu près complet paraît en 1949 ; il s'intitule *Applied Hydrology*, œuvre commune de L.K. Linsley, Kohler et Paulus. Il faut attendre 1960 pour que paraisse en français le livre qu'attendent les hydrologues de l'Orstom *Hydrologie de l'ingénieur* de G. Remenieras.

Au début du siècle, les hydrologues (ou ceux, qui à partir de 1923, vont pouvoir se dénommer ainsi) soit se satisfont d'une description plutôt qualitative des phénomènes, comme au sein de l'école française de géographie, soit raffolent de formules empiriques (l'une des plus anciennes pourrait bien être celle d'Iskowski en Autriche dès 1884) (G. Remenieras, 1960) pour estimer les débits à partir des données pluviométriques, à partir également des surfaces de bassin versant et de caractéristiques simples du milieu. La formule de Caquot qui permet le calcul des débits pour dimensionner les conduits d'assainissement urbain fut présentée en 1941 à l'Académie des sciences. L'usage de l'outil statistique, c'est-à-dire plus exactement celui des méthodes stochastiques, s'impose ensuite peu à peu, puis avec force jusqu'à devenir l'auxiliaire indispensable de l'hydrologue comme du météorologue (qui en fut le premier utilisateur d'ailleurs). L'engouement est tel que peu d'utilisateurs retiennent les conseils de prudence prodigués par Remenieras en 1960 : «... danger d'une extrapolation inconsidérée de formules qui ne représentent qu'une adaptation mathématique des données recueillies pendant une durée limitée sur une région climatique donnée ». Il a pourtant raison mais il fallut de nombreux déboires, y compris en zone tropicale, pour qu'un usage raisonné des formules empiriques et de la statistique se généralise.

Le plus ancien ouvrage général de climatologie, paru en 1908, était l'œuvre d'un Allemand, J. HANN, et un ouvrage similaire anglais, dû à Kendrew, fut édité en 1932. Vers la même époque, parurent un ouvrage d'hydrogéologie d'Imbeaux (1930), lui-même ingénieur d'ailleurs, et un autre d'hydrologie du Suisse J. Lugeon (1928), intitulé

*Précipitations atmosphériques. Écoulement et hydroélectricité.* Curieusement, aucun de ces deux derniers ouvrages écrits en français ne paraît avoir été beaucoup utilisé juste après la Seconde Guerre mondiale.

En 1947, M. Pardé fait paraître *Fleuves et rivières*. Grand maître Français de la potamologie, il apporte magistralement la première contribution de la géographie à la connaissance très qualitative des régimes des cours d'eau et de leurs facteurs explicatifs. Son cours de potamologie professé à Grenoble, tant à l'université qu'à l'école d'ingénieurs hydrauliciens, avait été publié en 1943.

Complétons nos propos précédents relatifs à l'enseignement hydrologique. Initialement cette discipline appartient au domaine des sciences de l'ingénieur hydraulicien. Pourtant, la géographie physique envisage aussi très tôt le régime fluvial comme un thème propre. Mais en France, la géographie est une science humaine à laquelle on accède après des études littéraires et les outils mathématiques n'y sont pas ou peu enseignés, c'est ce qui a beaucoup éloigné les géographes des hydrologues d'origine hydraulicienne ou géophysique ; d'où une certaine différence d'approche. Des rapprochements ont bien lieu, mais beaucoup plus tard, au cours des années soixante-dix, en particulier grâce au développement de la géomorphologie quantitative. Entre-temps, le cours et l'ouvrage de Pardé sont restés le seul pont entre la géographie et l'hydrologie de l'ingénieur et servent de références pour les hydrologues de l'Office (au moins ceux formés à Grenoble) orientés vers des questions d'ingénierie. On comprend mieux maintenant pourquoi le vivier des géographes physiciens n'a pas été exploré lors des premiers recrutements et pourquoi l'on a fait appel à des ingénieurs. Au sortir de la Seconde Guerre mondiale, hormis la géographie, il n'y avait pas de formation universitaire en hydrologie de sorte que le recrutement d'ingénieurs hydrauliciens s'est alors justifié même si leur formation en hydrologie n'était que rudimentaire. Ce n'est que vers la fin des années cinquante que les chaires de géologie, où s'enseigne l'hydrogéologie ouvrent des cours spécifiques sur l'hydrologie des eaux superficielles. La branche géophysique principale de l'hydrologie scientifique

prend alors corps en France, mais avec quelque retard sur d'autres pays.

Dans le domaine météorologique enfin, les hydrologues ont rapidement accès au précis de *Climatologie appliqué* de J. Sanson édité en 1949. Et pour connaître les « recettes » du calcul des probabilités et statistiques, Morice et Chartier mettent dès 1954 sur le marché un livre intitulé *Méthode statistique* qui complète bien l'ouvrage de base du Britannique Kendall, *The advanced theory of statistics*, paru en 1948.

### **La création du bureau central**

C'est donc avec des moyens matériels assez sommaires et un accès plutôt malaisé aux traités proposant les méthodes et outils d'analyse que les premiers hydrologues effectuent un travail satisfaisant et produisent des résultats pour répondre aux demandes des aménageurs.

L'esprit d'initiative, l'enthousiasme et le pragmatisme pallient bien des lacunes, ils n'auraient pas suffi sans la remarquable organisation du Service, à la fois très hiérarchique et très flexible. En fait, une fois le programme de travail bien défini, une grande liberté est laissée dans l'exécution des tâches de terrain, mais le traitement final et l'interprétation des données sont réalisés au siège, à Paris. C'est là que réside la force intellectuelle de l'analyse hydrologique, au sein de ce que l'on appellera bientôt le Bureau central, appellation bien symbolique d'une telle concentration hiérarchique. Les ingénieurs d'EDF y sont majoritaires dans les premières années, ce qui est assez logique puisque, par contrat avec l'Office, c'est EDF qui assure la direction technique du service hydrologique. Le bureau central est donc inséré dans la structure d'EDF chargée de l'outre-mer. Les procédures de gestion y sont de ce fait plus flexibles que dans un office comme l'Orstom, qu'elles s'appliquent aux financements reçus par conventions ou aux commandes de matériels. Ce

rattachement des hydrologues de l'Office à la structure d'un autre établissement est commode, mais il contribue à les isoler de leurs collègues d'autres disciplines.

Tous les hydrologues de terrain, qu'ils soient de l'Office ou missionnés par EDF, participent à l'amélioration des procédures et méthodes, et des savoir-faire, dans le domaine hydrométrique et dans le traitement primaire (contrôle de validité et corrections des erreurs patentes) des données collectées. L'information circule grâce aux missionnaires et à J. Rodier qui s'efforce de visiter régulièrement les équipes. Les progrès dans ce domaine sont ainsi assez rapides et même remarquables en certains cas. En revanche, dans le domaine de l'analyse, et tout particulièrement dans l'usage des méthodes stochastiques, les hydrologues de terrain suivent avec retard les progrès réalisés au bureau central. Celui-ci, il est vrai, a l'immense avantage d'être en contact régulier avec les hydrologues français et est ainsi mieux à même d'intégrer les nouvelles méthodes de métrologie et d'analyse que l'essor de l'hydrologie des aménagements génère en France dans les années cinquante et soixante.

Au cours de ces quinze premières années, rares sont ceux qui ont la volonté, le temps et la capacité de rédiger des rapports d'étude ou de recherche durant leur affectation outre-mer. À leur décharge, sans climatisation, cette tâche est plutôt ardue. Ainsi, les premiers hydrologues et leurs successeurs immédiats ne peuvent être comptés parmi les auteurs prolifiques de la recherche. Ils en sont parfois critiqués par certains de leurs collègues de l'Office qui appartiennent à des domaines scientifiques plus classiques et qui effectuent moins de travail de terrain. Une telle situation et un tel constat, propres à l'hydrologie, perdureront durant longtemps. En dépit des difficultés liées au déploiement d'une activité sur des millions de kilomètres carrés en très peu de temps, les hydrologues réussirent leur gageure.

*Ainsi, on constate que flexibilité de fonctionnement, dynamisme et organisation hiérarchique furent les clés des premiers succès. Ils confortèrent la cohésion des jeunes scientifiques et permirent les expansions thématiques au cours des années soixante et au-delà.*



## Chapitre VII

### **Des réseaux hydrométriques à la connaissance des régimes hydrologiques des cours d'eau tropicaux**

Ainsi donc, comme on vient de le voir, l'hydrologie fait un début rapide à l'Office. En 1948, les premiers ingénieurs, tant EDF que les jeunes recrues de l'Office, partent outre-mer ; en 1950, paraît le premier *Annuaire hydrologique de la France d'outre-mer relatif aux observations de 1949* ; et en 1952, il y a déjà quelque 160 stations hydrométriques installées, dont les données sont répertoriées dans les pays d'intervention (Afrique sub-saharienne, Madagascar, Réunion, Antilles, Guyane et Nouvelle-Calédonie).

La rapidité de cette première étape va de pair avec l'installation et la gestion efficace d'un réseau hydrométrique rénové et étendu. Elle est à mettre au crédit d'une conjonction favorable entre les besoins de développement des infrastructures dans les territoires sous obédience française et la capacité d'intervention d'EDF, qui a facilité la création du service hydrologique de l'Office. Par ailleurs, l'hydrologie est la seule discipline qui se met en place à l'Orstom sans pour autant bénéficier d'un appui universitaire fort, mais au contraire avec le support technique des secteurs de l'électrification et de la mise en valeur hydraulique, sur le territoire métropolitain.

Cette forte demande du développement et cette originalité pouvaient-elles réussir à la discipline sur le long terme et lui permettre à la fois de fournir des réponses satisfaisantes « au

service des colonies » et de s'intégrer dans une institution de recherche ?

Douze à quinze ans après, on peut constater que la discipline se renforce et que le service hydrologique a rempli son premier contrat en dépit de différents problèmes posés par la mise en valeur hydraulique. Il paraît être bien intégré à l'Office, même si la discipline conserve certaines particularités dues à l'originalité de sa gestion par EDF.

Après sa période initiale, quels sont les acquis scientifiques et techniques ? Le service hydrologique a-t-il mis en place un réseau hydrométrique favorisant une meilleure connaissance des régimes hydrologiques tropicaux ? Au-delà de l'hydrologie opérationnelle mise au service de l'ingénierie, a-t-il également développé le secteur de la recherche ? Quel bilan scientifique peut-on tenter de dresser tout en connaissant les principales orientations initiales ?

### **Des stations hydrologiques opérationnelles**

Tout d'abord, en matière d'observation des niveaux et des débits des rivières – cruciale pour toute estimation des caractéristiques hydrologiques des cours d'eau – le bilan qui peut être dressé en 1962 apparaît remarquable à plus d'un égard.

Il faut se souvenir qu'avant la Première Guerre mondiale seule une quinzaine de stations limnimétriques sont installées ; environ le même nombre est installé entre les deux grandes guerres (voir la première partie). De cette trentaine d'échelles, on passe en presque dix ans à 160 en 1951... et à 883 en 1961. Le retard de quelque trente ans vis-à-vis des Britanniques noté lors de l'émergence de l'hydrologie coloniale (voir chapitre III) se comble alors assez rapidement. Rappelons que, sur le bassin du Nil (soit quelque 3 millions de km<sup>2</sup>), il y avait 100 échelles en 1933 et 174 en 1952, mais que déjà, en 1927, des mesures régulières de débit étaient exécutées en 42 de ces stations.

Cet accroissement spectaculaire est dû en grande partie à l'effort considérable des hydrologues de l'Orstom. Non seulement ils participent à la création de nouvelles stations, mais ils recherchent les anciens relevés dans les archives territoriales et sur le terrain ils redécouvrent quelques échelles anciennes, souvent abandonnées d'ailleurs. À ce sujet, il convient d'apporter une précision quant aux chiffres annoncés plus haut (160 et 883). Ils ne sont pas exactement comparables. En effet, le second comptabilise toutes les stations installées avant 1962, qu'elles soient encore en service à cette date ou qu'elles aient été abandonnées ou détruites. Le rapide décompte effectué à partir des tableaux récapitulatifs figurant en tête des derniers annuaires publiés en 1977 (*Annales hydrologiques de la France d'outre-mer 1972-1974*) et en 1979 (*Annales hydrologiques de l'Orstom 1970-1973*) ne les distingue pas. Il semble certain qu'une centaine d'échelles répertoriées n'étaient déjà plus en fonctionnement en 1961. En outre, ce décompte inclut aussi les stations mises en place pour de courtes durées sur les bassins représentatifs d'études. Leur nombre doit également être proche de la centaine.

*Vraisemblablement, le nombre de stations limnimétriques d'observations régulières installées sur les cours d'eau s'élève à quelque 680 en fonctionnement en 1962, ce qui reste un chiffre respectable comparé aux 160 qui étaient actives dix ans auparavant.*

Une couverture géographique ample montre assez bien la volonté de constituer un réseau hydrologique de mesures et d'observations des principaux cours d'eau, ainsi que ceux dont le régime pouvait offrir quelque particularité. Les grands bassins fluviaux du Niger, du lac Tchad et du Congo, avec successivement 156, 144 et 119 échelles sont alors les mieux couverts, puisque presque 50 % des échelles les concernent (rendons hommage à la perspicacité des précurseurs de la fin du XIX<sup>e</sup> et du début du XX<sup>e</sup>). L'Afrique sub-saharienne s'offre ainsi la plus belle part avec environ 80 % du parc des stations, le reste se répartissant entre Madagascar et les départements et territoires d'outre-mer (tabl. 2). L'effort d'équipement a été considérable, si l'on veut bien reconsidérer les conditions difficiles d'accessibilité

de nombreuses régions. Près de 700 stations opérationnelles sur environ 8 millions de km<sup>2</sup> est certes loin d'être négligeable. La densité de stations opérationnelles dépasse alors celle du bassin du Nil.

Un tel développement illustre la volonté délibérée de connaître au mieux les caractéristiques hydrologiques des grands cours d'eau, en particulier ceux faisant l'objet d'aménagements spécifiques requérant des informations précises. L'ensemble de stations évoqué ci-dessus constitue de fait un réseau hydrologique. Pour qu'il devienne optimal, il faudra pouvoir lui appliquer la théorie des réseaux de mesures, mise au point aux États-Unis à la même époque, afin de tendre au rendement maximal des dépenses engagées ou à l'obtention du maximum d'informations pour un coût constant. On verra ultérieurement que cette optimisation fut envisagée, mais les indépendances allaient la contrarier en générant des décideurs en nombre plus élevé que durant les années soixante, alors que l'Office devient l'opérateur principal et donc le décideur de fait (tabl. 2).

Au cours de la période considérée, on note une évolution très symptomatique de la nature des exploitants de ces quelques 880 échelles. Au début du siècle et jusqu'à la Seconde Guerre mondiale, la mise en place des échelles limnimétriques a été assurée d'abord par les compagnies de navigation et d'exploitation ferroviaire, puis par diverses missions de mise en valeur et d'équipement, relayées ensuite par les administrations locales des travaux publics. Après cette guerre, d'autres opérateurs apparaissent avec l'intensification de l'effort français en faveur des colonies : des compagnies d'exploitation forestière, des sociétés d'aménagements publiques ou parapubliques, territoriales ou régionales, des services dépendant des ministères de l'Agriculture, des compagnies d'électrification, etc.

Jusqu'en 1973, 54 organismes différents ont installé des échelles, et parmi eux seuls 11 dépendent directement ou par lien étroit soit de l'Orstom, soit d'EDF.

*Tableau 2*  
*Récapitulatif des échelles limnimétriques en 1973*

Bassin fluvial ou pays*	Installées ou en service avant 1962	Installées après 1961 et avant 1974	En service après 1961
Sénégal	60	29	65
Casamance, Gambie	5	55	57
Niger	156	89	199
Volta	37	30	65
Côte d'Ivoire*	66	54	120
Togo/Bénin*	48	25	61
Cameroun*	46	37	73
Lac Tchad, divers	144	55	115
Congo, divers	119	52	144
Ogooué, divers	34	27	59
Madagascar*	75	67	131
D.O.M.-T.O.M.*	93	112	172
Total	883	632	1 261

Au début des années 1970, lorsque s'achève la période post-indépendance (au cours de laquelle on note peu de changements importants dans les organismes responsables de l'évaluation des ressources en eau), l'Orstom, EDF et ses partenaires nationaux producteurs d'énergie représentent plus de 95 % des exploitants de stations en activité. La part du groupement Orstom-EDF est de 100 % aux Antilles et en Guyane, en Casamance et en Gambie ainsi qu'au Cameroun ; elle reste supérieure à 75 % dans tous les autres secteurs identifiés dans le tableau récapitulatif sauf dans le bassin du Niger où elle n'atteint que 55 %. Elle est nulle dans le bassin du fleuve Sénégal et à la Réunion, régions dans lesquelles pour diverses raisons, l'Office n'a pas été sollicité comme opérateur des stations hydrologiques. Les difficultés rencontrées à la fin des années quarante pour créer un service hydrologique colonial sont dues essentiellement à l'obstruction de la direction des travaux publics du ministère

des Colonies. Durant la phase conflictuelle, plusieurs administrations territoriales des travaux publics ont créé leur propre unité d'études hydrologiques. L'Office a dû composer avec elles dans un premier temps, avant de s'imposer comme une solution de facilité qui offrait une certaine garantie de sérieux et de pérennité.

De fait, en une quinzaine d'années, grâce à l'opiniâtreté de ses responsables et à son organisation, l'Orstom, *via* son Service hydrologique, est devenu le principal exploitant des stations de mesures installées sur les cours d'eau des anciennes colonies et il a accès à toutes les données produites par ces stations.

### **Les petits bassins versants de recherche**

Si la réussite en matière d'implantation et de gestion de ces stations est bien démontrée, il faut reconnaître également l'exploit réalisé vis-à-vis des petits bassins versant d'études. Pour évaluer les ressources et les crues des bassins de moins de 200 km<sup>2</sup>, les hydrologues de l'Office utilisent avec succès un outil destiné initialement à des recherches approfondies sur le cycle de l'eau dans un milieu particulier. Leur exploit réside dans le détournement d'objectif qu'ils opèrent (un véritable pari) et dans leur art d'en convaincre les bailleurs de fonds. En effet, ces études sont financées à plus de 50 % par des administrations des travaux publics territoriales, puis étatiques et à 20 % environ par divers donateurs publics français, régionaux et internationaux.

Avant les années cinquante, peu de bassins représentatifs ou expérimentaux sont exploités dans le monde. Les premières exploitations sont réalisées par des forestiers suisses et allemands, puis américains, intéressés par le suivi à long terme des variations des divers éléments du cycle de l'eau sous les couverts forestiers non affectés par l'action de l'homme (on parle de bassins représentatifs). Ils sont ensuite intéressés par l'influence de la déforestation et de la reforestation sur lesdits éléments du cycle hydrologique (on

parle de bassins expérimentaux). Le plus ancien bassin de recherche de ce type, celui d'Alrance, est installé en 1950 par EDF dans l'Aveyron (Dosseur et Guilbot, 1974). Aucun bassin de recherches n'est encore implanté en zone tropicale, mais il faut noter que les Anglais opèrent dans cette direction à peu près au même moment, en particulier en Afrique orientale.

La précision de l'appareillage de mesure et d'observation de ces bassins et la longue durée de fonctionnement de ces dispositifs transforment ces bassins en laboratoires de terrain ou en « instruments scientifiques lourds », pour reprendre la terminologie des administrateurs de la recherche des années quatre-vingts.

Le pari tenté est d'obtenir, avec un appareillage minimal et en une, deux ou trois années, assez d'observations relatives à l'écoulement et à la formation des crues sur un bassin choisi afin de déterminer ses caractéristiques hydrologiques, en particulier le niveau estimé de la crue de fréquence décennale. Ce niveau est suffisant pour calculer les dimensions de nombreux petits ouvrages de franchissement. Le pari sera gagné.

Exploiter des bassins d'études est un défi d'une autre nature que celui de la gestion des stations hydrométriques, car les contrastes sont plus forts. Techniquement, les événements pluvieux générateurs de crue durent de quelques minutes à quelques heures. Il faut donc assurer l'enregistrement des pluies et des écoulements sans décalage de temps, d'où la nécessité d'un réglage et d'un contrôle réguliers des appareils. Il faut également être présent durant la crue, même de nuit, pour mesurer les débits, d'où la nécessité de résider à proximité ou sur le bassin même. En régions sèches, l'écoulement annuel provient de quelques averses torrentielles (parfois moins de dix). On installe donc un technicien à demeure sur chaque bassin durant la saison des pluies. Pour plus d'efficacité, plusieurs bassins de caractères assez différents sont regroupés afin qu'un seul technicien puisse en assurer la gestion.

Ce pari et ces défis sont acceptés comme des hypothèses raisonnables de programmation, après les premiers essais des années cinquante (voir la convention signée avec le Service

de l'hydraulique d'A.-O.F. en 1955 pour dix bassins). Les bailleurs de fonds convaincus, on peut passer à la vitesse supérieure et lancer un vaste plan d'installation de bassins d'études, d'abord dans les zones où des projets d'ouvrages d'art requièrent des réponses rapides, puis dans le plus grand nombre de zones à caractéristiques géophysiques très différentes. Régime des pluies, nature des sols et des couverts végétaux, relief enfin sont les critères retenus pour choisir au mieux ces implantations de petits bassins. Il ne s'agit pas en réalité d'un plan préconçu, mais d'une volonté qui se précise et s'affine d'année en année, au gré des premiers résultats obtenus. On programme en progressant.

Le bilan est assez spectaculaire, puisque entre 1951 et 1959, 45 ensembles de bassins d'études sont implantés et exploités durant un à trois ans pour la plupart. L'intensité d'exploitation ne faiblira pas au cours de la décennie soixante, au contraire. Au total, sur presque vingt ans, l'Office exploite 106 ensembles de bassins constitués de plus de 250 petits bassins équipés (P. Dubreuil *et al.*, 1972). Parmi eux, 18 % seulement vont être exploités plus de trois ans ; trois sont des bassins expérimentaux sur lesquels interviennent des modifications de couvert végétal.

*Sur vingt ans, cet effort représente, en moyenne grossière, environ quinze ensembles de bassins représentatifs et expérimentaux exploités chaque année. Un effort considérable.*

Cet effort mobilise un minimum de quinze techniciens durant les saisons des pluies et pendant les nombreuses semaines de dépouillement manuel des observations, mesures et enregistrements effectués. Une méthodologie d'analyse des données doit être élaborée soit en adaptant celle qui est utilisée pour les données de réseau, soit en la créant de toutes pièces, en particulier pour traiter les relations entre pluies et débits, averse par averse, et pour déterminer les crues exceptionnelles, tant en forme d'hydrogramme qu'en débit de pointe. Dans ces domaines méthodologiques particuliers, les acquis américains des années trente (capacité d'infiltration de Horton, hydrogramme unitaire de Sherman) servent de bases principales pour affiner une méthodologie appropriée et réaliser au mieux les interprétations requises.

## Les premières publications

Pour avoir une idée de la quantité d'informations qui émanent des observations et des mesures effectuées aux stations hydrologiques du réseau ou sur les bassins versants d'études, on peut se référer à la bibliographie hydrologique que publie régulièrement à usage interne l'Orstom, en liaison avec EDF, jusqu'en 1976. Le tableau 3 présente une analyse bibliométrique sommaire de ces documents avec deux discriminations : l'une géographique, l'autre thématique sur une période (de 1945 à 1962) qui représente assez correctement la restitution écrite des informations et des connaissances accumulées sur le terrain entre 1945 et 1961.

NB : la période 1963-1976 figure sur le même tableau, mais sera analysée plus loin.

*Tableau 3*  
*Analyse bibliométrique par grandes régions*

Régions	1945-1962	1945-1962	1963-1976	1963-1976
	Littérature grise	Publications	Littérature grise	Publications
A.-O.F.	97	11	330	27
A.-É.F.	200	17	320	27
Madagascar	29	7	81	2
D.O.M.-T.O.M.	103	3	175	7
Autres zones	23	0	230	10
Hors régions	18	62	100	137
TOTAL	470	100	1 238	206

Ce tableau dresse un bilan contrasté et évocateur d'une politique et des objectifs d'aide au développement suivis, mais avec des nuances, notamment si l'on se remémore la répartition géographique, quelque peu différente, des échelles limnimétriques (tabl. 2). Ici, l'effort particulier de l'Office ressort plus nettement, alors qu'il est malgré tout altéré par les installations d'échelles faites par d'autres, à des

fins généralement très spécifiques (navigabilité, lignes d'eau, constructions d'ouvrages, etc.).

On remarque l'importance accordée à l'A.-É.F. et au Cameroun, classés ensemble et une considération assez notable portée aux D.O.M.-T.O.M. à cause d'innombrables projets de petits aménagements. On note également la faible proportion de documents publiés dans diverses revues ou lors de conférences internationales en regard de l'abondante littérature grise à diffusion restreinte (documents multigraphiés, non publiés, remis aux commanditaires, ou à usage interne).

*La faible proportion de publications (17 %) est la contrepartie des orientations choisies qui ont privilégié les besoins du développement immédiat.*

Elle reflète aussi l'activité d'une jeune communauté de chercheurs qui accumule des informations et n'a pas encore le temps de les assimiler et de les synthétiser.

L'analyse bibliométrique thématique par grandes masses éclaire ces premiers résultats. Sur la même période, elle comprend :

- 38 % de documents consacrés à la connaissance des caractéristiques de régimes hydrologiques ;

- 12 % de documents concernant les études sur petits bassins versants ;

- 3 % de documents consacrés à l'étude des paramètres climatiques et surtout pluviométriques ;

- 25 % de documents traitant des méthodes et des techniques de mesures et d'analyses diverses ;

- 22 % de documents répondant directement à des questions d'aménagement (posées à l'occasion de divers marchés ou conventions, qui recouvrent en général le secteur thématique propre aux régimes hydrologiques).

Les travaux qui répondent aux commandes des diverses entreprises de développement occupent certainement la première place dans ce classement thématique (25 à 30 %). En effet, de nombreux documents, classés sous la rubrique « régime hydrologique », se contentent d'estimer l'apport annuel, les crues et les étiages de telle ou telle portion de cours d'eau devant faire l'objet d'aménagement à court

terme. En outre, plusieurs études sur des petits bassins versants, près de 80 %, sont également commanditées. La nécessité d'élaborer un corps de doctrines et de méthodes de travail adapté aux spécificités de la recherche hydrologique en zones tropicales peu ou pas encore connues explique ensuite le quart de documents consacrés à ce secteur durant ces premières années d'activité de l'Office.

*Méthodologie et service au développement des colonies sont bien les maîtres mots de la littérature hydrologique des premières années.*

Au premier examen, la productivité par agent paraît relativement faible. Pour effectuer cette estimation, on a retenu le nombre moyen pondéré de chercheurs et ingénieurs de recherche en activité au milieu de la période considérée, auquel on a ajouté environ 50 % du nombre d'agents de qualification équivalente à EDF, en supposant que l'autre partie de leur temps était consacrée à la prospection hydroélectrique proprement dite. La productivité moyenne annuelle approximative par agent est de l'ordre de 2,2 documents.

Cette faible moyenne mérite d'être revalorisée par les rapports sur conventions et sur marchés. Ils sont exhaustifs, contiennent toute l'information collectée et représentent donc un certain volume. De plus, les données traitées par les agents en poste outre-mer sont mises en forme à Paris. Beaucoup de documents paraissent donc avec la mention « anonyme » ou « service hydrologique » en lieu et place d'un nom d'auteur. Les auteurs en poste à Paris, et quelques autres à la plume aisée (qualité rare chez les ingénieurs !) peuvent ainsi vraisemblablement se prévaloir d'avoir produit de cinq à six documents par an, ce qui représente un chiffre plutôt honorable.

Au total néanmoins, la productivité de 2,2 documents par an peut être jugée satisfaisante. Les sociologues de l'Office ne semblent pas avoir produit plus de 0,6 à 1,3 documents par an avant 1980 (RAGOUET *et al.*, 1994). Évidemment en excluant la littérature grise, la productivité hydrologique tombe aux alentours de 0,4, ce qui est nettement plus faible.

*Au cours de ces dix-sept premières années d'activité, la productivité moyenne des hydrologues de l'Office est de 2,2*

*documents par an et se réduit à 0,4 si l'on ne tient pas compte de la littérature grise.*

## **Le rôle de la Société hydrotechnique de France**

Durant cette période, mises à part les nombreuses communications prononcées lors de la première conférence internationale sur l'hydrologie africaine de Nairobi, en 1961, les interventions de la communauté hydrologique de l'Office vers l'extérieur se réduisent à quelques présentations durant les sessions techniques de la Société hydrotechnique de France (SHF), souvent reproduites dans *La Houille Blanche*, la revue de cette société, seule notable alors en langue française. Toutes ces publications sont encore de portée scientifique assez limitée et reflètent l'émergence des premières connaissances sur les régimes tropicaux. Elles ne sont pas sans intérêt néanmoins pour la communauté scientifique française s'agissant d'informations très nouvelles, fondées sur des observations régulières et des mesures, et non plus sur de simples impressions de missions courtes. Lors de ces sessions, les hydrologues de l'Office s'imprègnent des dernières « nouveautés » de l'hydrologie en France. Depuis 1912, date de sa création, la SHF est un lieu de rencontre entre les spécialistes de l'eau, de la mécanique des fluides et de ses applications industrielles : un tiers environ de ses activités est ainsi consacré aux sciences hydrologiques. Deux à trois fois par an, elle organise des sessions techniques, et tous les deux ans, des journées de l'hydraulique de portée internationale. Après la Seconde Guerre mondiale, les premières journées se tiennent en 1954 à Alger (voir chapitre III) et sont consacrées à la pluie, à l'évaporation, à la filtration et à l'écoulement, des thèmes éminemment hydrologiques.

On peut, sans hésitation, considérer que l'époque des pionniers a rempli son contrat, en hydrologie, comme dans d'autres disciplines, sans réelle programmation scientifique, mais avec une identification claire des urgences et une bonne

hiérarchisation des problèmes posés par le développement. Prospections, observations, mesures et analyses descriptives attestent du travail accompli. Dans cette France d'outre-mer, où l'Office opère, les hydrologues ont suivi la même voie qu'en métropole, lors du développement entrepris par les aménagistes entre les deux guerres. La demande aval a motivé une accélération des études et des recherches hydrologiques. Les ingénieurs ont donc été en première ligne et c'est ainsi que l'hydrologie opérationnelle et l'ingénierie hydrologique ont précédé la science hydrologique en toute logique.

### **Évolution de la section d'hydrologie SHS du CNFGG**

Comment l'hydrologie du développement des colonies est-elle perçue au sein de la communauté hydrologique française ?

En se reportant au chapitre III relatif à l'émergence de l'hydrologie coloniale, on remarque que durant la Seconde Guerre mondiale et juste après, les orientations de la Section d'hydrologie scientifique du CNFGG sont modifiées. Celle-ci n'évoque plus le conseil impérial de l'eau (proposé avec superbe en 1939 par la fameuse sous-commission coloniale que la SHS considérera comme dissoute *de facto* en janvier 1950 (puisque aucun procès-verbal de cette sous-commission n'apparaît dans les archives depuis 1939) ;

- elle alloue, en novembre 1940, des crédits à Frolow pour éditer les cotes du Niger à Koulikoro (station très ancienne et observée sans hiatus) ;

- elle écoute, en juillet 1942, Schoeller présenter les connaissances hydrogéologiques acquises sur le grand erg occidental puis, en novembre 1943, Frolow présenter la courbe d'étalonnage du Yang-Tsé-Kiang établie d'après les données de 1924-1925 ;

- elle discute, en 1944, puis à nouveau en 1950, des condensations atmosphériques occultes et de moyens pour les capter ;

- elle accueille de nouveaux membres représentatifs de l'hydrologie maghrébine (M. Gosselin de Tunisie et Robaux du Maroc en 1947, puis Karst et G. Médinger d'Algérie en 1948 et 1950) ;

- elle assiste, en mai 1951, à une importante conférence de Russo sur l'hydrologie souterraine du centre du Sahara (l'auteur y évoque le fleuve fossile hypothétique qui aurait coulé entre le lac Faguibine sur le Niger à la sortie de son delta intérieur malien et les chotts tunisiens, avant que le Niger inférieur ne le capte vers le seuil de Tossaye en amont de Gao).

Plusieurs articles publiés par des hydrologues ou des météorologues d'Algérie et d'Afrique de l'Ouest figurent également au répertoire bibliographique de la SHS pour les années 1948 à 1951.

Jusqu'à l'après-guerre, la communauté hydrologique française que représente la SHS semble continuer à parler des colonies et (sauf une brève allusion à l'ORSC) ne paraît pas informée des activités qu'entreprend le nouveau service hydrologique de l'Office. En revanche, elle affiche très nettement l'importance des problèmes de ressources en eau en Afrique du Nord et y constate un réel développement d'activités hydrologiques. Sa problématique prioritaire reste celle des eaux souterraines.

Après la Seconde Guerre mondiale, la composition et l'organisation de la SHS évoluent très fortement. En 1948, le décès de F. Dienert, à la fois président de la SHS et secrétaire général de l'AISH marque un tournant important pour chacune de ces organisations. Son remplacement à la SHS donne lieu à des conflits internes qui conduisent plusieurs membres à démissionner avant l'élection de A. Coutagne qui cède sa place à J. Aubert en 1952. Comme Dienert avant lui, le secrétaire de la SHS, A. Le Strat, vient du service des eaux de la ville de Paris. Il reste en poste avec Coutagne, puis cède sa place à L. Serra, de EDF, en 1952. Les ingénieurs des Ponts et Chaussées et ceux de la Ville de Paris qui avaient tenu le haut du pavé à la SHS depuis les années trente s'effacent donc devant les nombreux ingénieurs d'EDF (Nizery, Serra, Ferry, patron de la DTG, Remenieras, Jacquet

puis Rodier en 1956). Louis Serra restera secrétaire de la SHS pendant près de vingt ans. La SHS, qui se réunissait après guerre au ministère des Travaux publics, déménage pour les locaux de EDF en 1959.

Ce changement d'époque se caractérise par la montée en puissance de la production d'énergie hydraulique alors que l'alimentation en eau des grandes villes, la navigation et la protection contre les inondations avaient marqué l'entre-deux-guerres. L'hydrologie au service des aménagements hydroélectriques va prendre une grande importance jusqu'à ce que l'énergie nucléaire devienne une nouvelle priorité nationale, quelques trente ans plus tard.

Au plan international, la France perd le secrétariat de l'AISH que reprend pour quelque vingt ans le Belge Léon Jean Tison, grâce auquel d'ailleurs la publication en langue française conserve sa place encore quelques années, alors que l'anglais s'impose dans les communautés scientifiques. De nouvelles figures apparaissent au sein de l'AIHS : L. Serra qui devient secrétaire de la commission des eaux de surface dès le congrès de Bruxelles en 1951, et président d'un comité sur les précipitations en 1953 (après celui de Rome) ; la même année, J. Tixeront (ingénieur des Ponts et Chaussées travaillant en Tunisie) devient président d'une nouvelle commission de l'érosion continentale. Il est ainsi le premier hydrologue français de l'outre-mer à qui l'on confie des responsabilités au sein de l'AIHS, avant Jean Rodier. La mesure des précipitations et leur répartition dans le temps et l'espace préoccupent alors beaucoup la communauté internationale des hydrologues ; il en est de même des processus érosifs des sols et des transports solides. Il s'agit de nouveaux sujets au-delà de ceux dont s'occupent les grandes commissions (eaux de surface, eaux souterraines, neiges et glaces).

En 1956, pour le centenaire de la loi de Darcy, l'AIHS tient trois symposiums à Dijon consacrés à l'évaporation, aux eaux souterraines et aux crues. Sur soixante-dix communications acceptées plus de 40 % sont rédigées en français, bien que seules 10 % d'entre elles soient le fait d'auteurs français ; est-ce un bel indicateur du maintien de notre langue, ou un hommage posthume à Darcy émanant de

divers pays européens, russes inclus ? Parmi les articles consacrés aux crues, deux émanent de scientifiques indiens et seront les seuls à traiter de l'hydrologie en milieu tropical ; les chercheurs de l'Office manquent encore de maturité et d'acquis pour être présents.

Durant cette période allant de 1943 à 1961, les hydrologues de l'Office ont rempli leur contrat concernant l'hydrologie opérationnelle et l'ingénierie hydrologique. Ils ont opéré en s'inspirant des accélérations survenues dans l'implantation des réseaux hydrométriques en France avant la guerre. Sur le plan scientifique, du fait des priorités données, ils sont logiquement en retard sur leurs collègues de France et du monde. Mais leur retard se comble à grande vitesse, ils rejoignent le peloton français et la recherche internationale dans les années soixante et soixante-dix, comme on le verra plus loin.

Au XIX<sup>e</sup> siècle, les vagues d'explorateurs et de militaires (Caillé, Brazza, Lenfant, Tilho...) ont identifié les grandes voies d'eau de pénétration avec audace, courage et abnégation. Puis ce sont les techniciens (Normandin, Roussilhe, Darnaut...) qui jettent avec volonté et efficacité les bases de l'aménagement de ces eaux. Enfin viennent les scientifiques qui répondent d'emblée avec motivation, dynamisme et brio aux questions qui leur sont posées. L'équipe de Jean Rodier en faisait partie. Un siècle s'est écoulé. Que réserve l'avenir ?

TROISIÈME PARTIE

**1962-1981 :  
CROISSANCE DANS LA STABILITÉ  
ET APPROFONDISSEMENT  
SCIENTIFIQUE**



## Chapitre VIII

### **Les premières interrogations sur l'aide au développement**

« Certaines choses je me les rappelle comme elles étaient [...] Mais la plupart des détails ont depuis longtemps été transformés ou réarrangés pour en pousser d'autres au premier plan... On modifie le passé pour former l'avenir [...] Sauf que ce passé comporte, quelque part, comme des diamants, des fragments qui refusent de se laisser consumer. »

James SALTER, *Un sport et un passe-temps*

#### **L'indépendance des anciennes colonies**

Les agents du jeune Office sont restés au service des colonies pendant quinze années sans que leurs conditions de travail locales n'évoluent de manière très significative alors qu'à partir de 1958, l'Empire entre dans une grande turbulence et que tout l'environnement géopolitique va, en moins de trois ans, se transformer de fond en comble. Comme le remarque judicieusement X. Yacono (1971), trente ans seulement auront suffi entre les fastes du centenaire de l'Algérie française de 1930 et la fin du cycle des indépendances en 1962, avec celle de cette même Algérie, concédée dans le sang. La crise mondiale et la guerre de 1939-1945 ont favorisé la naissance d'une autre France.

La fin de l'Union française et celle de l'éphémère Communauté, entre 1958 et 1960, est l'une des périodes les plus agitées pour le jeune Office, qui ne retrouve une certitude d'exister et une stabilité qu'en 1963, quand au début de février, Guy Camus, biologiste et professeur d'université, est nommé directeur général.

L'Office va vivre ces quelques années avec un nouveau directeur général qui succède à Raoul Combes en 1956 : Jean-Jacques Juglas, agrégé d'histoire et de géographie, ancien député et ministre, qui va devenir le premier président indépendant du Conseil de l'établissement en 1960, lorsqu'un autre gouvernement nomme à sa place Jean Sribier, un inspecteur des colonies.

L'agitation politique, avec la rapide évolution du statut des anciens pays colonisés, va de pair avec des réflexions de groupes relatives à l'avenir de la recherche scientifique pour ces pays. Beaucoup sont favorables à une augmentation de la recherche fondamentale et à l'émergence d'une capacité de recherche autochtone des pays apte à participer pleinement. Ainsi, la tentative de l'Office de marier recherche fondamentale et appliquée dans un continuum orienté vers le développement rencontre des oppositions fortes. Son démantèlement est même envisagé par quelques-uns. Pour certains, ces luttes intestines sont fomentées par plusieurs universitaires d'importance et certaines structures de recherches métropolitaines. Les universitaires les plus engagés qui ont contribué à la formation des premiers chercheurs et ont en fait pris (directement ou non) la tête des diverses sections scientifiques de l'Office trouvent leur intérêt dans le maintien d'un établissement original au sein lequel ils ont gagné une autorité certaine, acquis un prestige scientifique et un rayonnement supplémentaires et vers lequel ils peuvent orienter leurs élèves. Ils font prévaloir leur point de vue.

Finalement l'Office est sauvé et un décret d'août 1960 en fixe les nouvelles règles de fonctionnement. Cependant, cette réforme est rapidement jugée incomplète et insuffisamment claire quant au rôle exact souhaité par le gouvernement pour cette institution créée afin de répondre aux besoins de

colonies qui sont devenues maintenant des pays indépendants (M. GLEIZES, 1984).

L'Office est maintenant sous la double tutelle des ministres de l'Éducation nationale et de la Coopération et a une double vocation, l'une de recherche fondamentale et l'autre orientée vers les fournitures de données de base à ses partenaires. En outre, il doit s'ouvrir aux autres structures de recherche, être disponible pour tous les États sous-développés et former les futurs chercheurs du Tiers Monde. Bien sûr, les modalités de programmation de la recherche et l'organisation interne nécessaire à l'accomplissement de ces nouvelles tâches ne sont pas aisées à mettre en œuvre ; de plus survient en même temps un projet de transformer l'Office en fondation internationale. Ce projet vient davantage encore brouiller la situation et les cartes des divers acteurs, au détriment de l'efficacité de l'établissement.

De même, les moyens de financer ce nouvel Office manquent de précision. Il est vrai qu'un débat existe en France car beaucoup soutiennent que le pays en a assez fait pour ses anciennes colonies et que le propre développement de la France manque de moyens pour s'accélérer selon les désirs de la société. La presse même fait écho à ce repli de la France sur son hexagone en comparant (avec facilité) le Zambèze et la Corrèze...

En effet, ce sont bien la poursuite, et même l'accélération de notre aide à ces pays qui sont combattues. L'indépendance de l'Indochine en 1954 et celle de l'Algérie en 1962, après deux guerres très meurtrières et coûteuses, nourrissent évidemment le débat.

## **Les critiques de l'aide française**

De nombreux auteurs se penchent alors sur cette question à partir des connaissances acquises depuis la Seconde Guerre mondiale, c'est-à-dire en quinze ans. Sans prétendre à la synthèse des visions et commentaires de ces auteurs, nous souhaitons illustrer l'ampleur des problèmes et le cadre

géopolitique de ces pays devenus indépendants, dans lesquels une nouvelle forme de travail doit se développer et la nouvelle recherche s'insérer.

Avant de devenir militant écologiste politique, René Dumont est expert agronome. Ce professeur d'agriculture comparée à l'Institut national agronomique relate dans son ouvrage pamphlétaire, *Terres vivantes. Voyage d'un agronome autour du monde* (1961) combien « l'explosion démographique qui marque, qui submerge l'époque contemporaine est, en effet, sans précédent dans l'histoire. Tant d'hommes, aujourd'hui, et plus encore demain, est-on assuré de pouvoir les nourrir ? ». Plus loin, il note « la turbulence, le désordre des jeunes indépendances dont est nantie l'Afrique », et pense que « la décolonisation, si elle résout et dénoue un passé, ne constitue pas nécessairement un gage de productivité ». Il constate souvent et presque partout que la copie exagérée du colonisateur, la gabegie et la corruption ne vont pas dans le bon sens. Il y revient quelques années plus tard, en se focalisant sur l'Afrique qu'il juge alors « mal partie » sur la voie d'un développement que, dix ans plus tard, on qualifiera de durable.

Son constat est lucide et sévère. Nul le contestera même si la colonisation avait apporté de nombreux bienfaits avec les infrastructures, les systèmes de santé et l'éducation. Sa critique porte surtout sur ce qui se passe récemment lors de la transition de pouvoir entre l'ancien colonisateur et les nouveaux maîtres. Mais il faut aussi tempérer ces critiques virulentes, fruit d'une intelligentsia parisienne qui voudrait que les jeunes États se comportent comme des démocraties occidentales. Or ceux-ci ne disposent que d'un nombre très limité de cadres politiques, administratifs et techniques aptes à suivre la voie du développement initié par la France. En outre, le poids des identités culturelles et ethniques va ressurgir et compliquer la tâche des nouveaux dirigeants. La période coloniale n'avait été qu'une parenthèse dans l'histoire de ces pays où royaumes et féodalités diverses, à base ethnique généralement, étaient les structures d'organisation et de pouvoir au XIX<sup>e</sup> siècle. Leur demander d'adopter celles de la France est exagéré. Plus de modestie à leur égard est souhaitable. Mais des considérations de

politique intérieure entrent à l'évidence dans ces comportements de méfiance vis-à-vis d'une poursuite et même d'une intensification de l'aide aux anciennes colonies.

L'analyse plus financière et politique de l'ancien ministre, Édouard Bonnefous, complète la réflexion quelque peu passionnée de Dumont.

Le point de vue des contempteurs de la dépense qu'engendre cette aide trouve en effet une bonne illustration dans *Les milliards qui s'envolent. L'aide française aux pays sous-développés* de Bonnefous (1963). Arrêtons-nous d'abord sur les évaluations qu'il donne du réel apport financier de la France. Jusqu'en 1914, les emprunts des colonies (qui ont l'autonomie financière) atteignent une somme équivalente à 185 milliards de francs de 1963. À l'aube de la guerre de 1939, les investissements publics français atteignent 1 600 milliards de francs de 1963 dans l'année. Et entre 1910 et 1940, les dépenses totales atteignent 7 200 milliards de 1963 ; très globalement, la moitié de ces dépenses va dans les trois pays du Maghreb, le reste se répartit à parts presque égales entre l'Indochine et les autres pays africains et malgache.

Après-guerre, les engagements politiques conduisent à un accroissement spectaculaire des dépenses françaises dans les colonies. En incluant les dépenses militaires (Algérie, Indochine), elles sont de l'ordre de 700 milliards par an, dont 70 % proviennent de fonds publics (80 % de ces dépenses sont des dons). La moitié de cette somme va en Afrique sub-saharienne, à Madagascar et dans les D.O.M.-T.O.M. Mais ces sommes sont surtout consacrées à couvrir les déficits budgétaires des jeunes États indépendants et sont de moins en moins disponibles pour des investissements. Une part nouvelle couvre le coût de l'assistance technique de la France (environ 36 000 agents, en 1962, dont les trois quarts sont des enseignants). À cet égard, Bonnefous considère que cette contribution à l'éducation reste trop générale, trop littéraire et culturelle et qu'elle néglige par trop la formation universitaire, scientifique et technique. Il n'a certes pas tort et on va constater, quelques années plus tard, l'avance des pays d'Afrique de mouvance anglo-saxonne en matière d'universités, de diplômes d'enseignement supérieur et

d'engagement dans la recherche par rapport aux pays francophones. Le retard de ces derniers n'est d'ailleurs toujours pas comblé.

Voici certaines des conclusions de Bonnefous :

« Il ne s'agit pas de critiquer la générosité de la France si même on peut avoir des doutes sur l'efficacité des formes sous lesquelles elle s'exprime... mais on peut bien constater que le total de la dépense de l'aide représente un pourcentage du produit national aussi fort qu'aux États-Unis où le revenu réel par habitant est au moins deux fois plus élevé ».

« Il est incontestable, que durant plusieurs décades, notre politique coloniale nous a empêchés de concentrer sur notre développement national tous les capitaux et toutes les énergies qu'il aurait fallu y consacrer ».

Il insiste ainsi sur notre retard vis-à-vis d'autres pays européens, en ce qui concerne le niveau de vie des ruraux comparé à celui des citadins, le développement des infrastructures et de l'industrie, la formation des cadres supérieurs, etc.

Il est vrai que durant la période transitoire entre l'époque coloniale et celle des indépendances, la France a accru considérablement le montant global des sommes allouées à l'aide au développement du Tiers Monde (elle est alors en tête, si on évalue cette aide en pourcentage du Produit national brut (PNB) par habitant, avec 2,8 %). Elle réduit toutefois le pourcentage affecté à des investissements au bénéfice de l'aide financière à court terme, pour combler, par exemple, les dépenses exagérées des jeunes gouvernements africains mal partis. Cette aide, il est vrai, est surtout composée de dons à fonds perdus et de rares prêts.

Bien que vitupérant ces conditions de l'aide française qu'il juge malencontreuses et peu efficaces, Bonnefous n'en convient pas moins que cette aide est indispensable et inévitable dans le monde de 1960 (le marché commun date de 1958 et l'aide communautaire européenne aux dix-huit premiers pays associés se met en place), et que « la lutte contre le communisme, la solidarité internationale et la

défense de l'idéal de la démocratie occidentale » en sont les justifications politiques majeures.

À ses yeux, la formation des techniciens et des cadres locaux doit recevoir la priorité, tandis que l'assistance technique française, qui remplace l'administration coloniale, n'est jugée utile et nécessaire que durant les premières années. Il conclut :

« Notre politique d'aide au développement doit être repensée. La France ne peut poursuivre un effort excessif comme au temps de l'Empire, de l'Union française ou de la Communauté. Après la décolonisation, cet effort a perdu sa raison d'être. En le poursuivant dans le cadre bilatéral, elle risque de perdre les avantages de la décolonisation, qu'ils soient financiers et économiques, psychologiques, politiques ».

Ce plaidoyer pour l'aide multilatérale est loin de faire l'unanimité en France. Ce pays reste, comme beaucoup d'anciennes puissances coloniales, favorable aux actions bilatérales qui lui permettent d'afficher clairement son aide et de constituer une zone d'influence non négligeable dans les divers forums internationaux instaurés dans le cadre de l'Organisation des Nations unies (ONU).

### **Les débuts de l'assistance technique**

Ces réflexions, débats, critiques et autres bilans de l'époque coloniale vont finalement permettre une certaine remise en question des objectifs et des formes de ce qui devient la coopération avec des États indépendants. Le maintien des engagements français, qui déjà s'étaient accélérés jusqu'aux indépendances, se confirme malgré toutes ces critiques. La France entend conserver des relations privilégiées avec ses anciennes colonies, qui à de rares exceptions près, ne demandent pas mieux. Elles les apprécient d'autant que les engagements consistent à conforter les fins de mois et d'années budgétaires souvent

difficiles, en fournissant une assistance technique abondante (on parle de coopération de substitution) et en investissant des fonds publics et privés d'aide au développement. Le Fonds d'aide et de coopération (FAC), géré par le ministère de la Coopération, est opérationnel depuis 1961, et soutient surtout les projets de développement des infrastructures publiques, les études préalables et l'assistance technique aux pays partenaires anciennes colonies. La Caisse centrale et de coopération économique (CCCE, auparavant caisse centrale de la France d'outre-mer), qui a pour vocation l'aide financière aux projets d'investissement et de développement favorisant l'accès au marché complète l'action du FAC.

Les dispositifs techniques propres aux colonies s'adaptent également à la nouvelle donne. L'Institut géographique national (IGN) qui, depuis 1943, est chargé de réorganiser les services géographiques coloniaux, a accompli avec eux un travail de couverture aérienne stéréoscopique excellent et presque complet, dès 1960. Les cartes topographiques au 1/200 000 sont également disponibles pour près de 80 % des territoires (mis à part quelques pays du Sahel). Il reste même coordonnateur d'activités dans les jeunes États, par la signature d'accords. Au cours des vingt années suivantes, les cartes comportant l'altimétrie sont publiées régulièrement sur environ la moitié des fonds topographiques précités.

L'usage des photographies aériennes, des levés topographiques et des cartes altimétriques représente une aide importante qui va faciliter la connaissance précise des bassins versants, pour les hydrologues.

Un bénéfice similaire est tiré du regroupement des divers services météorologiques territoriaux au sein de l'Agence pour la sécurité de la navigation aérienne (Asecna). Conçu dès 1959, ce regroupement entre douze États africains et malgache va fortement faciliter le rassemblement de l'information pluviométrique dont les hydrologues vont faire une grande consommation dans les décennies suivantes.

D'importants travaux d'infrastructures routières et ferroviaires vont par ailleurs requérir des informations hydrologiques et mobiliser les équipes de l'Orstom en de nombreux pays : chemins de fer du Mayombé au Congo, du Comilog au Gabon (pour l'évacuation des nouveaux

minerais de manganèse de Franceville), et plus de quinze projets de production d'énergie hydraulique dont celui d'Ayamé pour Abidjan, ou celui d'Edéa au Cameroun pour une usine d'alumine, etc. Dans ce domaine des travaux publics, l'ouvrage collectif coordonné par J. Bourdillon *et al.* (1991) relève que l'assistance technique proprement dite décroît de 1 700 coopérants en 1964 à 1 100 en 1981, grâce à une lente africanisation des cadres (environ 475 ingénieurs africains et malgaches auraient été formés dans les écoles françaises de travaux publics entre 1960 et 1979) et à quelques ruptures, comme à Madagascar où la coopération cesse en 1972.

En écho aux critiques de Dumont et de Bonnefous, le même ouvrage relève les erreurs commises dans les années soixante, en matière de travaux publics, et fait état d'un manque de rigueur dans les choix et financements de projets non rentables et d'une insuffisante attention portée à la maintenance des ouvrages. Quelques phrases de sa conclusion comme : « les premiers coopérants étaient légitimement bardés de certitudes sur le bien-fondé de leur mission... », mais « l'ère des révisions déchirantes a succédé à l'ère des certitudes » sont caractéristiques de l'état d'esprit des futures années quatre-vingts, comme un rappel des propos des années soixante.

Pourtant, d'importantes infrastructures de développement ont été réalisées. Elles permettent une saine exploitation des ressources naturelles, mais l'Afrique régresse à partir du premier choc pétrolier des années soixante-dix et croule sous sa dette extérieure. Son explosion démographique ne s'accompagne pas d'un essor correspondant de sa production de ressources et de biens alimentaires. Sur le plan économique, elle stagne. L'aide maintenue par la France permet d'éviter le pire et soutient les anciens pays colonisés qui sont comme sous perfusion. Une certaine stabilité paraît subsister. Le secrétariat aux Affaires africaines et malgaches, qu'anime avec brio, doigté et fermeté J. Foccard, veille dans l'ombre à l'évolution politique et au choix des responsables français de la coopération, ainsi d'ailleurs qu'à celui des pays partenaires... Véritable courroie de transmission de la volonté politique française, intermédiaire obligé et souhaité

par les partenaires, son rôle efficace permet de maintenir cette stabilité durant vingt ans, sans que la zone d'influence française ne subisse trop vite, ni trop fortement les soubresauts qui commencent à agiter le Tiers Monde.

## **Le Tiers Monde et les Nations unies**

Tous les États européens coloniaux sont affectés par la décolonisation, mais de façon diverse. La Grande-Bretagne décolonise la première et retire assez vite ses fonctionnaires, mais elle laisse des universités structurées et quelques enseignants. Les Pays-Bas font de même. La Belgique suit avec quelque retard. Les Portugais attendent les années soixante-dix et la révolution des œillets pour se retirer à leur tour. Les recherches hydrologiques britanniques ont été importantes non seulement sur le Nil (voir chapitre I), mais aussi en Afrique orientale où des travaux significatifs relatifs au rôle du couvert végétal sur le régime des eaux ont été conduits ; ses spécialistes ont contribué au lancement de l'institut d'hydrologie de Wallingford qui sera l'un des plus importants d'Europe. Au Zaïre – alors Congo belge – les Belges ont mené des activités assez proches de celles des Français et laissé quelques résultats fort intéressants tant en météorologie qu'en ce qui concerne le fleuve Congo et son bassin.

Au plan mondial, les choses bougent. L'entrée aux Nations unies de nouveaux pays indépendants presque tous en voie de développement va modifier le jeu international. Le développement prend un caractère international. Son concept se forge. Des structures diverses se mettent en place de manière un peu empirique, parfois anarchique, et génèrent un appareil technocratique assez lourd. En 1961, l'ONU lance la première décennie du développement. En 1964, elle crée la Commission pour le commerce et le développement (CNUCED), en 1965, le Programme de développement (PNUD), ainsi que l'Organisation pour le développement industriel (ONUDI).

La Communauté européenne n'est pas en reste. Dès 1963, elle lance son premier Fonds européen de développement (FED) en accord avec les dix-neuf pays associés (anciennes colonies des États membres) à travers les accords de Yaoundé I, puis II, auxquels succèdent, en 1975, les accords ou conventions de Lomé, auxquels adhèrent alors quarante-six États d'Afrique, des Caraïbes et du Pacifique, appelés États ACP.

Parallèlement, se met en situation d'opposition le Groupe des soixante-dix-sept pays en voie de développement. Il prolonge la création à Belgrade en 1961 du Mouvement des non-alignés qui se voulait l'aile avancée d'un Tiers Monde (A. Pellet, 1978) apparu lors de la conférence de Bandung en 1955. G. Chaliand (1976) parle d'une euphorie tiers-mondiste née pendant la guerre d'Algérie et renforcée par la révolution cubaine en 1960. L'idéologie du développement se cristallise. Les pays sous-développés deviennent, sous la pression de ce Tiers Monde revendicatif de respect, des pays en voie de développement (PVD) ; ils sont cent dix-sept en 1977.

Dès 1968, la CNUCED propose le concept de pays moins avancés (PMA), qui se différencient par la faiblesse de leur PNB, de leur industrie et de leur taux d'alphabétisation. En effet, l'assistance aux PVD, obligation impérieuse de la première décennie des Nations unies, revêt un caractère technique, financier et d'urgence. Les PMA doivent bénéficier d'une assistance financière à des conditions plus favorables.

Malgré tous ces efforts, les constats à la fin des années soixante-dix sont amers. L'écart continue à se creuser entre PVD et pays industrialisés puisque avec 70 % de la population les premiers ne disposent que de 30 % des revenus. L'effort de contribution des nations industrialisées n'atteint pas le but recommandé de 1 % du PNB dont au moins 0,7 % d'origine publique.

L'un des économistes de la Banque mondiale (A. KAMARCK, 1976) jette un regard sans complaisance sur la pauvreté des nations en voie de développement. Dans une synthèse de travaux divers, il soutient que le climat et la pauvreté des sols (il oublie involontairement (?) les

ressources en eau) sont, avec l'instruction et le niveau sanitaire, les obstacles majeurs au développement des pays tropicaux. Il n'en conclut pas moins cette revue pessimiste en invitant les pays riches à un engagement accru, plus résolu, mieux orienté et coordonné pour permettre de contourner ces obstacles. Le Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale (GCRAI), de création récente et dont les instituts de recherche vont conduire à la première révolution verte, est cité en exemple.

La seconde décennie du développement demande une meilleure stratégie de lutte contre le sous-développement, pour tendre vers un nouvel ordre économique mondial. C'est alors la période de la première crise pétrolière. La science et la technique apparaissent alors sur le devant de la scène internationale. « Patrimoine commun de l'humanité à gérer et enrichir pour le bien de tous » (UNESCO, 1976), elles allaient faire l'objet, à Vienne en 1979, d'une conférence internationale pour mieux les mettre au service du développement (CNUSTED II). La France y participe évidemment et condense en une brochure l'essentiel de l'information qu'elle veut donner sur ses acquis et sur sa capacité d'intervention (*Pour le développement*. « Coll. Sciences et techniques françaises », 1979). Pierre Aigrain, secrétaire d'État à la Recherche d'alors, rappelle en avant-propos : « On ne sait pas assez qu'au titre de la coopération scientifique et technique 1 800 chercheurs, 18 000 formateurs dont 3 400 universitaires, 1 800 spécialistes de la santé et du travail travaillent dans les pays en développement » ; et il précise que 4,6 % du budget français de recherche civile est affecté à des programmes de recherches avec les pays en développement. Bien entendu, l'Office y est largement mentionné, de même que ses moyens et ses programmes. La connaissance des milieux, donc des ressources en eaux, reste l'un des cinq axes prioritaires de recherche et de développement alors mis en évidence.

## Les progrès de l'Office

Au cours des deux décennies qui commencent, la recherche scientifique de l'Office va progresser davantage qu'elle ne l'a fait lors des balbutiements de la fin de l'époque coloniale. Elle va être en mesure de tirer les fruits de sa jeunesse et d'atteindre une première maturité. Le climat lui est paradoxalement favorable. Le nouveau directeur général, politiquement soutenu, s'installe dès le début de 1963. Il va rester dix-huit ans en place et apporter la stabilité favorable aux transformations de long terme que nécessite l'évolution géopolitique. Une large ambition de croissance (à savoir passer de moins de 300 à près de 800 chercheurs) et de rayonnement (c'est-à-dire sortir du champ limité des anciens pays coloniaux) anime la nouvelle politique directoriale.

La croissance de l'Office a lieu, mais elle est modérée par les ressources budgétaires allouées. Passées de 22 millions de francs en 1945, à 62 millions en 1946, puis à 489 millions en 1953, ces ressources voient leur croissance ralentir ensuite. Dépendant de subventions du FAC pour près de 60 % de son budget et de diverses autres subventions (Fides, Fonds d'investissement pour les départements d'outre-mer (Fidom), Éducation nationale...), l'Office doit attendre 1967 pour s'affranchir de cette situation, remise en cause chaque année, et recevoir enfin une dotation annuelle directe de l'État. Toutefois, sa tutelle étant finalement confiée au seul ministère de la Coopération, il se voit un peu confiné à sa zone géographique traditionnelle et ses possibilités d'expansion géographique vont en souffrir. La croissance consiste donc en un rééquilibrage entre disciplines, avec une nouvelle priorité accordée à certaines un peu négligées auparavant (comme la géologie et le secteur biologique). Quant au rayonnement, il se manifeste par un début d'intervention en Amérique latine, et par le souci de faire connaître hors d'Afrique les compétences et les acquis de l'Office, bientôt âgé de vingt ans.

Croissance et rayonnement s'appuient sur un renforcement visible du contrôle scientifique des études et

des recherches conduites selon le texte de la réforme de 1960, à travers l'instauration en 1964 des premiers Comités techniques disciplinaires. Nous y reviendrons plus loin, mais il n'est pas sans intérêt de s'interroger sur le mode de contrôle scientifique des activités de l'Office avant la création des comités techniques.

Dans son rapport de 1955 déjà cité, R. Combes parle d'un Conseil supérieur pour la coordination des recherches scientifiques et techniques dans les territoires d'outre-mer, créé en septembre 1947 et fort de 35 membres, qui travaille en cinq sections (celle des sciences de la terre incluant sans doute l'hydrologie). Aucun de ses membres n'est hydrologue, mais dans ce domaine sont compétents A. Caquot, ingénieur, membre de l'Académie des sciences et auteur d'une formule réputée pour le calcul des écoulements en milieux urbains, ainsi que C. Robequain, géographe qui a écrit l'un des articles introductifs du premier *Annuaire hydrologique* publié par l'Office (voir chapitres V et VII). Dans son ouvrage sur l'Office, M. Gleizes évoque à diverses reprises les nombreux avatars de ce Conseil supérieur au cours des années suivantes, avatars dont les réunions paraissent avoir été très peu nombreuses.

Depuis le début de l'Office, en-dessous de ce Conseil scientifique, il existe des commissions consultatives spécialisées, dites aussi commissions de travail du Conseil supérieur. Leur composition est donnée dans le premier rapport d'activité de l'Office datant de 1946 ; mais l'hydrologie n'y figure pas encore. Par ailleurs, l'inspection de la France d'outre-mer s'est penchée sur les activités de l'Office et elle a produit un rapport d'inspection relatif à la période 1945-1952. Ce rapport mentionne l'existence d'une commission d'hydrologie fluviale. Selon l'auteur du rapport d'inspection, cette commission s'est réunie le 11 décembre 1952 ; elle comporte dix-huit membres, dont des représentants de la direction des Affaires économiques et du Plan, de la direction de l'Agriculture de la FOM, de la direction des Travaux publics, des Mines, de la Météorologie nationale, des représentants d'Électricité de France, le directeur de l'école nationale du Génie rural, un professeur de la Sorbonne, etc. Jean Rodier y est présenté comme le

« responsable » central de l'hydrologie, le « rapporteur et conseiller » pour sa discipline et membre de la commission d'hydrologie du Conseil supérieur de la recherche scientifique outre-mer (les guillemets existent dans le rapport d'inspection). Il semble qu'il y ait une confusion entre deux commissions, celle ressortant du Conseil supérieur et celle de l'hydrologie fluviale dont la réunion est décrite, à moins qu'il ne s'agisse bien de la même ?

Par ailleurs, le préambule de la convention signée entre EDF et l'Orstom dès 1950 (voir chapitre IX) stipule, dans son exposé des motifs : « la présente convention fait suite à la séance tenue le 6 juillet 1949 de la commission hydrologique de l'Orstom... » et plus loin à l'article premier : « EDF s'engage à assurer, suivant les directives et sous le contrôle de la commission... ».

Dès la création de la discipline à l'Office, soit au moins dès 1949, il y aurait donc bien eu une commission d'hydrologie (fluviale, dans les premières années). Aucune autre trace de cette commission n'a pu être retrouvée dans les archives de l'Office en 1999.

## **La nécessité de la coopération**

Ainsi, une fois de plus et presque paradoxalement, l'Office se renforce et croît dans la relative stabilité que lui procurent le cadre de la coopération avec les anciennes colonies, son nouveau statut et son nouveau directeur général, alors que son environnement immédiat change radicalement. Il intervient dans des pays indépendants et dans une atmosphère de concurrence scientifique et technique que les autres grandes puissances font peu à peu peser sur lui.

Mais pour l'Office en pratique, la relative stabilité du cadre opérationnel constitue assez souvent un paradoxe en matière de recherche scientifique, *a priori* favorable. Lors des indépendances, en effet, si les transferts de pouvoir s'effectuent facilement (avec le maintien sur place des cadres français), la recherche scientifique est un peu oubliée. Les

nouveaux États ne semblent pas avoir alors senti la nécessité de se l'approprier, ou ils ont pensé ne pas disposer des ressources humaines indispensables, ou encore ils n'ont pas saisi de suite son importance stratégique dans un développement autonome. La recherche agronomique connaît le même phénomène, alors que presque tous ces États ont encore une économie et des ressources à l'exportation qui reposent en majorité sur l'agriculture (cacao, café, coton, huile de palme,...). De la sorte, de nombreux anciens centres de recherches gérés par l'Office sont restés des enclaves françaises dans les nouveaux pays indépendants durant plusieurs années avec une certaine liberté de manœuvre satisfaisante au début, mais qui évidemment à la longue amènera des tensions. Plus tard, des accords globaux ont été signés pour légitimer la présence de structures françaises sur les territoires de certains pays.

Pour l'Office, la coopération devient une priorité et une nécessité. Il s'y plie volontiers, même si cela complique sa programmation scientifique.

Relayant la doctrine internationale exposée lors de la CNUSTED II de 1979, le directeur général de l'Office relève, dans son introduction au rapport triennal d'activités de l'Office pour 1977-1979, « la prise de conscience généralisée du rôle fondamental que peut et doit jouer la recherche scientifique et technique dans le processus de développement ».

*La recherche est un instrument majeur de l'aide au développement. Elle doit être orientée et finalisée. Elle doit se conduire dans le cadre d'une négociation permanente avec les pays dans lesquels l'Office travaille. Tel est le credo de ces deux décennies malgré quelques doutes.*

## Chapitre IX

### **Le service hydrologique s'adapte à son nouvel environnement**

Quand l'Office fête son vingtième anniversaire, le Service hydrologique a environ quinze ans d'existence effective. Nous avons évoqué sa maturité au chapitre VII en relatant les résultats d'équipement hydrométrique des rivières tropicales et les publications faites avant 1961. Elle devient encore plus évidente quelques années plus tard, alors que, capitalisant les premiers travaux, les hydrologues de l'Office et ceux d'EDF abordent des phases de synthèses, des inventaires.

Le service a donc atteint sa maturité et commence à publier et à faire connaître les acquis scientifiques en France et au plan international. Il faut ensuite modifier son organisation, puisqu'il compte une cinquantaine de personnes, et l'insérer dans la perspective du nouveau comité technique d'hydrologie. Les demandes spécifiques des pays partenaires doivent être également prises en compte *via* de nouvelles procédures de définition des programmes d'activités. Il faut encore diversifier les recrutements pour mieux satisfaire ces demandes et introduire une formation améliorée et permanente des agents. Il faut enfin utiliser l'expertise accumulée pour sortir de la zone traditionnelle d'activités.

*En quelques mots, il s'agit de consolidation, d'expansion et de rayonnement.*

## Une nouvelle convention avec EDF

La convention de 1950 avec EDF régissait en fait les objectifs prioritaires et l'organisation du service hydrologique de l'Orstom. Elle est restée en vigueur jusqu'en 1960, lorsque le nouveau statut de l'Office a rendu sa révision nécessaire. La nouvelle convention, signée le 7 décembre 1960, ne parle plus de « demander à EDF d'assurer la direction, la centralisation et la mise au point des études hydrologiques », mais précise qu'EDF s'engage à apporter son concours au service hydrologique de l'Office en :

- mettant à la disposition de l'Office, à temps partiel, « un expert confirmé qui remplira les fonctions de chef de la section hydrologique sous la direction et le contrôle de l'Office, assisté du comité technique compétent » ;

- mettant du personnel à la disposition du bureau central hydrologique et en assurant dans ses locaux l'installation matérielle de ce bureau ;

- participant à la préparation du programme d'études fondamentales de la section hydrologique de l'Office et à la réalisation dudit programme.

La nouvelle convention diffère assez nettement de la convention initiale décrite au chapitre V. En 1950, il n'était question que « de préparer l'installation définitive d'un service central hydrologique ». Le nouveau texte mentionne explicitement l'existence d'une section hydrologique de l'Office et d'un bureau central hydrologique. Le pouvoir et l'autorité passent à l'Office selon la lettre du texte, mais ils restent à EDF en réalité, puisque cette entreprise fournit le responsable, assure l'hébergement et l'appui matériel aux agents de l'Office en France, et aussi l'accès aux données collectées et aux résultats des travaux. Il s'agit donc plutôt du passage d'un pouvoir absolu délégué à un pouvoir partiellement partagé avec une administration et un comité technique. Le partage est plus accentué vis-à-vis des choix politiques des zones à explorer, jugées prioritaires ou nouvelles et vis-à-vis du conseil et du contrôle scientifique

des programmes d'activité. Le partage est moindre dans la conduite opérationnelle des activités (tant au niveau global que parisien), tandis qu'il s'accroît dans les pays partenaires, avec l'accroissement des effectifs et l'importance des responsabilités à prendre pour les hydrologues sur le terrain.

Relevons un point de vocabulaire : la nouvelle convention parle de « section » et non plus de « service hydrologique ». En 1960, la direction générale envisageait en fait de regrouper plusieurs sections disciplinaires en divisions (du milieu naturel, etc.), mais ce regroupement ne sera pas adopté par G. Camus, et le titre de service réapparaît plus tard, comme nous le verrons plus bas.

Cette convention reste en vigueur jusqu'en 1980. Le règlement des prestations liées à la participation d'EDF décuple en dix ans. Elle passe, en nouveaux francs, de 30 000 à 300 000 F entre 1950 et 1960. Le montant continue à croître fortement jusqu'en 1967, il atteint presque 900 000 F puis il décroît vers 715 000 F en 1971 pour se redresser ensuite et croître à nouveau fortement jusqu'à atteindre environ 1 500 000 F en 1979. Il s'agit de francs courants, et l'accroissement réel est évidemment à minorer car, en France, l'inflation s'est souvent située autour de 10 % l'an au cours de cette longue période. Les indices de l'INSEE montrent que les montants ont peu varié depuis 1960, puisqu'ils étaient alors de l'ordre de 1 340 000 F (valeur 1979); seule la période 1966-1967 a vu des montants supérieurs à 2 millions de francs (valeur 1979). On peut donc dire que l'engagement de l'Office vis-à-vis d'EDF a conservé le même niveau d'importance et de coût durant environ vingt ans.

De plus, à cette convention générale viennent s'ajouter des conventions particulières, les unes relatives aux activités aux Antilles (confiées directement à EDF par le ministère concerné de 1958 à 1968), les autres liées à l'exécution de marchés particuliers d'études. Leurs montants augmentent *grosso modo* de 20 à 25 % les chiffres précédents. Au cours de la période 1960-1979, la prestation fournie par EDF coûte à l'Office quelque 2 millions de francs annuels (valeur 1979).

Que représente cette charge ? En 1979, le budget global de l'Office est de 287 millions de francs sur lequel la part de l'hydrologie ressort à 41,3 millions de francs, soit 14,4 %. Vis-à-vis de ce dernier montant, la prestation fournie par EDF est de l'ordre de 5 %. C'est une charge qui n'est pas négligeable. Toutefois, les facilités procurées par la base arrière (personnel d'appui et locaux) ont certainement déterminé le décollage rapide et réussi de l'hydrologie à l'Orstom. Le prestige international incontestable de Jean Rodier et le fonctionnement jugé satisfaisant de la discipline ont certainement incité la direction générale à maintenir un tel *statu quo*.

Néanmoins, la mise en application concrète de cette nouvelle convention s'effectue lentement, compte tenu des incertitudes que connaît l'Office entre 1960 et 1962. La réorganisation effective du service hydrologique n'intervient qu'en 1966. Les deux organismes associés avaient échangé d'ailleurs une note confidentielle de conjoncture sur les possibilités de cette réorganisation, dès le milieu de 1964. Elle est rendue nécessaire du fait de l'importance des recherches hydrologiques conjointes de l'Office et d'EDF. Déjà en 1958, la division prospection et hydrologie à EDF/Igufe (Inspection générale pour l'union française et l'étranger), dirigée jusqu'alors par Jean Rodier est scindée en deux branches, ce dernier ne conservant que la branche « hydrologie ». Il n'en reste pas moins difficile, pour une seule personne, de contrôler efficacement tous les agents (maintenant répartis dans plus de dix pays) et de suivre directement l'interprétation et l'analyse des données réalisées à Paris depuis les débuts du Service hydrologique. En effet, en 1966, des sections hydrologiques (avec au moins un chercheur ou un ingénieur) sont implantées durablement dans seize pays et en couvrent dix-neuf (D.O.M.-T.O.M. inclus); de plus, quelque onze pays ont reçu des hydrologues de l'Office pour des missions de courte ou longue durée, durant environ vingt ans.

En outre, pour maintenir la qualité des résultats des études et des recherches, il fallait améliorer l'usage de méthodes communes et assurer la formation continue des agents de terrain en s'appuyant sans cesse sur les nouveaux acquis.

Le projet de réorganisation envisage le développement accéléré des activités, et donc le maintien d'un recrutement élevé. Ces besoins se justifient par l'accroissement des demandes du développement qui suivent ; les souhaits des nouveaux pays indépendants et la mise en place de sources de financement internationales diverses, au niveau européen comme à celui des Nations unies. Dans les pays tropicaux nouvellement indépendants, la concurrence nouvelle des bureaux d'études privés ou parapublics français et étrangers et celle des autres coopérations étrangères obligent les équipes françaises à se maintenir au meilleur niveau et à œuvrer avec une efficacité certaine. Enfin, la volonté de sortir de la zone des anciennes colonies se fait maintenant jour et requiert du personnel et des compétences de niveau international.

*Le service hydrologique passe insensiblement d'une situation de quasi-monopole en zone coloniale à une situation de concurrence, particulièrement vive lorsqu'il se risque en dehors de ce « domaine réservé ». Cette transition dure environ dix années, de 1965 à 1975.*

### **Le nouveau comité technique**

Dans le cadre de la convention Orstom-EDF de 1960 et suite au projet de réorganisation de 1964, le 8 mars 1966, la direction générale de l'Office entérine l'essentiel du contenu du projet sous la forme d'une note sur l'organisation intérieure du Service hydrologique de l'Orstom précédée de deux articles. Le premier déclare que le bureau permanent du Comité technique d'hydrologie est assisté d'un bureau central comportant :

- un bureau des échanges extérieurs ;
- un département de la recherche appliquée ;
- un département de la recherche fondamentale et de l'enseignement.

Le second nomme les chefs des deux départements et stipule que Jean Rodier, président du comité technique, et déjà chef du service hydrologique, assume les responsabilités de la direction du bureau des échanges extérieurs.

*A priori*, cette décision tend à renforcer le pouvoir du comité technique de l'Office sur les activités de son Service hydrologique. Mais en réalité, comme le président de ce comité et le chef du service sont la même personne, qui de plus dirige le bureau des échanges extérieurs (en fait, il s'agit des échelons extérieurs, donc de tous les agents de l'Office en poste hors de France), EDF conserve un pouvoir effectif sur lesdites activités. Ce pouvoir est encore renforcé puisque toutes les données collectées et les résultats obtenus outre-mer sont rassemblés, traités et conservés par le département de la recherche fondamentale, également dirigé par un ingénieur d'EDF.

Par ailleurs, la répartition logique des champs d'activités des deux départements n'est pas tout à fait respectée. Une flexibilité plus efficace s'établit en fonction des capacités des hommes, et les deux départements effectuent des recherches fondamentales et des opérations d'ingénierie hydrologique, en se répartissant également les pays d'intervention courte selon divers critères.

Cette décision semble attribuer un rôle majeur au comité technique. Voulue par la réforme de 1960, cette structure d'encadrement scientifique ne voit le jour qu'en 1964. Son appellation veut à la fois éviter la confusion avec les commissions scientifiques du CNRS et afficher le travail (technique...) au service du développement des partenaires. Ainsi, l'arrêté ministériel du 8 juillet 1964 crée donc seize comités techniques dont « la compétence s'étend aux disciplines nécessaires au progrès des connaissances dans le secteur qui leur est propre ». Il précise bien qu'ils constituent « les assises scientifiques » de l'Office. L'arrêté ajoute qu'« un bureau permanent expédie les affaires courantes et en prépare les travaux ».

Ainsi, se met en place une nouvelle structure de conseil, d'orientation et d'évaluation interne des activités par discipline, en lieu et place des anciennes commissions spécialisées des années quarante et cinquante. Au précédent

chapitre, on a vu le rôle apparemment très réduit joué par la commission d'hydrologie fluviale, puisqu'aucune trace n'en subsiste ni dans les archives ni dans les mémoires au milieu des années soixante.

Le comité technique d'hydrologie, qui comprend quinze membres désignés par le directeur général de l'Office, voit ses compétences s'étendre à la discipline hydrologique au sens large de la définition donnée au chapitre II. Elle inclut la bioclimatologie physique (c'est-à-dire la physique des phénomènes climatiques liés au cycle hydrologique et plus particulièrement de l'évaporation des plans d'eau) ; mais pas la bioclimatologie végétale, liée à la production végétale qui dépend du comité technique de botanique et de biologie végétale. Cette séparation manque évidemment de logique scientifique, mais elle constitue un compromis entre des demandes non conciliables. L'avenir montrera qu'elle ne favorisa pas le rayonnement de la discipline en bioclimatologie.

Parmi les membres du premier comité constitué selon cet arrêté, il y a :

- trois ingénieurs d'EDF, deux travaillent avec l'Office (Jean Rodier et Marcel Roche), le troisième, Joseph Jacquet, est ingénieur en chef à EDF et est en poste à la direction des études et de recherches de cet établissement ;

- cinq chercheurs de l'Office, quatre sont des hydrologues (ils sont choisis parmi les premiers recrutés : Claude Auvray, André Bouchardeau, Roger Berthelot et Pierre Dubreuil), le cinquième est Frédéric Fournier, spécialiste de l'érosion des sols ;

- sept personnalités compétentes dans les domaines des eaux souterraines [le professeur de géologie Glangeaud et Gilbert Castany hydrogéologue en chef du Bureau des recherches géologiques et minières (BRGM)], de l'aménagement des eaux (Ivan Chéret, ancien adjoint au directeur fédéral de l'hydraulique en A.-O.F., Lucien Bugeat, ingénieur en chef du génie rural et Robert Hlavek, ingénieur du génie rural responsable de l'hydrologie au centre de recherches de cette administration qui est devenu le Cemagref), et dans celui de la climatologie (R. Arléry de la

Météorologie nationale et Marc Hallaire, bioclimatologue de l'Inra).

Toutes ces personnalités sont françaises mais la plupart ont eu une expérience des pays tropicaux. Plus de la moitié d'entre elles sont également membres de la section française de l'AISH, comme les trois hydrologues d'EDF.

Parmi ces personnalités, il n'y a qu'un seul universitaire (un géologue et non pas un géographe...), ce qui montre la faiblesse encore patente des universités françaises en matière de recherche et d'enseignement des sciences hydrologiques en 1964. En revanche, douze membres sur quinze sont des ingénieurs, ce qui corrobore bien les objectifs initiaux de l'association de l'Office et d'EDF, qui étaient, rappelons-le, d'installer un réseau hydrométrique pour répondre aux problèmes de développement outre-mer.

Plus concrètement, le comité technique définit les programmes de recherches, et il en contrôle l'exécution. Il évalue les travaux des chercheurs, en particulier en désignant à chacun d'eux des directeurs scientifiques et des parrains qui ne sont pas nécessairement pris parmi les membres du comité et leur propose de l'avancement s'il le juge souhaitable. Dans la pratique, comme il ne se réunit qu'une à deux fois l'an, le comité technique n'a qu'une vision assez générale et quelque peu superficielle des activités conduites par les chercheurs. Seul le bureau permanent est, en principe, à même d'assurer un suivi plus significatif de la réalité des choses, mais les réunions du comité permettent de prendre connaissance d'avis extérieurs souvent pertinents et utiles, et également de nouer d'intéressantes relations inter-organismes. En 1964, le président du comité et chef du service hydrologique conserve la réalité du pouvoir opérationnel et bénéficie du soutien logique du comité, au sein duquel aucune opposition conceptuelle ou stratégique n'est alors en état de s'exprimer.

L'hydrologie reste toujours spécifique au sein de l'Office : à ses particularités déjà évoquées s'ajoutent la domination du mode de pensée des ingénieurs, la faible présence universitaire et un débat souvent réduit aux sujets accessoires. La question est posée de savoir si ce qui a donné

d'excellents résultats durant les quinze premières années du service (presque exclusivement dévoué alors aux études d'hydrologie opérationnelle et à l'ingénierie) va pouvoir assurer à l'avenir la même efficacité, alors que les thématiques de recherche commencent à s'intensifier et se complexifier et que le débat va devoir jouer un rôle nécessaire à la sélection des programmes. Nous apporterons des éléments de réponse concernant le bilan de la période 1962-1981.

Entre-temps, les comités techniques évoluent. Un premier changement intervient en 1973, lorsque le directeur général de l'Office décide qu'une partie des membres des comités doivent être élus par les agents et parmi eux, et qu'au moins deux membres du bureau permanent sur trois doivent être des élus. Le second se produit en 1976, lorsqu'une nouvelle décision élève à 50 % le nombre de membres élus et crée la fonction de secrétaire scientifique du comité. Dans les deux cas, c'est le directeur général qui choisit le président du comité technique, lequel va continuer à régner en maître sur le dispositif scientifique. Le bureau permanent se réunit peu et sans régularité, sauf avant chaque réunion du comité technique pour établir l'ordre du jour et préparer un consensus collégial sur les choix délicats en particulier dans le domaine des avancements des chercheurs.

Six membres du comité présents en 1966 assurent la continuité en 1976. Les membres extérieurs à l'association Orstom-EDF ne sont plus que sept, dont plusieurs représentent des secteurs connexes de l'hydrologie, comme la météorologie, l'hydrogéologie et l'utilisation des eaux. Deux figures nouvelles apparaissent : J.-C. Fontes, un universitaire du secteur géologique, géochimiste et spécialiste de l'usage des traceurs et des isotopes en hydrologie, et un étranger, J. Nemeč, responsable de l'hydrologie opérationnelle à l'OMM. Le déséquilibre se maintient en faveur de l'ingénierie avec sept ingénieurs sur dix membres élus. La composition du comité s'enrichit de l'arrivée massive de jeunes hydrologues (trois sur dix ont juste dix ans de présence dans l'Office). Parmi eux il n'y a qu'un seul universitaire de formation. Si des préoccupations issues du terrain existent, il n'en reste pas moins que la structure

mentale des ingénieurs marque le comité. Certes, les débats se développent, mais ils ne prennent pas l'ampleur qu'aurait demandé la discipline pour s'adapter à un environnement qui commence à se transformer fortement à la fin des années soixante-dix. Toutefois, l'information circule beaucoup mieux au sein de la discipline. Au-delà du compte rendu écrit très aseptisé, le bouche à oreille transmet efficacement et clairement le contenu des débats et les tendances qui se dessinent. Sur le plan opérationnel cependant, le président du comité garde la mainmise sur les programmes et les activités, même si les uns et les autres sont plus discutés.

### **La politique de communication**

Le rayonnement de l'hydrologie hors de l'Office s'effectue d'abord par une lente et méthodique insertion dans la communauté scientifique française, puis dans la communauté internationale. Jean Rodier œuvre intelligemment à ce rayonnement. Dès 1955, il est membre du comité technique de la SHF, qui est alors un lieu privilégié pour confronter les travaux scientifiques et techniques conduits en France dans le domaine de la ressource en eau et dans celui de son utilisation. En 1956, il entre à la section française de l'AISH et en devient vice-président à partir de 1969. Cette section permet à la science hydrologique de rejoindre la communauté internationale (voir chapitre II). Il devient le président de l'AISH de 1971 à 1975, puis le secrétaire général de 1975 à 1979. Ses huit années passées au sommet de la communauté internationale des hydrologues lui assurent une notoriété considérable et facilitent grandement la reconnaissance internationale des acquis scientifiques des hydrologues de l'Office. Par ailleurs, Rodier est membre de la commission hydro-météorologique de l'OMM dès 1961, et son vice-président entre 1968 et 1971. Il accède ainsi au même niveau de reconnaissance internationale dans le domaine de l'hydrologie opérationnelle. Quand Rodier accède à ces divers postes de

responsabilité internationale, l'époque de F. Dienert et de L.J. Tison est révolue, et l'anglais est devenu la langue d'expression dominante et presque exclusive de la communauté scientifique internationale. Les hydrologues de l'Office sont encore pour la plupart affectés en pays francophones. Ils vont donc mettre quelque temps à saisir l'importance de ce changement dans les années quatre-vingt, et ils ne pourront guère encore espérer jouer un rôle aussi notable que leurs anciens au plan international.

Deux ouvrages de grande portée viennent étayer cette politique de rayonnement. En 1963, Marcel Roche, l'un des adjoints (EDF) de Jean Rodier, fait publier *Hydrologie de surface* qui devient, pour plusieurs années, l'ouvrage de référence documentaire et le manuel de travail des hydrologues de l'Office et de beaucoup d'autres équipes. Cet ouvrage complète celui de Remenieras, paru quelques années auparavant, et l'actualise, en y introduisant une dimension tropicale, en y développant les techniques des statistiques et des probabilités, et d'exploitation des réseaux de mesures. En 1964, Rodier lui-même passe une thèse de docteur ingénieur relative aux régimes hydrologiques en Afrique noire à l'ouest du Congo. L'ouvrage fait la synthèse des connaissances acquises outre-mer depuis 1949 grâce aux réseaux de mesures intensivement installés et exploités depuis lors par les agents de l'Office. Il ouvre la voie aux analyses approfondies des régimes hydrologiques menées à l'aide des outils statistiques modernes. Par la suite, beaucoup d'hydrologues vont emprunter ces outils. Ils seront ainsi en mesure de mieux évaluer les ressources en eau potentielles des grands bassins fluviaux des régions tropicales en valorisant les données pluviométriques anciennes. Une collection particulière appelée « Monographies hydrologiques » verra alors le jour.

Un dernier ouvrage, bien que de moindre portée, mérite également d'être cité. Il est consacré à l'estimation des débits de crues décennales des bassins versants de moins de 200 km<sup>2</sup> en A.-O.F. (C. Auvray et J. Rodier, 1965). Bien qu'il réponde à une commande sur marché, il apporte des acquis scientifiques certains et, surtout, entièrement nouveaux et montre ainsi la réussite de quinze ans de recherches

extensives sur environ cent bassins représentatifs. Ce simple ouvrage contractuel va rester la « bible » des ingénieurs d'aménagement des petits bassins versants tropicaux pendant près de vingt ans.

Le dernier grand volet de cette politique de rayonnement est le lancement de la revue des *Cahiers Orstom, série Hydrologie*, dont plusieurs séries concernent d'autres disciplines et comités. Le premier numéro paraît en 1964, deux autres numéros sont publiés pour chacune des années 1965 et 1966. En 1967, on atteint le rythme régulier d'une parution trimestrielle. Entre cette période de lancement et 1976, la revue produit 45 numéros et quelque 125 articles. La majorité de ces articles est l'œuvre de chercheurs et d'ingénieurs hydrologues associés de l'Office et d'EDF. Si une quarantaine d'entre eux signent au moins un article, pas plus d'une dizaine écrivent plusieurs articles. On ne compte pas plus de 17 signatures étrangères à cette communauté d'hydrologues parmi lesquelles six appartiennent à des chercheurs d'autres disciplines (des bioclimatologues et des pédologues). Onze cosignataires d'articles viennent d'universités ou de centres de recherches français, canadiens et américains. Moins de 9 % des contributions proviennent de chercheurs qui n'appartiennent ni à l'Office ni à EDF.

*À l'époque, les Cahiers de l'Orstom, série hydrologie sont donc considérés non comme une revue scientifique classique, mais bien comme un vecteur spécifique de la communication des hydrologues de l'Office.*

Nous aborderons leur contenu scientifique au prochain chapitre.

Naturellement, les hydrologues complètent ce dispositif de communication en assistant régulièrement aux séances techniques de la SHF (sessions techniques de la commission d'étude des débits et journées de l'hydraulique) et en participant aux principaux symposiums et colloques de l'AISH. Ainsi, les premières sorties sur la scène internationale sont, par exemple, pour les colloques sur les bassins représentatifs de Budapest en 1965, puis de Wellington en 1970, ceux sur la planification des réseaux hydrométriques à Québec également en 1965, puis sur l'hydrologie des lacs et

réservoirs à Garde en 1966. Ces sorties s'accompagnent de la présentation de nombreuses communications. La présence internationale est maintenant affichée ; elle sera soutenue et maintenue au cours des années suivantes.

La collaboration avec l'Unesco qui lance la première Décennie hydrologique internationale (DHI) en 1965 contribue aussi au rayonnement de l'hydrologie. Dès 1963, l'Office sollicite affecte à temps partiel un chercheur confirmé pour préparer, puis accompagner cette décennie auprès de cette organisation. Cette collaboration (facilitée par la présence à Paris du siège de l'Unesco) reflète la notoriété internationale déjà acquise par les hydrologues de l'Office et l'intérêt de leurs connaissances du milieu tropical et des pays en voie de développement, dans lesquels il n'y a alors pratiquement pas d'hydrologues nationaux formés et aptes à représenter valablement les caractéristiques et particularités de leur pays au plan international.

L'organisation du service hydrologique est consolidée, le rayonnement de ses travaux inauguré et mis sur rails. Pour aller au-delà et permettre l'expansion, des hommes nouveaux sont indispensables.

### Un recrutement diversifié

Après 1961, la politique de recrutement peut être poursuivie. Le tableau 4 indique les effectifs nets (diminution faite des partants) à différentes dates réparties sur quarante ans.

*Tableau 4*  
*Évolution des effectifs nets 1945-1987*

Année	Total	Chercheurs	Ingénieurs	Techniciens
1962	37	18	5	14
1974	90	39	10	41
1981	110	47	13	50
1988	126	55	13	58

*Tableau 5*  
*Taux de recrutement*

Période	Total/an	Chercheurs + Ingénieurs/an
1945-1961	2,3	0,9
1962-1973	3,2	2,2
1974-1981	3,0	1,1
1982-1987	3,0	1,3

Les tableaux 4 et 5 montrent bien que la période des années soixante-dix est celle des plus forts taux de recrutement, elle correspond au double des autres périodes pour les chercheurs et les ingénieurs. Le taux global est maintenu à un niveau supérieur car à partir de 1975, des techniciens recrutés localement (dans les D.O.M.-T.O.M.) sont intégrés à ceux du recrutement général effectué en métropole.

À titre de comparaison, en 1974, il y a 39 chercheurs hydrologues, mais seulement 13 géophysiciens et 20 géologues ; en revanche, il y a déjà 75 pédologues. Avec le renfort des ingénieurs et des techniciens, l'hydrologie représente alors l'une des disciplines les plus fournies de l'établissement avec la pédologie. Le nombre de techniciens y est proportionnellement le plus élevé, ce qui reflète l'importance des travaux de terrain, des mesures et observations, et des traitements des données.

Dès 1974, on compte environ 45 % de techniciens sur l'effectif global de la discipline.

Dès le début des années soixante, on observe un changement notoire quant aux origines des chercheurs et des ingénieurs de recherche et à leurs recrutements. C'est l'entrée en force des diplômés de l'université. Ils possèdent soit une licence, soit une maîtrise ou un diplôme d'études approfondies (DEA). Entre 1962 et 1973, ils représentent 36 % des nouvelles recrues, puis 50 % au cours des quinze années suivantes. Les écoles d'ingénieurs qui avaient fourni l'Office en chercheurs durant la période pionnière sont toujours des sources de chercheurs, mais le monopole de la pensée des ingénieurs va cesser. En 1973, on compte environ

25 % d'hydrologues d'origine universitaire et environ 33 % en 1988. La première vague de recrues d'origine universitaire comprend surtout des hydrogéologues, les suivantes seront plus diversifiées.

L'esprit de mai 1968 imprègne la plupart des nouvelles recrues de toutes origines. Un vrai changement de mentalité s'instaure dans l'Office. Il a un impact d'autant plus fort qu'il coïncide avec une période de recrutement massif. Dix ans plus tard, ces nouvelles recrues représentent réellement les forces vives de la discipline.

*C'est une vraie nouvelle vague qui est beaucoup plus ouverte à l'idée de recherche que les pionniers, et beaucoup plus encline à l'innovation et aux idées nouvelles. Elle est de plus en plus réservée, voire hostile parfois au maintien de la gestion des réseaux de mesures qui occupe une part très importante des activités de terrain.*

La nouvelle vague accompagne et facilite la lente évolution de la discipline vers le plus de science recommandé ; elle permet surtout l'ouverture vers des champs thématiques nouveaux, et contribue donc à une réelle diversification, infiniment souhaitable.

Si l'hydrologie suit assez fidèlement la tendance vers plus de science introduite par le nouveau directeur général, des disciplines comme la pédologie et l'océanographie (qui avaient aussi recruté un certain nombre d'ingénieurs, en particulier agronomes à leurs débuts) se dirigent de plus en plus vers les sources universitaires. Les niveaux de compétence doivent donc être au plus haut et la thèse d'État devient un objectif affiché pour tous (des ingénieurs aux universitaires recrutés avec des diplômes moins élevés). La plupart des disciplines se plient à cette ardente recommandation, sauf l'hydrologie, car la majorité de ses ingénieurs, surtout les plus anciens, ne suivent pas cette voie, sans qu'ils en pâtissent réellement d'ailleurs. Cela dévalorise un peu la discipline dans les débats internes à l'établissement relatifs à la programmation, et aussi au regard des promotions de chercheurs, car elle manque de docteurs ès sciences, au moins dans les premiers temps.

Toujours sur le plan des ressources humaines, il faut rappeler que la période d'incertitude des années 1960 à

1962 avait jeté quelque trouble dans l'esprit de certains des premiers recrutés de l'Office. Parmi ceux qui viennent de disciplines bien représentées au plan universitaire nombreux sont ceux qui, craignant un avenir incertain dans cet outre-mer devenu indépendant, se tournent vers l'université et vont y faire carrière. Beaucoup de ces partants étant de qualité, c'est une vraie perte pour l'établissement. Des départs de nature différente se produisent chez les hydrologues. Ils n'ont pas d'université en vue pour se replier, mais ils sont accueillis avec leurs expériences déjà fortes par d'autres institutions. Ainsi, avant la fin des années soixante, trois des plus anciens pionniers de la discipline se retrouvent dans des structures internationales, et un quatrième rejoint la structure française émergente qui coordonne les problèmes de l'eau. Ils gardent tous, à des degrés divers, des relations assez suivies avec le Service hydrologique, certains sont dans le comité technique quelques années, tous d'une façon ou d'une autre assurent à l'hydrologie leur part de rayonnement hors de l'Office. Ces mouvements ressemblent à une politique volontariste de mobilité, comme elle se pratique souvent dans les grands corps d'ingénieurs de l'État ; mais il se peut qu'il s'agisse en fait d'opportunités saisies.

Les recrutements massifs des années soixante s'accompagnent d'une nette amélioration de la formation des entrants. Sur le terrain, ils trouvent alors des anciens auprès desquels ils peuvent se former à la métrologie et au traitement primaire des données, ainsi qu'à la gestion des réseaux et des personnels locaux. Cette formation se complète peu à peu avec les notes techniques émises par le bureau central hydrologique. Trente-huit sont publiées entre 1966 et 1975. Afin d'assurer une homogénéité des méthodes entre les diverses sections outre-mer, elles portent pour 40 % sur la métrologie et pour 35 % sur l'application des statistiques et sur l'introduction de l'informatique dans le domaine du traitement des données. Pour le reste, ces notes techniques concernent les procédures propres aux bassins représentatifs. Les sujets les plus importants de ces divers domaines font aussi l'objet d'articles dans les *Cahiers d'hydrologie* (voir chapitre XI), notamment pour favoriser une communication externe appropriée. Ainsi, les formations

initiale et continue des agents de l'établissement sont assurées au mieux, et elles permettent sur l'essentiel (la métrologie et le traitement des données) de conserver une bonne homogénéité entre des équipes très éloignées qui n'ont de contacts entre elles que par le canal du bureau central parisien.

## **Le poids de l'hydrologie dans l'Office**

Examinons l'aspect financier et le poids relatif de la recherche hydrologique au sein de l'Office. La lecture des rapports d'activité de l'Office (qui ne fournissent pas toujours les mêmes indicateurs entre 1962 et 1981 et ne facilitent donc pas des calculs exacts) permet d'esquisser quelques ordres de grandeurs, puisque les grandes masses bougent relativement peu. Le pourcentage de chercheurs et d'ingénieurs hydrologues a décru régulièrement d'environ 10 % vers les années 1960-1962 et jusqu'à 7,7 % en 1976. Si l'on inclut les techniciens, pourtant relativement nombreux, ce pourcentage ne monte qu'à 8,8 %. Par contre, le poids de la charge financière est nettement plus élevé puisqu'il oscille entre 16 et 14 % de 1974 à 1979. Les besoins financiers sont plus importants que dans d'autres disciplines à cause des observations et des mesures sur le terrain qui sont à la base de toutes les recherches. Ils sont compensés, au moins partiellement, par les ressources qu'apportent les conventions à la discipline toujours très orientée vers la satisfaction des demandes des aménagistes. Ces ressources représentent entre 30 et 40 % du total des apports des conventions au budget de l'Office (soit environ 5 % de ce budget). Ces apports, qui servent essentiellement à fournir des moyens de fonctionnement supplémentaires, ne sont pas négligeables puisque les dépenses de fonctionnement ne représentent que 25 % du budget total. Pour l'hydrologie seule, la contribution de ces conventions correspond à quelque 30 % de ses dépenses de fonctionnement. C'est donc une ressource

notable qui, dans beaucoup de situations, a permis de s'équiper plus vite pour mieux travailler.

Pour finir, ajoutons que, sur la période 1976-1979 (pour laquelle un volume complet du rapport annuel était consacré aux publications), 7,7 % de chercheurs et ingénieurs hydrologues ne paraissent pas produire plus de 5 % des publications de l'Office.

*Dans l'Office, l'hydrologie a un poids d'environ 10 %. C'est une discipline de terrain, elle nécessite des mesures et de l'expérimentation, elle est donc dotée de très nombreux techniciens. Ses dépenses sont relativement élevées, mais elle assure une contribution importante aux ressources propres grâce aux contrats qu'elle génère. En termes de publications, sa productivité apparaît par contre moindre. Durant la période de 1962 à 1981, elle reste très orientée vers la résolution des questions posées par le développement.*

Les chapitres suivants nous permettront de nuancer les conclusions quelque peu abruptes qui ressortent d'une analyse globale, donc peu précise. L'image générale n'est pas toutefois totalement déformée.

## Chapitre X

### Les nouvelles frontières géographiques

Comme le laisse présager le projet de réorganisation du Service hydrologique dès 1964, des demandes accrues en matière d'ingénierie hydrologique pour le développement vont se développer. On peut en outre penser qu'avec les acquis des quinze premières années du service hydrologique, des questions scientifiques se posent qu'il faut aborder pour pousser plus loin la limite des connaissances. Le service est consolidé et réorganisé, les recrutements massifs et diversifiés, les formations améliorées et les bases scientifiques mieux assurées par les premières publications de notoriété. L'expansion est la suite normale, qu'elle soit l'expansion géographique ou celle des champs scientifiques à approfondir ou à explorer. De nouvelles relations avec les pays indépendants et avec les nouveaux pays vont logiquement se mettre en place peu à peu.

Au milieu des années soixante, des sections permanentes du service hydrologique existent dans seize pays ou territoires :

– dans toutes les anciennes colonies d'Afrique, au sud du Sahara, sauf en Mauritanie (où les travaux étaient conduits depuis le Sénégal), au Dahomey (suivi depuis le Togo) et en Guinée (qu'il faut quitter en 1958, lors du vote négatif au référendum sur la Communauté) ;

- à Madagascar ;
- aux Antilles, en Guyane et en Nouvelle-Calédonie ;
- en Tunisie (où le service vient de s'implanter de manière durable).

Toutes ces implantations, sauf la dernière, ne sont que la prolongation des implantations coloniales ou post-coloniales. Un nouveau type de coopération s'ouvre toutefois en Tunisie où les activités qui y sont conduites par l'Office sont classées en trois rubriques :

- celles qui ressortent d'une pure logique de programmation scientifique interne à l'Office, que le pays hôte accepte, et qui sont donc entièrement à la charge de l'Office ;

- celles qui découlent d'une demande d'aide de la Tunisie et s'inscrivent logiquement sous l'appellation d'ingénierie hydrologique, qui sont prises en charge par ce pays, ou par un bailleur de fonds consentant ;

- celles enfin qui offrent un intérêt partagé à la Tunisie et à l'Office, et dont les frais sont alors répartis selon des modalités contractuelles.

La définition de ces trois rubriques a un certain succès ; sa simplicité et sa flexibilité lui permettent d'être adoptée ultérieurement dans de nombreux pays, avec de nouveaux partenaires.

Dans la majorité des cas, les hydrologues sont affectés dans des pays où un centre Orstom est déjà implanté. Les pays du Sahel, du Mali au Tchad, ne sont pas dotés de centres de l'Office mais, pour des raisons évidentes liées à la rareté des ressources en eau, notamment, leurs besoins en études hydrologiques sont comparativement plus élevés que sous les tropiques humides. La présence d'hydrologues y est donc importante dès le début. Ils opèrent par le biais de missions, qui sont directement dépendantes du service hydrologique pour leur gestion administrative et financière, ou par la mise à disposition de structures locales, telle que la Mission d'études et d'aménagement du Niger.

Durant la même période, les hydrologues de l'Office sont aussi appelés en missions courtes dans divers pays d'Asie et d'Amérique latine. Signalons une coopération de quelques années à travers le Comité inter-États du Mékong qui génère une synthèse sur le régime de ce grand fleuve au Cambodge en particulier, ainsi qu'une coopération dans le nord-est du Brésil entre 1961 à 1966.

Au cours de la décennie suivante, les implantations antérieures sont parfois maintenues avec quelques difficultés comme à Madagascar. D'autres prolongent certaines missions, comme au Brésil à partir de 1971, et en Équateur dès 1974. Des implantations de durée moyenne sont en outre réalisées en Algérie (1967-1974), en Éthiopie (1967-1973), au Maroc (1970-1975) et au Rwanda (1971-1975). Localement, les conditions pour maintenir ces implantations ne sont pas toujours jugées satisfaisantes et certaines ne sont pas maintenues comme au Maghreb ; les deux autres implantations ne durent que le temps des marchés d'études auxquelles elles étaient liées.

Au milieu des années soixante-dix, on atteint quelque dix-huit implantations permanentes et même jusqu'à vingt-deux avec les quatre implantations de moyenne durée.

## **L'appel des grands projets**

Les implantations dans les anciennes colonies et dans les D.O.M.-T.O.M. sont plutôt stables, mais l'expansion géographique se poursuit vers d'autres régions du monde : le Maghreb d'abord, l'Amérique latine ensuite, l'Asie enfin. Cette expansion n'est voulue ni par l'Office ni par son service hydrologique. C'est d'abord une expansion passive, qui répond à des sollicitations provenant soit de la puissance publique française soit d'importants bureaux d'études parapublics. Les années soixante sont celles des grands projets de développement (comme les grands ouvrages hydroélectriques), ou de ce qui s'appelle alors le développement rural intégré. Tous ces projets requièrent des équipes diversifiées dans lesquelles les hydrologues ont certes une place, mais plutôt secondaire puisqu'ils ne peuvent prétendre à la maîtrise de tels aménagements ni même à leur coordination, sauf exception. C'est par le biais des projets d'hydroélectricité que commence en fait l'expansion hydrologique. Il s'agit d'une extension hors de la zone traditionnelle de la coopération entre Orstom et EDF.

L'opérateur est souvent la Sofrelec, société d'ingénierie et consortium puissant en matière d'électrification, qui réunit EDF et divers bureaux d'études français pour répondre aux grands appels d'offres internationaux. À partir de 1961, cette coopération étendue conduit à travailler en Uruguay, puis en Colombie et au Pérou, et plus tard au Brésil et au Costa-Rica. Certes, il s'agit toujours d'estimer des caractéristiques hydrologiques, spécialement de crue maximale, pour calculer les dimensions d'aménagements. Mais les conditions sont plus ardues ; en effet, il fallait travailler vite et selon un échéancier strict (ce que les chercheurs n'aiment pas... mais dont les ingénieurs hydrologues savent s'accomoder). Il faut aussi montrer l'évidence de sa compétence auprès d'entreprises nationales ou de bailleurs de fonds plus habitués aux mœurs anglo-saxonnes qu'au charme discret du pré carré francophone. Avec ces opérations, les hydrologues améliorent leurs méthodes d'estimation des crues maximales des ouvrages importants. Le dimensionnement des évacuateurs de crue dépend du coût de ces estimations parfois très élevé et compte tenu de ces dernières, le droit à l'erreur n'est pas recommandé.

Les aménagements ruraux intégrés requièrent aussi diverses missions d'ingénierie et la coopération de plusieurs disciplines, un exercice auquel les hydrologues n'ont pas encore été confrontés. Les expériences éthiopienne et brésilienne montreront plus bas combien cet exercice accroît la difficulté du travail. Dans tous les cas, la puissance publique française est à l'origine du financement du projet de développement rural intégré envisagé et un bureau d'études français est choisi comme pilote ; l'Office avec ses hydrologues n'intervient qu'en associé, sans pouvoir notable quant aux orientations initiales et aux conditions d'exécution.

Après les indépendances, les activités se poursuivent sans réelle discontinuité. Très peu de pays se dotent d'établissement de recherches ou de ministère compétent ; les rares universités alors créées se concentrent sur la formation des hommes. En revanche, les structures administratives mises en place reproduisent évidemment d'assez près celles de l'époque coloniale, et l'on voit parfois

des ministères de l'Agriculture et des Travaux publics avec des services en charge de l'irrigation, de l'hydraulique ou des ressources en eau. Ce sont des sociétés publiques qui reçoivent mandat sur la production et la distribution d'électricité, souvent avec l'appui ou le conseil d'EDF. Comme à l'époque coloniale, c'est surtout et d'abord avec ces services techniques que l'hydrologie de l'Office traite en ce qui concerne l'hydrologie opérationnelle, c'est-à-dire la gestion des réseaux de mesures hydrométriques, et l'ingénierie hydrologique, par le biais de conventions spéciales d'études.

### **Une nouvelle forme de coopération**

Sur le plan global de la recherche et de l'Office, une concertation officielle s'établit dans la plupart des pays nouvellement indépendants grâce à des commissions *ad hoc*. Les thèmes de recherches et les programmes des chercheurs de l'Office y sont présentés. En 1962, les activités d'hydrologie envisagées ne font l'objet ni de discussions, ni de débats approfondis, elles sont généralement acceptées en l'état. Ce n'est que dix ans plus tard que des interlocuteurs nationaux compétents remplacent les coopérants techniques dans plusieurs de ces pays. Les ingénieurs civils, les généralistes en quelque sorte, sont les premiers, puis viennent quelques diplômés d'hydraulique. L'apparition d'hydrologues nationaux, avec lesquels dialoguer et coopérer, est encore plus longue à venir qu'en France et ne concerne pas tous les pays. L'Office participe à cette émergence d'hydrologues nationaux d'une part, grâce aux enseignements dispensés par certains chercheurs dans plusieurs universités et écoles nationales d'ingénieurs, et d'autre part en recevant des stagiaires en France et en y organisant des formations, en association avec des universités françaises pour amener certains de ces stagiaires jusqu'à la soutenance d'une thèse.

Depuis sa création, l'Office dispose d'un statut qui lui permet d'assurer en deux ans une formation de troisième cycle universitaire, sanctionnée par un diplôme de l'établissement. Cette filière de formation est donc rapidement ouverte à ces « élèves étrangers ». Entre 1953 et 1984, ce sont 436 étrangers qui en bénéficient (« Le partenariat avec le sud. Politiques et moyens ; Dossier Orstom n° 2, 1993 »). En hydrologie, les élèves qui viennent des anciennes colonies ne sont pas les plus nombreux ; ce sont surtout les futurs hydrologues des pays de l'expansion géographique qui vont venir en nombre. L'hydrologie et la pédologie sont les deux disciplines les plus prolifiques en matière de formation d'étrangers, puisqu'elles représentent 41 % des élèves étrangers formés en trente ans. Parmi eux, les élèves en provenance du Maghreb sont aussi nombreux que ceux venant des pays francophones situés au sud du Sahara.

Dans la zone africaine traditionnelle, les activités se poursuivent de plus en plus grâce à des accords, des conventions, des marchés d'étude, ou tout autre procédure contractuelle qui deviennent la règle dans cette zone comme elle l'est déjà dans ces nouveaux pays. En dehors des structures publiques des pays concernés, les bailleurs de fonds se multiplient : ministères français, communauté européenne, banques de développement, sociétés privées d'études, etc. Comme à l'époque coloniale, l'hydrologie continue à être fortement soutenue par des contrats de divers types. L'ensemble des sciences de la terre, qui ne représentait, entre 1974 et 1976, qu'un peu plus de 35 % des dépenses budgétaires de l'Office (donc un peu moins en termes de chercheurs) affichent plus de 60 % des contrats signés.

De nouvelles procédures de coopération apparaissent avec des pays nouveaux pour l'Office. Dans la plupart des cas, ces procédures se calquent sur le schéma appliqué en Tunisie. Dans la zone latino-américaine, la plupart des accords sont à intérêt partagé, à l'exception de quelques opérations d'expertise pure. Chaque contractant paie son personnel, et parfois même participe au coût d'expatriation du personnel de l'Office ; les frais de fonctionnement sont souvent à la charge du partenaire du pays d'accueil, qui peut recevoir

l'aide d'un bailleur de fonds externe, qui apporte souvent une partie des investissements matériels de départ.

Au-delà des nouvelles procédures mises en place, l'expansion géographique modifie le comportement des agents de l'Office. Elle les contraint à des efforts supplémentaires qui vont croissant au fur et à mesure que l'on atteint les pays éloignés de la langue et de la culture française.

Pour les hydrologues, cette expansion géographique va être ponctuée de diverses difficultés.

### **L'expansion au Maghreb**

Au Maghreb, on parle français et la culture française a déjà marqué une bonne partie des élites. On peut donc penser que la coopération va se dérouler sans complication. Il n'en est rien cependant, car les trois pays concernés, qui ont récemment retrouvé ou accédé à l'indépendance présentent des situations politiques et culturelles assez différentes qui vont influencer très fortement la nouvelle coopération.

La Tunisie, comme esquissé plus haut, va offrir les conditions de coopération les plus harmonieuses et les mieux acceptées de part et d'autre. Les relations politiques avec la France sont bonnes ; et aucun ressentiment vis-à-vis de l'époque antérieure n'est affiché. Face à des interlocuteurs déjà formés dans les écoles d'ingénieurs françaises, il est assez facile de s'entendre, même s'il faut discuter, justifier et convaincre. Pour l'hydrologie, l'élément déterminant est la formation d'hydrologues tunisiens en France. Cette formation est souhaitée par le pays hôte et se poursuit sur une longue période avec succès. Le diplôme de l'Office est reconnu par la fonction publique tunisienne, il offre ainsi aux futurs diplômés une motivation évidente assortie d'une promotion et contribue au succès de la coopération. Avec les pays du sud du Sahara, la Tunisie offre en outre des conditions très contrastées : un climat plus aride, des cours

d'eau torrentiels aux lits instables et avec crues imprévisibles et dévastatrices, un développement accentué, une disponibilité en eau critique, etc. Donc à côté de la simple coopération pour le développement et la gestion du réseau hydrométrique, la Tunisie favorise des sujets de recherches inédits et offre des possibilités d'évolution certaines qui expliquent, pour une bonne part, le maintien sur le long terme d'une coopération, qui est le point fort de l'implantation de l'Office sur les rives méridionales de la Méditerranée. Les hydrologues de l'Office y apprennent beaucoup sur la mesure des débits et sur les transports solides dans les cours d'eau instables, et y élaborent les premiers modèles de simulation du fonctionnement de systèmes d'eau complexes. Tout en étant au service du développement du pays, l'hydrologie de l'Orstom y acquiert de nouvelles compétences et la coopération au bénéfice des deux parties se poursuit encore de nos jours.

La coopération avec l'Algérie est tout autre. Après la guerre, les conditions politiques ne sont ni bonnes ni favorables à une coopération sans arrière-pensées. L'équipe d'hydrologues appelés à y travailler est soupçonnée de vouloir réintroduire une emprise de type colonial et se heurte à un nationalisme exacerbé, dans ce pays où la liberté ne règne pas et où le contrôle policier et politique s'étend partout. Sa mission de conseil pour la réhabilitation du réseau hydrométrique très fortement détruit est sans cesse contestée et entravée par de multiples tracasseries administratives. Techniquement, le sujet ne manque pas d'intérêt, d'autant plus qu'à la fin des années soixante, les fabricants d'instruments de mesure ont fait d'incontestables progrès, et proposent des limnigraphes à prise de pression les seuls qu'il est raisonnable d'installer sur des cours d'eau aux lits instables et charriant d'importants transports solides (voir les travaux de Medinger cités à la première partie). Un plan de rénovation est établi tant bien que mal et sa réalisation est entreprise. Cependant, les conditions de la coopération ne s'améliorent pas et l'Office juge inefficace de tenter d'y maintenir des hydrologues qui sont brimés jusque dans leur rôle de conseiller. Ces derniers n'y voyaient d'ailleurs, à

court ou à moyen terme, aucune ouverture possible vers une coopération élargie à des thèmes scientifiques plus porteurs.

Même, en terres francophones, donc *a priori* sans obstacles culturels majeurs, on voit que la mise en place d'une coopération fructueuse (au moins pour le pays receveur et si possible également pour le donneur) n'est jamais gagnée d'avance. Une confiance réciproque et des efforts des deux parties sont nécessaires. Sans conditions politiques et culturelles satisfaisantes, il vaut souvent mieux renoncer plutôt que de s'embourber et de risquer la démotivation des hommes engagés. Mais un établissement public français ne peut pas ignorer la sollicitation pressante de ses autorités de tutelle, surtout lorsqu'un déploiement sur des terrains nouveaux s'entrevoit. Dans ces cas, la politique prime nettement sur le choix scientifique et la logique de l'aide au développement sert de relais à la volonté politique et de justification à l'engagement de la recherche.

## **Un grand projet éthiopien**

Les difficultés du travail en terres totalement étrangères sont évidemment encore plus grandes. C'est le cas en Éthiopie. L'objectif de coopération envisagée est précisé par les autorités locales, après la venue dans ce pays du président de la République française. Il s'agit de réaliser le développement intégré du bassin du Wabi Shebelli en amont de la frontière somalienne. Ce grand bassin, qui descend des hauts plateaux jusqu'au désert de l'Ogaden, semble offrir des potentialités hydroélectriques et agricoles. Politiquement, on prévoit d'implanter des colons agricoles, qui proviennent des régions surpeuplées des hauts plateaux, sur les basses terres de l'Ogaden, où ne se trouvent encore que quelques nomades éleveurs, d'ethnie somalie au sein de laquelle se développe une guérilla contre le régime du Négus. L'isolement de l'Éthiopie du monde développé est patent, malgré la brève incursion italienne à la fin des années trente. Le pays ne dispose d'aucune information consistante sur ses

ressources naturelles et notamment pour la région isolée de l'Ogaden. Seul existe un embryon de réseau météorologique qui reste du passage éclair des Italiens. Tout doit être inventorié, en peu de temps et dans une région très difficile d'accès depuis Addis-Abeba. C'est une vraie gageure et l'insécurité qui règne dans l'Ogaden apparaît rapidement comme l'obstacle majeur au bon déroulement du projet pluri-annuel de développement.

Ce projet est confié au Bureau central d'études pour les équipements d'outre-mer (BCEEOM), un grand bureau d'études parapublic français, auquel l'Office, par ses hydrologues et pédologues, apporte son concours. La planification méticuleuse des tâches à accomplir est établie. Les services techniques éthiopiens concernés ont fait preuve de beaucoup de bonne volonté. Mais la logistique d'accès et de déplacement sur le terrain dépend de l'armée éthiopienne. Il faut donc négocier avec elle chacun des mouvements, les justifier et prévoir leurs dates, soit beaucoup de temps à consacrer aux préparatifs d'opérations. Les contraintes qu'impose l'insécurité obligent à concevoir des opérations de terrain de nature particulière et originale.

Malgré toutes les précautions prises, le drame survient. Trois coopérants français, dont deux chercheurs de l'Office, sont tués dans une embuscade tendue par la guérilla à l'armée éthiopienne. Le choc est considérable, non seulement au niveau des experts engagés sur place, mais également dans l'ensemble de la communauté scientifique de l'Office. Les syndicats de personnel posent, à juste titre, des questions sur l'opportunité d'avoir été dans une région d'insécurité notoire et sur l'opportunité de continuer. Après quelques hésitations bien compréhensibles des autorités, il est décidé de continuer l'exécution du projet en ne faisant appel qu'à des volontaires et en exigeant une protection accrue de l'armée éthiopienne.

On trouve des volontaires. Une originale et audacieuse programmation de mouvements aériens des hydrologues, durant la saison des pluies, permet de réduire les risques de déplacement en zone peu sûre. En quatre ans, on obtient suffisamment de mesures de débits sur des cours d'eau instables pour permettre une estimation raisonnable des

principales caractéristiques régionales. Le mérite de ce travail revient aux agents engagés qui se dépensent sans compter dans des conditions extrêmes d'isolement et d'insécurité latente.

Sur le strict plan scientifique et technique, l'opération du Wabi Shebelli n'a pas été sans intérêt (BAUDOUIN et DUBREUIL, 1973). Cependant, plus de vingt ans après cette vaste opération, on peut dire que la coopération scientifique de terrain dans un pays où règne une certaine insécurité ne doit pas être envisagée. D'autres moyens de soutenir le développement d'un tel pays existent certainement.

### **La coopération franco-brésilienne**

L'expansion géographique vers le Brésil est évidemment d'une autre ampleur puisque le pays a la taille d'un continent. C'est une réussite, comme en Tunisie, mais les conditions de cette réussite sont plus diverses et plus ardues. Là aussi, tout commence, en 1961, par un vaste projet de développement intégré du bassin du rio Jaguaribe, dans le nord-est semi-aride du pays. Hors du pré carré africain, le Brésil est l'un des quelques pays identifiés par le ministère des Affaires étrangères qui doivent recevoir en priorité l'aide française au développement. La volonté d'y introduire d'abord les bureaux d'études puis des industriels français est certes manifeste. C'est une période de régime démocratique au Brésil, et des efforts certains sont mis en œuvre pour réduire le retard des régions isolées du nord-est et de l'Amazonie vis-à-vis de celles du sud, en plein développement économique.

L'opération est également confiée à un grand bureau d'études parapublic français, la SCET Coopération, à laquelle l'Office apporte aussi le concours de ses hydrologues et pédologues.

Les relations politiques entre les deux pays sont bonnes. La dernière guerre mondiale a bien un peu distendu les anciens liens culturels du Brésil avec les pays européens, dont

la France, et les États-Unis sont devenus le phare culturel de toute l'Amérique latine (avec l'Alliance pour le progrès de J. Kennedy), mais la coopération avec la France est accueillie très favorablement par la Surintendance pour le développement du Nord-Est (Sudene), auprès de laquelle doivent être basées les équipes françaises. À l'époque, la Sudene jouit d'un réel prestige et se veut porteuse d'une politique volontariste de développement économique, qui entend notamment résorber les poches de pauvreté d'une région qui est en très forte perte de vitesse depuis la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, alors qu'elle comptait parmi les premières colonisées par les Portugais dès le XVI<sup>e</sup> siècle. Dans le fameux polygone des sécheresses du Nord-Est brésilien, foyer de révoltes paysannes indigènes violentes, toutes les tentatives pour dynamiser l'économie ont échoué jusqu'alors. Le projet franco-brésilien est intéressant, mais les risques existent.

Le projet du Jaguaribe dure cinq ans et peut être considéré comme un succès scientifique et technique tant pour ses résultats immédiats que pour ses retombées ultérieures. Sur le plan de la technique hydrologique, il est conduit par une petite équipe constituée d'un chercheur et de deux techniciens français associés à deux ou trois ingénieurs brésiliens. Une équipe du bureau d'études pilote couvre en parallèle les ressources en eau souterraines.

Pourtant, là non plus les difficultés ne manquent pas :

- contraintes d'une programmation pluridisciplinaire et de sa mise en œuvre ;
- nécessité d'apprendre le portugais ;
- confrontation avec une élite locale de formation nord-américaine ;
- éloignement des bureaux et du terrain ;
- moyens logistiques reposant trop sur la Sudene ;
- coup d'État militaire en 1964.

Tout cela n'est guère original pour des hommes rôdés à la coopération internationale. Mais les chercheurs français sortent alors du cocon des colonies. L'apprentissage d'une langue étrangère telle que le portugais a freiné pendant environ six mois le travail quotidien et la mise en œuvre

d'une coopération efficace. Comme il s'agit d'une langue latine, l'obstacle de l'oral est aisément franchi par la plupart des acteurs. Mais la difficulté réside dans le fait que parler ne suffit pas et qu'il faut aussi apprendre à être précis dans ses demandes, dans ses démonstrations, dans ses justifications, dans ses écrits enfin. Une autre difficulté naît de la confrontation avec les collègues brésiliens, formés aux technologies nord-américaines, alors dominantes. Toute affirmation quant à une technique, une méthode ou un plan de travail doit être étayée et clairement justifiée. Il faut sans cesse dialoguer pour convaincre et emporter l'adhésion. Les Français s'en agacent parfois quand ils ne voient pas l'effort que fournissent les collègues brésiliens pour accepter leurs vues, nouvelles pour eux, qui bouleversent leurs propres connaissances et leur routine. Durant les premières années, cette confrontation est permanente, elle s'estompe ensuite, avec le temps. Certes, elle entrave le plan de travail et ralentit l'exécution, mais ces dialogues, ces démonstrations et ces justifications sont aussi très enrichissants, bien que les Français n'en soient pas encore conscients.

Le Brésil et le Nord-Est en particulier offrent un terrain d'expérience extraordinaire pour les chercheurs français qui y débarquent avec leur expertise acquise en Afrique tropicale. Les milieux diffèrent peu, mais la diversité y est plus grande. La confrontation entre les connaissances passées et ce qui se voit et se découvre au Brésil apporte un enrichissement considérable des connaissances sur la formation des sols et leurs évolutions, et sur les caractéristiques propres des régimes hydrologiques et de leur extrême variabilité. Au contraire des séjours en Afrique, au Brésil, ils rencontrent une élite intellectuelle correctement formée et trouvent des infrastructures de développement déjà existantes. En effet, sur le conseil d'experts américains, un service national de lutte contre la sécheresse (DNOCS) a été créé au début du siècle. Ses ingénieurs civils ont promu une politique en faveur de réservoirs d'eau de surface afin de minorer les effets des longues et très sévères sécheresses. Des réseaux de mesure météorologique, pluviométrique et hydrologique existent, et même si leur exploitation connaît des périodes défavorables (avec des lacunes et des anomalies

de mesure) les nombreuses données existent aussi. Il faut les localiser, en obtenir l'accès et les analyser. Sur l'échelle modeste des 100 000 km<sup>2</sup> couverts, le volume de ces données est considérable (voir chapitre III, tableau 1) et leur analyse prend beaucoup de temps. Toutefois, grâce à ce travail ingrat, les observations intensives des quatre années de terrain peuvent être fortement valorisées. Pour la première fois, les hydrologues de l'Office tentent avec succès, d'exporter leur technique de l'usage extensif des petits bassins versants représentatifs pour couvrir la connaissance des faibles surfaces, qui sont hors d'atteinte des données de réseau. Une connaissance exhaustive des ressources en eau peut ainsi être élaborée et une monographie hydrologique du bassin du Jaguaribe est publiée (DUBREUIL *et al.*, 1968), dans laquelle une note de calcul fournit des éléments applicables à tout projet d'aménagement hydro-agricole.

L'alliance entre une recherche scientifique finalisée et sa transformation en produit technologique d'aide au développement est satisfaisante.

La vision scientifique des chercheurs de l'Office, qu'ils soient hydrologues ou pédologues, prend une envergure certaine. Leur expertise se confirme et leur renommée se répand au Brésil. Ils sont ensuite appelés à mettre en œuvre leurs compétences auprès d'autres interlocuteurs et deviennent rapidement, en dix ans environ, des acteurs majeurs de la coopération scientifique au Brésil.

Par la suite, d'autres disciplines vont venir, et au début des années quatre-vingt, plus de vingt chercheurs seront en poste de coopération à long terme dans un peu moins de dix institutions brésiliennes.

*Grâce aux chercheurs pionniers du Jaguaribe qui réussissent leur mission, l'Office peut rapidement et aisément nouer d'intenses liens de longue durée avec la recherche scientifique brésilienne, ce qui favorise l'expansion en Amérique latine. Ainsi, dans les années quatre-vingt, ce continent devient le second socle des activités des chercheurs de l'Office hors de France.*

## **Expansion durable en Amérique latine**

Cette première vague d'expansion géographique est qualifiée d'« expansion passive » car elle répond à des sollicitations de la puissance publique française et de pays. Elle se réalise en moins de dix années : le Brésil en 1961, la Tunisie en 1965, l'Algérie et l'Éthiopie en 1967.

Les capacités scientifiques des chercheurs spécialistes de l'Afrique tropicale incluent maintenant la rive sud de la méditerranée et l'Amérique latine. En peu de temps, l'Office atteint la dimension mondiale à partir d'une expertise acquise dans un environnement somme toute limité. C'est satisfaisant mais, pour durer sur le long terme, une politique plus active d'expansion est nécessaire. En effet, la moitié des opérations d'expansion décrites plus haut se soldent par un semi-échec et un retrait des personnels.

Toutefois, les obstacles à une expansion active et durable existent encore en France, où l'on considère que l'Office se doit de servir en priorité les anciennes colonies africaines et malgache, sans y dégarnir le dispositif implanté dix et quinze ans auparavant. Le ministère de la Coopération reste la principale tutelle. Une réelle politique volontariste ne peut d'ailleurs être affichée et entreprise qu'à partir de 1978. Entre-temps, plusieurs circonstances particulières permettent de consolider et de développer les premiers acquis.

Partis du Brésil en 1966, les hydrologues y reviennent en 1971 appelés de nouveau par la Sudene (à l'incitation d'un ingénieur brésilien partenaire du projet du Jaguaribe qui a accédé à un poste de responsabilité). L'opération, de plus grande envergure et de portée scientifique notoire, va favoriser une implantation cette fois durable. Elle comporte deux volets : il s'agit d'une part de constituer une banque de données hydrométéorologiques qui couvre tout le nord-est du pays, et d'autre part, de concevoir et de mettre en place un plan de création de bassins représentatifs et expérimentaux qui couvre aussi toute la région. Le champ des recherches hydrologiques au Brésil est cette fois ouvert sans restriction majeure. Trois puis quatre chercheurs et ingénieurs de recherche y sont affectés. Dix ans plus tard,

l'opération s'oriente vers des aspects nouveaux et encore plus scientifiques et, la renommée aidant, elle engendre ou facilite un nouveau projet de coopération avec le service fédéral des ressources en eau qui offre rapidement l'accès à l'Amazone. Le rêve de tout hydrologue va devenir réalité !

Une autre circonstance favorable survient en 1974 lorsqu'une importante demande de coopération de l'Équateur coïncide avec la fermeture du centre de l'Office à Madagascar, où s'installe un régime d'obéissance marxiste qui rejette l'ancien colonisateur. La demande équatorienne, qui émane du ministère de l'Agriculture, est importante, puisqu'il s'agit d'évaluer les potentialités régionales des ressources naturelles de tout le pays pour le développement agricole. L'accord est vite conclu. Il offre une double opportunité à l'Office. Il lui permet tout d'abord de conduire seul un grand projet pluridisciplinaire d'aide au développement, et d'accéder ensuite ainsi (grâce à la localisation de l'Équateur) à l'ensemble des grands milieux latino-américains, de la côte semi-aride du Pacifique aux versants amazoniens, en passant par la cordillère des Andes.

Une dizaine de chercheurs y sont affectés, dont deux hydrologues.

Quelques difficultés, assez semblables à celles rencontrées auparavant dans le nord-est du Brésil, sont contournées ou aplanies. Le point intéressant est que ce projet équatorien réalise la première tentative d'envergure en matière de pluridisciplinarité effective dans un nouveau pays étranger. Auparavant, le caractère pluridisciplinaire des opérations précédentes (Éthiopie et Brésil) n'avait été que marginal. Il s'agissait plutôt de la juxtaposition d'équipes de diverses disciplines ayant le même territoire d'action et les mêmes objectifs globaux, mais sans réelle concertation sur les méthodes de travail et sur l'élaboration des conclusions. Même les hydrologues et les hydrogéologues du Jaguaribe opérèrent sans réel contact régulier entre eux. En Équateur, les disciplines impliquées sont plus nombreuses et des sciences humaines figurent parmi elles, alors qu'elles étaient absentes des projets précédents encore marqués par l'ingénierie.

Le seul exemple ancien d'une mission pluridisciplinaire avec des hydrologues est souvent cité dans les documents primitifs de l'Office, c'est celui de la Commission scientifique et technique du Logone et du Tchad (CSLT), créée en 1947 pour « l'étude des problèmes scientifiques et économiques qui se posent dans les régions tchadiennes par suite de l'existence d'une dépression par où s'écoule chaque année une partie plus ou moins importante de la crue du Logone vers la Bénoué et l'Océan Atlantique » (*Courrier des chercheurs*, 1951). Cette création est réalisée par général Tilho suite à ses missions de la première moitié du siècle (voir chapitre I). Il en est le président. En 1949, le mandat de la Commission est étendu à la navigabilité sur la Bénoué et aux potentialités d'irrigation dans la vallée du Logone. Des géographes, des géologues, des géophysiciens, des pédologues et des hydrologues en font alors partie. Mais les hydrologues opèrent sous la responsabilité directe du chef du service hydrologique, sans être appelés à coopérer avec leurs collègues des autres disciplines. Ce n'est que plusieurs années plus tard qu'une réelle action multidisciplinaire réunit des hydrologues et des chercheurs d'autres disciplines autour de l'écosystème du lac Tchad, mais la CSLT n'y était pour rien, sinon comme « précurseur ».

Durant tout le projet équatorien, les chercheurs manifestent la volonté de se concerter et d'exposer les méthodes propres à leur discipline pour pouvoir atteindre les objectifs communs. C'est un début encourageant, même s'ils ne vont pas jusqu'à tenter de s'entendre sur des méthodes élaborées conjointement ni d'œuvrer de concert, mais cette pratique était alors peu répandue et le reste encore de nos jours.

En 1977, une convention est signée en Colombie avec un institut de géographie pour des travaux de cartographie et d'évaluation des possibilités d'aménagement de la région de Bogotà, et une équipe de trois chercheurs dont un hydrologue y est affectée. Dans les années quatre-vingt, d'autres implantations impliquent des hydrologues en Amérique latine, en particulier au Nicaragua puis au Mexique.

Finalement, durant les années 1965 à 1980, l'Office réussit une remarquable pénétration du continent latino-américain qui donne lieu à plusieurs implantations de longue durée. En Tunisie, une seule implantation de qualité, également durable, offre à l'Office une expertise dans la zone méditerranéenne. Dans ces deux régions du globe, les hydrologues sont parmi les premiers à s'essayer à ces nouveaux types de coopération en pays étrangers, hors d'Afrique. Durant la même période, les quelques tentatives faites en Asie par l'hydrologie n'ont pas abouti à une pénétration assurée de durer. Le continent asiatique est, malgré le précédent indochinois (ou à cause de lui), moins aisé d'accès et il n'est peut-être pas alors jugé prioritaire. On peut débattre du choix effectué compte tenu de l'importance du développement économique et scientifique de cette région du monde, mais la recherche n'obéit-elle pas souvent à des principes et à des règles souvent différents de ceux qui commandent le développement économique ?

Les effectifs limités ne permettent ni de procéder à une expansion tous azimuts ni d'aller en premier vers le plus ardu d'accès. Pourtant, de réels partenaires et sans doute des contributions financières satisfaisantes auraient pu être trouvées.

Rappelons que, durant la période considérée, l'Office coopère en Afrique parce qu'il signe des accords avec les pays hôtes, mais il y trouve peu de partenaires scientifiques autochtones pour une réelle coopération scientifique. En allant vers le Maghreb et vers l'Amérique latine, la coopération, non plus de substitution mais plutôt de complément, n'est plus seulement formelle et contractuelle, elle devient souvent réelle et efficace grâce à la présence de partenaires scientifiques. La coopération entre scientifiques menée sur un plan d'égalité est plus enrichissante pour les deux parties, même si elle est plus ardue à faire démarrer et à mener.

Durant la période considérée, l'expansion géographique hors des régions francophones a impliqué au moins 20 % des hydrologues chercheurs ou ingénieurs, ce qui provoque des changements de mentalité et de vision. Sauf pour de courtes durées, en Éthiopie et au Brésil, les techniciens ne sont pas

impliqués dans cette expansion. Le rôle primordial qu'ils ont joué au début lors de l'implantation puis de la gestion des réseaux hydrométriques et des bassins représentatifs diminue régulièrement avec l'internationalisation du champ d'activités de la discipline.



## Chapitre XI

### L'expansion des thématiques scientifiques

Les effectifs d'hydrologues se sont fortement accrus, surtout durant les années soixante, et l'expérience des anciens est elle aussi en nette croissance. On doit donc remarquer un approfondissement des recherches et une augmentation des thèmes abordés, également accompagnés par l'ouverture vers de nouveaux continents. Les programmations scientifiques et les publications vont nous permettre de vérifier le bien-fondé de ces assertions. En outre, les premiers travaux d'inventaire des années 1945-1960 ont soulevé un certain nombre d'interrogations d'ordre scientifique auxquelles les hydrologues ont certainement tenté de répondre par des recherches orientées à l'aide de nouvelles méthodologies. Ceci doit aussi apparaître dans un « plus de science ».

Enfin, il est intéressant d'évaluer comment une programmation scientifique de long terme a pu se maintenir, alors que beaucoup d'opérations ont été conduites sur conventions et généralement de courtes durées.

On peut commencer l'examen de ces questions par l'analyse bibliométrique puis en scrutant le contenu thématique des seules publications, hors littérature grise. On essaye ensuite d'explicitier les principales interrogations scientifiques posées par les problèmes concrets rencontrés. Enfin, une analyse des travaux marquants et des publications induites, puis des thématiques scientifiques affichées par la discipline permet de conclure.

## Retour à l'analyse bibliométrique

Reportons-nous en premier lieu à l'analyse bibliométrique présentée au tableau 3 qui compare les périodes 1945-1962 et 1963-1976.

La première surprise se situe sur le plan de la productivité car elle ne croît pas et fléchit même légèrement en passant d'environ quarante documents par hydrologue (chercheurs et ingénieurs de recherche) à trente-trois ! Ce fléchissement semble à rapprocher de la réduction des très courtes notes de tout type rédigées dans les premières années qui n'ont plus de raison d'être à partir de la réforme de 1964. La productivité annuelle par hydrologue passe donc en dessous de deux documents par an.

La seconde surprise apparaît avec le plan de la répartition thématique qui varie très peu. On trouve toujours quelque 25 % de documents qui traitent de méthodologie soit de terrain (métrologie, gestion des réseaux), soit de bureau (techniques d'analyse), et légèrement plus de 20 % de documents d'ingénierie hydrologique (les activités sur conventions restent très importantes). La seule modification est une baisse du thème « régime hydrologique » qui passe de 38 à 27 % tandis que le thème « paramètre climatique » croît de 3 à 6 %. Enfin, durant la seule période 1963-1976, on note environ 8 % de documents divers qui traitent surtout de rapports de missions de programmation, de diagnostic ou de négociation. Cette rubrique reflète l'organisation nouvelle du service hydrologique dont les responsables supervisent les activités de terrain et les missions dans les zones d'expansion géographique où négocier, programmer, appuyer et contrôler sont des tâches exigées par les nouveaux partenaires.

En regardant plus attentivement le contenu des travaux publiés, la seule évolution thématique paraît consister en un accroissement significatif des recherches sur les précipitations et en un début de recherches sur l'évaporation. Ce constat correspond à l'expansion normale des recherches hydrologiques qui étudient tous les paramètres du cycle de l'eau, et ne se limitent plus seulement aux seuls débits,

comme à l'époque des pionniers. Cette expansion traduit aussi la nécessité d'aborder différemment certains problèmes.

L'analyse bibliométrique reflète bien l'expansion géographique, puisque le pourcentage de travaux consacrés à l'Afrique sub-saharienne et à Madagascar décroît de 70 % à 50 % entre les deux périodes.

Cette comparaison entre les analyses bibliométriques conduites sur la production totale répartie en deux périodes n'est pas suffisamment précise, mais en la poursuivant jusqu'en 1982, en ajoutant donc les sept dernières années de la période étudiée à la troisième partie de l'ouvrage, on constate qu'entre 100 et 90 documents sont produits par an, avec une nette décroissance en fin de période : 72 documents seulement en 1982. Les bouleversements que traverse alors l'établissement expliquent vraisemblablement cette forte décade.

Sur le plan du pourcentage de publications imprimées, on note que de 17 % entre 1945 et 1962, on est passé à 14 % de 1963 à 1976, pour croître à nouveau jusqu'à 19 % entre 1977 et 1982. La décade provisoire de la seconde période peut être imputée au recrutement massif de jeunes chercheurs durant les années soixante.

Avec moins de 20 % de publications imprimées, l'hydrologie reste à l'évidence une discipline dans laquelle subsiste, même avec la maturité, le manque de goût de l'ingénieur pour l'écrit. L'obligation de satisfaire les demandes sur conventions par des rapports nécessairement en littérature grise et le temps passé dans les tâches de gestion de réseau ou de traitement des données expliquent aussi cette particularité.

*Entre 1960 et 1980, les écrits de l'hydrologue restent semblables à ceux de la période précédente. Ils sont principalement orientés vers la réponse aux questions du développement. La littérature grise représente plus de 80 % du total publié, qui est d'environ deux documents par chercheur et par an.*

## Le contenu des publications

Avant la création de la revue interne des *Cahiers Orstom*, série hydrologie, les publications consistent essentiellement en divers ouvrages, en communications aux réunions scientifiques et en articles de revues essentiellement françaises. De 1964 à 1976, lesdits *Cahiers* accaparent la capacité de publier des hydrologues jusqu'à en absorber 60 %. Entre 1977 et 1985, ce taux descend jusqu'à 26 %. Durant cette dernière période, les organes de publications se répartissent ainsi :

- mémoires, thèses, monographies, cours 10 %
- cahiers hydrologie de l'Office 26 %
- revues externes à l'Office 21 %
- communications à congrès 43 %

Une diversification certaine apparaît à la fin des années soixante-dix, elle reflète deux phénomènes notables : l'existence de nouvelles collections de l'Office dans lesquelles peuvent prendre place des ouvrages de synthèse d'une part, l'ouverture manifeste vers la communauté scientifique internationale d'autre part.

Durant la période d'environ vingt ans analysée par cette troisième partie, les *Cahiers hydrologie* ont donc représenté (sauf peut-être dans les dernières années) l'organe privilégié de publication, à la fois parce qu'ils étaient nouveaux, et parce que l'accès en était aisé, via un simple comité de lecture interne. L'analyse de leurs auteurs et de leur contenu scientifique mérite donc d'être quelque peu approfondie.

Comme on l'a vu, cette revue est vraiment interne et la plus grande part de ses auteurs viennent de la discipline hydrologique. Cette première constatation est confirmée par l'étude exhaustive des parutions de cette revue qui ont lieu entre 1964 et 1985.

*Tableau 6*  
*Articles et auteurs des Cahiers d'hydrologie*

Période	Nombre d'articles	Nombre d'auteurs signataires	Articles ayant plus d'un auteur	Nombre d'auteurs étrangers
1964-1974	106	142	26	15
1975-1985	74	98	17	18

L'indice d'associativité (CHATELIN et WAAST, 1996), qui est le rapport du nombre d'auteurs au nombre d'articles, est seulement de 1,33 ; il témoigne donc d'une faible tendance au travail en équipe. En effet, on ne compte que 24 % d'articles ayant plus d'un auteur. La tendance au travail interne subsiste, mais s'estompe légèrement en seconde période, puisque le pourcentage d'auteurs qualifiés d'étrangers à la communauté des hydrologues passe de 11 à 18 %. Un grand nombre de ces auteurs sont en fait des chercheurs d'autres disciplines de l'Office (pédologues, bioclimatologues ou hydrobiologistes) qui publient sur des thèmes communs tels que l'érosion des terres, la mesure de l'humidité des sols ou la qualité des eaux (des thèmes communs rarement étudiés en équipe...). Les vrais étrangers sont surtout des Canadiens du Québec avec lesquels, dès 1966, grâce au comité franco-québécois de l'eau, les hydrologues entament une longue période de coopération fructueuse sur le traitement informatique des données et sur la modélisation. Les autres auteurs sont des Français, dont une moitié d'universitaires... et seulement deux Africains !

Par ailleurs, la concentration des auteurs d'articles est accentuée :

- 5 auteurs seulement sont responsables de 25 % des articles ; tous, sauf un, sont au bureau central hydrologique parisien ;

- 15 auteurs ont produit la moitié des articles ;

- 42 auteurs ont rédigé au moins deux articles.

Enfin, la moitié des 18 chercheurs recrutés entre 1966 et 1979 n'a écrit aucun article dans cette revue (avant qu'elle

cesse de paraître en 1985). Cette minorité ne semble que suivre la tendance générale à la réduction de la production ou à la désaffection vis-à-vis du support. En effet, au cours de la seconde période de onze ans du tableau 6, le nombre d'articles ne représente plus que les trois quarts de celui de la première période. Il est alors effectivement de plus en plus difficile de trouver des candidats pour écrire un article valable. En revanche, le nombre de gros documents à publier excède les capacités des collections de l'Office (mémoires, travaux et documents, etc.) ; c'est pourquoi, à plusieurs reprises, le comité de rédaction profite-t-il du vide d'articles potentiels pour publier l'un de ces documents qui remplit à lui seul un numéro. À l'évidence, les *Cahiers d'hydrologie* méritent un sérieux rajeunissement ou un changement de conception. Pour cela, il faut attendre 1986, comme nous le verrons à la quatrième partie.

Le contenu scientifique des articles des Cahiers est plus révélateur des thèmes de recherches. Pour le décrire au mieux, il faut adopter une classification plus détaillée que celle qui avait suffi pour caractériser les travaux d'avant 1962. Pour la période de 1964 à 1976, voici le résultat d'un classement en huit rubriques :

- métrologie et gestion de réseaux	21 %
- traitement des données, statistiques, informatique	18 %
- régimes hydrologiques, crues, étiages	12 %
- bassins de recherches, eau dans le sol	16 %
- climat, pluies et évaporation	9 %
- modélisation	7 %
- transports solides et qualité des eaux	12 %
- alimentation des nappes	5 %

Ces chiffres montrent bien l'importance constante de la métrologie, des méthodes d'observations de terrain et des méthodes d'analyses de bureau qui représentent presque 40 % du total. Le développement des méthodes statistiques, l'introduction de l'informatique dans le traitement des données, la mise au point d'appareillages nouveaux pour mesurer les nouveaux processus d'évaporation, d'infiltration (humidimètres à neutrons et procédés thermiques) et de transport solide justifient pleinement cet engouement pour ce

champ méthodologique. La science hydrologique en plein essor s'appuie d'abord sur de nouveaux outils et sur de nouvelles méthodes. Les chercheurs de l'Office participent à l'effort général sur certains thèmes.

On peut ensuite noter le développement logique des études de processus, autres que celles relatives au seul écoulement dans les cours d'eau : précipitation, évaporation, infiltration, érosion et transport des matières, et le démarrage puissant des recherches sur les modèles hydrologiques pour développer des procédés pertinents d'intégration des études sur les processus hydrologiques.

La courte période de 1977 à 1985 montre des évolutions drastiques dans les poids relatifs de ces classes d'articles :

- les travaux concernant la météorologie, les réseaux et le traitement des données sont réduits de moitié ; le champ n'est plus prioritaire et rien de novateur n'apparaît, mis à part les simulateurs de pluie provoquée ;

- la très forte sécheresse qui commence à frapper le Sahel dès 1973 va doper la rubrique climat qui triple d'importance relative ;

- l'engouement pour la modélisation s'accroît ; le poids relatif de la rubrique double.

D'autres sujets de recherches plus pointus ressortent également d'un examen détaillé de toutes les publications imprimées. Citons tout d'abord la poursuite des grandes synthèses entreprises au début des années soixante par Jean Rodier avec son ouvrage de 1975 sur l'évaluation de l'écoulement annuel dans le Sahel tropical africain. Citons ensuite les approches globales et systématiques effectuées pour traiter et analyser les données climatiques collectées depuis l'origine des observations en Afrique tropicale (M. ROCHE *et al.*, 1974) et particulièrement la synthèse sur les caractéristiques des averses exceptionnelles en Afrique de l'Ouest (Y. BRUNET-MORET, 1968).

Des initiatives méritent également d'être signalées notamment dans le domaine de la prévision des crues, dans celui de la modélisation de fonctionnement de systèmes d'aménagements des eaux ou encore dans celui de

l'utilisation des satellites pour la collecte des mesures hydrométriques des stations éloignées.

Pour mémoire rappelons enfin qu'une vingtaine de monographies sur les régimes hydrologiques des grands bassins africains, des Antilles, de la Guyane et du Brésil ont également été imprimées au cours de la période analysée ici. Une collection particulière des publications de l'Office leur est d'ailleurs consacrée.

L'analyse bibliographique précédente permet de bien percevoir le contenu scientifique des programmes de recherches hydrologiques entrepris durant les décennies soixante et soixante-dix. Une approche complémentaire consiste à inventorier les principaux problèmes qui se sont posés à cette recherche au fur et à mesure de sa progression.

## **Les thèmes de recherche**

Avant les indépendances du début des années soixante, les seuls problèmes à résoudre sont d'ordre métrologique, puis méthodologique. Il convient donc d'adapter ce qui est utilisé en France aux conditions tropicales. La primauté est accordée aux observations sur les niveaux d'eau des rivières et à la mesure des débits. L'enregistrement permanent des données de niveaux et des précipitations est la plus grande difficulté rencontrée. Elle se contourne, devant le manque d'équipements disponibles et adéquats (par défaut si l'on peut dire) en recourant systématiquement aux observateurs et à une présence accrue sur les sites de mesures.

Peu après, il faut décrire les caractéristiques principales des régimes des cours d'eau, généralement définies par un débit moyen de  $n$  jours (un jour, un mois, un an) et identifier leur variabilité par analyse statistique. Sur des séries d'observations récentes, donc courtes, la précision de la description est faible.

La recherche de la précision appelle l'emploi de données pluviométriques (dont la durée d'observation est presque toujours supérieure à celle des débits) pour « allonger » en

quelque sorte les données de débits. On a donc recours aux corrélations statistiques (illustrées entre 1930 et 1940 par les écrits de Coutagne sur les cours d'eau montagneux français), puis il faut utiliser les lois de probabilités pour décrire la variabilité à long terme des longues séries constituées. C'est l'époque du « tout statistique » qui domine jusque vers 1970. Mais on constate des erreurs dans les relevés de pluie, et un effort méthodologique est entrepris pour adopter des procédures de détection et de correction d'erreurs. Cet effort considérable est nettement supérieur alors à celui que fournissent les services météorologiques vis-à-vis des relevés pluviométriques. Le grand besoin de données fiables sur les pluies justifie cet effort des hydrologues.

La recherche sur les petits bassins représentatifs conduit à l'examen des phénomènes de pluie et de débit à une autre échelle de temps ; on ne s'intéresse plus au jour, au mois et à l'année, mais à la minute et à l'heure. L'analyse de la structure des précipitations s'impose tant sur la forme que sur la chronique du phénomène ; la chronique continue de la hauteur de pluie en fonction du temps (hyétogramme) mène à la compréhension de celle du débit en fonction du temps (hydrogramme de la crue).

Au bout d'un certain temps, la relation pluie-débit, qui est nécessaire et suffisante pour les grands bassins, ne suffit plus sur petits bassins. Au début, cette relation pluie-débit reste privilégiée, mais on escamote un peu l'infiltration (considérée en quelque sorte comme « une perte ») et on se focalise sur le coefficient de ruissellement dont l'expression dépend de l'humidité du sol avant la pluie et de la capacité d'infiltration consécutive dans le sol. Si cela peut suffire sur un bassin donné, pour en comparer plusieurs, il faut estimer les capacités d'infiltration à l'aide de paramètres caractéristiques du sol. Faute de recherche en étroite association avec des pédologues, les hydrologues ne trouvent pas de paramètre capable de les satisfaire. Ils adoptent donc des classes arbitraires de « perméabilité », ce qui ne constitue qu'un pis-aller. Il devient vite évident qu'il faut essayer de comprendre ce que devient l'eau de pluie qui ne ruisselle pas immédiatement sur le sol. La recherche sur les modalités de l'infiltration s'impose alors.

Ces travaux sur les conditions d'infiltration et sur les mouvements de l'eau dans le sol vont nécessiter de longs efforts. Le passage des tâtonnements, avec les appareils de Muntz ou de Porchet, à l'emploi des humidimètres à neutrons, puis à celui des tensiomètres demande dix à quinze ans à cause de la fragilité des matériels et de la complexité des interprétations. Comme ce qui se passe à la verticale d'un point n'est pas aisément intégrable à l'échelle d'un bassin, aussi petit soit-il, les hydrologues face à la complexité du phénomène étudient des surfaces de plus en plus petites supposées devoir offrir moins de diversité ou d'hétérogénéité. On descend vers le bassin de quelques hectares, puis vers le versant (toposéquence d'interfluve), puis vers la parcelle élémentaire de quelques mètres carrés.

L'hétérogénéité des milieux et la complexité du processus d'infiltration vont retenir prioritairement l'attention des hydrologues et accaparer leur temps aux environs de 1965 environ et pendant plus de dix ans. Sans coopération pluridisciplinaire effective, aussi bien avec les pédologues qu'avec les mécaniciens des fluides, ils ne peuvent pas vraiment progresser dans ce champ d'investigation.

En ce qui concerne l'évaporation, on dispose depuis 1941 des travaux du Britannique Penman sur les facteurs conditionnels de l'évaporation et sur sa mesure en station, à partir des paramètres climatiques (dont le rayonnement et la température). L'adaptation au milieu tropical et en station ne pose pas trop de problèmes (C. Riou, 1975). En revanche, le changement d'échelle est plus délicat pour aborder l'évaporation d'un grand plan d'eau, comme un lac ou un réservoir (B. Pouyaud, 1979). Parallèlement, des travaux similaires sur l'évapotranspiration des couverts végétaux et des cultures sont conduits par les bioclimatologues rattachés à un comité technique de biologie végétale.

Sur les grands bassins, les premières interrogations sur l'universalité de l'hypothèse implicite d'indépendance des variables caractéristiques surgissent à partir de 1972 lorsque survient une suite d'années très sèches, d'abord dans le Sahel africain (1972-1973), puis ailleurs sur le reste du continent. On commence à parler de « lois de séries », puis de « cycles » ou de « pseudo-cycles » ; certains croient même à l'existence

de périodes de onze ans liées aux taches solaires... La dispute fait rage entre les tenants du « tout statistique » et ceux qui doutent. Pourtant, dès le début du siècle, Tilho avait déjà montré l'importante variabilité « périodique » du niveau du lac Tchad sur de très longues périodes. Au nord-est du Brésil, depuis 1964 les hydrologues sont confrontés aux longues chroniques de sécheresses d'années successives dûment répertoriées depuis trois siècles. Les statisticiens tentent de démontrer que l'on peut identifier une persistance dans les séries, sans que cela affecte réellement l'usage des lois de probabilités pour déterminer les valeurs de fréquence rare (une fois par siècle ou par millénaire...). Mais le doute subsiste par ailleurs, dans les régions cycloniques du Pacifique Sud et des Antilles ; on constate également que les variables caractéristiques des cyclones rentrent difficilement dans les séries d'événements plus « ordinaires », ce qui devient une nouvelle source de doute. Enfin, des anomalies relevées dans les caractéristiques du régime du Niger de part et d'autre de son delta intérieur (au Mali) font douter un peu plus de l'homogénéité des longues séries hydrométéorologiques. Le concept de stationnarité des ressources en eau est alors battu en brèche, ainsi que la norme trentenaire en matière climatologique.

Des variations fortes et imprévues dans le milieu physique, des origines météorologiques diverses de certains événements pluvieux conduisent peu à peu les hydrologues à ne plus adopter *a priori* l'usage des statistiques (sans disposer pour autant d'une alternative véritablement plus satisfaisante), et à accorder plus d'intérêt au déterminisme des phénomènes (ce qu'ils commencent à faire avec l'analyse des processus élémentaires sur petites surfaces).

Cette remise en cause du tout statistique ne peut se concrétiser que grâce à la naissance de l'informatique et à l'utilisation des ordinateurs, qui vont permettre de repousser très loin la limite des calculs possibles, et de faciliter l'éclosion et l'expansion de la modélisation des phénomènes ressortant du cycle terrestre de l'eau. Au début des années soixante-dix, les modèles globaux (qui prennent en compte l'intégralité d'un bassin comme un tout « homogène ») sont fonctionnels et les modèles à mailles, dits aussi à

« discrétisation spatiale » (qui tiennent compte de l'hétérogénéité des bassins versants) suivent quelques années plus tard (G. Girard *et al.*, 1972).

L'analyse des éléments liquides du cycle de l'eau amène tout naturellement à considérer en parallèle les éléments dissous (M.A. Roche, 1973) et solides, transportés par ces liquides s'écoulant. Mais cette fois, les hydrologues ne sont pas les seuls à aborder les processus concernés. Les pédologues, déjà intéressés par les mouvements de l'eau dans le sol, suivent avec beaucoup d'attention la dynamique des éléments dissous dont le rôle est important dans la pédogénèse ; ils s'attachent aussi à l'étude de l'érosion des sols. Une certaine compréhension mutuelle s'établit alors peu à peu, mais une vraie coopération entre disciplines est plus longue à se mettre en place et ne s'observe pratiquement qu'à l'occasion d'opérations spécifiques, les objectifs différant souvent et les méthodes de travail également. Ce sont surtout les hydrobiologistes qui s'intéressent beaucoup aux éléments dissous dans les eaux de lacs et rivières car eux, ils constituent les bases de la chaîne alimentaire qui va du plancton aux poissons.

Finalement, de l'analyse fine des processus élémentaires sur de très petites surfaces surgit le besoin d'aller plus loin en tentant de modifier les conditions du milieu physique. En effet, c'est dans le milieu physique que les analyses tant stochastiques que déterministes cherchent les paramètres qui expliquent les différences observées après la prise en compte des paramètres climatiques. L'approche plutôt stochastique en utilisant les paramètres quantitatifs décrivant le réseau hydrographique est d'abord à l'honneur. Elle s'inspire des travaux américains de Leopold (1957) et de Stahler (1957) introduits en France par les ouvrages de géomorphologie de Derruau et de Tricart, tous deux publiés en 1965. Elle permet d'améliorer les multiples régressions descriptives des variabilités dans l'espace des caractéristiques d'écoulement et de transport de solides, afin de donner des formules empiriques à peu près satisfaisantes, et qui sont toujours de mode puisqu'elles permettent d'estimer les mêmes caractéristiques sur des bassins ou des cours d'eau manquant d'observations. Cependant, il reste une bonne part

d'inexpliqué dans diverses situations, d'où l'idée de passer à une phase expérimentale pour parfaire l'approche déterministe.

Des expérimentations sont donc conduites, principalement sur des petites parcelles de un à cinquante mètres carrés. Elles visent à analyser soit le processus d'infiltration, soit celui du ruissellement et du transport solide (en suspension ou par charriage). L'usage du simulateur de pluie provoquée facilite un saut qualitatif et quantitatif évident, en ce qu'il permet de contrôler la variable pluie, en s'affranchissant de son caractère normalement aléatoire (A. Lafforgue et E. NAAH, 1976). Les effets du travail du sol en surface et de la nature du couvert végétal sont également expérimentés, en particulier sur les parcelles d'interfluves. Parfois, il est même possible d'étendre ces manipulations du couvert végétal à des bassins de quelques hectares, appelés bassins expérimentaux, mais le coût particulièrement élevé de ces expérimentations nécessite de faire appel à des financements extérieurs. L'opération de plus grande envergure est conduite en Guyane à partir de 1976, pour analyser préventivement les risques du déboisement systématique envisagé pour la production de pâte à papier. Dix bassins expérimentaux peuvent y être implantés et sont gérés durant près de dix ans, ce qui constitue sans doute une première mondiale en régions tropicales (le Centre technique forestier tropical, CTFT, qui avait conduit des expérimentations comparables, mais de moindre ampleur sur des plantations sylvicoles malgaches au début des années soixante-dix, s'associe à l'Office pour les opérations guyanaises).

L'évolution des problèmes rencontrés durant cette vingtaine d'années montre que la recherche hydrologique semble suivre une certaine logique : elle passe du global au local, du général au particulier, du stochastique au déterministe au fur et à mesure que les connaissances accumulées deviennent plus complexes. Le passage à l'expérimentation est l'ultime étape de la recherche déterministe en milieu très petit et aussi homogène que possible. Mais parallèlement à ce cheminement, la discipline revient en arrière avec l'apparition de la modélisation. Dans un premier stade, elle permet de représenter ensemble les

principaux processus d'écoulements sur petits bassins, puis d'y intégrer ensuite l'alimentation des nappes et, par simulation à partir de longues séries pluviométriques par exemple, d'aller vers la prédétermination et la prévision d'événements futurs à des niveaux plus globaux, avec ou sans modification des conditions de milieu.

### **Vers un nouveau paradigme ?**

Cependant, d'importants obstacles restent à franchir car les modèles (même s'ils offrent une représentation « déterministe » sophistiquée du milieu physique) ne peuvent pas fournir une vision claire et précise du rôle que ce milieu joue dans la transformation de la pluie en écoulement, en infiltration et en évaporation. En termes de prévision ou de prédétermination, ils ne peuvent que reproduire à partir de données utilisées par leurs concepteurs. Ils souffrent donc d'insuffisance ou d'imprécision pour les événements exceptionnels, c'est-à-dire qui vont au-delà de toutes les observations antérieures. L'infiltration est le point le plus délicat et son processus, dans les milieux les plus divers, reste souvent mal défini. En fait, l'hétérogénéité du milieu est le handicap majeur. La réduction du champ d'étude du grand bassin au mètre carré a apporté beaucoup d'informations nouvelles et favorisé une nette progression des concepts, mais elle pose en retour un problème compliqué : celui du passage d'une échelle à une autre (du mètre carré aux cent mètres carrés, puis à l'hectare, etc.), notamment du plus petit vers le plus grand. La modélisation déterministe montre également les imperfections de la connaissance sur la physique fine des processus élémentaires.

*Soudain, la déroute du « tout statistique » et l'imperfection de la représentation des processus physiques deviennent des obstacles conceptuels majeurs sur lesquels la progression des connaissances en hydrologie bute et patine.*

Certains hydrologues vont même plus loin que ceux de l'Orstom et décrètent qu'une crise théorique de l'hydrologie

est imminente, au moins parce que les concepts utilisés pour bâtir les modèles déterministes en vogue se révèlent incapables de tenir compte des complexités spatiales et temporelles intrinsèques au milieu et au climat (K. BEVEN, 1987). De plus, des méthodes de validation des modèles sont également contestées parce qu'elles manquent d'indépendance en regard des périodes utilisées pour les calibrer.

Comme pour l'analyse bibliométrique et thématique, l'analyse de la production scientifique révèle un résultat mitigé. Notons ici que, pour prolonger la vaste expérience acquise en hydrométrie depuis les années cinquante, le Service hydrologique décide de produire un manuel d'hydrométrie aussi complet que possible (aucun ouvrage complet de langue française n'est satisfaisant). Un plan, en plusieurs fascicules, est établi. Le premier volume, consacré à la mesure des vitesses, est publié en 1979 dans la collection « Initiations et documentations techniques » ; un second et dernier volume, consacré au tracé de la courbe de tarage et à la mesure des débits, ne paraît qu'en 1986. Et puis ce fut tout ; manque d'intérêt pour l'hydrométrie et manque d'auteurs peuvent expliquer ce regrettable arrêt.

## **L'affichage des programmes scientifiques**

Pour terminer l'analyse, voyons avec les rapports d'activités de l'Office comment la discipline présente ses domaines d'activités durant cette période. Avant 1955, il ne s'agit que de simples descriptions des travaux conduits (telle station installée, tel débit mesuré, telle tournée effectuée...). Lorsque la publication de tels rapports reprend en 1964 (car il n'existe aucun rapport durant les directions générales de Juglas et de Sribier, peut-être alors trop préoccupés par la survie de l'Office), la discipline reste marquée par la période antérieure : l'exploitation des réseaux vient donc en tête des présentations puis, suivent des rubriques d'études sectorielles sur bassins, des étiages, des crues, des précipitations, etc.

D'un point de vue scientifique, rien n'est vraiment construit. En 1966, si l'exploitation des réseaux vient encore en tête, le reste des activités est mieux ordonné suivant quatre rubriques : recherches (et non plus études) sur bassins représentatifs, sur les éléments du cycle de l'eau, synthèses (statistiques, relations pluies-débits, modèles), et études d'application.

A cette présentation par comité technique, typique des années soixante, succède une présentation par grands thèmes, qui reflètent les priorités affichées au niveau national (VII<sup>e</sup> plan) par la recherche en coopération. Ainsi, entre 1974 et 1976, sept grands thèmes sont retenus dans les sciences de la terre. L'hydrologie y est incluse, dont le thème « ressources en eau » qui est entièrement rempli par la discipline et deux autres (qui la concernent un peu), le thème des phénomènes de surface et celui de l'évolution superficielle de l'écorce terrestre. La présentation du thème « ressources en eau » est faite en trois rubriques principales : cycle et bilan de l'eau, ressources en eau, et réseaux hydrométéorologiques (maintenant situés en dernier). Dans la première rubrique, sont rangés les mécanismes propres aux divers éléments du cycle de l'eau (alimentation des nappes, précipitations, évaporation, qualité des eaux), mais aussi les bassins représentatifs, les modèles et la prévision. Dans la seconde rubrique, on trouve les études régionales, les cartes et atlas, les travaux sur la sécheresse. Quant aux monographies hydrologiques de grands bassins, elles figurent sous la rubrique « réseaux ». La présentation s'organise et tient compte de l'évolution des recherches, mais elle reste affectée notamment par un manque évident de programmation préalable.

Durant les années 1977 et 1979, on constate une nouvelle évolution des priorités affichées par l'Office. Les ressources en eau sont divisées en deux rubriques, l'une, relative au cycle de l'eau, est peu différente de la présentation antérieure (mais elle inclut maintenant le contenu de la précédente rubrique sur les réseaux), l'autre concerne l'action de l'homme sur les ressources en terres et en eau, on y situe l'érosion et les transports solides, ainsi que le ruissellement en milieu urbain et les bassins expérimentaux. On trouve

enfin une meilleure consistance à cette dernière présentation en ce qu'elle reflète mieux ce qui se pratique réellement et que la classification est scientifiquement plus acceptable. On peut noter également que l'influence de l'action humaine qui apparaît alors (première conférence des Nations unies sur l'environnement à Stockholm en 1992) va devenir pour beaucoup de disciplines, dont l'hydrologie, un thème structurant majeur des années suivantes.

Près de trente ans après sa création, la discipline, lorsqu'elle présente ses activités, ne les organise pas encore selon une logique purement scientifique. Il y a confusion entre thématiques et moyens : réseaux, bassins représentatifs et modèles sont des moyens et non pas des thèmes de recherche (ce qui n'interdit pas des recherches sur des moyens). À l'évidence, le poids des anciens et des activités entièrement tournées vers l'ingénierie hydrologique et l'hydrologie opérationnelle des vingt premières années continue à peser sur la présentation des activités de recherche. Il n'y a pas eu de véritable programmation scientifique précédée d'une réflexion, mais un empirisme raisonné. Les résultats sont malgré tout plutôt bons. Toutefois, comparée à d'autres, la discipline reste affligée d'un lien trop étroit avec le développement, pour ses contempteurs. Ce qui a fait sa gloire initiale et son réel succès commence à lui porter quelque préjudice au sein d'un établissement où une demande ostensible pour « plus de science » s'affiche toujours.

*À l'Office, la science hydrologique reste au service du développement bien qu'elle commence à faire de la recherche en amont de ce service. Il en résulte une dualité qui fait son originalité et sa richesse, mais qui lui confère aussi une certaine ambiguïté.*

Pourtant, l'hydrologie aurait pu afficher ses programmes de recherche et ses résultats en suivant un plan plus rigoureux. Mais, on était alors accoutumé à des expressions « allant de soi » telles que : réseaux hydrométriques, bassins représentatifs, modèles, etc. Un plan de classement représentatif des activités de recherche pourrait être établi avec les trois (ou quatre) rubriques suivantes :

- cycle et bilan de l'eau sur grands bassins hydrographiques du domaine tropical et semi-aride (incluant la dynamique de l'évaporation, l'hydrochimie et les transports solides) ;

- fonctionnement du bassin versant (incluant l'étude des processus autour de 1 000, de 1 à 200 km<sup>2</sup>, autour d'un ha et entre 1 et 50 m<sup>2</sup>) ; les expérimentations sous pluies simulées ou naturelles en fonction des sols et des couverts végétaux, prenant en compte l'influence des activités humaines ; la modélisation ;

- hydrologie de l'exploitation et de la gestion des ressources en eau (incluant la prédétermination et la prévision d'événements et de chroniques ; les modèles de fonctionnement et de dimensionnement d'aménagements hydrauliques) ;

- on peut y adjoindre une quatrième rubrique si l'on veut expliciter les recherches météorologiques. Pour finir, remarquons que l'influence des activités humaines sur le cycle de l'eau (fonctionnement du bassin versant et disponibilité en ressources en eau) qui figure implicitement sous les trois rubriques précédentes pourrait, pour des raisons de politique scientifique, être affichée séparément, comme cela fut d'ailleurs fait en 1979 (voir plus haut).

Dans cet esprit, l'hydrologie opérationnelle (conception et gestion de réseaux hydrométéorologiques, traitement et banque de données) et l'ingénierie hydrologique (études spécifiques d'utilisation des ressources en eau par application des résultats de recherche et des méthodes produits par les travaux classés en troisième rubrique) doivent constituer des rubriques séparées, de caractère plus technique que scientifique.

En quelque vingt ans, la discipline hydrologique est passée du stade des installations de réseaux de mesures et d'observations et des inventaires à celui d'une analyse d'abord globale des relations pluie-écoulement, puis à l'analyse de plus en plus fine des divers processus du cycle terrestre de l'eau. Elle est allée jusqu'à l'expérimentation (sous pluie provoquée ou par modification des couverts végétaux) et a finalement réalisé la synthèse de ses

connaissances par la modélisation. Elle reste cependant attachée au service du développement, auquel elle s'était presque exclusivement consacrée depuis son émergence.

Ce cheminement, qui ressemble à une programmation scientifique à long terme, sans en être une comme on l'a vu, est donc parfaitement logique. En fait, il s'est décidé assez naturellement et représente à l'évidence une réponse positive au « plus de science » réclamé par la direction générale de cette période. La contrepartie de ce cheminement est un retrait lent, mais parfaitement volontaire, de la gestion des réseaux. Le volume d'activités d'ingénierie n'est cependant pas réduit, mais on l'éclipse peu à peu de la présentation des activités.

Le bilan global de cette période paraît assez positif. Pour en être sûr, nous allons le comparer au bilan des autres équipes de recherche de France et du monde durant la même époque.



## Chapitre XII

### **Confrontée aux problèmes de l'eau, la science hydrologique devient plurielle**

Après avoir focalisé l'analyse historique des champs géographiques et thématiques de l'hydrologie sur l'Office, regardons maintenant l'évolution des sciences hydrologiques dans les pays où cet établissement opère. Ensuite, nous pourrions évaluer cette évolution en France et au plan international, afin de situer dans ces deux cadres la place occupée par la recherche au service du développement telle que menée par les hydrologues de l'Office.

#### **Les recherches hydrogéologiques**

Nous avons déjà noté que les recherches hydrologiques de l'Office se sont essentiellement orientées vers les eaux superficielles. Certes, au cours des années postérieures à 1960 et dans le prolongement des recherches sur le processus de l'infiltration, les hydrologues de l'Office conduisent quelques travaux sur l'alimentation des nappes et sur les ressources en eau souterraine. D'une façon générale, il semble alors convenu que le domaine des eaux souterraines n'est pas celui de l'Office, mais qu'il dépend plutôt des services géologiques coloniaux, puis des territoires d'outre-mer, et enfin des pays indépendants. Il devient aussi celui du BRGM après sa création durant la période de l'après-guerre.

L'hydrogéologie est une fraction de la géologie, qui a quelques difficultés à acquérir son autonomie avant 1940. À la différence de l'hydrologie *stricto sensu*, cette discipline s'appuie dès le début sur la géologie, une science de la terre, parfaitement individualisée et bien enseignée à l'université. Elle trouve donc ses spécialistes relativement aisément. Cependant, ses outils méthodologiques modernes (comme les techniques de prospection géophysiques, la géochimie des eaux ou l'hydraulique souterraine) qui sont établis dans les années trente, ne sont opérationnels qu'après 1940. Elle prend ainsi son essor au Maghreb d'abord, puis en Afrique tropicale, des régions dans lesquelles le manque d'eau crucial exige le recours aux eaux souterraines pour satisfaire les besoins en eau des populations et des troupeaux. C'est au congrès géologique international d'Alger, en 1952, que, sous l'impulsion du français Gilbert Castany, est créée l'Association internationale des hydrogéologues (AIH) (Castany *et al.*, 1986). La profession s'individualise au sein de la géologie et elle garde de ce fait une certaine autonomie parmi les sciences hydrologiques, dont elle fait cependant partie intégrante, comme nous l'a montré l'histoire de l'AIHS (voir la première partie).

En Afrique, au sud du Sahara, l'hydrogéologie n'enregistre aucun progrès notable avant 1949 mais en revanche, les cinq années suivantes sont décisives. Sous l'impulsion des services de l'élevage, principaux demandeurs d'eau pour alimenter les troupeaux des nomades du Sahel, les services des Mines libèrent une partie de leur personnel des tâches précédemment prioritaires de cartographie géologique. Le service fédéral de l'Hydraulique de l'A.-O.F., créé en 1950, coordonne et impulse ensuite toutes les requêtes relatives aux eaux souterraines. Cinq ans après, les connaissances générales sur les conditions de l'alimentation des nappes, sur les ressources potentielles en eau des différents terrains, et sur les grandes nappes sédimentaires sont disponibles et sont synthétisées dès 1960. Le grand hydrogéologue, J. Archambault, leur consacre un ouvrage qui équivaut à ce que Rodier publie à la même époque sur les caractéristiques hydrologiques des principaux régimes des cours d'eau (voir chapitre VI).

*Durant la période 1945-1960, le démarrage de l'hydrogéologie est aussi fulgurant que celui de l'hydrologie, également sous l'impulsion de la demande du développement.*

Quinze ans plus tard, c'est-à-dire dans la décennie soixante-dix, les travaux de prospection géologique et les campagnes de forage permettent aux hydrogéologues de progresser nettement dans leurs connaissances des caractéristiques des principaux aquifères et dans l'estimation des ressources renouvelables et exploitables selon certaines conventions d'exhaure. Le BRGM publie alors des cartes de planification des ressources en eaux souterraines pour l'Afrique soudano-sahélienne (au 1/500 000) qui sont, pour tous ces grands aquifères, l'équivalent de ce que sont les monographies hydrologiques de l'Office pour les grands fleuves.

Ils acquièrent aussi des connaissances assez précises sur la recharge annuelle de ces aquifères selon l'importance des apports pluviométriques annuels. Alors que les hydrologues passent la main aux ingénieurs d'aménagement dès qu'il s'agit de caractériser les conditions techniques et économiques d'un barrage ou d'une prise d'eau, les hydrogéologues s'investissent directement dans cet aspect économique de l'exhaure, et les cartes de planification contiennent des estimations de coût d'exploitation.

## **Conséquences de la sécheresse dans le Sahel**

Enfin, comme pour les eaux de surface, la sécheresse dans le Sahel, au cours de la décennie soixante-dix, entraîne un surcroît de recherches hydrogéologiques afin de pouvoir multiplier les puits villageois et même de créer de petits périmètres d'irrigation à partir de pompages dans les nappes. La connaissance sur les ressources en eau souterraine dans les terrains anciens fissurés peut ainsi se développer (T. POINTET, 1985). L'amélioration de la fourniture d'eau aux populations rurales, un véritable service de développement,

permet donc une percée scientifique. Comme pour l'hydrologie de surface, la demande du développement est un bon incitateur à l'accroissement des recherches, et donc des connaissances scientifiques sur les eaux souterraines. Deux types de recherche (sur les eaux de surface et sur les eaux souterraines) ont été menées parallèlement. Toutefois, une meilleure coordination aurait sans doute amélioré leur efficacité. Mais ces deux secteurs du domaine de l'eau sont restés longtemps sans relations professionnelles étroites pour des raisons historiques d'éloignement des disciplines hydrologiques et hydrogéologiques au niveau des formations, et par conséquent au niveau également de l'organisation des services publics.

Beaucoup de travaux sur l'estimation et les conditions d'exploitation des ressources en eaux superficielles et souterraines sont soutenus par le ministère de la Coopération et sont souvent coordonnés par le Comité inter-africain d'études hydrauliques (CIEH) qui est basé à Ouagadougou. Comme plusieurs services territoriaux des travaux publics, il dispose d'ingénieurs à compétence hydrologique qui, dans les années soixante-dix, s'intéressent directement aux résultats des recherches des hydrologues de l'Office, et en tirent parfois des normes d'évaluation des ressources ou de calculs des crues exceptionnelles. Ils font en quelque sorte concurrence aux hydrologues de l'Office, convaincus de leur monopole, particulièrement sur les études pour le développement. Cette concurrence agace un peu les anciens qui regrettent de ne pas avoir produit ces normes ou ces règles avant les autres, mais elle est aussi bénéfique. En effet, avec le temps, elle permet à la recherche hydrologique de prendre le pas sur l'aide directe au développement dans les activités des chercheurs de l'Office, ce qui correspond bien à la tendance et aux objectifs. La concurrence est renforcée par des bureaux d'études français, puis étrangers. Néanmoins, une coopération s'instaure souvent entre bureaux d'études et Service hydrologique, au bénéfice des deux parties (aux compétences d'ailleurs complémentaires) et des pays en développement.

Ainsi, dans les anciennes colonies françaises, l'identification des ressources en eau, l'élaboration des

méthodes pour les exploiter et l'acquisition des connaissances scientifiques sur les processus de formation et d'alimentation de ces ressources font l'objet d'actions parallèles au service du développement. Ces actions sont souvent concertées au niveau de la planification globale (par les services fédéraux avant 1961, par le CIEH ensuite), que conçoivent des structures scientifiques comme l'Orstom ou le BRGM ou des services territoriaux qui réussissent assez bien à satisfaire la demande en eau croissante des populations. L'influence de la sécheresse a tonifié et accéléré ces diverses actions au bénéfice de tous.

Cette sécheresse qui couvre d'immenses territoires durant plusieurs années (paroxysmes de 1972-1973, puis de 1983-1984 au Sahel) a des conséquences politiques. Retenons la création du Conseil inter-africain de lutte contre la sécheresse au Sahel (CILSS) en 1973 qui demande et génère des études concrètes de lutte et qui, grâce à son Comité d'aide au développement, sait trouver des moyens financiers, auprès de la France bien entendu, mais aussi auprès des pays de l'OCDE. Retenons également le lancement à Niamey, en 1975, du Programme d'agro-hydro-météorologie (Agrhymet) qui va former les spécialistes de terrain manquant alors cruellement à la région africaine.

À la même époque, la recherche scientifique et technique française est coordonnée par une délégation générale (la DGRST) dont l'action incitatrice et bénéfique se fait sentir à travers ses actions prioritaires concertées, qui sont pilotées par des comités d'experts chargés de la sélection des projets et de leur financement. La lutte contre la sécheresse en milieu tropical profite d'une telle priorité et, dans ce cadre, plusieurs projets pluridisciplinaires sont conduits par des équipes de l'Office associées à des équipes universitaires métropolitaines. La pluridisciplinarité s'installe alors comme un moyen d'aborder les problèmes scientifiques complexes, que les diverses disciplines approchent jusque-là de manières différentes. Par exemple, les hydrologues de l'Office participent activement aux recherches agro-sylvo-pastorales menées autour du bassin de la mare d'Oursi, dans une zone semi-aride du Burkina-Faso. Presque à la même époque, le CNRS engage aussi des actions thématiques programmées

(ATP). En 1975, l'une d'elles à visées hydrogéologiques, adopte un projet à caractère pluridisciplinaire qui implique des hydrologues de l'Office. Ce projet intitulé « Études des transferts d'eau *in situ* dans les sols vers les nappes éventuelles en zone aride en infiltration naturelle et provoquée sous climat méditerranéen » s'inscrit bien dans la tendance à aller vers des espaces très petits qui autorisent l'expérimentation, et permet aussi une avancée certaine dans la compréhension des processus d'infiltration.

En régions chaudes, une coopération fructueuse peut aussi s'établir entre des spécialistes de ce milieu et des universitaires métropolitains. Elle répond à un besoin de mieux connaître ces régions et prouve que la recherche hydrologique française a évolué depuis l'après-guerre.

## **Les problèmes de l'eau en France**

Voyons ce qui survient en France dans le domaine des sciences hydrologiques quand, outre-mer, l'hydrologie au service du développement démarre, s'intensifie puis s'ancre dans une problématique plus scientifique.

À la SHS, avant 1945, (voir chapitre II) on parle de découvrir les ressources en eaux souterraines par de nouveaux procédés, de mieux mesurer les débits des rivières et leurs transports solides, de prévoir les crues des grands fleuves, ou de produire de l'énergie hydraulique. Quinze années après, la France est en plein développement économique, son industrie se modernise et s'agrandit, sa population s'urbanise et accède à de meilleures conditions de vie, l'agriculture intensifie son recours à l'irrigation pour satisfaire une demande croissante, etc. Les besoins en eau se sont considérablement accrus (500 m<sup>3</sup> par an et par habitant, contre moins de 20 cinquante ans plus tôt) et ne peuvent pas toujours être pleinement satisfaits en cas de sécheresse (comme en 1959 et 1976), ou durant l'été dans les zones touristiques littorales. L'eau des rivières prélevée plusieurs

fois, restituée plus ou moins chargée de déchets urbains, domestiques ou industriels se pollue inexorablement.

« La nature dispose de processus de régénération et tant que le peuplement n'est pas trop dense, l'auto-épuration naturelle des cours d'eau arrive à maintenir un milieu biologiquement vivant et sain. La concentration des hommes dans les grandes métropoles, le développement de l'industrie et notamment de la chimie, la généralisation de l'usage des produits de synthèse, la destruction du milieu vivant par des interventions brutales ont bouleversé cet équilibre : le pouvoir épurateur des cours d'eau n'est plus suffisant ; des rivières sont mortes ; la pollution est née. »

Voilà ce qu'écrivait Ivan ChÉret en 1967, dans son ouvrage de vulgarisation sur l'eau. Il rentre tout juste d'Afrique (adjoint de Pierre Merlin, directeur fédéral de l'hydraulique d'A.-O.F., il y coordonnait les études et les recherches d'identification des ressources en eau) et découvre vite cette pollution qui commence à devenir le mot-clé en matière d'eau, que ce soit sur le territoire français ou dans tous les autres pays industrialisés. Il aborde clairement toutes les questions que soulève cette nouvelle situation et propose de réduire le gaspillage de la consommation d'eau, de maintenir un débit minimal dans les cours d'eau, de corriger les pollutions à la source, de limiter les urbanisations des zones inondables, et de prendre en considération le vrai prix de l'eau mis à la disposition des utilisateurs. Mettant en avant la nécessité de l'aménagement intégré des bassins versants pour une gestion rationnelle des ressources en eau, il montre l'intérêt de créer des agences de gestion de l'eau par grand bassin, et insiste pour une coordination interministérielle. Il demande même soit un ministère de l'Eau, soit un établissement public comme « Eau de France ». Beaucoup de ses idées voient le jour (dont les agences de bassin, organisations originales du monde industriel pour gérer les ressources en eau, qui appliquent maintenant le principe du pollueur payeur), mais pas toutes (pas d'« Eau de France », ce qui aurait peut-être pu éviter la dispersion des divers acteurs du domaine de l'eau, recherche compris). Tous les

problèmes qu'il évoque mobilisent les énergies des techniciens d'abord, et des scientifiques ensuite. Il écrit alors, néanmoins un peu sévèrement : « À l'heure où l'homme atteint la lune, les difficultés rencontrées en matière d'eau peuvent amener à se demander si la science n'a pas déserté ce secteur ». En tout cas, ces nouveaux problèmes de l'eau posent à la science un nouveau défi.

En 1950, d'après un bilan dressé à la SHS par A. Coutagne (alors président), il était admis que l'hydrologie était pratiquée par (dans l'ordre) :

- les corps des Ponts et Chaussées, du Génie rural et celui des Eaux et Forêts ;
- l'Institut d'hydrologie et de climatologie ;
- la Section centrale d'hydrologie appliquée ;
- les professeurs de facultés ;
- la Société hydrotechnique de France ;
- les services hydrologiques d'Électricité de France.

Il conviendrait d'ajouter le Service des eaux de la ville de Paris et les services de la Navigation, dont de nombreux responsables sont membres de la SHS. À deux exceptions près, ces équipes sont issues du milieu des ingénieurs et elles ne vont pouvoir relever les nouveaux défis liés aux problèmes de l'eau qu'en partie seulement.

À partir de 1945, à la SHS, on commence à évoquer les premières mesures d'oxygène dissous dans les eaux des rivières et on parle d'hydrobiologie (la vie dans les rivières). A. Le Strat (du Service des eaux de la ville de Paris) y réunit, en 1953, une conférence sur la lutte contre la pollution des eaux en rappelant les premières mesures entreprises dans le bassin de la Seine et en précisant que quatre administrations au moins doivent se préoccuper de ce nouveau fléau : les Eaux et Forêts, l'Hydraulique, la Navigation et les Établissements classés (en fait les industries contrôlées par le service des Mines). La pollution des eaux n'est alors pas une inconnue, mais la mobilisation générale n'intervient que pendant les années soixante.

## L'enseignement de l'hydrologie

C'est à la même période que les premiers enseignements spécialisés en hydrogéologie voient le jour dans les départements universitaires de géologie, à Paris, Montpellier et Bordeaux. À Paris, sous l'impulsion du professeur Glangeaud, se met en place un troisième cycle de géodynamique externe en 1957, qui va offrir à l'Office ses premières recrues du monde universitaire (comme déjà évoqué). Des cours d'hydrologie se mettent également en place ou se développent dans les écoles d'ingénieurs, et dans ces mêmes départements de géologie. Il en est de même dans le secteur universitaire de la mécanique des fluides, qu'il soit très lié aux écoles d'ingénieurs hydrauliciens (comme à Grenoble et Toulouse), ou non (comme à Montpellier). C'est à Montpellier qu'est créé le premier laboratoire universitaire comportant le mot « hydrologie » dans son intitulé et au début des années soixante-dix, est reconnu et habilité le premier DEA national des Sciences de l'eau. Il est coordonné par le laboratoire de Géologie dynamique de l'université Pierre et Marie Curie (Paris VI) auquel participent les universités de Bordeaux et de Montpellier, l'école des Mines de Paris et l'Orstom. Il est intitulé « Hydrologie-hydrogéologie et géochimie des eaux » et comporte un tronc commun de quatre matières : hydrologie de surface et hydrométrie, hydrologie souterraine, hydrochimie et qualité des eaux, méthodes de prospection et techniques d'exploitation. Parmi les matières optionnelles proposées, on relève les modèles mathématiques, les systèmes lacustres, l'hydrologie des roches fissurées, les techniques nucléaires appliquées, l'informatique du traitement des données, la pollution chimique, le traitement des eaux, la gestion des ressources, etc.

En quelques années, un grand pas est franchi en matière d'enseignement de l'hydrologie au sens large du terme, grâce à une association entre les quatre ou cinq points forts de la discipline. Cette association réunit pour la première fois des géologues et des mécaniciens des fluides (des hydrauliciens), mais pas de géographes (bien que ceux-ci, en

dignes élèves de Pardé ou de Tricart, investissent également avec succès le domaine hydrologique).

Cependant, sous l'apparente cohésion du groupe porteur du DEA national, une désastreuse dispersion de l'effort universitaire subsiste et il s'ensuit un manque de relations suivies avec le monde des ingénieurs hydrauliciens. Voici, pour preuve, le vœu formulé par la section française de l'AISH (nouvel intitulé de la SHS) en 1976, après la grande sécheresse ayant frappé le territoire national et face à la pénurie constatée de spécialistes géophysiciens du domaine de l'eau (météorologues, hydrologues et glaciologues) : « La France a perdu le rôle prépondérant qu'elle avait autrefois dans les disciplines variées de la géophysique. Il semble que l'absence d'une filière adéquate de l'enseignement supérieur y ait fortement contribué ». Mais si on souhaite bien la création d'une maîtrise et d'un DEA de géophysique de l'environnement, on ne précise pas comment faire travailler ensemble des secteurs comme la géologie et la mécanique des fluides (généralement rattachés à des facultés et à des cursus universitaires différents) ni comment procéder au CNRS (où les mêmes disciplines ressortent de directions scientifiques différentes). Les cloisons académiques existent et subsistent et à cette époque, seules les actions incitatives permettent de les franchir.

### **Les thèmes abordés à la SHF**

Les travaux de la SHF reflètent assez bien les thèmes majeurs qui occupent la communauté nationale des ingénieurs d'aménagement et des chercheurs. Ces travaux font l'objet d'environ trois sessions techniques par an (dont un tiers est consacré à ce domaine de l'hydrologie et des ressources en eau), dont les intitulés peuvent renseigner sur ces préoccupations :

- entre 1955 et 1965, deux sessions sur les statistiques appliquées montrent bien le poids encore prépondérant des approches initiées avant 1940, que ce soit pour les études

préalables aux aménagements hydroélectriques ou pour ce qui a trait aux écoulements et aux précipitations causales ; une session sur la pollution des eaux indique la montée en puissance de cette nouvelle préoccupation ;

– entre 1966 et 1980, ce sont plusieurs sessions consacrées aux méthodes modernes de métrologie des débits et aux techniques spéciales des traceurs et de la télédétection ; deux sessions sur l'infiltration dans les sols non saturés et sur la modélisation des écoulements de surface ; une session sur l'hydraulique des terrains fissurés ; une autre sur sécheresse et étiages en 1976 ; enfin deux sessions sur les ressources en eau et l'influence humaine.

En somme, ces préoccupations correspondent assez bien à l'évolution des problèmes que rencontre la discipline, à la diversification et aux innovations qu'elle entreprend et la plupart des thèmes s'harmonisent aussi avec les activités conduites dans les pays en développement.

La SHF organise également des journées de l'Hydraulique, qui sont biennales et à vocation plus internationale. Leurs intitulés complètent les premières évocations des préoccupations françaises :

- 1954, pluie, évaporation, filtration et écoulement ;
- 1960, hydraulique souterraine ;
- 1968, la prévision des crues et la protection contre les inondations ;
- 1970, l'utilisation de l'eau dans le cadre de l'aménagement du territoire ;
- 1974, l'influence des activités de l'homme sur le cycle hydrométéorologique ;
- 1978, l'hydrotechnique au service d'une politique de l'eau.

Vue à travers le prisme de la SHF, la science hydrologique française reste encore et d'abord influencée par les activités antérieures ayant accordé priorité à l'aménagement des eaux de surface et aux statistiques appliquées comme à l'hydraulique souterraine. Elle évolue ensuite avec la montée des problèmes liés à la pollution des eaux et aux activités humaines sous les pressions environnementales qui

apparaissent. Le net décalage entre les thèmes abordés lors des réunions scientifiques de communication et le contenu (beaucoup plus riche) des enseignements de troisième cycle apparaît également et logiquement, puisque l'enseignement reflète les préoccupations sur lesquelles travaillent chercheurs et enseignants, mais dont l'expression ne peut survenir qu'avec quelques années de décalage.

La SHF, trop dépendante du secteur de l'aménagement et de l'exploitation des eaux, offre un prisme peut-être encore plus déformant que celui de la SHS (section française de l'AISH). Mais, faute d'un périodique scientifique de langue française dévolu à la science hydrologique, on ne peut pas corriger cette image en y introduisant les travaux de recherche publiés dans diverses revues de géologie, de mécanique ou autre... Si un tel périodique avait existé, l'image de la production scientifique française en hydrologie aurait été plus exacte, comme a pu l'être celle des hydrologues de l'Orstom grâce à la consultation de la revue des *Cahiers Orstom, série hydrologie* et non pas la bibliographie dans son ensemble. Il faut donc prendre avec circonspection les conclusions tirées de l'analyse réduite aux activités de la SHF.

Toutefois, on peut être très satisfait de constater que les thèmes préoccupant la communauté hydrologique française rejoignent ceux sur lesquels travaillent, presque à la même époque, les chercheurs de l'Orstom et les hydrogéologues de l'outre-mer. À l'évidence, des échanges fructueux existent entre les deux communautés qui, bien que séparées dans l'espace, ont pu se rapprocher grâce au service hydrologique centralisé et à son bureau central parisien. Ainsi, après les années coloniales (1946-1961), les activités des hydrologues de l'Orstom ont pris une tournure nettement plus scientifique et, à quelques exceptions notoires près (comme la qualité des eaux et la pollution) ils travaillent sur des thèmes comparables à ceux de leurs collègues métropolitains dès les années soixante-dix.

On trouve des témoignages patents de ce rapprochement des thématiques privilégiées dans les retombées sur la métropole de certains travaux pionniers des équipes d'outre-mer. Citons en particulier l'hydrologie des roches fissurées

avec les équipes du BRGM, l'exploitation des bassins versants représentatifs et expérimentaux (ce sont les cahiers Orstom qui servent de véhicule aux « résumés des résultats de recherches obtenus par la France sur bassins représentatifs » durant la Décennie hydrologique internationale de l'Unesco, 1964-1974), la planification et la rationalisation des réseaux hydrométriques (gérés par le ministère de l'Agriculture), ou l'application des modèles d'hydrologie superficielle à la prévision des crues (bassin de la Moselle) avec les équipes de l'Office. Des opérations conjointes de recherches ont ainsi été conduites en France avec des hydrologues de l'Office pour développer l'un ou l'autre des champs d'investigation mentionnés. La participation de ces hydrologues au premier DEA national des sciences de l'eau témoigne également de ce rapprochement.

*Les chercheurs français en science hydrologique des anciennes colonies ont pu, après un démarrage tardif en 1946 et un intense effort d'investissement matériel et humain à partir des années soixante, rejoindre la communauté scientifique française qui intervient en métropole tant en niveaux de compétence que sur des thématiques prioritaires (à l'exception de la chimie des eaux et de la pollution). Ils prouvent ainsi que l'hydrologie pilotée par le service du développement n'est pas en retard sur l'évolution de la science hydrologique nationale. En régions chaudes, l'association d'équipes des deux origines conforte cet intérêt mutuel.*

## **Les sciences hydrologiques à l'AISH**

Après le décès de Dienert, en 1948, la Section d'hydrologie scientifique connaît un certain flottement jusqu'à ce que Coutagne (l'un des plus éminents spécialistes de l'hydrologie stochastique de l'avant-guerre) accepte de prendre la présidence en décembre 1949. Pour sa prise de fonction officielle, en janvier 1950, il prononce une importante allocution consacrée à la signification de

l'hydrologie scientifique. Il présente l'hydrologie scientifique comme le « dénominateur commun de sciences diverses dont l'objet principal ou accessoire est l'eau », et il énumère ces sciences : hydrométéorologie, hydrologie fluviale ou potamologie, hydrogéologie, hydropédologie, hydrobiologie, nivologie et glaciologie, auxquelles il ajoute une hydrologie méthodologique et technologique, qui rassemble des travaux hétéroclites sur les méthodes et les moyens de mesures et d'analyses, et des activités d'ingénierie hydrologique (selon une expression plus tardive). Cette déclaration est prémonitoire puisque sa concrétisation au plan international survient vingt ans après, durant le congrès de Moscou de 1971, lorsque l'AIHS est transformée en AISH. L'hydrologie scientifique devient plurielle et l'on parle alors naturellement des sciences hydrologiques. Le passage dans les faits et dans la réalité des structures opérationnelles est évidemment plus ou moins rapide selon les flexibilités existantes.

On peut tenter de corriger l'image des activités françaises en hydrologie en les regardant cette fois du point de vue de la section française de l'AISH. En 1979, elle comporte 57 membres, dont 25 spécialistes d'hydrologie de surface et 12 hydrogéologues ; les spécialistes de la qualité et de la pollution des eaux ne sont que 6 alors qu'il y a 7 représentants du secteur des neiges et des glaces. La répartition par structures montre une nette domination de l'université et du CNRS avec 21 membres, face à 10 membres d'EDF et quelque 13 représentants des corps de l'Équipement et du Génie rural et d'autres ingénieurs de bureaux d'études ; il n'y a que cinq membres de l'Office (on compte deux d'EDF) et enfin, quatre du BRGM. La géométrie des sciences hydrologiques a bien changé depuis 1960 alors que dominaient les ingénieurs et la remontée spectaculaire des universitaires illustre les développements enregistrés lors des deux décennies précédentes. L'entrée des spécialistes de l'hydrologie au service du développement du Tiers Monde est notoire, puisqu'au moins douze membres ont des compétences certaines dans ce domaine. Cette population d'hydrologues intéressés par l'AISH reflète bien la diversité des capacités françaises, même si, comme on l'a

déjà relevé, les sciences hydrologiques n'occupent pas en France vraiment de manière explicite la place qui leur permettrait de faire face aux défis de l'eau.

Sur le plan international, l'événement majeur de cette période est sans conteste la célébration du tricentenaire de l'hydrologie scientifique, en septembre 1974, à l'Unesco grâce à une action conjointe de cette organisation, de l'OMM et de l'AISH. Il y est alors courageusement reconnu que, plus de cinquante ans après la création de l'AIHS et la reconnaissance internationale d'une science de l'hydrologie, la profession d'hydrologue est loin d'être admise en de nombreux pays, que l'enseignement de l'hydrologie en tant que spécialisation universitaire séparée n'est encore pratiqué qu'en un trop petit nombre de pays. Il est enfin précisé que les hydrologues sont issus de milieux très divers comme le génie civil, le génie rural, la géologie, la géographie ou d'autres branches de la géophysique.

Les tendances à venir de l'analyse hydrologique, induites par les progrès réalisés dans la collecte des données y sont synthétisées par le Britannique Rodda et l'Américain Kohler. L'importance primordiale de l'informatique dans le traitement des données, le réglage et l'usage des modèles est mise en avant comme l'événement déterminant de la période 1960-1970. Il est reconnu que si la connaissance des processus du cycle de l'eau a fait des progrès, ceux-ci sont encore insuffisants pour que la structure physique (ou déterministe) des modèles soit suffisamment représentative de la réalité, mais qu'en pratique c'est la médiocre abondance et la piètre qualité des données qui ralentissent le plus l'application fructueuse de ces modèles. La conférence de 1972 sur l'environnement tenue à Stockholm et la création conséquente du Programme des Nations unies pour l'environnement (PNUE) ont clairement mis la priorité sur le contrôle des activités humaines et de leur influence sur les ressources en eau, sur le besoin urgent de réduire la pollution des eaux et de prévenir les catastrophes naturelles. Les outils modernes de collecte des données – comme la télédétection et la télétransmission, le radar – doivent permettre l'usage des modèles en temps réel, c'est-à-dire prévoir les événements hydrologiques exceptionnels et pour gérer les ressources en

eau. La modélisation hydrologique a encore des progrès à faire, l'analyse de systèmes peut y aider dans la formulation de concepts plus appropriés car, d'un côté, l'allongement des séries chronologiques de données collectées améliore la précision de l'analyse stochastique mais, d'un autre côté, l'influence grandissante des activités humaines perturbe de plus en plus l'homogénéité de ces longues séries. Les modèles doivent enfin non seulement simuler les diverses phases du cycle de l'eau terrestre, mais aussi inclure la dynamique des éléments représentatifs de la qualité de ces eaux d'une part, et d'autre part, ils vont devoir ultérieurement inclure aussi la dynamique de la phase atmosphérique et océanique de ce cycle dans une approche plus globale, à l'échelle planétaire.

C'est un très sérieux défi pour ces sciences hydrologiques qui sont déjà fragilisées par la coupure entre hydrauliciens et géologues, puisque, pour atteindre ces objectifs, il leur faut promouvoir la chimie des eaux et de leurs polluants synthétiques et s'associer davantage à la météorologie et à la physique de l'atmosphère.

Ce constat et ce défi ainsi formulés correspondent à l'approfondissement des thèmes scientifiques effectué par les hydrologues de l'Office (voir chapitre XI) et au développement de ces sciences en France au cours des vingt années considérées jusqu'ici.

*En France, les sciences hydrologiques suivent la tendance générale de la communauté scientifique internationale vis-à-vis des préoccupations thématiques. Par leur organisation elles restent parmi les plus dispersées des grandes communautés nationales.*

En plus de leurs assemblées générales quadriennales, l'AIHS (puis l'AISH) organisent régulièrement des symposiums scientifiques à thématiques ciblées (la moyenne se situe à deux par an). Le déroulement de ces symposiums permet de poser quelques jalons qui précisent les préoccupations majeures de l'époque et celles de l'hydrologie du développement.

Les bassins représentatifs reviennent périodiquement : en 1965, puis en 1970, puis à nouveau en 1980. À l'Office, on y travaille intensément également depuis 1960.

L'usage de l'ordinateur en hydrologie est traité en 1968, alors que l'hydrologie à l'Orstom s'investit également dans l'informatique.

Les modèles hydrologiques font leur apparition en 1971, puis en 1975 et en 1978 (ils portent alors sur la qualité des eaux). Durant la même période, des travaux similaires des hydrologues de l'Office commencent à être publiés.

L'influence de l'homme sur le cycle hydrologique est abordé en 1974 pour la première fois, il est repris en 1977, puis en 1980. Ici encore, on se penche sur le même problème à la même période à l'Office.

Cette courte énumération, évidemment non exhaustive, confirme le parallélisme entre les programmes de recherches des hydrologues de l'Office et les préoccupations prioritaires de la communauté scientifique internationale. Bien sûr, on peut supposer que Jean Rodier (président puis secrétaire général de l'AISH jusqu'en 1979) n'y est pas étranger et qu'il a su capter au bénéfice de l'Office les grandes tendances de la science mondiale pour y investir ses équipes. Mais on peut aussi penser que, naturellement, et en suivant l'évolution des connaissances acquises et la complexité croissante rencontrée, les hydrologues de l'Office ont abordé les thèmes nouveaux de leur science presque au même rythme que leurs collègues de France et d'ailleurs.

### **Faiblesses et lacunes de l'hydrologie à l'Orstom**

En terminant ce chapitre et cette troisième partie, on est tenté, comme à l'issue de la seconde partie, de reconnaître que la recherche hydrologique de l'Office a bien rempli son contrat. En effet, elle a pris le virage vers « plus de science » selon une logique satisfaisante (du général au particulier, de l'analyse des données de terrain à l'expérimentation et à la modélisation). Parallèlement, elle a réussi une expansion dans la région méditerranéenne et en Amérique latine qui lui fait acquérir une stature internationale. Elle a noué et développé des liens productifs, tant en France qu'à l'étranger, avec la

communauté hydrologique française travaillant en métropole. Elle paraît en phase avec les préoccupations prioritaires des sciences hydrologiques au plan mondial. Enfin et surtout, elle a confirmé sa capacité à répondre de manière satisfaisante aux demandes du développement, sa vocation première qui reste malgré tout l'objectif fondamental de l'Office.

Pour ne pas paraître verser dans une certaine hagiographie, il faut mettre en lumière les faiblesses, manques et défauts qui sont également ressortis du bilan critique de cette longue période de maturité de 1962 à 1981, à savoir le poids excessif des ingénieurs, l'insuffisance de la production écrite et le retard dans le passage à la pluridisciplinarité.

Le poids excessif des ingénieurs s'est maintenu depuis le début malgré la diversification des sources de recrutement et a entraîné un fonctionnement de style plutôt hiérarchique, peu propice aux innovations. Dans le domaine scientifique, la production écrite s'est révélée très insuffisante. Elle ne caractérise pas le travail d'équipe mais celui de chercheurs isolés et elle est restée longtemps confinée en interne. Ces faiblesses sont imputables à l'effort voulu et maintenu (mais peut-être finalement exagéré) en faveur de la réponse aux demandes du développement des colonies puis des pays indépendants. De même, l'autonomie relative et l'originalité du Service hydrologique n'ont pas facilité l'entrée des hydrologues dans les opérations de recherches pluridisciplinaires alors que la nécessité s'en faisait pourtant sentir. Les exceptions (celles de la mare d'Oursi ou de la forêt de Taï en Côte d'Ivoire) sont restées trop rares.

Le départ en retraite de Jean Rodier en 1978 crée un très grand vide dans l'organisation apparemment bien huilée du Service hydrologique en association avec EDF. Durant les trente-deux ans passées à la tête de cette association, il prend tous les virages exigés par l'évolution politique, il maintient une unité d'action tout en diversifiant le portefeuille des compétences, il réussit l'entrée de son association sur la scène scientifique française et sur la scène internationale avec brio et efficacité. C'est un animateur et un porte-parole convaincant, et également un vrai scientifique. Il est

ingénieur, et on l'imagine développer l'hydrologie stochastique en continuateur de Coutagne, mais il s'épanouit dans la lignée pragmatique, analytique et descriptive de Pardé (P. Chevallier et B. Pouyaud, 1995). Pour la centaine d'hydrologues, son départ de l'Office ouvre une période d'inquiétude et d'incertitude accentuée par le changement de cap politique en 1981.



QUATRIÈME PARTIE

**APRÈS 1981 :  
UNE NOUVELLE ÉPOQUE  
FAITE D'INTERROGATIONS,  
D'INCERTITUDES  
ET DE RÉFORMES**



## Chapitre XIII

### Désarroi puis sursaut de l'hydrologie tropicale

« If hydrology is not to stagnate as a science, then it is time to consider seriously the limitations of our theoretical heritage.

Hydrology in the future will require a more macroscale theory that deals explicitly with the problems posed by spatial integration of heterogeneous nonlinear interacting processes. »

K. BEVEN, *Towards a new paradigm in hydrology*, 1987.

C'est bien une époque nouvelle qui commence. Elle est tellement proche de nous qu'elle entre à peine dans l'histoire, que les événements qui la marquent n'ont pas fini de décanter et que leur lecture reste trouble. De plus, la plupart de ses acteurs sont encore en activité. Tenter une analyse historique sur cette époque est donc difficile et délicat. Il sera certainement impossible d'examiner en profondeur la succession des faits pour en extraire les composantes principales et en dégager les perspectives historiques. On s'en tiendra plus souvent aux hypothèses qu'aux affirmations.

Ce qui survient en mai 1981 peut s'apparenter à un tremblement de terre qui bouleverse la position des pions sur l'échiquier politique ; beaucoup tombent définitivement, d'autres apparaissent. Comme tout tremblement de terre de forte magnitude, il engendre des répliques plus ou moins

modificatrices des situations antérieures dans l'administration de l'État et plusieurs de ces répliques affectent la recherche publique, dont l'Orstom. Elles se produisent avec quelque retard sur le tremblement principal, entre 1982 et 1984, comme nous le verrons plus bas.

Même si les grands tremblements de terre ne peuvent être prévus avec précision, les géophysiciens sismologues observent bien souvent des signaux avant-coureurs. Pour l'hydrologie de l'Office le départ de Jean Rodier, en 1978, est sans conteste un signal fort et une fracture notable dans la stabilité régnante qui laisse des traces évidentes... même si elle n'annonce pas directement le séisme à venir. Des signaux plus discrets la précèdent, comme des petites fissurations qui apparaissent dès 1975, et qu'il n'est pas inutile de revoir ici dans cette nouvelle perspective historique.

C'est d'abord une lézarde qui apparaît dans la certitude des ingénieurs. La sévère sécheresse du Sahel africain entre 1973 et 1974 les conduit à mettre en doute l'homogénéité des longues séries de pluies et de débits, ce qui remet en cause partiellement le dogme dominant de l'analyse statistique. C'est ensuite la demande permanente pour plus de science et donc moins de temps consacré aux réseaux de mesures, ce qui traduit explicitement le souhait d'une réduction des activités d'ingénierie. Bien que cette tendance ne fasse pas l'unanimité, elle est l'expression d'une minorité dont l'importance va croissant et qui insidieusement rend moins homogène le bloc des hydrologues. C'est enfin cette désaffection mal expliquée des hydrologues pour la publication dans la revue principale de l'établissement. Il semble que certains ne voient pas la nécessité d'écrire puisque, dans cette discipline, les avancements promotionnels paraissent ne pas tant dépendre des écrits, et que d'autres, occupés surtout par l'hydrologie opérationnelle ou l'ingénierie, ne considèrent pas intéressant d'écrire autre chose que les rapports contractuels requis par ce type d'activités...

*Une méthodologie qui perd ses certitudes des années soixante, un début de rejet des activités « de service » trop (?) proches du développement, une désaffection pour l'écrit scientifique... autant de fissurations dans un Service*

*hydrologique apparemment stable et monolithique que la fracture de 1978 va révéler et accentuer, faisant naître un premier désarroi.*

## **Nouvel accord avec EDF**

Fin 1977, le départ de Jean Rodier remet en question la relation contractuelle entre l'Office et EDF (voir chapitres V et VI). La structure du Service hydrologique, remodelée et adaptée à la croissance du dispositif en 1966, est aussi remise en cause par ce départ. La participation des ingénieurs d'EDF à l'association hydrologique entre les deux organismes a déjà fortement diminuée : entre 1955 et 1967, dix d'entre eux ont rejoint la division « Prospection » d'EDF ou d'autres affectations. De huit à dix entre 1951 et 1963, ils ne sont plus que quatre seniors expérimentés en 1967 et un jeune, recruté en 1970. Les agents de l'Office quant à eux, ont grossi les effectifs du bureau central dès sa création. Ce bureau prend d'ailleurs de l'ampleur et quitte les locaux partagés avec EDF en 1968 pour un bâtiment isolé qu'il occupe dès lors complètement jusqu'en 1980.

Les séquelles du départ de Rodier et les premiers effets des bouleversements de 1981 entraînent un changement de la convention de 1960, puis d'importantes modifications tant dans les structures que dans les localisations et les choix des responsables. En voici la liste en suivant l'ordre chronologique d'occurrence, qui est assez suggestif en lui-même des changements survenus en quelques années :

– en 1978, des deux ingénieurs en chef d'EDF, adjoints de Rodier, l'un prend la tête de la division « hydrologie » de EDF-Dafeco, l'autre, Marcel Roche, celle du Service hydrologique de l'Orstom ;

– en 1979, le bureau central hydrologique est réorganisé ; trois départements (la recherche, la technique et la formation) sont créés et confiés à trois agents de l'Office ; ils remplacent les deux anciens départements de la recherche fondamentale et de la recherche appliquée ; au total ledit bureau central

abrite alors 27 agents de l'Office dont 11 chercheurs et ingénieurs de recherche (2 sont en fait basés à Toulouse), et 10 techniciens dont 3 seulement sont d'anciens agents de terrain d'outre-mer ;

- le 1<sup>er</sup> décembre 1980, les responsables des deux établissements décident de passer une nouvelle convention qui est signée en février 1981, elle met fin à celle de 1960 qui est restée inchangée durant vingt ans ;

- toujours fin 1980, le bureau central déménage au Centre Orstom de Bondy, il se sépare donc de la division « hydrologie » de EDF-Dafeco qui rentre physiquement dans le giron de sa maison mère ;

- en 1984, la réorganisation générale de l'Orstom en huit départements de recherche met fin à l'existence du Service hydrologique, donc à celle du bureau central, déjà prévisible en mai 1981.

*C'est donc bien une période d'interrogations puis d'incertitudes que traversent les agents ressortant de l'hydrologie durant quatre ans environ. Le désarroi s'est vraiment installé.*

Il est intéressant de noter que la direction générale de l'Office profite du départ de Jean Rodier pour demander la révision de la convention avec EDF. Cette révision constate la réduction importante des agents EDF qui travaillent dans et pour le Service hydrologique de l'Office et prend en compte la revendication de l'entreprise publique de pouvoir toujours accéder à la banque de données hydrométéorologiques de l'Office même après le déménagement à Bondy. En revanche, elle ne remet pas en cause le maintien d'un ingénieur EDF à la tête du Service hydrologique, alors que durant les trente ans qui ont suivi la contractualisation de la collaboration, l'Office s'est doté de scientifiques confirmés, dont plusieurs auraient certainement pu assurer le *leadership* du Service hydrologique. Pour l'Office, la révision proprement dite aboutit à réduire de moitié le coût de l'association. Il passe d'environ 1,7 millions de francs en 1979 à environ 800 millions de francs en 1980, l'Office facturant à EDF l'accès à la banque de données (environ 10 % du coût de la convention). Comme en 1960, l'accès à

la banque de données reste bien, pour EDF, l'élément stratégique principal de l'association maintenue.

Cette convention de 1980 qui signifie la fin de l'époque de Jean Rodier ne dure pas. Les changements profonds qui surviennent à l'Office vont conduire à deux nouvelles révisions l'une entre 1985 et 1986, l'autre en 1996, dont nous examinerons plus bas les attendus et les conséquences.

### **Prospective thématique**

Avant son départ, Jean Rodier écrit un long article, une sorte de testament spirituel sur l'importante œuvre accomplie sous sa direction. Cet écrit sort dans une revue *L'eau et l'industrie* (J. Rodier, 1978) dont les lecteurs, essentiellement des ingénieurs, travaillent dans le domaine de l'aménagement et de l'utilisation des eaux, ce qui ne semble pas innocent. Scientifique avéré, disciple de Maurice Pardé, Jean Rodier est cependant toujours resté un ingénieur. Il estime donc que les travaux scientifiques doivent être mis à la disposition des utilisateurs potentiels sous des formes appropriées, c'est-à-dire par une bonne vulgarisation. C'est avec cet esprit qu'il a toujours conduit le Service hydrologique, et qu'il a orienté ses travaux personnels sur l'utilisation des eaux des petits bassins versants en veillant scrupuleusement et régulièrement à publier des notes (pour le calcul des crues exceptionnelles ou celui des écoulements annuels) destinées à ces utilisateurs et donc rédigées dans un langage clair avec des graphiques simples. Il poursuit d'ailleurs cette œuvre personnelle de synthèse sur les ressources en eaux des petits bassins du domaine tropical plusieurs années après sa retraite officielle. À la fin de cet article testamentaire, Jean Rodier évoque brièvement l'avenir en se posant la question : « où sera t-il judicieux de faire porter les efforts du Service hydrologique dans les prochaines années ? ». Il poursuit : « on sera bien obligé d'aider les réseaux hydrométriques... », « on s'efforcera de mettre en valeur la masse énorme de données déjà acquises par des travaux de synthèses sur les relations

entre le sol et les différentes formes de l'écoulement... ». Et puis, il se projette dans l'avenir en ajoutant : « mais l'objectif le plus important c'est la recherche de l'action de l'homme sur le régime hydrologique ».

Dans le désarroi, le passé peut rassurer, mais il faut en arriver à se poser la même question que Jean Rodier. C'est ce que fait, pour la première fois de manière exhaustive et transparente, le comité technique d'hydrologie dans sa réunion de mars 1978, à partir d'une note de réflexion intitulée : « Quelles recherches hydrologiques l'Orstom pourrait-il entreprendre dans les années quatre-vingt ? ». Les débats portent sur l'importance qui est encore à donner aux domaines de prédilection du passé (à savoir ceux de l'hydrologie opérationnelle et de l'ingénierie hydrologique), sur la nécessité de poursuivre et d'amplifier les recherches sur les processus des éléments du cycle de l'eau sur petites surfaces. Ils considèrent aussi que l'évolution du monde tropical (urbanisation, mise en cultures de terres neuves, irrigation, fertilisation...) appelle un développement de recherches consacrées tant à la connaissance, à la transformation et à la conservation des écosystèmes qu'à la gestion rationnelle des ressources en eau à travers des approches qui ne peuvent être que pluridisciplinaires.

De ces débats, le comité technique retient une liste de thèmes jugés prioritaires pour l'avenir :

- l'influence de l'homme sur les écosystèmes\* ;
- les processus physiques à une échelle fine\* ;
- les échanges entre écoulements de surface et nappes souterraines ;
- la qualité des eaux ;
- les phénomènes hydrologiques sur bassins de 200 à 2 000 km<sup>2</sup> ;
- les problèmes de gestion de l'eau\* ;
- l'amélioration des outils méthodologiques et technologiques sans oublier la nécessité de la vulgarisation des acquis\*.

Puis survient un événement rarissime dans cette discipline. Dès le lendemain de la réunion du comité technique, dix-huit hydrologues (près du tiers de l'effectif de chercheurs) se

rassemblent pour rediscuter ces thèmes prioritaires et concentrer leur point de vue sur les seuls quatre thèmes de la liste précédente, repérés par un astérisque. Les deux premiers thèmes reviennent à reconnaître qu'il faut poursuivre et accentuer les recherches sur petites surfaces (en dessous de 200 km<sup>2</sup> et jusqu'au mètre carré) sous pluie simulée ; le troisième thème reconnaît la nécessité de développer les modèles d'aide à la décision dans le choix des dimensions et le fonctionnement d'aménagements multiples, dans la prévention des catastrophes (comme les crues ou les sécheresses). Ajouter la vulgarisation à ce niveau de priorité apparaît comme un écho à la constatation de l'insuffisance de l'écrit chez les hydrologues, mais aussi comme une certitude que la demande aval est peut-être seule en mesure de permettre à la discipline de continuer d'exister et de se conforter dans l'avenir.

L'hydrologie s'oriente donc vers plus de science bien ciblée pour accroître les connaissances, tout en restant au service du développement. Le choix de priorités reconnaît aussi implicitement la nécessité de restreindre le déploiement tous azimuts des années antérieures, puisque l'accroissement des moyens n'apparaît plus garanti (pourtant, de 1974 à 1985, les recrutements continuent au même rythme).

Dans le désarroi naissant, il est plutôt satisfaisant de constater qu'un premier sursaut s'est produit et qu'une vive conscience d'un besoin de recentrage et d'évolution s'est manifestée.

## **La nouvelle politique de coopération**

Regardons maintenant les bouleversements qui surviennent au niveau national et qui, à partir de 1981, affectent profondément l'Office.

Dès novembre 1981, le ministre de la Recherche et de la Technologie charge le professeur Jacques Berque d'une mission afin de « donner un élan politique nouveau à la coopération scientifique et technologique entre la France et

l'ensemble des pays du Tiers Monde ». La lettre de mission envisage « un important accroissement de l'effort français », « une définition rénovée des modalités et structures d'intervention, un redéploiement géographique et thématique »... Le rapport de Jacques Berque, *Recherche et coopération avec le Tiers Monde*, est publié en version définitive en juillet 1982. Ce rapport est fondamental. Il contient les bases de la future politique française pour la recherche en coopération et dessine déjà le futur Orstom.

Il paraît, alors qu'est promulguée la loi d'orientation et de programmation pour la recherche et le développement technologique de la France (le pays est à nouveau doté d'un ministre de la Recherche et ce statut est durable). La volonté politique est de mobiliser l'ensemble des capacités françaises de recherche et de technologie pour mettre en œuvre une coopération avec les pays du Tiers Monde qui doit leur permettre de conduire un développement endogène et « autocentré ». On veut faire cesser la coopération de substitution et passer à une action davantage équilibrée avec des partenaires plus autonomes et indépendants. Le redéploiement géographique est recommandé vers tout le Tiers Monde et plus uniquement le pré carré africain (il est vrai qu'alors et pour peu de temps le ministère de la Coopération a été « rapproché » de celui des Affaires étrangères avec la présence au gouvernement d'un ministre délégué à la Coopération et au Développement ; pareil rapprochement ne revient qu'en 1996).

L'Orstom et le Groupement d'études pour la recherche et le développement de l'agriculture tropicale (Gerdat : nouvelle structure de coordination de la recherche agronomique tropicale) doivent être redéfinis et évoluer vers une organisation par programmes finalisés vers le développement, intégrés et pluridisciplinaires. L'Orstom doit mettre en place un conseil scientifique et être structuré en départements scientifiques pluridisciplinaires se substituant aux seize comités techniques. Ces recommandations sont mises en œuvre en moins de deux ans.

Le rapport Berque retient *a priori* dix champs sectoriels pour ces programmes pluridisciplinaires. À la lecture du texte qui leur est consacré, on retient qu'un fort accent est

mis sur la santé, l'agronomie et, surtout, sur le développement vu sous l'angle des stratégies et sous celui des villes en croissance rapide. Leurs intitulés préfigurent pour beaucoup les contours des futurs départements scientifiques de l'Orstom. On relèvera simplement que dans celui « connaissance et mise en valeur des milieux physiques des régions chaudes » qui devrait théoriquement inclure les sciences hydrologiques, le texte est des plus courts ; il reconnaît des acquis importants et recommande une nouvelle définition des problèmes de recherche et de l'usage des connaissances. Quant aux priorités en termes de suggestions pour les allocations de financement, ce secteur est le plus mal loti, ceux des sciences humaines et de l'information scientifique étant privilégiés au prétexte de n'être alors que très faiblement structurés, ce qui n'est pas totalement faux d'ailleurs. La ressource en eau n'est jamais citée. Cela ne présage rien de bon pour le développement futur de la discipline ; bien servie dans le passé, elle ne devrait plus guère bénéficier d'accroissement substantiel dans l'avenir proche.

Hormis le discours politique très novateur, l'on pourrait objectivement convenir que les recommandations de ce rapport vont dans le sens d'orientations déjà prises au cours des années passées pour ce qui est du redéploiement géographique, bien engagé déjà en 1980, ou pour ce qui concerne la nécessité de réunir les efforts de plusieurs disciplines autour d'une même thématique. L'idée selon laquelle les recherches ne peuvent plus et donc ne doivent plus être prioritairement conduites au sein de disciplines séparées, pilotées par leurs comités techniques, était déjà dans l'air du temps à la fin des années soixante-dix. Un groupe de travail sous la direction de Guy Camus avait déjà ébauché quelques priorités de regroupements pluridisciplinaires dont les contenus thématiques se retrouveront d'ailleurs à beaucoup d'égards dans ceux des champs sectoriels du rapport de Berque. Mais ces recommandations très fortes vont recevoir un soutien politique certain, seront mises en œuvre assez vigoureusement et ne rencontreront de ce fait que peu de réticences ou de freinage. Ce soutien politique est

le point le plus novateur ; il va donner l'impulsion nécessaire.

## Nouvelle organisation de l'Orstom

Tout s'accélère ensuite et se met en place, comme en témoigne le tableau 7 qui récapitule succinctement les principaux changements survenus à l'Orstom.

*Tableau 7*  
*Chronologie des changements survenus à l'Orstom*

Juillet 1982	Nominations des président et directeur général
Février 1983	Créations de huit départements scientifiques
Décembre 1983	Fin de la mise en place des cinquante unités de recherche
Janvier 1984	Première réunion des conseils de département
Juin 1984	Décret portant réorganisation et fonctionnement du nouvel établissement
Sept-Octobre 1984	Premières réunions des sept nouvelles commissions scientifiques
Octobre 1985	Décret sur le nouveau statut du personnel de l'EPST

Cette chronologie sommaire appelle quelques remarques quant aux nouveautés affectant l'Orstom rénové et par conséquent les recherches hydrologiques qui y sont conduites, remarques portant sur l'organisation générale, la structuration opérationnelle et le rôle des nouvelles commissions scientifiques.

En matière d'organisation générale, l'Orstom devient l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération, sans changer de sigle. On ne tranche donc pas entre la continuité (surtout pour les partenaires étrangers) et l'innovation : un juste milieu provisoirement satisfaisant. Le président est maintenant une personnalité qui se consacre en principe à plein temps à

l'institut et qui est plus spécialement chargé de conduire la politique de coopération. Il y a donc un binôme à sa tête ; le risque de mésentente plane déjà sur un établissement jacobin qui n'a réellement connu que l'autorité et le pouvoir de son directeur général. L'Institut est aligné sur les autres établissements scientifiques français, dits Établissements publics nationaux à caractère scientifique et technique (EPST), et se voit doté d'un statut du personnel similaire : tous les ingénieurs et techniciens contractuels rentrent dans des corps de fonctionnaires et il n'y a plus que deux corps de chercheurs – celui des chargés et celui des directeurs – (fini le vestige colonial de l'étonnant empilage de l'élève à l'inspecteur général, en passant par le chargé de recherches stagiaire, le chargé de recherches, le maître de recherches, le maître principal et le directeur...). L'astreinte à servir au moins dix ans outre-mer est levée. Il s'ensuit beaucoup de satisfaction pour le personnel, mis sur un pied d'égalité avec les autres chercheurs français, mais en revanche des perspectives moins réjouissantes en matière de gestion des nouveaux recrutements et des promotions.

L'organisation scientifique devient une organisation matricielle, selon un schéma très en vogue ailleurs. Dans la pratique pourtant, ce schéma a toujours généré une complexité néfaste à l'efficacité et à la transparence des responsabilités et n'a que rarement prouvé son excellence vis-à-vis du schéma linéaire classique, jugé trop simple pour la recherche et dont les limites ont été atteintes au sein de l'Orstom. On prévoit donc des départements scientifiques chargés de proposer et de conduire des programmes sur des thématiques définies, et des commissions scientifiques chargées d'évaluer ces programmes, d'intervenir dans les recrutements, les formations et l'évaluation des personnels, et enfin de définir les modalités de l'animation et de l'information scientifique dans les champs disciplinaires. Le pouvoir exécutif en matière de science est bien au niveau des départements, qui reçoivent un budget de fonctionnement et d'équipement, et non plus à celui des comités techniques (prolongés à titre provisoire jusqu'en 1983). Les départements agrègent des unités de recherches formées autour d'un ou de quelques (grands) programmes de

recherches. Elles sont dotées d'un responsable, mais reçoivent leurs crédits de fonctionnement du département.

Une nouvelle organisation matricielle s'instaure avec des changements de programmation et un nombre beaucoup plus élevé de structures internes (commissions, conseils, départements, unités, etc.). Tout cela augure d'un changement radical dans les comportements : avant on parlait peu et seulement au sein de sa discipline, dès 1982, on parle beaucoup avec tout le monde. Une soif d'information et un besoin intense de communiquer agitent la communauté de l'Orstom. Le nombre de réunions croît exponentiellement. Si beaucoup sont utiles pour mettre en œuvre et dynamiser un nouveau système, certaines sont très improductives et diminuent le temps passé à la recherche... Une certaine perte d'efficacité est le prix à payer pour atteindre une recherche scientifique plus conviviale.

La mise en œuvre de la nouvelle organisation matricielle est plutôt rapide puisqu'elle est opérationnelle en un peu plus d'un an. Dès l'été 1982, un premier colloque interne réunit tous les agents de l'Orstom présents en France – et ils sont nombreux – pour débattre de la réorientation des activités vers des programmes pluridisciplinaires (à conduire au sein de départements eux-mêmes à circonscrire). Les débats sont nourris et souvent contradictoires entre les conservateurs favorables à un Office qui avait plutôt bien fonctionné et dont certains programmes de recherches sont encore engagés (avec des partenaires divers) et ne peuvent être brutalement interrompus, et des modernes qui souhaitent un renouvellement complet des structures, des thèmes et des responsables. Des groupes de travail constitués autour de certains des champs sectoriels définis par le rapport de Berque animent ce colloque et rédigent des propositions. Les huit départements sont ensuite définis et mis en place début 1983, leurs responsables sont désignés immédiatement. Leurs intitulés se veulent résolument novateurs et affichent bien une volonté de répondre à des problématiques majeures de développement par une approche pluridisciplinaire :

A - Milieu physique et environnement climatique ;

B - Milieux et sociétés ;

- C - Connaissance et mise en valeur des écosystèmes aquatiques ;
- D - Urbanisation et socio-systèmes urbains ;
- E - Indépendance alimentaire ;
- F - Études et gestion des ressources : énergies, eaux et matières premières ;
- G - Indépendance sanitaire ;
- H - Conditions d'un développement indépendant.

L'indépendance, qui revient à trois reprises dans les intitulés, est bien le mot-clé de ce développement que le rapport Berque souhaite endogène et auto-centré et prioritairement soutenu sous les angles de l'alimentation et de la santé des populations du Tiers Monde.

Ces intitulés laissent présager que les hydrologues risquent d'être dispersés (ils peuvent apparaître aussi bien dans le département A que dans le C ou le F). Dans la pratique, la constitution des unités de recherches demande plus de six mois. Il faut concilier les activités en cours et les nouvelles thématiques affichées par chaque département pour en structurer le contenu. Il faut aussi recueillir l'avis de tous les agents, priés de s'organiser en unités de recherche (UR), c'est-à-dire autour d'un ou quelques programmes clairement définis, puis démontrer que ces programmes peuvent être assemblés en unités. Formellement les agents doivent adhérer à une unité de recherche, puis ensemble élire le responsable de celle-ci. Le nombre d'unités de recherche admis est finalement de cinquante.

En matière de découpage opérationnel des activités scientifiques, on passe ainsi de seize comités techniques disciplinaires à cinquante unités de recherches insérées dans huit départements pluridisciplinaires. Il y a donc une plus grande décentralisation des responsabilités opérationnelles et un niveau hiérarchique supplémentaire dans la prise de décision. La rénovation passe par une complexité accrue. De plus, ladite décentralisation des responsabilités et des activités scientifiques ne s'accompagne d'aucune décentralisation administrative. Les départements ne disposent que d'un petit noyau exécutif autour de leurs responsables (un ou deux adjoints et secrétaires) ; autant dire que la gestion de ces

départements est restée longtemps fluctuante, voire incertaine. Le rodage de cette nouvelle configuration s'éternise avant d'aboutir à quelque chose d'à peu près fonctionnel. Pour l'hydrologie, une certaine fonctionnalité (qui n'atteint pas l'efficacité ancienne) tarde à venir.

## **La dispersion des recherches hydrologiques**

Peu actifs lors des débats de 1982, les hydrologues sont certainement parmi les plus surpris et gênés par ce qui arrive. Venant du système le plus centralisé et le plus hiérarchisé de l'Orstom (mais néanmoins assez autonome grâce à l'association avec EDF), ils imaginent mal les conséquences, en termes d'organisation, du départ de Rodier et de leur déménagement à Bondy. Durant cette période d'agitation interne fébrile, les idées les plus débridées sont mises en discussion et ils sont longs à réagir et à s'organiser en vue de l'avenir. Ils semblent anesthésier par l'idée que le Service hydrologique puisse disparaître et sont incapables de prendre une part active aux débats de structuration. Ils entrent dans le jeu, mais avec quelque retard.

Le résultat apparaît assez mitigé ; sans être catastrophique, il est loin d'être optimum. Mis à part les membres du bureau central hydrologique (qui n'est pas encore supprimé) et quelques isolés qui s'égarèrent (par plaisir ou inadvertance), on retrouve des hydrologues en masses non négligeables dans les départements A, B et F au sein de quatre unités de recherche. Le cas du bureau central demande plus de six mois supplémentaires avant d'être réglé. Il est prévu qu'il soit supprimé, mais certains défendent avec courage et persévérance les tâches indispensables, non prises en compte par les nouvelles UR, afin qu'il renaisse sous une autre forme. Finalement, la forme adoptée est celle d'un laboratoire, bien que certains responsables de l'institut l'auraient bien rétrogradé au niveau d'un simple atelier...

La décision prise à la mi-1984 est confirmée par la nomination de Bernard Pouyaud à la tête de ce laboratoire

d'hydrologie, le 1<sup>er</sup> octobre de la même année, lorsque Marcel Roche part en retraite. Dès la fin de 1984, le laboratoire d'hydrologie est décentralisé à Montpellier, où il occupe des locaux provisoires dans l'attente du nouveau centre scientifique conçu pour accueillir les forces vives métropolitaines, celles d'outre-mer de passage, ainsi que les stagiaires étrangers dans les domaines du développement rural et de la maîtrise de l'eau. Ce centre est achevé en 1986. Le siège parisien déménage en octobre 1985 rue Lafayette. Ainsi, les agents affectés en France et en hydrologie subissent trois déménagements en cinq ans, de quoi perdre des marques, des habitudes et quelques dossiers... La baisse enregistrée durant cette période (initiée en 1980) en matière de production scientifique trouve peut-être là son explication. Les esprits sont occupés à bien d'autres choses.

Examinons plus en détails les hommes et les contenus thématiques de ces quatre unités de recherches, dont trois étaient très majoritairement constituées d'hydrologues, la quatrième regroupant des pédologues et des hydrologues.

Insérée dans le département A, dédié au milieu physique et à l'environnement climatique, l'unité de recherche A2, ou 102, s'intitule « Continent-atmosphère et séries climatiques ». Elle paraît à sa place dans un département dont l'objectif principal affiché est la connaissance du milieu physique (lithosphère et hydrosphère) et de ses interactions avec l'atmosphère. L'UR accueille naturellement des programmes d'études sur la genèse et la répartition des précipitations, sur les mécanismes de l'évaporation et de l'évapotranspiration, ainsi que sur les séries pluviométriques de l'Afrique de l'Ouest affectées par la longue et sévère sécheresse déjà évoquée.

Dans le même département A, on trouve également l'UR A7, ou 107, à l'intitulé novateur « Géodynamique de l'hydrosphère continentale », mais suffisamment clair pour que l'on ne s'étonne point d'y retrouver toutes les études sur les monographies hydrologiques des grands fleuves de l'Ouest africain et du bassin amazonien, c'est-à-dire en somme ce que l'on appelait auparavant la connaissance des régimes hydrologiques.

Alors que l'on s'attend à trouver des hydrologues dans le département C voué aux systèmes aquatiques, il n'y a que des programmes d'hydrobiologie des eaux continentales et d'océanologie biologique. C'est au contraire dans le département B qu'un nouveau groupe apparaît réuni. Ce département « Milieux et sociétés » a pour objectif l'étude des relations entre dynamiques naturelles, ou induites par l'homme, des écosystèmes et les dynamiques sociales qui modèlent l'espace. *A priori*, il doit réunir chercheurs des sciences physiques, biologiques et humaines. En fait, il contient la plus grosse UR de l'institut dite B12, dotée de plus de soixante-quinze agents. Son intitulé complexe « Processus de transformation ; fonctionnement et transferts aux interfaces sol-plante-atmosphère » cache une thématique principale orientée vers la dynamique de l'eau et des matières dans les sols et aux interfaces. Des hydrologues et des pédologues en sont les composants principaux. Sa pluridisciplinarité semble évidente. Les hydrologues y viennent poursuivre leurs recherches sur les processus du cycle de l'eau et des matières transportées sur parcelles et petits bassins.

Enfin le dernier rassemblement d'hydrologues s'est constitué autour de l'intitulé évocateur « Étude et gestion des ressources en eau » de l'UR F4, ou 604, du département F, dont l'objectif général est l'acquisition de la connaissance des mécanismes de base de l'élaboration des matières premières végétales et minérales et de la production des énergies renouvelables, pour en faciliter la valorisation et la gestion.

Si l'on se contente, comme on vient de le faire, de s'en tenir aux têtes de chapitre des rapports présentés par les départements scientifiques un an après leur création, soit courant 1984, l'impression pour ce qui est des programmes de recherches hydrologiques est triple :

- ils sont dispersés en trois départements ;
- ils affichent les mêmes priorités que celles de la réflexion de 1978 du comité technique ;
- la cohésion disciplinaire est maintenue au sein de quatre UR, et l'ouverture à la pluridisciplinarité vraisemblable dans l'une d'elles.

À première vue, le bilan n'est donc pas trop catastrophique, puisque l'essentiel paraît sauvé.

Cependant, il y a plusieurs sources d'inquiétude qui surgissent d'une analyse plus approfondie de la situation ainsi offerte au milieu de 1984 : il manque des activités hydrologiques importantes dans cet inventaire et les intitulés de programmes ressemblent plus à ce qui se pratique depuis six à sept ans qu'à des innovations et des changements profonds, hormis le rapprochement avec les pédologues dans l'UR B12. Il manque toute l'hydrologie opérationnelle des réseaux de mesures et toute l'ingénierie hydrologique. Un manque logique, puisque au sens strict des termes, il ne s'agit pas de champs des sciences hydrologiques mais de champs connexes. On peut se demander si la seule logique opère, ou si des pressions existent en faveur de l'abandon de ces domaines.

Or, en pratique sur le terrain de l'outre-mer, tout hydrologue travaille généralement sur deux ou trois activités : un programme de recherche (parfois deux), quelques conseils de gestion de réseau (ou sa prise en charge directe) et au moins une convention d'ingénierie hydrologique. Dans une telle situation, chaque hydrologue a donc adhéré à une UR pour son principal programme (on parle alors d'adhésion principale) et à une autre, si de besoin, pour son second programme (adhésion secondaire). Comme il est très difficile sinon exclus d'évaluer le temps passé par chacun sur telle ou telle activité, le décompte des adhésions effectives à une UR se trouve *de facto* erroné. Les chiffres annoncés par les UR ne coïncident pas (la distinction entre adhésions principales et secondaires n'y est jamais claire). Pour simplifier, nous ne retenons que les adhésions principales comme indicateur de « ressources humaines » d'une UR sans ignorer le biais ainsi introduit. À titre d'exemple, l'examen des adhésions déclarées par les hydrologues en 1984 montre que 18 % d'entre eux se sont inscrits dans deux UR au moins (3 % le sont dans trois !).

## La place de l'hydrologie opérationnelle

Quant aux activités d'hydrologie opérationnelle et d'ingénierie, elles ont été omises aussi bien par les UR A7 que F4, qui auraient pu à un titre ou à un autre les identifier explicitement. Le devenir alors incertain du bureau central hydrologique peut servir de prétexte pour expliquer ces oublis ; mais nous savons que le désintérêt manifeste pour ce type d'activités est réel chez un nombre croissant d'agents.

La création du laboratoire d'hydrologie au cours du second semestre de 1984 et la première réunion de la nouvelle commission scientifique, en octobre de la même année, permettent l'ouverture du débat autour de la prise en charge de ces activités oubliées. L'enquête conduite à ce propos à l'instigation de la commission scientifique apporte un éclairage historique sur vingt-cinq ans d'engagement de l'Office dans le domaine de la gestion des réseaux hydrométriques. Le tableau 8 récapitule cette évolution historique.

*Tableau 8*  
*Engagement de l'Orstom en gestion de réseaux*  
*(nombre de pays concernés)*

Années	Gestion directe	Gestion associée	Conseil à la gestion
1958	8	2	
1974	7	5	4
1985	1	5	6

Durant cette période, l'Orstom s'est impliqué dans quelque vingt pays pour des durées plus ou moins longues (ainsi, 1974 correspond à l'expansion géographique sur le Maghreb). De gestionnaire direct dans 80 % des situations avant les indépendances des anciennes colonies, l'Orstom est devenu de plus en plus un associé à la gestion du réseau avec le service national créé à cet effet dans un nombre croissant de pays, puis il s'est désengagé ne restant surtout qu'un

conseiller au fur et à mesure de l'accroissement des capacités nationales et du désir de leurs autorités. En 1985, les hydrologues ne sont plus du tout impliqués en matière d'hydrologie opérationnelle dans trois pays (le Burkina-Faso, Madagascar et la Tunisie).

Sur le long terme, le Service hydrologique a une indéniable capacité d'évaluation des diverses situations nationales et il sait s'adapter à ces réalités. Ainsi, il est passé sans trop de difficultés d'une coopération de substitution à un partenariat approprié, par un progressif désengagement.

La nécessité de maintenir les réseaux hydrométriques jusqu'à leur totale prise en charge par les structures nationales des pays partenaires est reconnue unanimement par la commission et les responsables d'UR (composées majoritairement d'hydrologues). Pour l'hydrologie, il est aussi essentiel alors de garder un accès libre à des données fiables.

En conséquence, l'UR A7 accepte (dans un premier temps) cette charge. Dès 1985, elle affiche sous le sigle « Hydra » l'ensemble de cette participation aux opérations de réseaux. Elle regroupe ses autres programmes de recherche sous le sigle « Équerre », montrant une évolution innovante qui associe la recherche sur les transports de sédiments et les éléments dissous à celle sur les débits des rivières, et commence ainsi à combler le retard pris par les hydrologues de l'institut dans ce domaine. Dès sa création, le laboratoire d'hydrologie prend en charge toutes les activités situées en aval de la gestion des réseaux, c'est-à-dire le traitement des données et leur élaboration, comme la gestion des banques de données sur l'eau et généralement l'informatique en développement rapide (apparition des micro-ordinateurs), ainsi que toutes les recherches technologiques sur les matériels. Il assure également le suivi des formations internes et des stagiaires extérieurs, l'archivage et la documentation.

Cependant, il faut établir une charte (elle est signée par le directeur général en 1985) pour définir clairement les responsabilités respectives des UR et du laboratoire en matière de gestion des réseaux, afin que les pays partenaires ne souffrent pas de la réorganisation interne à l'Institut et que celui-ci conserve sa source d'approvisionnement en

données hydrologiques fiables (sa banque de données sur les cours d'eau tropicaux est unique au monde). Il se pose toutefois un problème, c'est celui du temps que passent les hydrologues (chercheurs, ingénieurs ou techniciens) en gestion ou en conseil de réseau.

*Tableau 9*  
*Temps passé pour gérer et conseiller des réseaux*  
*(nombre de mois par an)*

Zones	Chercheurs et ingénieurs	Techniciens
Pays partenaires	51	62
D.O.M.-T.O.M.	29	98

On arrive ainsi à un total de 240 mois, soit l'équivalent de 20 agents à plein temps. Certes le poids le plus fort concerne les réseaux des D.O.M.-T.O.M. pour lesquels l'Orstom dispose d'un important personnel technique local. Mais 20 agents représentent 17 % de l'effectif disciplinaire global. C'est beaucoup et cela réduit d'autant la capacité de production scientifique. Précisons que ces chiffres n'incluent pas les agents chargés de traiter les données et d'en assurer la gestion informatisée que ce soit au Service hydrologique puis, ultérieurement au laboratoire d'hydrologie.

Les activités d'ingénierie sur conventions quant à elles restent l'apanage des hydrologues volontaires pour se rendre dans les pays où elles doivent être mises en œuvre, quelle que soit leur UR de rattachement ; puisque le laboratoire d'hydrologie a vocation à une certaine supervision ou à un certain appui. Elles rapportent de l'argent que personne ne veut perdre, mais dont personne ne souhaite parler. Cette situation devient vite malsaine et guère supportable. Nous reviendrons sur son évolution.

Pour conclure sur la nouvelle répartition des hydrologues en cinq pôles distincts (quatre UR et un laboratoire), il paraît judicieux de différencier les poids respectifs des affectations principales telles qu'elles ressortent en 1984 (tableau 10).

*Tableau 10*  
*Répartition des capacités hydrologiques*  
*dans l'Institut en 1984 (chercheurs et ingénieurs)*

UR	Nombre	Pourcentage
A2 Continent-Atmosphère	8	14 %
A7 Géodynamique-hydrosphère	11	19 %
B12 Processus aux interfaces	21	35 %
F4 Ressources en eau	13	22 %
Laboratoire d'hydrologie	6	10 %

NB : Il y a alors quatre agents détachés hors de l'Institut.

La première réforme de l'Orstom, devenu Institut, a conduit à un éclatement du Service hydrologique. Chercheurs et ingénieurs se retrouvent répartis en quatre unités de recherche qui considèrent néanmoins les principales thématiques de la discipline et en un laboratoire d'hydrologie qui reprend une bonne partie des activités du bureau central hydrologique parisien. L'une des unités, constituée en une association avec des pédologues, est de bon augure pour la thématique prioritaire des processus du cycle de l'eau sur petites surfaces. À première vue, le bilan est assez positif, même si des imperfections manifestes apparaissent dans ce découpage effectué hâtivement.

### **La répartition géographique**

En 1984, il y a toujours une forte dispersion géographique des personnels (comme dans la fin des années soixante-dix) puisque, hors de métropole, il y a des hydrologues en dix-neuf pays différents, à savoir dans cinq D.O.M.-T.O.M., dans neuf pays d'Afrique au sud du Sahara, dans trois pays latino-américains, en Tunisie, ainsi qu'au Vanuatu. C'est une faible évolution par rapport aux années antérieures. La présence maintenue en Afrique au sud du

Sahara et presque dans toutes les anciennes colonies (sauf au Tchad, au Gabon et en République centrafricaine) est évidemment l'expression des engagements antérieurs en matière d'exploitation des réseaux. L'expansion géographique ne s'est pas développée ; elle s'est même légèrement réduite. Mais la dispersion en très petites équipes reflète toujours l'organisation du passé : dans onze localisations sur dix-neuf il n'y a qu'un chercheur ou un ingénieur. Seules six sections d'outre-mer ont plus de cinq agents : en Côte d'Ivoire, au Niger, au Brésil et au Togo, d'une part, en Guyane et en Guadeloupe d'autre part. Enfin, au cours des dix dernières années, un fort retour sur la métropole gonfle les effectifs présents à Bondy ou en cours d'installation à Montpellier : 38 agents, soit 32 % de l'effectif total (environ 27 agents sont déjà au bureau central hydrologique en 1979) ; six chercheurs sont détachés ou mis à disposition en France hors de l'Institut, soit 5 %.

Les techniciens sont surtout en Afrique et dans les D.O.M.-T.O.M., ainsi qu'au laboratoire d'hydrologie, ce qui biaise un peu les pourcentages de localisation. En s'en tenant aux seuls ingénieurs et chercheurs, on parvient aux chiffres suivants :

- en métropole 44 %,
- dans les D.O.M.-T.O.M. 13 %,
- en Afrique au sud du Sahara 27 %,
- en Amérique latine 11 %,
- ailleurs 5 %.

Le point le plus remarquable de cette nouvelle répartition géographique est la diminution considérable des effectifs en Afrique sub-saharienne et l'augmentation conséquente de ceux qui ont rejoint la métropole. En 1975, il y a encore près de 75 % des agents en Afrique et dans les D.O.M.-T.O.M. (contre 40 % dix ans plus tard), et à peine 10 % en métropole. Si l'on en juge par les chiffres disponibles, la forte période de retour se situe entre 1977 et 1979, elle correspond au départ de Jean Rodier et coïncide donc avec les premiers bouleversements internes engendrés par ce départ.

Le fort retour sur la métropole est d'ailleurs un phénomène général moins suivi par les hydrologues que par leurs collègues d'autres disciplines. Il se poursuit durant la période d'incertitude. Et en 1993, par exemple, il y a 52 % d'agents de l'Orstom expatriés, mais 60 % viennent du département des eaux continentales (où se trouve la grande majorité des hydrologues) et seulement 40 % du département occupé surtout par des spécialistes des sciences humaines (devenus les plus réticents à l'expatriation de longue durée).

Ce fort retour sur la métropole s'explique d'un côté, par le vieillissement relatif des personnels et de l'autre, par la liberté de choix qu'offre, quelques années plus tard, le nouveau statut (le séjour d'au moins dix ans outre-mer n'est plus indispensable au bon déroulement de carrière).

La dispersion géographique en dix-neuf localisations différentes et en équipes manque de masse critique. C'est un reflet de l'organisation de l'ancien Service hydrologique. Elle doit évoluer vers certaines concentrations pour permettre la conduite des recherches multidisciplinaires plus longues et plus complexes que laisse présager l'organisation scientifique du nouvel Institut. La concentration en métropole change l'image d'un organisme jusqu'alors dédié au travail de longue durée sur le terrain des pays partenaires.

## **Une commission scientifique d'hydrologie et pédologie**

Les nouvelles commissions scientifiques, dernier étage de l'organisation structurelle de l'Institut pour les activités scientifiques, sont créées courant 1984, mais leurs nombre et composition sont connus dès 1983. Les seize comités techniques font place à six commissions, elles-mêmes divisées en dix-neuf sous-commissions qui reproduisent pour la plupart les disciplines représentées par les comités techniques. Une septième commission est dédiée aux sciences de l'ingénieur et de la communication. Du strict point de vue de l'organisation des sciences, le découpage relatif aux sciences biologiques, biochimiques et sociales est satisfaisant.

Par contre, le découpage réalisé pour les sciences géophysiques et de l'environnement est plus surprenant. La logique de l'organisation des sciences aurait voulu que géologie et pédologie soient réunies en tant que sciences de la terre, et que géophysique, océanographie physique et hydrologie (toutes trois membres de l'UIGG au plan international) le soient par ailleurs. Mais l'hydrologie est associée à la pédologie dans la commission scientifique dite CS2. Cette réunion renforce certainement les possibilités de coopération entre disciplines, déjà entreprise depuis plusieurs années par quelques chercheurs et accélérée par la création de l'UR B12.

La commission d'hydrologie et pédologie doit comprendre vingt-six membres, dont huit élus par discipline parmi les agents de l'Institut et dix personnalités externes nommées. Parmi les huit hydrologues élus, certains ont fait partie de l'ancien comité technique et assure ainsi une certaine « mémoire » à l'institution. Parmi les personnalités externes, cinq ont des compétences certaines dans le domaine des sciences hydrologiques, mais elles constituent une représentation originale et bien différente du passé : un seul ingénieur, Robert Hlavek du Centre d'études du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts (Cemagref), deux chercheurs de l'Institut national de recherche agronomique (Inra), dont le bioclimatologiste, Bernard Seguin, et deux universitaires Charles Obléd mécanicien des fluides et Robert Frécaut professeur de géographie (remplacé par le professeur d'hydrogéologie, G. de Marsily, en 1986). Cette composition reflète le repli des ingénieurs en France (la source d'énergie nucléaire y a remplacé l'hydraulique et les autres ingénieurs sont surtout préoccupés de pollution...) et la montée en puissance de l'université et de la recherche française dans les sciences hydrologiques. Tous ces phénomènes ont déjà été observés et décrits plus haut (voir chapitre XII).

Pour ne plus avoir à revenir sur la représentation au sein de cette commission, analysons dès maintenant les quatre compositions qui vont succéder à la première, au rythme de quatre ans. Les membres élus sont fortement renouvelés lors de chaque élection : deux, trois voire quatre membres sur huit obtiennent un second mandat. Parmi eux, il y a au moins

un ou deux ingénieurs de recherches ou d'études (les deux corps les plus élevés – hors chercheurs – dans le nouveau statut des personnels). Un même fort taux de renouvellement affecte également les membres externes désignés : un sur cinq seulement est convié à un second mandat (Obled, puis J. Bocquillon qui est professeur à Montpellier, puis P. Hubert, professeur à l'École des mines). Parmi eux, subsiste toujours un ingénieur du Cemagref, à côté d'universitaires professeurs (de Paris, Montpellier, Grenoble ou Lausanne), et de chercheurs (géographe, météorologue ou physicien du sol).

Durant les deux premiers mandats (jusqu'en 1992), la commission est présidée par Georges Pedro, un pédologue de l'Inra.

Le renouvellement régulier des membres de la commission favorise une relation suivie, évolutive et ajustée entre la communauté des hydrologues de l'Institut et la communauté des hydrologues des autres structures françaises. Cette ouverture est nécessaire car les recherches hydrologiques conduites par l'Institut requièrent souvent des collaborations externes la plupart du temps recherchées au sein de la communauté scientifique française.

Dès la mise en place des commissions scientifiques, le directeur général de l'Institut, Alain Ruellan (professeur d'université et ancien pédologue de l'établissement) leur demande d'évaluer les nouvelles unités de recherche avec sévérité. Avec le temps, il se rend bien compte que l'assemblage de cinquante unités (proposées par des chercheurs qui se sont volontairement regroupés au sein de huit départements définis préalablement) manque de consistance. L'un des directeurs de département reconnaît lui-même cette inconsistance, lorsqu'il fait état d'un « éclatement entre départements sans ligne nette de projets très proches... », d'une hétérogénéité manifeste des unités par rapport à leur thème scientifique et s'inquiète que l'exécution des conventions déjà en cours retarde la mise en cohésion interne du dispositif. Au lieu de frontières plutôt simples entre seize comités techniques disciplinaires, des recouvrements sont maintenant fréquents entre certaines des cinquante unités, et on constate vite que beaucoup d'entre elles restent fortement appuyées sur une seule discipline. La

pluridisciplinarité apparente des intitulés et des conseils de département est effectivement encore peu pratiquée par les UR (une sur quatre seulement, pour les hydrologues).

Par ailleurs, les nouveaux pouvoirs départementaux prennent leurs distances avec les commissions scientifiques, car ils y voient ressurgir les anciens comités techniques. Ainsi, ils ne consultent pas systématiquement celles-ci avant de lancer un nouveau programme et ils n'écoutent pas souvent les avis et conseils qu'elles prodiguent lors de cette première et rapide évaluation et lors des suivantes. Il faut attendre 1987 pour que des corrections sensibles soient introduites dans ce premier assemblage. Certes, les commissions peuvent évaluer (sur documents et auditions des responsables) les programmes des UR auxquelles correspondent leurs disciplines (aucune difficulté pour la CS2 quant aux quatre UR qui impliquent des hydrologues), mais elles n'ont par contre pas compétence pour juger de la logique et de la solidité des départements. Pour cela, il faut attendre la mise en place du Conseil scientifique de l'Institut en 1986.

À la dispersion constatée, la sous-commission d'hydrologie réagit en matière de thématique scientifique en élaborant ce qu'elle appelle un référentiel thématique qu'elle diffuse en interne au milieu de 1987, après de longues discussions. Elle souhaite que ce référentiel devienne le cadre restreint indiquant les priorités que les hydrologues sont invités à suivre pour ajuster leurs programmes de recherches. Guide non rigide, il offre également des orientations nouvelles à explorer. Il représente donc, neuf ans après l'exercice de 1978, un nouvel examen du champ d'activité disciplinaire. Volontairement large pour ne pas contraindre les innovations, il s'organise en fait en rubriques identiques à celles qui avaient été retenues en 1978 : les phases du cycle de l'eau (donc la connaissance des processus et du fonctionnement des bassins versants), les régimes hydrologiques, les ressources en eau et les méthodes et technologies d'appui. Il insiste cependant, et toujours d'ailleurs dans les mêmes directions qu'auparavant, sur certaines priorités nouvelles ou à développer comme l'usage du radar pour la structure des pluies, ou de la radiométrie

satellitaire pour l'évapotranspiration, le rôle des états de surface et des organisations pelliculaires des sols dans la formation du ruissellement et de l'infiltration, l'effet d'échelle spatiale sur les processus, la prise en compte des matières dissoutes et transportées par les cours d'eau et de la chaîne sédimentaire (érosion, transports et sédimentation), l'influence de l'homme sur les écosystèmes, l'inclusion de composantes sociales et économiques pour la gestion des eaux, etc. La thématique scientifique des sciences hydrologiques telles que pratiquées à l'Institut n'évolue pas de manière notable après neuf années. Elle s'affine cependant localement et laisse paraître quelques champs nouveaux à développer. Cette thématique se situe en assez bonne concordance avec les programmes de recherches en cours et en préparation, mais il reste quelques points négligés comme on le verra plus bas.

La réforme de 1982 amène également une nouvelle priorité pour les domaines de l'information et de la communication. À côté des huit départements, une direction de l'information et de la valorisation est créée. Elle est dotée de moyens et va bouleverser la communication, jusqu'alors timide et passéiste de l'établissement. De nouvelles collections sont peu à peu lancées et la forme des produits devient de plus en plus attrayante. L'apparence prend de l'importance sur le fond, mais c'est une tendance générale. Les rapports annuels de l'Institut, jusque-là épais, complets, au style laborieux et à la mise en forme sévère et triste, deviennent ainsi d'attrayantes brochures en couleur peu volumineuses avec photos et graphiques évocateurs. Ces rapports sont écrits dans un style accrocheur et de bonne vulgarisation, ils n'offrent plus une vision globale des activités scientifiques, mais éclairent seulement quelques secteurs choisis à propos. Ils séduisent certainement, mais laissent peut-être quelque peu insatisfaits les lecteurs avides d'informations plus consistantes.

La Commission d'hydrologie et pédologie n'est pas en reste sur ce plan de la communication, alors que l'hydrologie connaissait quelques difficultés depuis peu quant au volume de ses publications et à leur nature (excès de littérature grise et baisse d'intérêt pour la revue interne des *Cahiers*). Après

avoir analysé la situation, elle décide de transformer les *Cahiers d'hydrologie* et d'organiser un forum annuel de rencontres des hydrologues, maintenant isolés en quatre unités et un laboratoire.

### **Lancement de la revue *Hydrologie continentale***

La nouvelle revue *Hydrologie continentale* est lancée grâce à une collaboration entre l'Orstom et le Cemagref qui fournissent l'un et l'autre un rédacteur en chef. Un comité de rédaction chargé de chercher auteurs et articles et servant aussi de comité de lecture est établi sur une réelle base internationale ouvert au monde francophone et latin. Il comprend dix-neuf membres dont sept appartiennent à Orstom et EDF. Quatre autres membres universitaires français et huit étrangers le complètent. La revue fait paraître deux numéros par an pendant neuf années (de 1986 à 1994).

Voici l'analyse globale de cette publication :

- 100 articles,
- 207 auteurs,
- 67 articles ayant plus de deux auteurs,
- 136 auteurs non hydrologues de l'Orstom.

Le bilan est très différent de celui des anciens *Cahiers d'hydrologie* entre 1964 et 1985 :

- la revue est vraiment ouverte sur la communauté scientifique de langue française, puisqu'il y a nettement plus d'auteurs externes à l'Orstom que d'auteurs internes (ceux-ci continuent à peu écrire ; ils ne sont que 50 % à signer plus de deux articles en neuf ans) ;

- les articles sont le fruit de travaux collectifs puisque l'indice d'associativité, limité à 1,33 avant 1985, monte à 2,07 maintenant (nombre d'auteurs sur nombre d'articles) ;

- 20 % des auteurs sont des étrangers (la moitié sont des Européens, mais il y a aussi des auteurs du Maghreb, d'Afrique sub-saharienne et du Brésil).

On assiste à un réel changement de style et de contenu avec cette nouvelle revue. *Hydrologie continentale* se démarque nettement de l'ancienne publication qui n'était que le véhicule d'expression des chercheurs de l'Orstom. Maintenant les divers partenaires sont associés aux articles, et de nombreux universitaires viennent de l'extérieur y publier. Elle offre à tous un forum qui semblait bien faire défaut dans le monde francophone.

L'ouverture à la communauté scientifique francophone a été réussie avec le lancement d'*Hydrologie continentale*, véritable revue dont le comité de lecture s'approche des standards internationaux.

Le contenu thématique de ces articles s'éloigne peu des thèmes abordés entre 1976 et 1985 : le secteur de la météorologie et du traitement des données est toujours en baisse (13 % du total des articles); celui relatif aux paramètres climatiques du cycle de l'eau toujours en hausse (20 %), ainsi que celui dédié à la modélisation (19 %); le secteur des recherches sur petits bassins reste stable (14 %), ainsi que ceux d'importance plus modeste concernant régimes hydrologiques, transports solides, qualité des eaux et alimentation des nappes. Quelques nouveautés néanmoins ont trait à des sujets abordés récemment, comme les modèles numériques de terrain, l'utilisation des modèles en prévision des écoulements ou l'écoulement des crues en milieu urbain.

Il évolue assez régulièrement, souvent en harmonie avec le référentiel thématique disciplinaire proposé par la commission scientifique. Malgré le nombre élevé d'auteurs externes (qui témoignent de leurs propres travaux), la répartition thématique n'est pas trop affectée, ce qui prouve que la communauté scientifique de l'Institut est maintenant en harmonie thématique avec les autres pays européens plus ou moins francophones.

## Création des « Journées hydrologiques de Montpellier »

Parallèlement, la commission scientifique souhaite conserver une certaine homogénéité à l'ensemble des hydrologues de l'Institut et établir un bon courant d'échange d'informations entre les agents des différentes unités. Elle conçoit dans cet esprit les Journées hydrologiques de Montpellier qui sont organisées annuellement à partir de septembre 1985. Ouvertes à la communauté scientifique française et aux hydrologues des pays partenaires, ces journées vont avoir un certain succès avec des participations de cinquante à soixante-dix scientifiques et l'édition des actes publiés régulièrement dans une nouvelle collection de l'Institut. De façon délibérée, ces rencontres sont centrées sur des thèmes d'actualités qui diffèrent chaque année :

- le simulateur de pluie et le modèle déterministe, en 1985,
- les analyses critiques et spatiales des relevés de précipitations, en 1986,
- l'utilisation des systèmes digitaux, des technologies nouvelles et des logiciels, en 1987,
- l'hydrochimie des rivières, en 1988.

La revue *Hydrologie continentale* et des Journées hydrologiques de Montpellier ont rendu un double service à la communauté hydrologique de l'Institut : maintenir la cohésion et l'échange d'informations dans le groupe et l'ouvrir largement sur la communauté francophone de la discipline. De la même façon que les unités de recherche se sont réorganisées pour tenter d'intégrer correctement les programmes de recherches en cours, ces deux initiatives de communication scientifique manifestent des capacités de réaction de l'hydrologie tropicale face à une crise majeure comme celle de 1981. Ainsi, après le désarroi, c'est la volonté réelle de survie de l'une des disciplines les plus importantes et les plus originales de l'Office, devenu Institut, qui apparaît.

## L'hydrologie qualifiée de tropicale

Avant de clore ce chapitre, voyons pourquoi dans son intitulé l'hydrologie est qualifiée de « tropicale » alors qu'auparavant, elle était dite « coloniale » puis « au service du développement ». Un bref rappel historique s'impose.

La Sous-section coloniale, créée en 1929 au sein de la Section d'hydrologie scientifique du Comité national français de géodésie et géophysique, prouvait un intérêt marqué des milieux scientifiques d'alors pour ce qui avait trait à l'hydrologie dans les colonies (voir chapitre III). C'est dans cet esprit que les toutes premières recrues de l'Office ont été appelées des hydrologues coloniaux diplômés entre 1946 et 1949. On considérait bien qu'il y avait une *hydrologie coloniale* ; mais l'appellation tenait plus de considération politique – « on faisait de l'hydrologie » dans les colonies – que d'une intention de caractériser ce qui en métropole était alors désigné par *hydrologie scientifique*.

L'adjectif *colonial* disparaît à la sortie de la Seconde Guerre mondiale ; il est remplacé par les mots *d'outre-mer* qui ne sont pas accolés à « hydrologie ». D'ailleurs à partir de la création de l'Office, on ne parle que de *l'hydrologie Orstom* (qualifiée aussi de *fluviale* quelque temps) comme si, outre-mer, l'Office occupait seul la scène scientifique en hydrologie.

Les objectifs assignés au jeune Office et ceux encore plus précis dont fut chargée la section d'hydrologie, qui devient rapidement service hydrologique, orientaient très nettement les études et les recherches dans la direction d'une aide directe au développement des colonies d'abord, des pays devenus indépendants ensuite. On parle alors sans ambiguïté d'hydrologie au service du développement ou pour le développement. Y avait-il eu d'ailleurs auparavant dans les pays développés une hydrologie qui ne fut pas au service du développement, alors que l'utilisation des eaux et les techniques élaborées par les hommes dans ce but ont précédé dans le temps la connaissance sur le cycle de l'eau et sur les ressources en eaux disponibles sur le globe ? Non jusqu'à la reconnaissance de l'hydrologie scientifique au plan

international dans les années vingt et en fait pas avant les années postérieures à 1945 quand cette jeune science se structure plus vigoureusement mettant au point ses propres concepts et méthodes. La recherche hydrologique à l'Orstom, à partir des années soixante-dix, s'est rapprochée de la recherche en hydrologie scientifique des pays avancés sans abandonner le service du développement.

Quelles que soient les positions adoptées par l'Institut à la fin des années quatre-vingt pour l'aide au développement, il s'agit toujours de pratiquer de l'*hydrologie du développement* ; le qualificatif reste politique et/ou économique.

En 1995, la communauté hydrologique française rend hommage à Jean Rodier et lui consacre les onzièmes Journées hydrologiques de l'Orstom baptisées « l'hydrologie tropicale : géoscience et outil pour le développement » (Chevallier et Pouyaud, 1995). L'adjectif *tropical* n'est guère utilisé que par les géographes qui considèrent le domaine tropical comme un objet particulier et par les climatologues qui se réfèrent normalement au climat tropical (et équatorial). Pour ces deux dernières disciplines, *tropical* signifie que l'objet est situé dans le monde tropical, au sens géographique du terme.

D'ailleurs, les documents officiels de l'Orstom n'utilisent pas beaucoup non plus cet adjectif et préfèrent parler plutôt de régions chaudes.

Le qualificatif *tropical* pris au sens large confère une claire connotation géographique et climatique à cette hydrologie menée dans les régions intertropicales et voisines (comme les régions semi-arides du Maghreb, par exemple). Il apporte une signification plus scientifique que les précédents. On peut donc l'admettre tout en sachant que le champ de ce domaine tropical n'est pas différent de celui de l'hydrologie tout court, car l'objet reste la connaissance du cycle de l'eau sur la terre, quel que soit le lieu où on le considère. L'exercice de cette science sous les tropiques est bien parfois un peu particulier et original, mais personne n'a jamais envisagé de se désigner comme *hydrologue tropical* ou *tropicaliste*...

L'utilisation de ces termes va bien dans le sens d'une distanciation entre la science d'une part, et ses prolongements en hydrologie opérationnelle et en ingénierie d'autre part.

Les qualificatifs utilisés tout au long de l'histoire sont assez révélateurs de l'évolution des pensées : l'hydrologie a d'abord été au service exclusif des colonies (1946-1961), puis du développement des pays partenaires (1962-1966), pour devenir de plus en plus scientifique mais sans trop perdre de sa vocation initiale, aux environs de 1966. Depuis 1982, elle s'oriente de façon délibérée vers la science, avec une tendance qui n'est pas clairement acceptée par tous de renoncer à l'aide directe au développement même si cette science doit rester orientée vers la résolution des problèmes posés par le développement.



## Chapitre XIV

### L'aventure des eaux continentales

En dépit des changements constatés, l'inertie des grands bâtiments comme ceux de la recherche est grande et prendre un nouveau cap demande du temps.

#### De la réforme de 1982 à celle de 1987

Certes, l'Orstom a bien changé de dirigeant en 1982, de structures et d'organigrammes et de nouveaux programmes ont émergé. Mais l'équipe de chercheurs est restée la même.

Les moyens sont là. Le budget attribué à l'Institut croît fortement de 1982 à 1985. Il passe de 332 à 675 millions de francs et, correction faite de l'érosion monétaire, cela correspond à un accroissement de 37 % sur quatre ans, soit près de 9 % l'an, ce qui est considérable en termes de croissance des dépenses publiques. Ces moyens substantiels permettent de poursuivre le recrutement d'un personnel scientifique et technique qui est proche de 2,5 % par an durant cinq ans (il n'est que de 1 % pour les hydrologues qui sont un peu oubliés durant cette période). Le recrutement est plus important en fait car des départs en retraite interviennent. Le pourcentage de femmes parmi les chercheurs s'accroît jusqu'à atteindre 9 % à la fin de 1985, mais il n'y en a aucune en hydrologie (la discipline, marquée par son engagement sur le terrain, semble être peu attrayante

aux jeunes femmes). Le taux d'expatriation des chercheurs diminue régulièrement durant la période considérée et tombe de 53,5 à 49,8 %. Si l'on exclut les affectations dans les D.O.M.-T.O.M., l'expatriation en pays étrangers descend également de 38 à 35 % sur la même période (les chiffres donnés précédemment pour les hydrologues sont voisins). L'Institut change également de visage et de mode de coopération lorsque son personnel scientifique est majoritairement affecté en France. Le travail de laboratoire et informatisé prend le dessus sur le travail de terrain auquel il n'est recouru que lors de missions courtes ; la coopération avec les équipes françaises d'autres structures augmente ; l'Institut ressemble de plus en plus à un petit CNRS...

En 1986, cinq ans après le changement de dirigeant, la majorité des programmes anciens ont atteint leur terme et au sein des huit départements et des cinquante unités de recherches créées, il y avait une nouvelle réalité qui transparait à la lecture du rapport d'activités de 1985. Toutefois, la présentation modernisée de ce rapport (allégée en texte) ne permet à chaque département de n'exposer que quelques éléments (les plus marquants) de ses programmes en deux à six pages, une présentation évidemment insuffisante pour tenter de pénétrer davantage cette nouvelle réalité. Certains départements paraissent en effet n'avoir que peu de choses à dire ou à montrer.

C'est alors que survient une nouvelle alternance politique qui se répercute avec quelque délai sur l'Institut. En 1987, il est doté d'un nouveau couple président-directeur général, qui associe un universitaire scientifique (le président) à un directeur général haut fonctionnaire du secteur de la Défense nationale. L'historien peut légitimement s'interroger sur les conditions de choix des dirigeants d'établissements publics, particulièrement dans le domaine de la recherche, et notamment à vocation internationale. La transparence est totalement absente. Pourtant, dans ce type d'organisme, la pratique en vigueur est tout autre. Dans les institutions de recherche agricoles internationales par exemple, le conseil d'administration assume ses responsabilités, définit un profil recherché, le diffuse dans le monde entier, recherche des

candidats, et fait appel à un comité de sélection indépendant pour parvenir à une liste classée de candidats valables.

La nouvelle équipe est en place et, de façon prévisible, entame des changements et souhaite réaliser sa propre réforme. Peu de chercheurs apprécient comme en 1982, et la plupart marque de la réticence à changer encore. Les chercheurs préfèrent une certaine stabilité pour pouvoir inscrire leur programmation dans le temps ; et l'innovation ne rime pas nécessairement avec des remises en cause permanentes.

Néanmoins, la réforme a lieu. Elle s'appuie sur la volonté de clarifier le dispositif éclaté en huit départements dont les frontières semblent incertaines et les rattachements des unités de recherche peu évidents. La réforme prévoit une réduction de huit à quatre départements de contours plus nets et aboutit finalement à cinq départements, car un département consacré aux questions aquatiques est créé sur proposition d'hydrologues.

### **Un département pour les eaux continentales**

Déjà en juin 1986, le premier Conseil scientifique de l'Institut nouvellement créé et constitué de membres élus parmi les agents et par commissions scientifiques et de membres externes nommés s'est penché sur les priorités d'avenir pour l'Orstom, à la demande du directeur général, qui alors en assumait curieusement la présidence (comment peut-on confier à la même personne la présidence d'un collectif conseiller et la direction générale ? Une situation bancale qui ne sera corrigée que quatre ans plus tard...). À cette occasion, l'une des propositions de deux membres de ce Conseil, dont un hydrologue, porte sur le domaine de la maîtrise du développement et de la conservation des écosystèmes aquatiques continentaux en précisant que l'approche multidisciplinaire y est indispensable pour considérer les ressources biotiques et abiotiques dans leur

contexte socio- économique afin de mieux répondre aux préoccupations de la fin du XX<sup>e</sup> siècle :

- prévenir et maîtriser les risques de sécheresse ; mieux connaître une ressource aléatoire ;
- exploiter durablement les écosystèmes aquatiques en tenant compte des activités humaines ;
- arbitrer les conflits croissants sur l'usage de l'eau ;
- développer des modèles de compréhension et de gestion des ressources.

En avril 1987, un département de la maîtrise de l'eau est formellement proposé à la nouvelle équipe directoriale. L'association des unités de recherches existantes à dominance d'hydrologues avec celles qui se consacrent à la valorisation agricole de l'eau (bioclimatologie, en particulier), à la connaissance et à la gestion des ressources biotiques en eaux douces et saumâtres, à la connaissance et à la maîtrise des maladies dépendantes de l'eau est alors suggérée. L'argumentaire scientifique est consistant. On s'y intéresserait à l'eau, à ce qu'elle contient et abrite, à son environnement, hommes inclus. Les problèmes de gestion de l'eau étaient également pointés comme croissants et cruciaux : les nouveaux grands aménagements hydrauliques perturbent le fonctionnement de l'hydrosystème, l'eau devient rare en beaucoup de régions chaudes, le défriement accélère érosion hydrique et perte de fertilité, etc.

Une commission spéciale est formée par la direction générale pour définir judicieusement le contour à donner à ce nouveau département afin qu'il s'inscrive harmonieusement dans la réforme. Le professeur G. de Marsily de l'université de Paris, hydrogéologue réputé, est chargé de présider cette commission. Ses travaux aboutissent rapidement et un département des Eaux continentales (DEC) est donc créé. Son contenu se limite aux domaines de l'hydrologie et de l'hydrobiologie de ces mêmes eaux. La bioclimatologie agricole n'y est pas rattachée, pas plus que la thématique des maladies dépendantes de l'eau, ni d'ailleurs que l'étude socio-économique des problèmes de l'eau (à vrai dire les spécialistes de sciences humaines intéressés ou compétents sont rares et ne souhaitent sûrement pas rejoindre

un tel département...). L'unité de recherche qui traite des échanges d'eau entre continent et atmosphère (composée majoritairement d'hydrologues) n'est pas non plus insérée dans ce nouveau département. L'hydrologie Orstom n'a pas obtenu la reconstitution de l'ancien service hydrologique, mais un notable regroupement est réalisé. Le champ couvert n'a peut-être pas l'ampleur souhaitable, mais il représente une réelle avancée en termes de pluridisciplinarité orientée vers les écosystèmes aquatiques et le cycle terrestre de l'eau. Dans son rapport « Propositions pour la création d'un département Eaux continentales », la commission justifie cette création par le besoin d'analyse systémique de ces milieux à travers une approche multidisciplinaire et concède qu'en créant ce nouveau département « l'Orstom innove sur le plan des structures de la recherche française et pourrait ainsi constituer un pôle d'attraction et de coordination de l'ensemble de la recherche française dans les disciplines concernées ».

Il est vrai que la création du département des eaux continentales représente une réelle avancée que seul un organisme de recherche aux disciplines aussi diverses que l'Institut peut mettre en place. Associer des hydrologues, des pédologues et des hydrobiologistes dans la même structure d'exécution de programmes scientifiques n'aurait pu se réaliser ailleurs en France, les uns venant des sciences géophysiques, les autres de celles de la terre ou de la biologie. Nous verrons plus bas si cette opportunité a bien été saisie et si les résultats ont été positifs.

La réforme de 1987 affichait donc cinq départements aux titres clairs et sans idéologie, d'une logique scientifique classique :

- terre, océan, atmosphère (TOA),
- eaux continentales (DEC),
- milieux et activités agricoles (MAA),
- santé (DES),
- société, développement, urbanisation (SUD).

Seul, le DEC est entièrement créé.

Bernard Pouyau, principal instigateur d'un regroupement autour du thème de l'eau, est logiquement désigné comme premier directeur du DEC, fin 1987.

C'était une réforme, mais pas une contre-réforme et le tremblement de terre causal était de magnitude finalement plus modeste que celui de 1981.

Lorsqu'une nouvelle alternance politique survient deux ans plus tard (rétablissant la situation de la période 1981-1986), l'inquiétude est dans tous les esprits. Une troisième réforme en moins de dix ans aurait été jugée malencontreuse et contreproductive par la majorité des acteurs. Une nouvelle équipe directoriale s'installe, formée d'un préfet à la présidence et d'un chercheur économiste, ancien de l'Institut, à la direction générale. Elle a la sagesse et le mérite de saisir cette inquiétude et de ne pas introduire immédiatement une réforme inopportune. En 1989, quelques directeurs de départements changent comme en 1987, mais sans connotation idéologique. Une certaine durée est offerte aux départements créés en 1987 pour travailler et justifier de leur validité scientifique. Il appartiendra finalement au conseil scientifique de donner son avis sur la valeur des activités des départements avant que la direction générale n'envisage des changements. On retrouve une logique scientifique perdue depuis 1982. La stabilité politique s'installe également et dure jusqu'en 1995, ce qui permet à l'équipe directoriale d'effectuer deux mandats de trois ans et d'assurer la durée qui seule permet à la recherche de s'exercer sans contrainte.

Grâce aux avis du conseil scientifique, nous allons pouvoir suivre et analyser les activités de recherches, ainsi que leurs évolutions, tendances, forces et faiblesses. Comme pour tous les EPST, le conseil scientifique de l'Institut, prévu par le décret de juin 1984, ne voit le jour qu'en 1986. Son rôle et sa mission subiront quelques modifications avec le nouveau décret sur la réorganisation de l'Institut en novembre 1988 (dont la plus importante est la désignation d'un président indépendant se substituant au directeur général, modification logique et bienvenue pour permettre au conseil de remplir pleinement son rôle).

Ce Conseil « est l'instance de réflexion et de proposition en matière de politique scientifique » ; « il donne son avis sur les grandes orientations scientifiques... sur ses programmes de recherches... sur les activités de valorisation,

d'information et de formation, sur les principes communs d'évaluation des unités et des personnels de recherche ». Il participe enfin aux recrutements et aux promotions des personnels. Son rôle est majeur, on le voit, et l'un des mots-clés à retenir est celui d'évaluation, car il s'agit bien d'évaluer les activités de recherches qui ont été programmées auparavant. Le mot évaluation cependant va déclencher bien des polémiques pendant près de trois ans. Pour beaucoup des acteurs de la recherche, l'évaluation des commissions scientifiques suite aux comités techniques est suffisante, et l'introduction d'experts étrangers à l'Institut pour en évaluer les travaux est ressentie comme un viol. La reconnaissance du principe d'une évaluation conduite par une commission d'audit externe (qui est pratiquée en pays anglo-saxons et dans les instituts de recherche internationaux), nécessite donc de longs débats en Conseil et les efforts d'un groupe de travail *ad hoc* chargé d'en délimiter le contenu et les règles, puis le départ du directeur général nommé après 1981, pour être enfin admise. Sa mise en œuvre grâce à un plan général d'évaluation quinquennale des départements prend encore de nombreux mois et n'entre vraiment en vigueur que lorsque le second conseil scientifique est constitué, en 1990, avec Alain Coleno, biologiste et directeur de recherches à l'Inra, comme président.

Le DEC bénéficie en quelque sorte de ce sursis pour travailler dans la tranquillité. Son audit n'a lieu qu'entre 1991 et 1992, soit en fait cinq ans après sa création, et il dure plus d'un an.

Quelle était l'ampleur du département des eaux continentales entre 1987 et 1992 ; de quels moyens disposait-il et quels étaient ses programmes de recherches et son organisation ?

Au cours de ces cinq années, l'Institut voit son budget global passer de 677 millions de francs à 1 milliard de francs soit, après correction de l'érosion monétaire, une croissance de 15 % (donc une moyenne de 3 % l'an). La croissance est encore satisfaisante, mais elle est moindre qu'après 1981, puisqu'elle atteignait alors 9 %. Le personnel de l'Institut passe de 1 415 à 1 560 agents environ, soit une croissance très modérée de 10 % sur cinq ans. Il subsiste réellement des

moyens financiers et humains dans l'Institut. Quelle part va échoir au DEC ?

En 1987, année de sa création, le DEC dépense 11,4 % du budget global soit environ 77 millions de francs ; en 1991, ce montant sera de 116 millions de francs, un pourcentage équivalent. En matière de ressources humaines, le nombre approximatif de chercheurs et ingénieurs oscille autour de 160 à 170 agents durant cette période, selon les rapports annuels de l'Institut. Fin 1991, les chiffres précis fournis par la direction du département (dans son rapport annuel) sont les suivants :

- 144 chercheurs (les chercheurs en accueil et associés inclus),
- 80 ingénieurs, techniciens et administratifs,
- soit un total de 224 agents permanents, auxquels s'ajoutent 59 Volontaires de l'assistance technique (VAT), Volontaires du service national (VSN) et allocataires de recherches en général pour des présences actives courtes, soit un total de 283 actifs participants.

Par disciplines, la répartition des agents apparaît comme suit, en ne prenant en compte que les personnels des corps de l'Institut et en accueil :

- 103 hydrologues soit 55 %,
- 45 hydrobiologistes,
- 24 pédologues,
- 9 venant d'autres disciplines (géologie, sciences sociales),
- 6 du secteur administratif.

Ce second total n'est que de 187 agents et l'écart avec les 224 répertoriés précédemment semble dû aux chercheurs associés (membres d'institutions partenaires qui collaborent à des programmes de l'Orstom). Ce second total correspond à environ 11,5 % des effectifs de l'Orstom et est en adéquation avec ses dépenses. Le poids des hydrologues est dominant et majoritaire au sein du DEC, puisque sur 122 hydrologues de l'Institut, ils représentent 85 %, les 19 autres sont soit rassemblés dans l'UR traitant des relations climatiques entre continent et atmosphère rattachée au département TOA, soit

ils ont des fonctions plus administratives au siège ou sont détachés hors de l'institution.

Ouvrons une parenthèse afin d'éclairer l'engagement de l'Orstom en matière de sciences hydrologiques, au sens large du terme c'est-à-dire au-delà des seuls inscrits dans la sous-commission d'hydrologie :

- parmi les quinze hydrobiologistes qui travaillent sur les eaux douces, cinq au plus s'occupent surtout des caractéristiques physico-chimiques des eaux de rivières et de lacs, domaine qui fait intégralement partie des sciences hydrologiques, mais que les biologistes investissent généralement car il constitue la base de la chaîne trophique des espèces vivantes dans ces eaux ;

- parmi les pédologues, six à huit d'entre eux s'investissent presque complètement dans la dynamique de l'eau et des solutés dans le sol ainsi que dans celle de l'érosion, champs d'activités logiques pour ceux qui étudient les sols et leur évolution mais qui font aussi partie intégrante des sciences hydrologiques (voir chapitre II).

Il faut ajouter trois ou quatre bioclimatologues qui travaillent dans l'UR de valorisation agricole des eaux, à côté d'agronomes. Les processus d'évapotranspiration, de déficits en eau des sols et de besoins en eau des cultures qu'ils étudient s'inscrivent également pour une bonne part dans le domaine des sciences hydrologiques.

Aux quelque soixante chercheurs et ingénieurs hydrologues, on peut ajouter environ quinze autres chercheurs, dont les activités s'inscrivent dans le champ des sciences hydrologiques, même si, à l'Orstom, elles n'apparaissent pas comme telles puisqu'elles sont conduites dans le cadre de problématiques différentes et rattachées en fait à d'autres sciences biologiques ou de la terre. L'engagement scientifique de l'établissement est donc ainsi globalement accru de quelque 25 % vis-à-vis des sciences hydrologiques, même si la coordination et l'efficacité de cet engagement ne se traduisent pas nettement dans la réalité à cause de la dispersion des problématiques et des acteurs. Mais cela est bien pire dans les structures métropolitaines, comme on le verra au dernier chapitre.

## **Le contenu thématique du DEC**

Parenthèse fermée, revenons à la constitution du DEC qui prend sous sa coupe les unités de recherches existantes suivantes :

- UR 2A Géodynamique de l'hydrosphère continentale, issue du département A,

- UR 2B Processus de transformation, fonctionnement et transfert aux interfaces sol-plante-atmosphère, issue du département B,

- UR F4 Études et gestion des ressources en eau issue du département F, qui devient l'UR 2E,

- toutes trois fortement constituées d'hydrologues, ainsi que deux unités d'hydrobiologistes venant de l'ancien département C. Le laboratoire d'hydrologie intègre également le DEC comme base d'appui.

Le département des Eaux continentales a ainsi une mission bien définie qui comporte trois volets de connaissances à développer pour l'étude et la mise en valeur des écosystèmes aquatiques continentaux : l'eau en tant que ressource, les ressources vivantes qu'elle contient et les relations entre l'eau et les hommes.

Il tente de remplir cette large mission à l'aide des unités de recherches intégrées et de leurs anciens programmes de recherches, faute de pouvoir formuler des propositions novatrices. La structuration préalable à toute programmation scientifique à objectifs précisés explique ce conservatisme apparent. Il inscrit néanmoins l'ensemble des problématiques accueillies selon deux axes programmes, l'un sur les processus de fonctionnement des écosystèmes naturels et anthropisés, l'autre sur la mise en valeur et la gestion de ces écosystèmes. Une meilleure intégration et une organisation interne plus pertinente des programmes absorbés par le DEC auraient sans doute pu être proposées par le conseil de département. Mais celui-ci, créé comme les autres durant la phase de réforme initiée en 1982, est supprimé par la nouvelle équipe dirigeante, celle qui accepte de créer ce même DEC. Ces conseils, dont la mission était d'assister les

chefs de département et de suivre les programmes en cours d'exécution, ne revoient le jour qu'en 1993. Celui du DEC accueille alors quinze membres, dont huit élus parmi le personnel (et compte trois hydrologues) ; les sept membres désignés hors établissement viennent de l'université, du CNRS, et de l'Inra pour la plupart (il comprend trois hydrologues également). Beaucoup sont souvent absents des réunions, comme on l'a toujours constaté, qu'il s'agisse des anciens comités techniques ou des nouvelles commissions scientifiques. Ce conseil, présidé par le chef de département, doit se réunir en principe deux fois l'an mais, sur quatre ans, les archives n'ont livré que quatre réunions et deux comptes rendus qui ne montrent guère l'utilité de ce type de conseil où circulent des informations également diffusées dans d'autres instances et où les discussions souvent superficielles n'apportent pas réellement de soutien et de guide au chef de département. Cette vision un peu négative vient peut-être de l'absence de comptes rendus accessibles et du conseil même qui manque d'expérience vis-à-vis des commissions scientifiques plus anciennes, puisque dignes héritières des comités techniques. L'excès de structures consultatives et conseillères nuit parfois à la clarté des orientations, des avis et des décisions d'un grand organisme ; mais cet excès semble être dans l'air du temps qui veut toujours plus d'informations, toujours plus de discussions...

### **De nouveaux acquis scientifiques**

En dépit des contraintes structurelles et programmatiques évoquées, le département DEC montre, et de manière indiscutable, que son concept fondateur est pertinent et qu'avec lui l'Institut dispose d'un outil remarquable pour conduire sa politique « en faveur du développement, dont l'eau en tant que ressource et les ressources de l'eau constituent les deux faces d'un facteur essentiel » (selon les recommandations de la commission d'audit).

Examinons quels ont été les principaux résultats des recherches conduites durant les cinq premières années d'existence de ce département, en analysant plus particulièrement les activités hydrologiques.

En matière de géodynamique externe de l'hydrosphère, l'originalité des activités s'exprime d'une part par la concentration des efforts dans quatre grands bassins hydrographiques (ceux du Niger, du Congo, du Sénégal et de l'Amazone) et d'autre part, en intégrant des composantes géochimiques aux approches traditionnelles sur les précipitations et les écoulements. Un peu sévère, la commission d'audit a estimé cette ouverture insuffisante, car elle a laissé de côté de nombreux composants (matière organique, micro-polluants, nutriments) et elle n'a pas développé la collaboration avec les hydrobiologistes du même département, dont les activités portent également sur les éléments biophysico-chimiques des eaux, premier maillon de la chaîne trophique alimentaire.

Les activités qui concernent l'étude et la gestion des ressources en eau apparaissent rapidement comme très disparates, fortement dépendantes de la demande immédiate du développement (au gré de conventions particulières) et manquant d'esprit d'innovation sauf dans le domaine de la modélisation des écoulements superficiels sur bassins. On y relève cependant quelques thèmes porteurs d'intérêt comme la gestion de petits réservoirs multiples dans le nord-est du Brésil, les conditions agronomiques et sociales de l'irrigation dans les Andes équatoriennes et la coopération avec l'Organisation mondiale de la santé (OMS) et le département Santé dans la lutte pour l'éradication de l'onchocercose, la cécité des rivières.

Seules les recherches entreprises sur le fonctionnement des écosystèmes apportent des résultats substantiels, en partie grâce à la forte concentration de jeunes chercheurs déjà confirmés et à la collaboration étroite avec des pédologues. On peut remarquer à ce propos, ce qui est d'ailleurs valable pour les autres secteurs, que les recherches sont devenues plus complexes qu'auparavant, qu'elles nécessitent des équipements assez sophistiqués et des durées d'observations allongées souvent bien au-delà de cinq ans. Ainsi, les

publications d'importance dont on peut créditer le DEC sont pour beaucoup les résultats de recherches conduites en totalité ou en partie sous la houlette de ce département, mais dont certaines ont été conçues ou entreprises avant sa création et quelques-unes même sont antérieures au changement de 1982.

Voici quelques exemples significatifs :

- la mise en évidence d'organisations pelliculaires superficielles des sols du domaine subdésertique qui se forme au début de la saison des pluies et conditionne fortement le comportement de ces sols vis-à-vis de l'eau de pluie a permis (après dix ans de tests systématiques au mini-simulateur de pluie) de caractériser des états de surface des sols et leur rôle sur les capacités d'infiltration et de ruissellement de ces sols (A. Casenave et C. Valentin, 1989). Ce rôle est prépondérant sous pluviométrie moyenne annuelle inférieure à 400 mm, il est associé à l'activité de la faune du sol et au couvert végétal sous des pluviométries entre 400 et 800 mm, et à ces facteurs, s'ajoute l'humus pour des pluviométries entre 800 et 1600 mm ; puis au-delà l'infiltration et le ruissellement ne dépendent plus que de l'organisation interne du sol. Cela constitue un grand pas en avant dans la compréhension des processus que l'on caractérisait jusqu'alors qualitativement en classes d'aptitudes au ruissellement ;

- la confirmation du rôle prépondérant de l'organisation interne des sols sous forêt humide quant à la capacité d'infiltration et de ruissellement qui se révèle très hétérogène sur de petits espaces et la mise en évidence du rôle du défrichement forestier sur cette capacité (J.-M. Frisch, 1992). Ce rôle est considérable puisque le ruissellement d'une pluie est en volume accru de 65 à 200 % et le débit maximal correspondant accru de 20 à 160 %. Quatre ans après ce défrichement, sous recrû naturel, ou avec abattis traditionnel ou suite à replantation, les comportements initiaux se retrouvent sauf sous prairie artificielle qui conserve une péjoration de 25 à 75 % des paramètres analysés ;

- la vérification expérimentale en savane humide tropicale (où les conditions pédo-climatiques sont les plus complexes parce qu'intermédiaires entre celles nettes et tranchées des

domaines subdésertique et forestier) de l'existence tantôt du ruissellement de surface avec ou non un écoulement lent de sub-surface le long du versant topographique, tantôt d'un écoulement rapide sur sols hydromorphes de bas-fonds saturés par remontée de nappe (Équipe Hyperbav, 1989) ;

– la constatation dûment analysée de la difficulté d'utiliser les résultats acquis sous mini-simulateur de pluie, soit sur 1 m<sup>2</sup>, pour expliquer les formations des écoulements et l'infiltration sur des versants d'un hectare, puis sur des bassins de quelques kilomètres carrés, difficulté ressortant surtout à l'hétérogénéité presque aléatoire de la répartition spatiale des divers états du complexe sol-végétation (J. Albergel, 1988 ; P. Ribstein, 1990).

Ces résultats importants et substantiels en termes d'avancement des connaissances sur les processus sont à porter au crédit d'une discipline qui s'était remise en question dans les années soixante-dix et de quelques très bons de ses éléments qui ont su trouver les associations nécessaires hors de l'hydrologie pour aboutir. Ils n'occultent cependant pas la propension ancienne et maintenue des hydrologues à peu écrire dont leur fait grief la commission d'audit. Pendant la période auditée, la moyenne est d'environ 0,5 publication par chercheur et par an, ce qui reste trop faible. Comme durant les années stables des décennies soixante et soixante-dix, il y a une concentration d'auteurs prolifiques à côté d'un nombre trop élevé de chercheurs ne publiant presque pas : 50 % des publications proviennent de 20 % des chercheurs ! Certes les indices répertoriés ici sont empruntés au rapport de la commission d'audit qui ne considère que les publications en revues ou sous forme d'ouvrages imprimés. En écartant la littérature grise, on réduit fortement la réalité de la capacité rédactionnelle des hydrologues, car durant cette période (où le rejet des travaux de commande se généralise), il subsiste encore un pourcentage élevé de documents écrits en réponse à la demande du marché : plus de 35 % en 1991, par exemple.

Enfin, la communauté du DEC s'est ouverte puisque les chercheurs envoient eux-mêmes plus de la moitié de leurs

travaux à des revues étrangères ; la revue *Hydrologie continentale* quant à elle publie plus d'articles écrits par des personnes étrangères à l'Orstom que par ses propres agents.

Après cinq années d'existence, le bilan du département des eaux continentales apparaît relativement positif bien que quelque peu mitigé. Comme déjà relevé, le concept de ce département reste valable et la démarche originale tentée en 1987 est amplement justifiée. Malgré la concentration sur les écosystèmes aquatiques continentaux de plus de cent chercheurs, il subsiste quelques lacunes à combler. Il faut tout d'abord revoir les thèmes spécifiques à l'hydrologie : la prise en compte des eaux souterraines dans un cheminement originellement ciblé sur les eaux de surface mais qui n'a guère dévié, l'ensemble des processus relatifs à la qualité des eaux, aux cycles biogéochimiques et aux impacts sur la pollution des eaux et leur gestion, l'eau dans la ville au-delà du seul ruissellement urbain. Il subsiste ensuite une lacune programmatique (liée à la conception du département : l'interdisciplinarité nécessaire à tous les niveaux de la connaissance de la gestion des eaux n'a été soutenue qu'entre pédologues et hydrologues, et nullement entre ces derniers et les hydrobiologistes). Enfin, il semble impossible de concentrer les chercheurs en un nombre limité de lieux d'activités spatiaux dotés d'une masse critique suffisante, là où continue, même implicitement, à peser le poids de l'histoire et de la politique dans le champ de la coopération (être présent partout...).

La résistance au changement, même lorsqu'il n'est plus idéologique mais logique et justifié, est étonnamment forte dans les corps de chercheurs. La prise en considération des recommandations de la commission d'audit (formulées à la fin de 1992) n'entraînent une réaction confirmée et écrite du département qu'en mars 1994 sous la forme d'un schéma directeur après la sortie en octobre 1993 d'un plan à moyen terme (Pouyaud *et al.*, 1994). Les débats internes, très honnêtement rapportés dans les attendus et les présentations de ces documents, montrent bien cette résistance au changement et la lenteur d'évolution des mentalités lorsqu'il s'agit de modifier, librement et sans contrainte directoriale forte, une organisation et un mode de travail. Si adapter

régulièrement les programmes à l'évolution des connaissances et aux grandes tendances mondiales reste relativement aisé à accomplir, surtout lorsque la décision ressort d'une discipline, la constitution d'équipes réellement multidisciplinaires au sein d'un même établissement est beaucoup plus difficile (il semble même que l'on va plus volontiers chercher dehors ce qui se trouve déjà dedans... peut-être pour minimiser l'échec).

### **Un plan quinquennal après l'audit**

L'association d'hydrologues et d'hydrobiologistes au sein d'unités de recherches n'ayant pas été possible, le DEC s'engage dans une programmation à moyen terme, qui est certes renouvelée mais pas aussi remodelée que certains l'auraient souhaité. Des observateurs extérieurs mal informés peuvent même remarquer qu'à la faveur de ces plans à moyen terme et à l'issue d'un long débat avec le département voisin Terre-océan-atmosphère (TOA), les hydrologues restés au contact des physiciens de l'atmosphère (depuis la réforme de 1984) au sein d'une unité consacrée aux relations continents-atmosphère rejoignent le département DEC, comme si l'objectif inavoué restait la reconstitution du bloc hydrologique. De la sorte, l'unité chargée de la gestion des ressources en eau, controversée lors de l'audit, est appelée à disparaître et ses éléments et thèmes doivent se répartir dans de nouvelles unités. Il y en avait quatre au total, l'une foncièrement hydrobiologiste, les trois autres à connotation hydrologique marquée :

– « Mécanismes du cycle de l'eau en interaction avec le climat et l'environnement », fruit principalement du retour des hydrologues du TOA qui, en liaison avec les physiciens de l'atmosphère du TOA et de ses partenaires, envisagent d'évaluer l'impact des fluctuations climatiques sur l'environnement et réciproquement. Son objectif est de créer et développer des paramètres du cycle de l'eau transposables aux échelles de l'ordre de 10 000 km<sup>2</sup> afin d'être

compatibles avec les modèles de circulation générale de l'atmosphère en plein développement par la physique de l'atmosphère pour analyser et évaluer les risques de changements climatiques à l'échelle planétaire dont l'importance allait grandissante.

- « Dynamiques, enjeux et usages des hydrosystèmes régionaux » qui reprend la thématique de l'unité précédemment consacrée à la géodynamique externe des grands bassins fluviaux et y associant une bonne part de l'unité chargée auparavant de la gestion des ressources en eau afin que s'y développe en synergie une modélisation du fonctionnement des grands hydrosystèmes sous l'influence humaine, tenant compte des activités socio-économiques malheureusement négligées jusqu'alors et pourtant essentielles pour aider à la prise de décision dans la gestion et la réduction des risques inhérents à ces grands systèmes.

- « Dynamiques et usages des hydrosystèmes locaux » qui, sous une terminologie nouvelle peu appropriée, reprend en fait les recherches conduites par l'unité d'étude des processus de fonctionnement du bassin versant aux acquis déjà notables avec des pôles consacrés à l'érosion et aux transports solides, à la dynamique des sels dans les sols irrigués et d'autre part à la dynamique hydrologique le long des versants.

- enfin, le laboratoire d'hydrologie devient l'unité d'hydrologie opérationnelle chargé du support de la recherche dans les domaines de la formation, de l'appui informatique, de la gestion des banques de données et de la production de logiciels. Il continue aussi à animer une équipe technique de métrologie.

Ce nouveau schéma de réorganisation interne et d'orientation des programmes de recherches pour les cinq prochaines années rapproche les axes précédemment définis (celui consacré à la compréhension des mécanismes et celui de la gestion des systèmes) au sein d'unités centrées sur des environnements soit physiques, soit biologiques clairement identifiés. L'application se situe logiquement dans le prolongement immédiat de l'accumulation des connaissances. Les unités de recherches entre géophysiciens

de l'eau et du sol d'une part et biologistes d'autre part restent séparées. On ne peut aller au-delà de la volonté des acteurs et faire à tout prix de la multidisciplinarité entre disciplines trop distantes. Un heureux palliatif est proposé dans le-dit schéma, à savoir le lancement d'actions incitatives destinées à mobiliser quelques chercheurs d'unités différentes sur des thèmes transversaux comme les petits barrages, l'eau dans la ville et le programme mondial GEWEX sur le cycle planétaire de l'eau.

Les programmes en cours d'exécution durant les premières années du DEC se poursuivent pour la plupart en 1994 et au-delà. L'innovation majeure de ces dernières années est bien l'entrée des hydrologues dans la problématique du cycle planétaire de l'eau, dans leur collaboration avec climatologues, météorologues et physiciens de l'atmosphère pour apporter à ceux qui travaillent sur les modèles de circulation générale la partie terrestre sur laquelle mesures et observations sont à la fois plus anciennes et plus denses. Ici aussi la compatibilité entre les échelles auxquelles travaillent les groupes atmosphérique et terrestre sera le point crucial vers lequel vont converger tous les efforts, afin que les modèles hydrologiques puissent insérer leurs résultats dans ceux de circulation générale. Les acquis du programme Hapex, conduit au Sahel depuis Niamey, sont déjà là pour augurer de futurs fructueux ; la concentration de chercheurs de plusieurs départements et d'équipes étrangères à l'Institut atteste clairement qu'il n'y a plus de grands programmes de recherches sans associations (T. Lebel, 1995).

Une claire volonté de concentrer les agents en un nombre limité d'équipes à masse critique importante en pays partenaires est également affichée, même si elle apparaît encore difficile à atteindre.

Au total, ce nouveau schéma directeur de programmation scientifique peut se résumer en termes de ressources humaines et de concentration géographique (tabl. 11).

*Tableau 11*  
*Ressources humaines du DEC, début 1994*  
*(hydrologues entre parenthèses)*

Unités	Chercheurs et ingénieurs	Techniciens	Nombre total d'agents *	Bases d'action principales **
Cycle de l'eau	14 (13)	4 (4)	25 (17)	Montpellier, Niamey
Hydrosystèmes régionaux	30 (27)	23 (23)	66 (50)	Montpellier, Pointe-à-Pitre, Cayenne, Bamako, Abidjan, Brazzaville, Tananarive
Systèmes biologiques	40 (3)	8 (1)	53 (4)	Montpellier, Paris, Abidjan, Dakar, Cayenne
Hydrosystèmes locaux	32 (12)	12 (6)	51 (18)	Paris, Montpellier, Dakar, Niamey, Mexico
Hydrologie opérationnelle	4 (4)	15 (15)	20 (19)	Montpellier
Total	120 (59)	62 (49)	215 (108)	

\* VSN et allocataires sont inclus dans ces totaux.

\*\* Ayant au moins cinq agents.

Le tableau fournit quelques indications supplémentaires : la mixité entre disciplines n'est nette que dans les hydrosystèmes locaux où cohabitent pédologues (les plus nombreux) et hydrologues ;

– les techniciens sont surtout présents dans les unités chargées de fortes mesures soit en réseau, soit en expérimentation ;

– sur un total d'environ 120 hydrologues inscrits dans la commission scientifique, 10 % ne sont pas au DEC ; ils sont

soit attachés à des activités administratives ou de management, soit détachés hors Institut ;

- il n'y a plus que onze bases importantes d'activités, mais l'on trouve toujours des agents en vingt-quatre sites différents ; certaines de ces affectations étant justifiées par une coordination renforcée entre agents travaillant en liaison régulière, en « réseau » comme l'on dit maintenant. Parmi ces bases, celles de Guadeloupe et de Guyane sont classées illogiquement comme importantes du seul fait qu'elles ont des techniciens anciennement recrutés localement et très peu mobiles.

## **Les hydrologues des années quatre-ving-dix**

À l'approche du terme historique de cet ouvrage, on peut se demander qui conduit les programmes de recherches hydrologiques de l'Institut et qui y est hydrologue aujourd'hui.

Au chapitre IX, une analyse sur la période allant jusqu'à 1988 rassemble en deux tableaux les effectifs et les taux de recrutements depuis 1946. On dispose des éléments pour la compléter jusqu'en 1994 en ce qui concerne les nouveaux recrutés. Ils répondent à deux critères initiaux tenant à la réforme des statuts du personnel de 1984. Les chercheurs doivent avoir soutenu leur thèse et les ingénieurs et techniciens doivent pouvoir s'adapter aux développements technologiques actuels, notamment en matière d'informatique et d'électronique.

De 1988 à 1994, les recrutements atteignent un total de 13 chercheurs, soit en moyenne 1,8 par an. Ce taux paraît très satisfaisant puisqu'il est supérieur à celui des périodes antérieures depuis 1974 (ils étaient de 1,1 et 1,3), mais il correspond simplement au remplacement des nombreux départs à la retraite survenus lors des dernières années et non pas à un accroissement des effectifs globaux qui se sont stabilisés entre 120 et 125.

Parmi ces nouvelles recrues, on compte une large majorité d'universitaires (13 sur 18, soit 72 %), et les ingénieurs de formation initiale viennent d'écoles intégrées à l'université où ils ont terminé leur cursus par une thèse. La diversification des sources de recrutement entrevue déjà dans les années 1974 à 1987 s'intensifie vers la géographie, la géochimie, la physique de l'atmosphère, de nouveaux domaines dont la discipline « hydrologie » n'a pas encore la maîtrise. On ne recrute pratiquement plus d'hydrauliciens.

Avec les départs en retraite (ou les décès) d'environ treize agents (presque tous ingénieurs hydrauliciens) et les nouvelles recrues, le taux de présence d'universitaires (encore de 33 % en 1988) s'élève à 52 % en 1994, et il dépasse pour la première fois celui des ingénieurs de formation.

La structure de la discipline est maintenant formée de « couches successives » plus ou moins mélangées :

- des ingénieurs hydrauliciens anciens, restés souvent attachés à ce qui fut l'époque et la direction de Jean Rodier, c'est-à-dire à une priorité aux études d'hydrologie opérationnelle et d'ingénierie au service du développement ;

- des ingénieurs hydrauliciens plus jeunes qui ont pris le virage scientifique des années 1965-1975 en passant une thèse et qui ont de ce fait parfaitement intégré l'association entre recherche et développement ;

- des universitaires anciens qui ont en partie accepté l'idéologie des hydrauliciens et qui sont peu éloignés dans leurs comportements des ingénieurs précédents ;

- de jeunes universitaires recrutés depuis 1981, qui sont indifférents au passé d'aide au développement de la discipline, mais en revanche parfaitement intégrés dans la communauté scientifique française.

Si les deux « couches » centrales constituent aujourd'hui le noyau dur de la discipline (celui des chercheurs confirmés, principaux acteurs des orientations programmatiques), l'évolution à court ou moyen terme tend vers l'uniformisation avec les autres universitaires de l'Institut. Ils ont la même vision de ce qu'il est bon de faire : travailler en « réseau » et en équipe, publier beaucoup, laisser à ceux qui

le veulent (ou plutôt aux ingénieurs) l'ingénierie et les réseaux de mesure...

Que de changements ! On va en constater les effets immédiats en termes d'ingénierie hydrologique au prochain chapitre, et sur le plan de l'intégration à la communauté française et internationale au dernier chapitre.

## **Impact de l'évaluation de l'Institut**

L'apparente stabilité annoncée des années 1988 à 1994 ne concerne en fait que le maintien de la même équipe directoriale. L'Orstom, comme les autres EPST, est soumis à une forte pression des autorités de tutelle. La mode de la communication, qui a conduit à un accroissement notable du nombre de réunions, a aussi introduit le besoin (ou la nécessité) des écrits et des images. Et l'on voit proliférer les rapports d'activités – par unité de recherches, par département –, les rapports d'évaluation, les projets d'entreprise, les plans à moyen terme, les schémas directeurs. Cette prolifération mobilise, au-delà du raisonnable, les équipes de responsables dont le temps consacré à la recherche et à son strict encadrement s'amenuise très fortement. L'Orstom est aussi entré dans une longue phase d'évaluation externe, d'une part au niveau des cinq départements, ensuite globalement sous le regard du Conseil national d'évaluation de la recherche (CNER), durant les années 1993 et 1994.

En décembre 1990, l'établissement a déjà, après moult réunions de concertation et de consultation, produit un Projet d'établissement « guide pour la politique, source de dialogue avec les partenaires et cadre de programmation ». On y trouve condensées les idées et les tendances fortes de la politique et de l'administration de la recherche :

– une concentration des programmes sur des thèmes fédérateurs clairement affichés (quatre, parmi lesquels celui de la « compréhension du fonctionnement des grands écosystèmes et de la préservation de l'environnement ») ;

- une volonté délibérée d'associer l'Institut aux grands programmes internationaux en expansion, à travers toutes les collaborations possibles ;
- un soutien à l'effort encore insuffisant de travail en multidisciplinarité ;
- un constat des agitations politiques en Afrique obligeant à bouger le dispositif de partenariat ;
- un renforcement du sens donné au partenariat et à la recherche partagée.

Il est ainsi intéressant de relever le texte même du projet : « le partenariat ne doit pas être assimilé à la coopération technique pour le développement »... « la participation effective des chercheurs des pays concernés aux programmes de recherche constitue la meilleure garantie de l'adéquation des résultats aux priorités du développement »..., et aussi « si besoin est, une coopération visant des objectifs plus immédiats passe par une politique de valorisation et de transfert qui relève d'un mode d'organisation spécifique ».

D'ailleurs, en 1991, l'Institut organise un grand forum sur cette politique de partenariat avec plusieurs centaines de participants des pays partenaires. Il n'a plus, ou presque plus, de bases propres en Afrique (Adiopodoumé en Côte d'Ivoire, dernier grand centre outre-mer géré par l'Institut, doit être transformé en institut international), mais il a besoin de stabilité de moyen terme pour concevoir et conduire des programmes de plus en plus lourds. C'est pourquoi il doit recourir à des accords-cadres et invite le maximum de chercheurs de pays partenaires à s'associer pour garantir cette stabilité. Il reste enfin dans sa mission d'aider à la structuration d'une capacité endogène de recherche dans ces mêmes pays. Sur ce dernier objectif, un Groupement d'intérêt scientifique (GIS) inter-organismes (AIRE-développement) est créé et va distribuer des financements d'appoint à des équipes des pays partenaires pour des projets de recherche conjoints.

1992 est l'année de la conférence de Rio sur l'environnement et le développement qui mobilise politiques, associations et chercheurs autour de la nécessité d'un développement durable. Ce concept, qui associe progrès des

niveaux de vie et préservation des milieux, va entraîner une certaine évolution des orientations et des intitulés des programmes de recherche. L'Orstom, qui s'inscrit rapidement dans cette nouvelle logique, intitule son rapport d'activités de 1992 « Environnement et développement » et produit un dossier sur ce double concept dont le titre est « Enjeux, objectifs, programmes » en 1993.

Enfin, en décembre 1994, le directeur général, Gérard Winter, produit un dossier « L'Orstom : situation actuelle et perspectives », alors que le cycle des évaluations des départements s'achève et que le CNER remet son propre rapport d'évaluation de l'Institut. Il tente de répondre aux interrogations et aux critiques du CNER, et d'esquisser l'avenir de l'établissement dans le cadre géopolitique qui est illustré d'abord par le rapport sur la recherche française élaboré par le ministre en juin 1994 puis, par le colloque de Lille sur la dimension internationale de cette recherche, tenu en mars de la même année.

Un extrait intéressant dudit rapport concerne plus spécifiquement la recherche au service du développement : « L'Orstom et le Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement (Cirad qui a remplacé le Gerdar), le réseau des Instituts Pasteur ainsi que la recherche universitaire concernée seront appelés par la concertation inter-organismes et la contractualisation à coordonner leurs programmes autour des trois défis cruciaux du long terme que sont la santé, l'approvisionnement des concentrations humaines et la préservation des ressources naturelles ». Et plus loin : « Les modalités de notre présence à l'étranger devront être réformées. Les bases permanentes et les affectations de longue durée ne correspondent plus à la situation politique et financière de nos partenaires. Il faut passer à des formes d'interventions souples, ... en combinant les missions courtes et les affectations de moyenne durée ».

La France, une fois de plus dans l'histoire de ce siècle, maintient une priorité à la recherche publique sur le développement et en même temps constate le processus de décomposition sociale et politique de nombreux pays africains. Des bailleurs de fonds étrangers et internationaux de ce continent se tournent vers les pays de l'Est européen,

récemment « ouverts » à la coopération avec les pays occidentaux. Deux autres défis deviennent flagrants : la recherche sur l'environnement depuis la conférence de Rio se mondialise dans sa thématique sous la vigoureuse pression des tenants du risque de changements climatiques globaux. Face à cette croissance des activités multilatérales, l'Institut, l'un des rares agents bilatéraux de recherche pour le développement en coopération, fait figure d'exception. Cette spécificité pourra-t-elle perdurer ?

Le directeur général reconnaît que certaines des critiques du CNER sont justifiées. Le fonctionnement de l'Institut par consensus ne permet pas une évolution rapide des programmes. L'ambivalence « recherche » et « développement », la dispersion des programmes, l'individualisme des chercheurs, l'opacité des procédures, entre autres ne permettent pas de juger de l'efficacité de l'Institut.

L'avenir ne prévoit que le maintien et le renforcement de ce qui existe déjà : une recherche pour le développement dont les programmes sont décidés et conduits avec les partenaires du Sud et en priorité avec ceux de l'Afrique francophone, une plus grande mobilité des chercheurs entre les différents organismes français et un accueil plus important de chercheurs du Sud... On souhaite resserrer l'organisation autour d'une centaine de programmes conduits par vingt-cinq unités de recherches (il y en avait 50 en 1984 puis 41 en 1989...). C'est un exercice de prospective difficile pour un organisme dont le mandat politique depuis sa création est chargé d'ambiguïtés. L'audit du DEC déclare que la recherche pour le développement est un concept flou : est-elle spécifique des domaines tropicaux et voisins ou sans limitation ? L'institut est-il un organisme original ou un EPST comme les autres qui, selon le vœu du CNER, accueillerait tous les chercheurs français ou garde-t-il ses capacités propres d'exécution de la recherche ?

Autant de questions (sont-elles réellement très différentes de celles posées par la création de l'ORSC à la fin des années quarante ?) qui restent sans véritables réponses, sans décisions claires, si ce n'est le maintien du *statu quo*, même si le discours et le langage employés affectent la modernité et le

changement... Mais un directeur général qui achève son second mandat ne peut que défendre l'institution qui lui a été confiée.

Il appartiendra à la nouvelle équipe dirigeante (un autre préfet et un administrateur de la France d'outre-mer) qui a été mise en place au début de 1995 de réformer à nouveau ou à tout le moins de renouveler l'Institut dans le prolongement de l'évaluation du CNER. Ce sera peut-être la dernière réponse liée au tremblement de terre de 1981... L'une des victimes de cette réponse est le département des eaux continentales qui disparaît en 1997 sans raison clairement affichée, si ce n'est celle de resserrer le dispositif de contrôle de l'Orstom qui passe de cinq à deux départements (et de 27 unités de recherche à 9). L'aventure n'a duré que neuf ans à peine. L'hydrologie intègre un vaste département « Ressources et environnement » dans lequel parmi quatre grands programmes, il reste celui des « dynamiques et usages des ressources en eau et des milieux aquatiques continentaux », vestige du DEC.

## Chapitre XV

### Les derniers avatars de l'ingénierie hydrologique

#### Le concept de valorisation

S'il est un domaine dans lequel l'ambiguïté atteint des sommets, c'est celui du service du développement qualifié maintenant de valorisation de la recherche. On en trouve déjà des preuves dans le projet d'établissement qui reconnaît, en 1990, « le talon d'Achille » de l'Orstom : « son utilité pour le développement n'est pas bien perçue... Il ne transfère pas assez ni assez bien ». Des preuves sont encore fournies dans ce même dossier de G. Winter (1994) évoqué plus haut : « l'Orstom valorise mal ses données, ses résultats, ses compétences, ses savoir-faire ». Et puis, plus loin et semble-t-il en contradiction avec ces déclarations péremptoires générales de *mea culpa*, l'auteur avance quelques propositions comme « relâcher l'effort et se limiter à un dispositif de supervision globale des réseaux d'hydrologie de surface, en confiant à des bureaux d'études spécialisées l'expertise des opérations ponctuelles ».

Faut-il reconnaître que l'esprit de l'établissement est trop scientifique pour qu'il s'intéresse vraiment à la valorisation de ses résultats de recherche, ou bien que la direction de l'information, de la formation et de la valorisation créée lors de la première réforme il y a plus de dix ans a été stérile et inefficace dans ce domaine ?

N'est-il pas contradictoire en même temps de vouloir retirer à la discipline hydrologie son expertise en gestion de réseaux et en ingénierie au profit de bureaux d'études ? N'est-il pas surprenant que l'on arrive à de telles extrémités alors que, depuis sa création, on reproche à l'hydrologie d'être trop orientée vers le développement immédiat et vers l'ingénierie ? En faisait-elle trop et en fait-elle encore trop, alors que tous les autres n'en auraient et n'en font pas assez ? Est-ce ainsi qu'il faut comprendre ces assertions ?

On retrouve encore l'ambiguïté des discours sur le service du développement qui expriment ce qui est assez répandu à l'époque dans les milieux de la recherche, à savoir qu'il n'appartient pas aux chercheurs d'aller trop loin dans la valorisation. Mais connaissant le passé de l'Orstom et les objectifs de sa création et de son maintien, un tel comportement est plutôt surprenant.

Ce chapitre ne prétend pas lever ces contradictions, mais reprendre le fil de l'engagement de la discipline hydrologie au service du développement et en suivre particulièrement les évolutions depuis la réforme de 1982.

À l'Orstom il existe des gisements de valorisation identifiés dès 1985 : biotechnologies, traitement de données, instrumentation et prestation de services. Les hydrologues exploitent avec constance et succès les trois derniers depuis... 1946.

## **Les activités déployées depuis 1946**

La seconde partie de cet ouvrage, consacrée aux années entre la fin de la Seconde Guerre mondiale et l'indépendance des colonies françaises, montre clairement que la section d'hydrologie fluviale de l'ORSC a été créée pour répondre à la demande d'EDF et des services chargés de la mise en valeur et des aménagements hydrauliques et d'infrastructure de ces colonies, que cette section constitue dès le départ une anomalie au milieu des autres sections (qui s'appuient sur des bases universitaires tandis qu'elle ne

dispose que de bases dans le milieu des ingénieurs), et qu'enfin, elle prend immédiatement des orientations conformes à la demande et s'applique à implanter coûte que coûte les éléments d'observation hydrologique permanente pour répondre aux questions posées. La troisième partie démontre comment le succès des premières orientations prises est atteint et comment, dès le début de la décennie soixante, sont publiés les premiers ouvrages qui apportent des réponses d'ordre général aux demandes initiales des aménagistes. Ces ouvrages à la fois rassemblent les résultats de dix à douze ans de travaux de terrain en une véritable première synthèse scientifique sur des éléments importants des régimes hydrologiques tropicaux et constituent des outils de vulgarisation adaptés à la demande, de véritables valorisations économiques comme on se plaît, trente ans après, à chercher !

En outre, le succès du service des colonies, puis du service du développement des pays nouvellement indépendants, n'a été acquis que grâce à la conjonction des efforts de l'Office et d'EDF sans que soit altéré le principe de cette collaboration et pour EDF l'accès aux résultats des études et des recherches et à la banque de données hydrologiques constituée au fil des années.

Par ailleurs, le chapitre second de cet ouvrage précise les termes d'hydrologie scientifique, de sciences hydrologiques, d'hydrologie opérationnelle et d'ingénierie hydrologique. L'hydrologie opérationnelle repose essentiellement sur la conception, l'implantation et la gestion des réseaux hydrologiques (qui sont souvent hydro-météorologiques, avec adjonction d'informations climatiques sur les précipitations et l'évaporation), ainsi que sur le traitement et la conservation des banques de données collectées dans ces réseaux. L'hydrologie opérationnelle est l'un des socles fondamentaux du développement des recherches hydrologiques et de l'accroissement des connaissances les concernant. C'est aussi une source pour élaborer des solutions aux problèmes d'ingénierie hydrologique. Les hydrologues de l'Office ont d'abord presque uniquement étudié l'hydrologie opérationnelle et l'ingénierie jusque dans les années soixante durant lesquelles le tournant vers

plus de sciences hydrologiques est pris. La discipline réussit à maintenir ses activités dans ces trois domaines de manière organisée et efficace jusque vers la fin des années soixante-dix.

Le premier chapitre de la quatrième partie donne les raisons du désintérêt, puis du désengagement progressif de l'hydrologie opérationnelle et les raisons pour lesquelles l'on tend alors (au début des années quatre-vingt) à vouloir occulter les activités d'ingénierie hydrologique malgré des demandes spontanées et continues. La charte de 1985 fixe la répartition des responsabilités en matière d'hydrologie opérationnelle entre les unités de recherche (en fait et surtout celle dite de géodynamique de l'hydrosphère continentale, puis des hydrosystèmes régionaux) et le laboratoire d'hydrologie (successeur *de facto* du bureau central hydrologique qui avait fonctionné comme nœud d'harmonisation des méthodes de collecte et d'exploitation des banques de données). Malgré cela, les résultats sont ambigus et suivant l'intérêt d'en faire état ou pas, les divers rapports (d'unités de recherche, de département ou de l'institution) s'appesantissent glorieusement ou occultent lesdites activités d'hydrologie opérationnelle. Ceci s'illustre particulièrement avec les études et les recherches technologiques qui font avancer notablement l'instrumentation hydrologique, la télétransmission des données et les logiciels pour leur traitement dans les années quatre-vingt. Ces avancées permettent de perfectionner les observations, les enregistrements, les contrôles et les transmissions des données de réseaux vers les centres de traitement des données et ainsi d'améliorer le fonctionnement de ces centres. Elles sont donc au service de l'hydrologie opérationnelle. Ainsi en a-t-il été des systèmes de capteurs de données multiples Chloé et Oedipe, conçus avec la société Elsyde, des télétransmissions *via* les satellites Argos et Météosat (J. Callède, 1983) ou des logiciels Hydrom et Pluviom de traitement des données dont il est fait état entre autres dans les rapports de l'Institut en 1985, puis entre 1987 et 1988.

Les activités d'ingénierie hydrologique continuent à exister avec les capacités du laboratoire d'hydrologie et la

participation des hydrologues en poste hors de France au coup par coup, selon les besoins et avec leur accord. Mais elles ne constituent en rien un dispositif rationnel de réponse à la demande directe du développement comme on l'entendait dans les années soixante et soixante-dix. Certains s'en émeuvent et, suivant les discours et les textes produits par la direction générale de l'Institut, obtiennent une clarification de la situation. Ainsi vient l'époque de la filiale et de l'*aggiornamento* de la vieille convention qui relie l'établissement à EDF.

### **Diversification des financements extérieurs**

Avant de revenir sur l'évolution de cette convention historique qui s'intéresse essentiellement à l'ingénierie hydrologique dont les points forts se produisent en 1986, puis en 1992 et 1996, regardons les deux aspects les plus généraux de ces activités de « valorisation », à savoir au fil des années leur importance à l'Orstom et pour la discipline hydrologique.

Les seconde et troisième parties de l'ouvrage ont relevé que les commanditaires des conventions et des marchés d'études sont alors le ministère des Colonies, puis celui de la Coopération et celui des Départements d'outre-mer (en particulier à travers leurs deux fonds d'investissement le FAC et le Fidom), les administrations territoriales (comme les Travaux publics, ou l'Agriculture, puis les ministères en charge des mêmes domaines dans les pays indépendants), et aussi des établissements publics ou para-publics de développement ou d'infrastructure ou même de grands bureaux qui utilisent l'Institut comme sous-traitant pour ses compétences. Or, les agents de l'Orstom sont compétents en raison de l'expérience acquise sur le terrain, de leur présence dans les pays concernés, de leur relative disponibilité et souplesse et enfin parce qu'ils détiennent les données hydrologiques traitées. Jusque dans les années soixante-dix, ils sont souvent pratiquement sans concurrent sérieux. Cela

change avec le lancement du Fonds européen de développement et avec l'arrivée de bureaux d'études étrangers à la zone franc (provenant parfois de nouvelles puissances « coopérantes » telles que la Chine, les pays de l'Est européen sous influence de l'URSS, puis plus tard le Japon). La concurrence obligea alors l'Orstom à affiner son expertise et à se limiter à ses réels domaines de compétence indiscutable. Une telle concurrence et une telle obligation s'appliquent évidemment dès que les équipes de l'Orstom sortent du pré carré africain.

Alors que durant les vingt à vingt-cinq premières années de l'Office, les ressources sur conventions proviennent à peu près exclusivement de la prestation de services dans les domaines de compétences évoqués (qui correspondent à l'hydrologie opérationnelle et à l'ingénierie hydrologique), elles se diversifient petit à petit avec l'apparition de financements incitatifs à la recherche (sur des thèmes jugés prioritaires au niveau national ou au niveau des grands organismes de recherche), ou venant souvent aussi de gré à gré (comme les conventions de prestation de service), mais venant aussi et, de plus en plus, *via* des appels d'offres sur thèmes affichés, qui requièrent en outre l'association de plusieurs disciplines. Diverses procédures sont utilisées dans ce cadre général : action concertée, action incitative, action thématique programmée (ATP), ou encore recherche coopérative programmée (RCP). La DGRST, puis le CNRS sont parmi les principaux bailleurs de tels fonds ; d'autres suivent et l'Orstom utilise même de tels moyens pour tenter d'attirer la pluridisciplinarité sur des domaines jugés prioritaires... En fait, sur ce type d'incitations, les équipes reçoivent bien des fonds supplémentaires à leur dotation budgétaire, mais ils viennent la plupart du temps de leur propre organisation. Ces financements soutiennent donc des projets de recherche et non plus des prestations de service. De tels soutiens à la recherche se généraliseront durant les années quatre-vingt avec les appels d'offre de la Communauté européenne (en particulier ceux destinés à la recherche pour le développement dans les champs prioritaires de l'agronomie et de la santé, comme le

programme « science et technique pour le développement », STD I, II, puis III) à partir de 1983.

Toutefois, la lisibilité de ces ressources extérieures qui soutiennent des activités très différentes n'apparaît pas dans les documents officiels de l'Orstom, où tout est globalisé sous l'appellation « convention » ou « marché ». L'absence de comptabilité analytique (jusqu'au milieu des années soixante-dix), puis la dispersion en plusieurs départements après 1982 rendent en outre impossible de discerner les activités effectuées par les uns ou les autres, et donc aussi par les hydrologues. On ne peut procéder qu'à des approximations. Celles auxquelles il est fait allusion au chapitre IX avancent que les conventions dans les années soixante-dix représentent quelque 5 % du budget général de l'Office, soit environ 15 à 20 % des dépenses de fonctionnement (qui sont globalement de l'ordre de 25 % dudit budget). Elles supputent aussi que l'hydrologie rapporte au moins 30 % de ces financements sur conventions. De tout temps, en particulier pour les hydrologues, une telle source d'argent « frais » a facilité les activités de terrain souvent dispendieuses et leur a permis de procéder à des acquisitions de matériels bienvenues. Le dernier paragraphe des conclusions et recommandations du rapport de la commission d'audit du DEC indique que les financements extérieurs ont représenté jusqu'à 60 % des moyens de fonctionnement du département. Cette assertion, bien tardive, et ce chiffre, non justifié par ailleurs, semblent l'une et l'autre exagérés.

Le premier rapport à réduire quelque peu l'opacité des ressources sur conventions (dont le montant total ne s'éloigne toujours pas du constant 5 %...) est celui de 1995, qui en donne la répartition selon leurs origines :

- 29 % du ministère de la Coopération,
- 27 % d'autres ministères français,
- 27 % de l'Union européenne,
- 5 % de sources internationales,
- 12 % d'autres sources publiques et privées.

Connaissant à peu près la nature des soutiens qu'apporte généralement tel ou tel bailleur de fonds, on peut seulement supputer très grossièrement que les financements pour les

activités d'ingénierie (hydrologique) ont dû se maintenir au moins à la moitié des ressources extérieures globales. La constante de 5 % reflétant l'accroissement régulier des effectifs donc des capacités de l'établissement montre *a contrario* que celui-ci n'a fait aucun effort particulier pour augmenter sa « part de marché », malgré la mise en place d'une direction spéciale chargée de la valorisation... La réticence des mentalités des agents vis-à-vis de l'ingénierie n'a fait que croître, car la constante de 5 % montre aussi qu'elle ne représente que l'arrivée croissante des financements de projets de recherche que plus normalement tout chercheur devrait bien accueillir et même aller « chercher ». Mais là aussi, les mentalités françaises habituées à un financement régulier et reconduit d'année en année sont encore plus paresseuses à aller au-devant des crédits que ne sont celles des chercheurs américains ou britanniques pour lesquels ces ressources-là sont essentielles.

En conclusion, l'on peut avancer sans risque de trop se tromper que les hydrologues ont, sur le plan des activités d'ingénierie et d'hydrologie opérationnelle plus ou moins associées, traversé trois périodes :

- une première au cours de laquelle, durant environ quinze ans, ils conduisent essentiellement de telles activités sur le budget qui leur était octroyé et sur conventions (ou marchés de gré à gré) ;

- une seconde, du début des années soixante à la fin des années soixante-dix, durant laquelle les budgets octroyés servent au développement croissant des activités de recherche (hydrologie opérationnelle incluse, en général) et les conventions permettent de maintenir un niveau élevé d'activités vouées à l'ingénierie ;

- enfin, une dernière partie qui commence avec la réforme de 1982 au cours de laquelle les activités de recherche continuent sur financement budgétaire, avec quelques apports extérieurs, tandis que celles d'hydrologie opérationnelle ont une forte tendance à décroître (bien qu'encore financées en partie sur des fonds extérieurs), et que celles d'ingénierie ne se poursuivent qu'implicitement et en fonction de la demande extérieure toujours active.

## Les relations avec la Banque mondiale

Le tableau de la répartition des sources de financements extérieurs donnée pour 1995 indique une part très modeste de 5 % attribuée par les institutions internationales, c'est-à-dire surtout par la Banque mondiale. C'est une part vraiment modique face à un bailleur de fonds des plus importants et dont l'intérêt pour l'Afrique, terre privilégiée de l'Institut, va croissant depuis plus de dix ans. La Banque reconnaît-elle les capacités de l'Institut ou, les équipes de celui-ci n'ont-elles pas d'attrait particulier pour ce bailleur de fonds exigeant, dont l'orientation en faveur d'un marché libéral dominant à l'échelle planétaire heurte les mentalités de beaucoup d'agents ?

La seconde hypothèse semble certainement la plus vraisemblable, car on sait combien cette organisation est apte à identifier talents et capacités sur cette planète et combien elle est pragmatique et susceptible de s'adapter plus rapidement que d'autres.

En outre, et pour ce qui concerne l'hydrologie, les compétences sont parfaitement connues à Washington puisque, en mai 1986, la commission scientifique d'hydrologie-pédologie et le Cirad ont conjointement organisé un séminaire promotionnel de leurs acquis et capacités, qui a un grand succès parmi les responsables techniques et géographiques de la Banque venus y participer. Les actes de ce séminaire ont d'ailleurs été publiés par l'Orstom et traduits en anglais par la Banque (ouvrage collectif, 1986).

Certes, l'ouvrage dresse le bilan de ce qui a été fait en ces domaines depuis 1945, non seulement en matière d'acquisition d'informations et d'accroissement des connaissances, mais il précise aussi les capacités d'intervention face à des problèmes de développement de tout type. Pour l'hydrologie plus particulièrement, le document « Évaluation et utilisation des ressources en eau des régions semi-arides et intertropicales » traite successivement :

- des réseaux hydrométéorologiques, de leur conception, de leur gestion et de métrologie ;
- de l'élaboration et de la gestion des fichiers de données hydrométéorologiques ;
- de l'évaluation des ressources en eau des grands et moyens bassins ;
- des ressources en eau des petits bassins du milieu rural ;
- des modèles hydrologiques et de leur usage pour l'exploitation des eaux à des fins multiples ;
- de l'utilisation des eaux pour la production agricole et forestière ;
- de l'estimation et de l'exploitation des eaux souterraines.

Il présente en outre l'information scientifique et technique disponible (plus de 80 références bibliographiques sélectionnées), les capacités de formation et d'intervention françaises et il conclut sur une évocation des grands problèmes actuels et sur quelques perspectives d'avenir. Il mentionne quelques-unes des grandes réalisations de l'Orstom (ou auxquelles il a été étroitement associé) pour l'équipement et la gestion de stations hydrologiques modernes automatisées, ainsi que la télétransmission des données par satellites (projet Hydroniger et réseau Argos en Amazonie), et également la lutte contre l'onchocercose dans le bassin de la Volta (prévisions de débit d'étiage en des sections choisies pour injecter la dose appropriée d'un produit létal pour la mouche vecteur de cette cécité des rivières).

Une seconde conférence a complété celle consacrée à l'hydrologie. L'Orstom et le Cirad y traitent plus spécifiquement de l'utilisation agricole de l'eau. Les thèmes abordés se situent en limite des sciences hydrologiques et des sciences de l'eau pour l'agronomie : caractérisation de climats et d'agroclimats, relations eau-sol-plante-climat, problèmes d'irrigation, d'aménagement des bas-fonds, d'avertissement agricole...

Deux autres conférences complètent harmonieusement cette présentation des capacités françaises. Elles exposent les acquis en matière de travaux pédologiques, de fertilité des

sols et de fertilisation des cultures ; parmi ces travaux certains touchent aux sciences hydrologiques (en particulier à l'érosion et la dynamique des eaux dans les sols).

Ce séminaire en 1986 a peut-être servi de révélateur puisqu'en 1989, l'Institut est partie prenante à un grand projet piloté conjointement par la Banque mondiale, la Banque africaine de développement et le FAC. Ce projet, dit de « water assessment » sur toute l'Afrique, est destiné à évaluer l'état des réseaux et des données hydrologiques et à planifier leur amélioration et leur durabilité.

### **La filiale d'ingénierie**

Il est possible de revenir maintenant à la coopération entre l'Orstom et EDF.

La suppression du Service hydrologique et le départ de Marcel Roche, en 1984, entraînent une révision en profondeur du texte de la convention de 1960 (qui confie au Comité technique d'hydrologie de l'Office la supervision des activités conjointes conduites sous la direction d'un ingénieur EDF). Dans la pratique, l'organisation hiérarchique de ce service donne en fait à EDF le pouvoir réel sur les activités hydrologiques de l'Orstom et le libre accès aux données collectées. La convention, signée en janvier 1986, stipule qu'« EDF aura gratuitement libre accès aux moyens logistiques du laboratoire d'hydrologie de l'Orstom » donc aux données et logiciels facilitant leur usage, ce qui, on l'a déjà relevé, reste l'objectif stratégique principal d'EDF. Par ailleurs, EDF qui ne dispose plus que d'un agent spécialisé en hydrologie tropicale le met gratuitement à disposition de l'Orstom cinq mois par an. Pour le reste, chaque partie paye l'autre au coup par coup, au temps passé, projet par projet. Pour l'Orstom, l'engagement financier permanent d'environ 2 millions de francs par an (valeur 1979) cesse alors.

Bien que sans grands moyens propres, EDF conserve quelque présence et les avantages mentionnés. Du côté de

l'Orstom néanmoins, se profile déjà l'idée d'une filiale de valorisation hydrologique pour clarifier les activités d'ingénierie (qu'il conduit toujours et qui sont difficiles à exécuter dans les nouvelles structures internes de recherche de l'établissement). Durant les années 1986 et 1987, l'idée mûrit et plusieurs dossiers sont présentés, revus et discutés. Pour atteindre son objectif, l'Orstom met en place, en 1988, Ector (Études, consultations et technologies Orstom), une structure interne chargée de coordonner les activités de valorisation économique en hydrologie qui doit servir de base à une expertise sur la faisabilité financière et sur l'opportunité de création d'une véritable filiale. Pendant plus d'un an, Ector est une simulation de la future filiale. C'est une simili-filiale qui va permettre de vaincre les réticences administratives. Malgré les grands discours sur la valorisation, la prudence règne dans un milieu étranger à la compétition sur les marchés d'études et malgré la renommée de l'Institut auprès des principaux bailleurs de fonds. Même les plus ardents partisans de la filiale rédigent des notes internes qui montrent honnêtement les potentialités et les difficultés et se contentent d'afficher les besoins financiers minimaux pour commencer à travailler. Ils n'évoquent jamais les ressources espérées, pourtant indispensables à tout organisme financier pour établir les budgets d'une nouvelle entreprise. Une simple « simulation » rétrospective sur deux ou trois ans de conventions exécutées aurait pu donner une idée des potentialités de revenus attendus pour la filiale.

Trois ans sont nécessaires pour aboutir, pour passer d'Ector à la filiale ; il est vrai qu'entre temps survient un changement de direction générale, celle de 1989. Le groupement d'intérêt économique « Hydroconsult international » est créé en mai 1992. L'Orstom a 67 % des parts et EDF en a 33 %. Première structure de valorisation économique de l'Orstom (encore une fois les hydrologues sont pionniers), elle reçoit une double mission :

- s'occuper de créer et d'encadrer des structures hydrologiques (réseaux, collecte et traitement de données) ;
- conduire des études hydrologiques appliquées aux aménagements et à l'utilisation des eaux, en répondant aux appels d'offres non seulement au niveau des conceptions,

mais également à ceux de la faisabilité, de l'impact et de la gestion.

Dans son rapport, la commission d'audit du DEC s'inquiète du manque de clarté quant à la place exacte de ce Groupement d'intérêt économique (GIE) au sein du DEC ou en dehors, au choix des personnels appelés à y travailler et « prélevés » sur les équipes de recherches. Les inquiétudes de la commission sont compréhensibles, mais c'est une « première », avec ses défauts. On sait que chez certains anciens, un attachement, presque viscéral existe toujours entre recherche et ingénierie et que, jusqu'alors, presque chaque hydrologue passe une partie de son temps en recherche, une autre en ingénierie et une troisième en hydrologie opérationnelle, sans souvent qu'il sache bien distinguer ces trois parties avec netteté.

D'ailleurs, la mission attribuée à Hydroconsult ne se limite pas à la seule ingénierie (c'est-à-dire à l'application de connaissances hydrologiques aux calculs et à la gestion d'aménagements hydrauliques), elle prend aussi en considération la création et l'encadrement des réseaux et du traitement de leurs données, supports de beaucoup de recherches qui depuis 1984 sont restés en porte-à-faux entre les activités des unités de recherche et du laboratoire d'hydrologie.

Comme le département des eaux continentales, le GIE est clos en 1996 par la nouvelle équipe directoriale, sans raison apparente... Un bilan peut-il être dressé de ces quatre années de travail et justifier ou non cette dissolution ?

On a parlé de volume d'affaires insuffisant, de désintérêt d'EDF... Il est trop tôt pour dresser un tel bilan, d'autant que l'approche choisie pour cet ouvrage est historique et non critique.



## Chapitre XVI

### **Des sciences hydrologiques aux sciences de l'eau**

Les changements politiques importants qui surviennent dès 1982 ont des répercussions notoires sur l'Orstom et sur le domaine des sciences hydrologiques qui lui est propre et ils affectent également le comportement des autres acteurs de la communauté scientifique française. Au plan international, la science continue sa progression avec une certaine participation française. Il faut essayer maintenant de voir comment ces changements ont influencé le comportement de l'Orstom et de ses chercheurs, et inversement et comment les hydrologues de l'Institut se situent au plan français comme au plan mondial.

Nous avons constaté (chapitre XII) la montée en puissance des problèmes de pollution et de gestion concertée des eaux en France durant les décennies soixante et soixante-dix. Ces problèmes ont entraîné un investissement de divers laboratoires universitaires et la création d'un DEA national de l'eau dès 1970. La dispersion et la petitesse de ces équipes sont pourtant encore notoires et elles sont mentionnées par beaucoup d'acteurs et d'observateurs.

Au cours des années quarante-vingt, les problèmes croissent et la dispersion et la faiblesse des équipes engagées en hydrologie font l'objet de nombreux rapports. Dès 1982, à la demande du ministère en charge de l'environnement, J. Estienne et G. Martin examinent la situation globale des capacités dans le domaine de l'eau, c'est-à-dire au-delà du seul secteur des sciences hydrologiques. Leurs constatations

ressemblent aux précédentes. Ils regrettent que le CNRS n'ait pas de structure adaptée aux recherches sur l'eau, et que les capacités françaises de formation soient bien inférieures à la demande, que gonflent les pays en voie de développement. Ils font vingt propositions d'ordre organisationnel, dont beaucoup restent lettre morte, comme le constatent amèrement J. Jacquet en 1984, et C. Bocquillon en 1989, dans les rapports successifs qui leur sont commandés sur le même problème.

Leurs diagnostics se font tristement écho dans leur pessimisme : éclatement des thèmes de recherches, incohérence des programmes, diversité des motivations, gaspillage de moyens, domination de la demande sociale dispensatrice de crédits pour des objectifs divers et à court terme, etc. Ils voient l'hydrologie comme une science sinistrée, alors qu'elle allait être vitale pour le pays dans les années à venir.

## **Le potentiel hydrologique français**

En 1990, à nouveau, un inventaire et une évaluation du potentiel français en hydrologie sont demandés conjointement par les ministères en charge de la recherche et de l'environnement. Ce rapport (P. Dubreuil, 1990) fait état des forces disponibles au début des années quatre-vingt-dix dans le pays.

Il introduit d'abord le nécessaire distinguo entre les sciences hydrologiques (telles que définies au chapitre II) et le domaine des sciences et techniques de l'eau (qui comprennent à la fois les disciplines concernant l'aménagement, l'utilisation et la gestion des eaux, donc aussi bien le traitement des eaux, l'assainissement urbain, l'irrigation, que la production d'énergie hydraulique, entre autres). Ce domaine des sciences et techniques de l'eau est en forte expansion, comme il est logique dans un pays développé et très peuplé où la lutte contre la pollution et la fourniture d'eau potable à bon marché sont les

revendications sociales majeures vis-à-vis de l'eau. Quant aux sciences hydrologiques, elles s'inscrivent comme un ensemble « intrus » au milieu d'anciennes sciences déjà établies, auxquelles elles vont d'ailleurs emprunter outils, méthodes et ressources humaines : chimie, écologie, géographie, géologie, mécanique, météorologie, physique, etc sans oublier l'agronomie, la biologie, l'économie, le génie civil, la médecine ou la sociologie et le droit, plus proches cependant des sciences de l'eau que de l'hydrologie.

L'inventaire du potentiel hydrologique ainsi circonscrit s'appuie sur 120 réponses à un questionnaire détaillé adressé à 150 structures (qui vont du laboratoire de recherche à la société privée d'ingénierie, puisqu'il s'agit de couvrir également les domaines de l'hydrologie opérationnelle et de l'ingénierie hydrologique). Le tableau 12 en fournit, de manière condensée, le résultat par grands agrégats.

*Tableau 12*  
*Estimation du potentiel hydrologique (en France, en 1990)*

Secteur	Nombre de chercheurs et ingénieurs*	Nombre d'équipes de plus de cinq agents
Sciences hydrologiques	230 (60)	19 (5)
Hydrologie opérationnelle	175 (12)	5 ?
Ingénierie	220**	4 ?
Total	625	28 ?

Les chiffres entre parenthèses concernent l'Orstom.

\* Nombre d'agents équivalant à un plein temps pour un effectif engagé supérieur.

\*\* Chiffre très approximatif.

Au-delà de l'aridité des chiffres de ce tableau, l'analyse approfondie des réponses au questionnaire apporte plusieurs éclairages intéressants :

– environ 60 % des équipes de recherches (elles sont près de 50) sont de taille insuffisante ; la dispersion des effectifs continue, elle est encore plus élevée en milieu universitaire

mais Orstom, Cemagref, EDF et BRGM la compensent par ailleurs grâce au bon groupement de leurs forces vives ;

- hors ces grands organismes, l'affichage clair de la problématique hydrologique (dans le titre de l'unité ou les principaux programmes de recherche) n'est le fait que de 20 % des équipes, ce qui est un signe de faiblesse ;

- les trois quarts de la problématique principale des équipes de recherche sont relatifs aux eaux superficielles ;

- le potentiel en sciences hydrologiques est constitué à parts égales par l'université et le CNRS d'un côté, et les quatre grands organismes cités plus haut d'un autre côté ;

- ces scientifiques sont dans trois mouvances originelles, celles de la géologie, de l'hydraulique (ou mécanique des fluides) et de la géographie, auxquelles se rattachent souvent des équipes universitaires ;

- bien que la dispersion des effectifs soit accentuée par une égale dispersion géographique en plus de 25 agglomérations différentes, on constate cependant que 60 % des équipes, qui comprennent 80 % des effectifs, sont concentrées en seulement 6 agglomérations ;

- le taux de publications par chercheur est faible ; de l'ordre de deux par an en milieu universitaire, il tombe aux alentours d'une pour les gros établissements, producteurs de rapports techniques classés en littérature grise (avec lesquels évidemment leur productivité fait plus que doubler) ;

- au cours des années 1987 à 1989, le poids des auteurs français dans les trois grandes revues internationales d'hydrologie est de l'ordre de seulement 3 % ;

- les moyens financiers des équipes de recherches sont approximativement de l'ordre de 70 à 100 000 francs par an et par agent, dont de 30 à 70 % émanent de contrats externes. Ces chiffres peuvent signifier soit une insuffisance du soutien de base des laboratoires publics, soit au contraire une tendance à adopter la règle anglo-saxonne selon laquelle l'essentiel des ressources doit provenir de contrats...

Deux autres remarques méritent d'être mises en lumière à l'examen de cette analyse de potentiel. La première, relative aux activités d'ingénierie, énumère les doléances des bureaux d'études insatisfaits des informations hydrologiques mises à

leur disposition par la recherche et surtout par l'hydrologie opérationnelle productrice et détentrice de données : données difficiles à localiser parce que les producteurs sont trop nombreux, données souvent brutes non critiquées, avec lacunes, délais d'obtention trop longs...

Ces critiques ne sont pas arbitraires, car elles ont été formulées en des termes très voisins lors des Assises de l'Hydrométrie qui se sont tenues à Paris en novembre 1989.

La seconde remarque concerne la place de l'Orstom dans le palmarès français : l'établissement représente entre 25 et 30 % du potentiel français en recherche avec une concentration appropriée en équipes importantes. Sa part est plus faible en hydrologie opérationnelle, puisqu'elle ne serait guère supérieure à 8 % du potentiel de la France malgré le rôle très important (trop pour certains) joué en pays en voie de développement. Cette faiblesse apparente tient certainement à la sous-estimation faite (par ceux qui ont répondu au questionnaire) des temps partiels passés par les hydrologues de l'Institut aux tâches opérationnelles. Au plus haut de son engagement en hydrologie opérationnelle, l'Orstom s'occupe de 1 000 à 1 500 stations en collaboration avec ingénieurs, techniciens et agents subalternes des colonies puis des pays partenaires, tandis qu'en France le réseau hydrométrique national atteint 2 800 stations auxquelles s'ajoutent 900 stations de contrôle de la qualité et encore autant au service de l'annonce de crues. En chiffres approximatifs, l'Orstom assure (avec ses partenaires non comptabilisés) le suivi de 80 stations par agent, alors qu'en France le ratio se situe plutôt à 30 stations par agent, mais elles sont plus sophistiquées (avec en particulier la qualité des eaux et les annonces de crues). À ces réserves près, on peut cependant estimer que la concentration de l'hydrologie opérationnelle dans ce secteur est gage d'efficacité, ce que la dispersion française démontre aussi *a contrario*. En poids relatif, l'Orstom paraît insignifiant sur le plan de l'ingénierie française (il est vrai que l'on n'y a pas cherché à identifier l'équivalent en travail à plein temps...) mais, associé à EDF et en ne considérant que les pays en voie de développement, ce poids n'est plus négligeable bien qu'il

ne puisse être estimé (l'enquête n'abordait pas explicitement cet aspect « exportation » de l'ingénierie) à sa juste valeur.

Au cours de la décennie quatre-vingt, le potentiel français engagé dans les sciences hydrologiques a continué à s'accroître pour atteindre environ 230 chercheurs et ingénieurs (ou mieux, leur équivalent plein temps), mais il reste dispersé en de trop petites unités, surtout en milieu universitaire. L'Orstom représente de 25 à 30 % de ce potentiel, ce qui est considérable.

L'hydrologie opérationnelle reste aussi encore dispersée et manque d'efficacité dans la fourniture de données à la recherche comme à l'ingénierie.

Malgré ces défauts notoires et reconnus, des équipes françaises de recherche en sciences hydrologiques de grande qualité existent et figurent très honorablement dans la compétition scientifique au plan mondial.

## **Les sciences et techniques de l'eau**

En 1964, une première loi sur l'eau (voir chapitre VI) vise à organiser la lutte contre les pollutions croissantes des eaux et les risques soit d'inondations, soit de pénuries localisées ou temporaires. Les agences financières de bassin, devenues depuis agences de l'eau, sont l'un des fleurons de cette politique et favorisent la mise en œuvre effective de cette loi. Trente ans plus tard, bien que des résultats substantiels aient été obtenus entre temps, il reste beaucoup à faire, en particulier face à une société de plus en plus exigeante et pour laquelle les rivières font partie d'un environnement à protéger et à réhabiliter. Les pollutions diffuses d'origine agricole apparues plus tardivement se sont ajoutées de fait à celles d'origine urbaine et industrielle qui sont plus aisément localisables donc contrôlables. L'eutrophisation des lacs et des rivières est la conséquence logique de ces pollutions diffuses. En France, la surface irriguée a doublé entre 1970 et 1986 pour atteindre 1 700 000 ha ; le drainage a suivi au même rythme. Des

conflits d'usage sur une ressource réduite en période de sécheresse se produisent de plus en plus souvent. La situation de l'usage de l'eau s'est diversifiée et est devenue plus complexe. Les acteurs et les décideurs de ce domaine se sont également multipliés et, au plan des grands bassins comme au plan local la gestion de l'eau revêt une complexité et une diversité qui vont rendre nécessaire un rafraîchissement de la loi de 1964 (cela sera fait en 1992) et l'élaboration d'une doctrine plus structurée, plus diversifiée et plus efficace en matière de gestion de l'eau (voir le numéro spécial des Annales des Mines de 1988 sur la gestion de l'eau). On va parler de schémas directeurs d'aménagement et de gestion des eaux.

Outre l'administration publique et les agences de l'eau, plusieurs associations concourent à l'effort général comme l'Association française pour l'étude des eaux (AFEE) chargée de tâches documentaires, le Centre de formation international à la gestion des ressources en eau (Cefigre), fer de lance de l'expertise française à l'exportation, et la Fondation de l'eau de Limoges qui intervient pour préparer des techniciens aux métiers de l'eau. Sciences et techniques de l'eau prennent relativement plus d'importance aux yeux des pouvoirs publics que les sciences hydrologiques, car leur rôle économique et social est plus directement « visible » et il est considéré comme plus « urgent ». Le domaine économique de la distribution d'eau potable et de l'assainissement des eaux usées, au contraire du domaine hydrologique, voit une très forte concentration se produire avec la disparition des petits opérateurs et le développement des grandes entreprises (elles distribuent les deux tiers des 5 milliards de mètres cubes vendus annuellement) qui vont prendre très vite une dimension internationale.

Bien évidemment, la recherche en sciences et techniques de l'eau s'est considérablement accrue durant les deux dernières décennies. Alors que le domaine strict des sciences hydrologiques emploie quelque 500 agents et dépense en fonctionnement environ 35 millions de francs, celui des sciences et techniques de l'eau a une importance triple avec plus de 60 millions de francs de fonctionnement et quelque 1 000 à 1 200 agents impliqués. Le point important à noter

est que le secteur privé intervient ici pour près de 45 % de l'ensemble, preuve s'il en est de l'importance économique du secteur de l'eau. Les grands organismes déjà cités auxquels s'ajoutent l'Inra, le programme interdisciplinaire sur l'environnement PIREN du CNRS et les grands groupes privés sont les acteurs principaux de ce domaine de recherche dans lequel les analystes voient aussi une certaine dispersion. Mais ici, la compétition économique intervient... Les thèmes de recherche y sont surtout axés sur le traitement et l'épuration des eaux usées, sur les effets de la qualité des eaux sur la santé et les milieux aquatiques, sur les problèmes juridiques de la gestion de l'eau et sur les techniques d'aménagements.

### **La revue des sciences de l'eau**

Les sciences de l'eau dominent en importance les sciences hydrologiques, et leur poids leur donne une capacité certaine d'entraînement. La valorisation des travaux scientifiques par l'écrit en est une preuve. L'histoire des *Cahiers Orstom, série hydrologie* puis celle de la revue *Hydrologie continentale* qui lui succède ont déjà été contées. Et même si la dernière revue commune à l'Orstom et au Cemagref s'est remarquablement ouverte à la communauté scientifique de langue française, elle ne survit pas à la troisième vague de réformes et disparaît en 1994, neuf ans après son lancement. Les raisons évoquées pour cette disparition ne sont pas probantes : standing international non atteint selon l'audit du DEC, coût, position ministérielle défavorable à des revues produites par des EPST... Faut-il en conclure que la valorisation par l'écrit scientifique doit plutôt se faire avec des supports appropriés et externes à l'établissement ? C'est bien en tout cas ce qui survient, puisque la revue *Hydrologie continentale* disparaît ou est absorbée à l'occasion d'une fusion entre la *Revue française des sciences de l'eau* et la *Revue internationale des sciences de l'eau* (éditée au Québec) pour donner naissance à la *Revue des sciences de l'eau*.

La première de ces revues est très orientée vers la qualité des eaux et leurs aspects médicaux, pharmaceutiques et toxicologiques, la seconde plus ouverte au vaste domaine des sciences de l'eau. Celle-ci était éditée par l'Institut de la recherche scientifique INRS-EAU du Québec (depuis 1968 sous le titre de *Revue sciences et techniques de l'eau*, avec un encart dit *Revue internationale des sciences de l'eau* à partir de 1985) qui reste coéditeur de la nouvelle revue. Pour faire face à la complexité des acteurs français, il faut constituer de toutes pièces un Groupement d'intérêt scientifique (GIS) des sciences de l'eau, afin d'éditer à partir de 1982 ladite *Revue française des sciences de l'eau*. La composition de ce GIS est révélatrice :

- Association française de limnologie (AFL),
- Association générale des hygiénistes et techniciens municipaux (AGHTM),
- Association scientifique européenne pour l'eau et la santé (ASEES),
- Comité français de la recherche sur la pollution des eaux (CFRP),
- Groupement de recherche universitaire sur les techniques de traitement et d'épuration des eaux (GRUTTEE),
- Cemagref (n'a rejoint le GIS qu'en 1995),
- Orstom (n'a rejoint le GIS qu'en 1996).

Cinq membres appartiennent clairement au domaine des sciences et techniques de l'eau, les deux seuls qui interviennent en sciences hydrologiques, les rejoignent avec retard car ils sont alors engagés ensemble dans l'aventure de la revue *Hydrologie continentale*.

La nouvelle revue est créée en 1987 pour couvrir le vaste domaine des sciences de l'eau, et son but est de favoriser l'approche cohérente de disciplines aussi variées que l'hydrogéologie, l'hydrobiologie, l'écotoxicologie, la physico-chimie, le traitement des eaux... mais, l'hydrologie n'est pas citée. Est-ce la grande absente du rassemblement ou est-elle tellement évidente qu'elle n'est pas explicitée dans les attendus de cette création !

Permettons-nous ici deux remarques complémentaires : en France, il n'y a pas d'association d'hydrologie et les acteurs des sciences hydrologiques (hormis ceux des grands organismes) n'utilisent pas le terme « hydrologie » ni pour se désigner ni pour parler d'eux (voir l'étude du potentiel plus haut)... Il n'y a pas d'association d'hydrologie pour plusieurs raisons, la principale tenant surtout à l'ancienneté et à l'existence de la SHF qui couvre les domaines de l'hydrologie des eaux de surface sous l'angle de l'ingénieur, de l'hydrologie opérationnelle et de la mécanique des fluides. Cette SHF avec sa commission des débits à laquelle succède une commission, puis une division (où apparaît presque toujours le terme d'hydrologie) a dû implicitement étouffer dans l'œuf toute velléité ou tout intérêt à créer une association d'hydrologues à l'époque où l'hydrologie de l'ingénieur tient en quelque sorte le haut du pavé. Une autre raison peut tenir au fait que les autres chercheurs, essentiellement universitaires, ont leurs lieux de rassemblement au sein de leurs disciplines d'origine, à savoir la géologie et la géographie. En somme, les hydrologues de France ne s'avouent comme tels que lorsqu'il s'agit d'intervenir au niveau de l'AISH et de ses activités (congrès, symposiums, séminaires et colloques...).

S'il y avait eu en France une association des hydrologues, ou si les pouvoirs publics avaient facilité la création d'un grand institut de recherche hydrologique national appuyé sur le secteur opérationnel de collecte et de gestion des données (selon les modèles anglais, allemand ou québécois...) peut-être aurions-nous pu écrire une autre histoire dans laquelle les sciences hydrologiques auraient joué un rôle à la hauteur de leur importance sociale, économique et scientifique ? Il n'est pas dans notre propos de refaire le monde avec des si.

L'un des codirecteurs scientifiques de la nouvelle revue est Jacques Sircoulon, ancien corédacteur en chef d'*Hydrologie continentale* mais en 1996, il n'y a aucun chercheur de l'Orstom parmi les dix-huit membres du conseil scientifique. Il accueille cependant deux anciens membres de la commission scientifique d'hydrologie-pédologie de l'Orstom, un ancien élève camerounais, et quelques partenaires scientifiques occasionnels... Le poids

scientifique de l'Orstom en hydrologie n'apparaît plus en 1987, (et encore moins en 1996), au niveau atteint avec Jean Rodier dix ans auparavant. Sans vouloir analyser dans le détail ladite *Revue des sciences de l'eau*, on peut simplement noter que sur les seize articles du numéro spécial du dixième anniversaire, on ne voit apparaître la signature que de deux chercheurs de l'Orstom (l'un sur l'hydrologie en pays africains francophones, l'autre, un hydrobiologiste, sur les systèmes aquatiques continentaux).

### **Exemples de coopération des hydrologues à l'Orstom**

En dehors de cette image un peu contrastée prise à travers la *Revue des sciences de l'eau*, quels éléments nous permettent d'évaluer l'engagement de la recherche hydrologique de l'Orstom avec d'autres partenaires scientifiques, et notamment français ? Le choix est assez vaste d'autant plus que, d'année en année depuis approximativement le milieu des années soixante-dix, les collaborations sur programmes scientifiques augmentent entre les chercheurs de l'Orstom et ceux d'autres structures françaises, comme le rapport de l'audit du DEC en fait état. Nous avons retenu quelques exemples significatifs parmi d'autres pour illustrer cet engagement vers plus de collaboration : une ATP inter-organismes, le GIP Hydrosystèmes. et le colloque à la mémoire de Jean Rodier.

CNRS, Cirad, Inra et Orstom se sont associés entre 1981 et 1990 sur une Action thématique programmée intitulée « Étude de l'influence des couvertures pédologiques et végétales sur les bilans hydriques et minéraux ». Cette action englobe tout le champ du fonctionnement hydrologique du bassin versant et se focalise sur les éléments les plus difficiles à bien appréhender : la dynamique de l'infiltration et des mouvements de l'eau et des solutés dans les sols, et l'évapotranspiration des couverts. À frais partagés et par des incitations financières appropriées, elle mobilise de nombreuses équipes sur des terrains métropolitains,

méditerranéens (Tunisie), et tropicaux (Afrique et Brésil). Les équipes sont formées de chercheurs de disciplines variées et de divers pays. Confrontation des approches et méthodes entre disciplines, restitution des acquis en séminaires, contrôle d'un comité scientifique, tous les moyens sont déployés pour réussir cette action. Le document de synthèse final permet de nombreuses avancées pour une meilleure compréhension des mécanismes analysés. Il reflète aussi l'ouverture certaine de la communauté de l'Orstom sur la communauté française.

Cette ouverture se confirme au cours des années suivantes. La création d'un groupement d'intérêt public « Connaissance et gestion des hydrosystèmes » (GIP Hydrosystèmes) est un peu l'aboutissement des divers engagements au coup par coup déjà mentionnés au chapitre XIV. Il se donne pour ambition de coordonner l'offre de recherche des organismes publics, qui en sont membres, et d'organiser le dialogue avec les utilisateurs. Sept organismes signent la convention de constitution de ce GIP en 1992. Leurs parts respectives se répartissent ainsi :

CNRS 22 %,

Cemagref, Inra et Orstom 18 % chacun,

BRGM, Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer (Ifremer) et Office international de l'eau 8 % chacun.

Dans la notice justificative de cette création, il est reconnu « que la recherche sur l'eau est très morcelée et n'atteint pas toujours la masse critique pour être compétitive », ce que nous avons mis en évidence dans l'évaluation du potentiel français évoqué précédemment. Le domaine d'activités qu'il se donne couvre non seulement les hydrosystèmes continentaux, mais également leurs interfaces comme les estuaires, les lagunes et les milieux littoraux voisins, les forêts alluviales et les zones inondables ou humides.

Sur le plan stratégique et thématique, on trouve beaucoup de bonnes choses dans les objectifs de ce GIP Hydrosystèmes, et notamment :

– une priorité accordée aux changements d'échelles et aux transferts entre eau et sol, dans le prolongement de l'ATP mentionnée plus haut ;

– une volonté de relayer le Comité scientifique et technique des bassins versants représentatifs et expérimentaux qui fonctionne à titre consultatif auprès du ministère de la Recherche et d'appuyer le réseau européen des mêmes bassins (lancé en 1986 par la France et dont un hydrologue de l'Orstom fut le premier coordinateur) ;

– le besoin d'un thème nouveau sur « société et hydrosystèmes » sachant qu'il n'existe pas encore de communauté scientifique structurée sur un tel thème.

Les grandes lignes d'un programme de trois ans sont définies ; un budget est établi sur la base de 1,2 millions de francs par an pour le fonctionnement, et la mise à disposition de six à sept agents dont une majorité de chercheurs.

Constitué pour six ans, le GIP Hydrosystèmes promet beaucoup et dispose du temps nécessaire pour montrer que sa création répond réellement à un besoin. Il est cependant dissous au bout de sept ans. Comme pour le GIE Hydroconsult (chapitre XV) un bilan serait des plus opportuns pour justifier cette dissolution. Il semble, entre autres, que la création d'un Programme national de recherche hydrologique (qui rassemble les mêmes acteurs) n'ait plus rendu indispensable un tel GIP. Comme pour Hydroconsult, nous nous interdisons toute analyse critique sur un événement récent, et nous nous limitons à seulement mentionner ce second « décès ».

Le dernier élément (et non des moindres) de l'étroite association entre des équipes de l'Orstom et d'autres équipes françaises ou étrangères, est le symposium qui s'est tenu à la mémoire de Jean Rodier en 1995. Il apporte également des éclairages intéressants sur les avancées scientifiques que seules ces associations ont permis. Trente communications y sont présentées, dont un tiers relève de chercheurs de l'Orstom seuls, un deuxième tiers d'associations de chercheurs de l'Institut et d'autres structures, et le dernier tiers d'étrangers. Les associations concernent aussi bien des équipes de recherches françaises que brésiliennes, des universitaires que des ingénieurs africains. Dans l'ensemble, il s'agit bien de travail en équipe puisque (à part deux communications écrites chacune par un seul auteur) ; il y a

en moyenne trois auteurs par communication (l'une en compte 21 ; l'excès existe partout !).

Quelques-unes des avancées scientifiques apportées par ces travaux peuvent être mentionnées à titre d'exemples :

- la connaissance de la structure des champs pluvieux dans le Sahel, grâce à l'emploi du radar et d'observations pluviographiques denses ;

- la démonstration (à l'aide de nouveaux outils statistiques) de l'hétérogénéité des séries pluviométriques annuelles au Sahel, par l'identification d'une rupture en leur sein ;

- les origines des eaux survenant à l'issue d'un petit bassin versant en procédant à l'analyse isotopique et géochimique de ces eaux qui permet de discriminer eau ruisselante en surface, eau s'écoulant lentement sous la surface et eau de la nappe à écoulement plus lent encore ;

- l'usage de la théorie des ensembles flous pour revisiter et améliorer les méthodes de détermination de la crue décennale telles qu'imaginées dix ou vingt ans plutôt par Jean Rodier ;

- le couplage informatique entre modèle hydrologique et modèle numérique de terrain, pour faciliter l'usage des modèles spatialisés...

En résumé, et de manière un peu abrupte, l'on peut considérer que les équipes d'hydrologues de l'Orstom se sont tellement rapprochées des autres équipes françaises sur les thématiques scientifiques que peu de choses les en différencie, d'autant que l'hydrologie opérationnelle et l'ingénierie hydrologique s'amenuisent ou « se cachent » dans des filiales ; ce « peu de choses » étant la possibilité maintenue de l'expatriation de longue durée et de terrains d'action en pays étrangers, en général en voie de développement.

## Le forum de la SHF

Le développement des sciences de l'eau, comme l'a montré l'analyse du potentiel français en hydrologie, est certainement la caractéristique importante de l'époque. Les sciences hydrologiques y prennent leur place, mais cette place est un peu limitée, parce que la demande sociale et économique s'oriente ou est orientée plutôt et d'abord vers les sciences et techniques de l'eau (en quelque sorte vers le « développement », comme si celui-ci précédait toujours la « science » en soi). Même si, en cette fin de siècle, cette tendance se manifeste également partout dans les pays développés, le poids dominant des multinationales françaises de distribution, de traitement et d'épuration des eaux, et la présence d'agences de l'eau structurées et organisées en face d'une recherche hydrologique masquée et dispersée font tout naturellement que cette prépondérance des sciences et techniques de l'eau est ressentie en France plus fortement qu'ailleurs.

Dans ce contexte, et malgré lui, les travaux scientifiques français en sciences hydrologiques subsistent et nombreux sont de qualité. Les indicateurs déjà utilisés permettent à nouveau d'en témoigner.

De 1981 à 1995, 40 % des réunions régulières de la Société hydrotechnique de France continuent à être consacrées à des thèmes hydrologiques. Les sujets de préoccupations ou d'intérêt qui reviennent le plus souvent durant cette période de temps sont :

- l'hydrologie des milieux urbains, les mesures spécifiques à y conduire et l'assainissement en général,
- la pluviométrie et les sécheresses,
- le transport des sédiments,
- les crues et inondations et la maîtrise des débits par stockage,
- l'influence des activités humaines et le respect de l'environnement,
- les modèles de gestion de la qualité des eaux.

Peu de thèmes sont réellement nouveaux par rapport à ceux de la décennie précédente. Certains accentuent l'importance accordée à des problèmes sociaux tels que les conséquences des activités humaines ou des événements climatiques exceptionnels sur la qualité des eaux. Cette importance se reflète d'ailleurs au niveau des intitulés de la division de la SHF qui traite de ces sujets :

- en 1985, elle est division « aménagement des eaux » avec des sections (souvent temporaires) consacrées à la pluviométrie, à la glaciologie, aux transports solides et à l'hydrologie urbaine ; elles préparent les sessions techniques (qui incluent des communications) pour faire le point sur un thème donné ;

- en 1997, elle devient division « eau : ressources, aménagement et environnement » avec les sections déjà présentes depuis dix ans et une nouvelle intitulée « crues et inondations » que les catastrophes de Nîmes puis de Vaison-la-Romaine ont notamment conduit à créer.

La souplesse du dispositif de la SHF lui permet de s'adapter aux problèmes contemporains au fur et à mesure de leur apparition, en constituant un groupe de réflexion dont les travaux rapides conduisent à une session technique. Cela est d'autant plus remarquable que, depuis 1912 (alors que les problématiques n'étaient réellement que celles d'ingénieurs d'études et d'aménagements), elle a pu, apparemment à la satisfaction de tous, rester le forum privilégié des débats internes à une grande partie de la communauté française de l'eau (celle de l'hydrologie de l'ingénieur, de l'hydrologie opérationnelle et celle de l'ingénierie hydrologique) tout en intégrant les nouvelles priorités en matière d'environnement et de qualité des eaux par exemple. Bien que restant dominants, les ingénieurs y côtoient des universitaires et chercheurs, ce qui est essentiel car, comme on l'a montré, le secteur universitaire est d'importance égale à celui des grands organismes dans lesquels la tendance ingénieur reste fortement présente. Le forum de la SHF, bien que légèrement biaisé, n'en constitue pas moins un bon lieu de débats à la limite de la recherche et des études, ouvert sur le monde de l'aménagement.

## Les Français à l'AISH

Comme nous l'avons vu un peu plus haut, les scientifiques hydrologues n'ont pas d'association propre qui favorise l'expansion et la reconnaissance de leur domaine d'activités. Ils ne s'expriment sur la scène internationale que par le truchement de l'AISH et de sa partie française, le CNFSH. L'évolution de cette extériorisation vers l'international, aujourd'hui nécessaire à tout scientifique cherchant notoriété et renom, peut donc se mesurer à l'aune de ces structures de rencontres. L'évolution est assez forte, par exemple entre 1982 et 1992, lorsque l'on regarde la composition du CNFSH.

En premier lieu, le *numerus clausus*, plus ou moins maintenu par le passé, se modifie fortement, le nombre de membres passe en conséquence de 58 à 100 et plus. Une expansion et un rajeunissement considérable en résultent. Lors de cette expansion, la répartition entre les divers secteurs des sciences hydrologiques, selon le critère des domaines d'action des commissions permanentes de l'AISH (hydrologie de surface, hydrogéologie, neiges et glaces, qualité des eaux...), varie peu. En revanche, la réduction de représentants du monde des ingénieurs d'études et d'aménagements des grands corps de l'État est plus symptomatique, ainsi que l'arrivée notable de chercheurs de la filière « mécanique des fluides », jusqu'alors bien moins représentée que celles des géologues et des géographes. Les universitaires et les membres du CNRS représentent environ 40 % de l'effectif global du CNFSH, comme d'ailleurs les agents des grands organismes (BRGM, Cemagref, Inra, Orstom). Les chercheurs de l'Orstom, encore peu nombreux en 1982 (beaucoup, encore en poste outre-mer, ne sont pas invités à rejoindre le comité national) font une entrée remarquée en 1992 ; leur nombre triple et représente près de 20 % de l'effectif total (ce qui peut paraître une expansion forte, mais n'aboutit en fait qu'au poids relatif de cet Institut dans le potentiel hydrologique français de 1990).

En somme, le CNFSH donne l'impression, dans les années quatre-vingt-dix, de représenter correctement les forces

respectives du potentiel hydrologique français alors qu'avant, il paraissait n'en être qu'un pâle reflet puisque ceux qui y venaient étaient intéressés par une participation aux forums internationaux. Aujourd'hui, tout le monde se doit de participer à ces forums, la science s'est donné définitivement une dimension planétaire et le CNFSH a bien intégré cette évolution dans sa composition renouvelée.

Sur le plan des instances dirigeantes de l'AISH (après le retrait de Rodier de la fonction prestigieuse et primordiale de secrétaire général, à la fin de la décennie soixante-dix), les Français gardent quelque temps diverses positions dans l'association et ses commissions : au début des années quatre-vingt, Marcel Roche est secrétaire de la commission des eaux de surface et Frédéric Fournier (de l'Orstom) préside celle de l'érosion, et deux autres Français occupent les positions de vice-président dans les commissions des neiges et glaces et de la qualité des eaux. Dix ans plus tard, il y a toujours trois ou quatre hydrologues français dans les divers bureaux de l'association, dont un chercheur de l'Orstom. Cette présence maintenue atteste du rôle joué par la recherche française dans les sciences hydrologiques au plan mondial, malgré sa faiblesse structurelle interne, mais grâce peut-être à l'engagement toujours actif de l'Orstom hors de France.

Les nombreuses réunions internationales organisées sous l'égide de l'AISH de 1960 à 1980 (voir chapitre XII) démontrent bien qu'en sciences hydrologiques, comme ailleurs, la mondialisation s'impose très fortement. En effet, le rythme annuel de ces réunions (illustré par celui des publications de l'association) est voisin de deux avant 1960, et passe brutalement à quatre, puis à six en moyenne. La complexité croissante des thèmes à aborder au fur et à mesure du développement des connaissances justifie ce rythme. Durant cette même période, les programmes de recherches et les publications des hydrologues de l'Orstom sont assez bien en phase avec les thématiques principales au plan international.

Depuis 1980, les contenus des réunions montrent tout d'abord une forte concentration autour de quelques grandes thématiques, à savoir l'érosion et les transports de sédiments,

la qualité des eaux face à la pollution, l'hydrologie et l'hydrométrie des eaux de surface, les eaux souterraines. À toutes ces thématiques anciennes, mais en perpétuel renouvellement, se joignent des préoccupations plus contemporaines – comme l'approche du cycle global de l'eau sur la planète Terre ou l'application des concepts hydrologiques à la planification et à la gestion des ressources en eau –, qui occupent près du quart des réunions. Bien entendu, des sujets spécifiques importants tels que la modélisation, la prévision, l'usage des techniques spatiales, le contrôle ou monitoring, le changement climatique, etc. se retrouvent dans plusieurs thématiques.

Les thèmes spécifiques du monde tropical (donc plus orientés vers les besoins spécifiques des pays en développement) représentent environ 5 % des réunions : l'hydrologie des tropiques humides, les challenges en Afrique, le bilan de l'eau du sol en zone semi-aride ou l'érosion en zones escarpées.

Souvent présents à la quasi-totalité des réunions de l'AISH, les scientifiques français y présentent des communications, mais ne semblent pas jouer un rôle d'entraînement important. Ils ne figurent parmi les éditeurs des publications (donc parmi les organisateurs de réunions) que dans moins de 10 % des cas. Il est vrai que la contrainte linguistique continue malgré tout à freiner l'engagement dans une tâche très prenante. En fait, on trouve des hydrologues de l'association Orstom-EDF parmi les éditeurs français tant pour le catalogue des crues maximales mondiales que pour la conférence à la mémoire de Rodier, ainsi que plusieurs autres lors de l'assemblée générale de l'AISH qui s'est tenue à Rabat en 1997. Avant 1998, les réunions à thèmes tropicaux n'ont pas eu d'éditeurs français, hormis évidemment celle dédiée à Rodier. De même, la France accueille rarement une réunion internationale de ce type, sans doute pour les mêmes raisons et peut-être aussi par suite de la dispersion structurelle du potentiel français peu apte de ce fait à affronter ce genre d'entreprise, comme à en prendre l'initiative.

## **Le programme hydrologique international**

L'autre grand forum international d'action hydrologique est constitué par le Programme hydrologique international (PHI) géré par l'Unesco qui fait suite à la Décennie hydrologique internationale déjà évoquée pour la préparation et le suivi de laquelle l'Orstom avait dans les années soixante mis de suite un chercheur à disposition. Le PHI devient un instrument permanent de l'Unesco, un lieu de rencontres entre les pays développés et ceux en voie de développement dont les demandes doivent constituer les bases sur lesquelles s'édifie ledit programme. Phase quinquennale après phase quinquennale, le PHI évolue avec la demande d'aide et avec la science. Lors de la phase III, au début des années quatre-vingt, le programme est encore assez classique et il est plutôt dessiné suivant les contours des activités de recherche et de formation des années soixante-dix. Intitulé alors « Hydrologie et bases scientifiques de la gestion rationnelle des ressources en eau pour le développement économique et social », il comportait dix-huit thèmes généraux dont onze reflétaient les grandes problématiques de l'époque et sept concernaient plus spécifiquement la formation et le transfert des connaissances. Les hydrologues de l'Orstom travaillaient alors effectivement sur la quasi-totalité de ces thèmes, et ils ont continué jusqu'au début des années quatre-vingt. Cela correspondait à la politique maintenue de coopération et de présence sur le terrain tropical des chercheurs de l'Orstom depuis plus de quarante ans, et au suivi attentif de Jean Rodier, acteur principal au sein du comité national français pour le PHI.

Puis, en 1992, se tient la conférence sur l'environnement de Rio après celle de Dublin, plus spécialement axée sur l'eau et l'environnement, dans la perspective du XXI<sup>e</sup> siècle. Lors de la préparation de la phase V du PHI, les intitulés et les thématiques évoluent alors très vivement pour s'adapter à la montée en puissance mondiale de la problématique environnementale. On titre maintenant « Hydrologie et mise en valeur des ressources en eau dans un environnement durable » et, parmi les thèmes limités à huit, on peut noter les

processus hydrologiques et biogéochimiques, les processus éco-hydrologiques, la gestion intégrée des eaux urbaines et des références aux eaux souterraines « menacées » ou aux stratégies « en cas d'urgence ou d'intérêt antagoniste ». Ici également apparaît une bonne harmonie entre ces thèmes emblématiques internationaux et les programmes du département des eaux continentales de l'Institut. Bien qu'au cours des années quatre-vingt, le flottement interne à l'Orstom ait un peu éloigné ses hydrologues du comité français du PHI, ceux-ci reviennent dès le début des années quatre-vingt-dix participer à nouveau plus activement aux travaux de ce comité et, de là aux orientations du PHI. Ce PHI constitue en fait le cadre des activités hydrologiques soutenues par l'Unesco auprès des pays en développement, un programme avec lequel un organisme voué à la recherche en coopération se doit de rester en étroite relation et en bonne connivence.

### **Les ouvrages de synthèse**

La production d'ouvrages généraux de synthèse scientifique offre un dernier indicateur de la maturité des principaux acteurs des sciences hydrologiques en France. Cette production a l'abondance de celle des années soixante-dix et couvre bien l'évolution et la diversification opérée alors dans les sciences hydrologiques. Citons, à titre d'exemples, deux ouvrages d'hydrogéologie, l'un sur les principes et méthodes de Gilbert Castany, qui fut à cette branche des sciences hydrologiques au cours de l'après-guerre ce que fut Jean Rodier à celle de l'hydrologie des eaux de surface, et l'autre sur l'hydrogéologie quantitative de Ghislain de Marsily. Des ouvrages de synthèse similaires en géographie et en géomorphologie ne voient le jour qu'au milieu des années quatre-vingt-dix. Ils traitent respectivement du cycle de l'eau (R. Lambert) et de la dynamique du système fluvial (J.-P. Bravard et F. Petit). Un dernier ouvrage

de synthèse, à auteurs multiples, concerne l'altération, les cycles géochimiques et la qualité des eaux douces.

En revanche, aucun ouvrage marquant n'a été publié sur l'hydrologie des eaux de surface durant la même période, alors que l'évaluation du potentiel français évoqué en début de chapitre montre un engagement plus accentué des scientifiques dans ce champ que dans celui des eaux souterraines. Le manque d'auteurs volontaires ou la grande dispersion des acteurs peuvent être responsables de cette absence. Les hydrologues de l'Orstom lancent cependant un projet d'ouvrage sur ce thème, au début des années quatre-vingt-dix, avec un éditeur franco-américain. En 1995, il devient l'esquisse d'un précis d'hydrologie physique de quelque vingt-six chapitres répartis entre divers auteurs, coordonné par un comité de sept éditeurs dont deux chercheurs de l'Orstom. L'ampleur de la tentative la dessert et elle avorte. Plusieurs chapitres sont néanmoins rédigés, ils vont, pour certains, servir de matière à de futures publications.

On peut regretter qu'en cette fin de siècle l'affirmation des sciences hydrologiques dans le domaine des eaux superficielles en France soit ainsi affaiblie et amoindrie vis-à-vis d'autres champs voisins alors que les sciences de l'eau, au sens large, prennent le devant de la scène.

Prenons un dernier exemple d'ouvrage de synthèse récent relatif au domaine de l'eau pour montrer ce que la conjonction des sciences hydrologiques et de quelques autres composants des sciences de l'eau peut apporter, de manière très innovante, à la connaissance des écosystèmes aquatiques et au bon usage qui peut en être fait en partie à travers une juste évaluation des dysfonctionnements dus à l'action humaine et des moyens de les corriger. Citons la synthèse, parue en 1998 sous la direction de Michel Meybeck et Ghislain de Marsily, du fonctionnement hydrologique d'un système fluvial anthropisé, celui du bassin de la Seine. Cette synthèse, produite par quelque quinze auteurs présentant dix ans de travaux scientifiques dans le cadre du programme environnement du CNRS, vaut surtout pour avoir rapproché en un seul ouvrage les caractéristiques historiques et géographiques du bassin, et son fonctionnement écologique,

dans lequel une large part est faite aux pollutions et aux réactions de l'hydrosystème qu'elles affectent. Cet ouvrage se conclut par un éventail de modèles qui reproduisent les diverses composantes de cet hydrosystème et fournissent les outils de son fonctionnement futur. On est bien loin des simples monographies hydrologiques de bassin de l'Orstom. On peut regretter que cet Institut riche de tant de disciplines n'ait pas encore pu produire d'ouvrage similaire, d'autant que certains travaux conduits dans le passé autour du lac Tchad, ou de la mare d'Oursi (Burkina-Faso), et plus récemment autour du lac Titicaca (hauts plateaux andins entre Bolivie et Pérou) ou du bassin amazonien avaient été dans cette direction mais n'ont pas abouti réellement à des synthèses de même ampleur.

Avant de clore ce chapitre nous sommes tentés de revenir sur la caractéristique marquante de la période considérée, à savoir la prédominance des sciences de l'eau déjà évoquée à diverses reprises et en particulier au sujet des revues scientifiques en langue française. Essayons d'illustrer cette prédominance, ses causes et ses conséquences.

À la fin du XX<sup>e</sup> siècle, la raréfaction de l'eau et sa dégradation ont pris l'une et l'autre des dimensions inquiétantes puisqu'elles sont liées aussi bien à la croissance démographique qu'à l'amélioration générale moyenne des conditions de vie et des niveaux de revenus qui entraînent des consommations et des exigences de qualité accrues, et des demandes en biens alimentaires pour lesquels le recours à l'irrigation s'est intensifié. Pour faire face à cette raréfaction de la ressource en eau accessible comme à la dégradation de sa qualité, il a fallu accélérer la construction d'infrastructures, acquérir des connaissances et développer des méthodes de gestion à partir de contributions des sciences sociales, politiques et économiques. Grâce à ces derniers volets, les sciences de l'eau ont connu un développement accéléré. En fait, les programmes de recherche scientifique nécessaires pour fournir des éléments d'action aux sciences de la gestion sont maintenant très nettement précédés par les tendances économiques et les comportements sociaux ; c'est donc surtout dans ce champ socio-économique pertinent de la gestion que les sciences de l'eau vont continuer à se

développer. SASSEVILLE et de MARSILY (1998) en font une brillante démonstration sur laquelle nous nous appuyons.

Outre la prédominance des problèmes sociaux et économiques évoqués, les risques de changements climatiques (avec leurs conséquences éventuelles sur la ressource en eau, sa dispersion géographique et sa variabilité), et la tolérance de moins en moins importante qu'accorde la société aux désordres et risques environnementaux (exemple de l'apparent accroissement de phénomènes météorologiques et hydrologiques paroxysmiques récents) amènent à la réflexion hydrologique un lot varié et complexe de nouveaux sujets.

De nombreuses réunions scientifiques et d'information se sont tenues au cours de ces dernières années quant au futur des problèmes de l'eau et des sciences et techniques de l'eau (MURS, 1990). L'approche des problèmes s'intègre souvent aux grands domaines de la santé, de l'agriculture, de l'environnement et de la concentration urbaine. Pour chacun de ces problèmes, on identifie des questions à la science et des demandes de prises de décision appropriées aux pouvoirs publics. Mais, quel que soit le domaine considéré, il reste toujours le besoin d'une meilleure gestion de l'eau (plus participative tant au niveau des citoyens que des pays, plus réglementée et plus contrôlée).

Les sciences hydrologiques restent évidemment un sous-ensemble indispensable au développement harmonieux des sciences de l'eau souhaité par la société. Si ce sous-ensemble des sciences hydrologiques est déjà un des plus vastes et des plus diversifiés, l'adjonction des autres domaines des sciences et techniques de l'eau accroît évidemment encore plus la complexité de l'ensemble et, partant, sa lisibilité. L'ensemble ne peut pas être fortement structuré autour de méthodes et de connaissances communes, il doit plutôt être flou et segmenté. L'eau s'offre en tant qu'objet d'études vaste et divers pour un nombre élevé de disciplines, elles s'y intéressent selon leurs critères et leurs objectifs, et en utilisant leurs propres concepts et méthodes. C'est un objet de recherches commun non pas seulement aux hydrologues, au sens large et international de l'appellation, mais à des géologues, des chimistes, des ingénieurs, des géographes, des biologistes ou

des climatologues... hors, bien entendu, d'autres secteurs des connaissances que requièrent les problèmes d'utilisation et de gestion des eaux. L'agrégation sans doute souhaitable de toutes ces forces potentiellement utiles à la résolution des problèmes de l'eau peut se faire autour d'une « maison commune » de l'eau ou par le biais d'un « programme national de recherche hydrologique », ou par la combinaison des deux dont on parle depuis plus de dix ans....

Quoi qu'il en soit, les problèmes de l'eau requérant des sciences hydrologiques actives et efficaces vont se multiplier au XXI<sup>e</sup> siècle. Depuis la fin des années quatre-vingt, de nombreux spécialistes, parfois relayés par les médias, tentent d'attirer l'attention des pouvoirs publics des divers pays de la planète sur les problèmes gigantesques de distribution d'eau (plus de 200 millions d'habitants ne disposent pas du minimum requis de 1 000 m<sup>3</sup> par an dans près de vingt pays), et de traitement des eaux usées (sans lequel il n'y a pas d'hygiène possible, ce qui favorise la prolifération des maladies dépendantes de l'eau, vecteurs d'importantes mortalités surtout infantiles). Quarante pour cent de la population mondiale vivent dans des bassins internationaux sur environ la moitié de la surface de la terre : les risques de conflits pour posséder ou obtenir de l'eau vont se multiplier jusqu'à provoquer des guerres. Nguyen Tien-Duc (1999) récapitule tous ces problèmes et les divers efforts nationaux et internationaux réalisés ces dernières années. Depuis 1990, il ne mentionne pas moins de quatorze réunions internationales sur le sujet. Ces réunions viennent après une décennie internationale dédiée à l'eau potable et à l'assainissement, à l'issue de laquelle les statistiques montrent que si 75 % des habitants de la planète ont accès à l'eau potable, à peine 50 % disposent de l'assainissement.

Un effort considérable reste à faire, et principalement – si ce n'est pas presque exclusivement – dans les pays en voie de développement. Son coût est énorme. Or les ressources financières de l'aide au développement, malgré les engagements formulés par les pays donateurs dans de nombreux forums, stagnent bien en dessous de la barre « souhaitable » de 0,7 % du PNB. La part consacrée à l'eau s'est élevée de 5 à 15 milliards de francs entre 1986 et 1996

et ne représente alors que 6 % de l'aide totale évaluée à environ 250 milliards. Un mouvement lent mais net s'effectue maintenant en vue non seulement d'assurer une réelle prise de conscience des problèmes par les sociétés, mais aussi de mobiliser les États au-delà des déclarations de fins de réunions ; ainsi par exemple peut-on noter la création en 1996 de grandes organisations non gouvernementales, comme le Conseil mondial de l'eau et le « Global water partnership ». On peut enfin mentionner la conférence de Paris de mars 1998 sur l'eau et le développement durable, qui relance le débat au niveau des chefs d'États et actualise les recommandations pertinentes prises depuis dix ans dans les divers forums déjà évoqués.

Ce n'est certainement pas le moment pour la France, dont l'effort en faveur de l'aide au développement a toujours été l'un des plus importants et dont l'action originale dans les pays du champ de sa coopération, comme dans bien d'autres, a servi utilement le développement des infrastructures d'accès à l'utilisation des eaux comme à celui des connaissances hydrologiques requises soit de ralentir son effort, soit de ne pas continuer à valoriser, à soutenir et même à rendre plus efficace son dispositif de recherche dans le domaine de l'eau.

Mais est-ce bien dans ce sens logique de la demande sociale mondiale que le potentiel hydrologique français au service du développement est aujourd'hui orienté ? On peut en douter avec la disparition du département des eaux continentales de l'Orstom, la dissolution du GIP sur les hydrosystèmes et la fermeture du GIE Hydroconsult international qui surviennent successivement à la fin du XX<sup>e</sup> siècle. Analyser la pertinence de ces suppressions et tenter de juger de la validité de ce qui les remplace au plan national n'est pas évidemment du ressort de notre travail historique. Les événements sont trop récents, le recul manque, d'autant que l'accélération des réformes générales ne favorise pas la lisibilité.

## Épilogue

L'histoire de l'hydrologie française au service du développement est pour le moins originale et constitue certainement pour le XX<sup>e</sup> siècle une composante importante et digne d'intérêt de l'histoire plus générale de l'hydrologie en France durant le même siècle. Cette originalité tient aussi au caractère particulier que la France a donné à la mise en valeur de ses colonies puis, et sans solution de continuité, à l'aide au développement des pays devenus indépendants. Ce caractère la différenciera quelque peu des autres puissances coloniales de l'Europe occidentale, qui n'ont pas maintenu cette présence, disons « technique », sur le terrain.

Il est communément admis que l'hydrologie n'est devenue scientifique qu'à partir de 1674, lorsque le Français Perrault découvre la signification exacte du cycle terrestre de l'eau, en assortissant sa démonstration du calcul d'un bilan. La connaissance du cycle de l'eau et le calcul du bilan de l'eau commencent réellement l'une à s'accroître, l'autre à se préciser, au fur et à mesure que l'on observe en permanence des éléments de ce cycle et que sont inventés puis améliorés les instruments de mesure des termes du bilan. Concepts, méthodes et moyens de cette hydrologie scientifique s'élaborent et se diversifient sous la forte pression du développement industriel de la seconde partie du XIX<sup>e</sup> siècle, qui se traduit évidemment par une demande accrue dans le domaine de l'utilisation des eaux à diverses fins, en particulier pour la production d'énergie inconnue jusqu'alors. En effet, depuis l'Antiquité, nombreux sont les exemples de techniques d'utilisation des eaux (captage, détournement, irrigation...) que les hommes, sans connaissances précises sur le cycle de l'eau, ont cependant

mises en œuvre et améliorées sans cesse avec une remarquable ingéniosité. Le développement industriel s'accompagne évidemment de l'amélioration des techniques et permet la création de nouvelles techniques utilisant diverses sources d'énergie autres que la force humaine.

C'est bien le développement des besoins d'utilisation des eaux (on parle d'aménagements) qui entraîne celui de l'hydrologie scientifique et ce sont souvent ces mêmes aménageurs ou utilisateurs qui jouent un rôle moteur dans la montée en puissance de cette nouvelle science. Aménageurs et utilisateurs sont tous issus du secteur en pleine croissance des écoles d'ingénieurs et vont occuper l'espace des divers corps d'ingénieurs du secteur public français, en particulier. Donc comment s'étonner si, quelque cinquante ans plus tard, ce sont également des ingénieurs qui les premiers partent au service des colonies pour les mettre en valeur, ou les exploiter, selon la conception que les uns ou les autres s'en sont fait ensuite.

Si l'hydrologie scientifique acquiert son statut international juste après la Première Guerre mondiale (dans les années vingt), et qu'alors peu à peu se constitue de par le monde une communauté scientifique particulière qui tend à forger concepts et méthodes communs, l'hydrologie au service du développement des colonies n'explose réellement, en particulier pour la France, qu'après la Seconde Guerre mondiale. L'originalité française se manifeste dès le début de cette période. Comme l'hydrologie scientifique n'est pas reconnue explicitement au plan universitaire dans notre pays, il faut une très forte demande sociale du secteur des travaux publics d'une part, de celui de la production d'énergie d'autre part pour qu'une section d'hydrologie fluviale soit créée au sein du tout jeune Office de la recherche scientifique colonial, à côté de sections s'appuyant sur des disciplines universitaires reconnues. La création toute récente d'Électricité de France facilite cette naissance de l'hydrologie fluviale coloniale puisque cet établissement public reçoit d'emblée la mission d'organiser et de diriger cette étrange section et y conserve le pouvoir durant près de trente-cinq ans, en gardant, au-delà, l'accès à la banque de données hydrologiques constituée entre temps (banque

unique au monde sur les pays tropicaux, spécialement pour le continent africain).

Ainsi vit, grandit et s'impose au sein de l'Office colonial, puis de ses nombreux avatars, un étrange Service hydrologique qui associe un petit tentacule d'EDF tournée vers le monde extérieur, à un ensemble d'ingénieurs que l'on qualifie d'hydrologues auxquels s'adjoignent, plus tard, des universitaires de divers horizons. Ce composite étrange constitue en outre un corps plutôt autonome au sein de l'Office, et il jouit de cette association jusqu'à ce que le chamboulement politique de 1981 n'y mette fin. L'organisation hiérarchique typique du monde des ingénieurs y règne longtemps et facilite certainement l'accomplissement des objectifs stratégiques définis dès 1947 grâce à une judicieuse imbrication d'activités opérationnelles d'observations et de mesures en réseaux, de recherche scientifique expérimentale et d'interventions directes pour le développement local. Composite étrange et autonome, le Service hydrologique de l'Orstom constitue également (dans la même ligne stratégique) un creuset dans lequel s'amalgament aisément ingénieurs et universitaires pour former longtemps (presque trente ans jusqu'au milieu des années soixante-dix) un groupe d'hydrologues généralistes, aptes à tout faire, de la gestion de réseau, à la recherche et à l'ingénierie. Durant cette période dorée, ces hydrologues constituent près de 75 % de l'effort français dans le champ de l'hydrologie scientifique au service du développement de ses colonies, puis de ses anciennes colonies, puis des pays dits en voie de développement. En 1990, ils représenteront encore près du tiers du potentiel français en sciences hydrologiques, alors que ce potentiel se développe et se diversifie au fur et à mesure qu'apparaissent les nouveaux problèmes d'une société développée s'urbanisant, aux exigences croissantes devant les pollutions, inondations et sécheresses, et que la protection d'un environnement fragilisé par ses propres activités mobilise de plus en plus.

On ne peut nier qu'alors les hydrologues assurent les tâches requises par le développement et répondent rapidement et concrètement aux multiples demandes (dimensionner des ouvrages hydrauliques de production

d'énergie ou des ouvrages d'art de franchissement de cours d'eau ou identifier la fourniture d'eau de consommation ou d'irrigation, ou encore et plus tard proposer des modèles de simulation de systèmes d'eau et des modèles de gestion d'ensembles complexes d'aménagements de bassins versants). Priorité au service du développement est bien le maître mot des années quarante à soixante-dix. Les nombreuses sollicitations des États, de leurs administrations techniques, des structures d'aide et des bureaux d'études d'aménagements prouvent, si c'est encore nécessaire, cette priorité donnée au service du développement et à la réussite des entreprises. L'expansion géographique vers le monde méditerranéen puis vers l'Amérique latine consolide et valide la réussite acquise d'abord sur le pré carré des anciennes colonies africaines du monde tropical.

Toutefois, cette réussite dans le service du développement, cette originalité et cette autonomie interne ne facilitent pas l'évolution des hydrologues tropicaux au sein d'un organisme de recherche qui bouge, dans un environnement scientifique très actif et dans un pays dont la politique connaît des soubresauts divers. Resté longtemps snobé par les autres structures françaises de recherche, l'Orstom n'a de cesse de combler son apparent retard scientifique vis-à-vis de ses pairs métropolitains, en alignant autant que faire se peut le niveau de ses chercheurs et leur évaluation sur ceux du CNRS, entre autres. Cet effort se traduit par un renforcement des programmes de recherche scientifique au détriment des réponses directes au développement, par une lente distanciation des réalités de terrain, même si le discours officiel continue à assurer que la recherche est un moteur du développement, ce qui est vrai, mais sans vouloir voir que les pays aidés ne disposent pas encore de relais pour que cette production scientifique puisse concrètement servir à y accroître le niveau de vie. Les hydrologues, de par leur originalité et leur engagement au service du développement, ont plus de mal que les autres disciplines à mettre en pratique cette évolution vers plus de science. Restés, sur certains points d'hydrologie opérationnelle et en matière d'expérimentation sur petits bassins, en avance ou au même niveau que leurs collègues métropolitains, ils ne voient pas assez vite et assez

clairement que les sciences hydrologiques, en France comme dans le reste du monde développé, se diversifient vers les questions de cycles géochimiques, de qualité des eaux, de gestion des écosystèmes aquatiques, etc. et qu'il leur faut sortir du champ étroit de l'hydrologie quantitative des eaux superficielles qui fait encore leur renommée.

Le départ de Jean Rodier, figure emblématique de cette période (1946-1978), révèle brutalement la relative inadaptation des hydrologues aux problématiques des années quatre-vingt et les laisse de surcroît en désarroi face aux chambardements du microcosme scientifique que provoque le changement de majorité en 1981. À l'époque du devoir accepté pour le bien-être des pays aidés succède une période de contestation, de débat et de remise en cause des autorités traditionnelles. Au « top-down » succède le « bottom-up ». Aux instructions du haut en bas succèdent les propositions de bas en haut. Au silence discret des réunions et des notes de service succèdent l'agitation, la diffusion explosive de l'information, la communication tous azimuts... Les hydrologues mettent du temps à réagir. Leur bloc monolithique s'effrite quelque peu, la pression des jeunes universitaires de recrutement récent (désireux de ne faire que de la science, comme leurs collègues d'autres disciplines) joue un rôle dans cette fissuration. Après une période chaotique, l'esprit dynamique et innovateur des hydrologues resurgit et c'est l'aventure des eaux continentales qui réunit enfin des hydrologues, des pédologues et des hydrobiologistes autour d'une problématique commune d'hydrosystèmes à connaître en tant que tels, à protéger et à gérer. L'idée est excellente mais ils n'ont que six à sept ans pour la mettre en œuvre. Ils sont victimes de la maladie des réformes qui gagne les têtes dirigeantes de l'organisme qui, ayant perdu le pouvoir de décider des thèmes et programmes de recherche par la nouvelle suprématie du « bottom-up », semble n'avoir de cesse de proposer réforme sur réforme affectant surtout l'organigramme de l'Orstom (départements, unités de recherche, comités et commissions...) sans que le bien-fondé de ces modifications apparaisse clairement.

L'importance des sciences de l'eau, qui englobe les sciences hydrologiques, est incontestable dans la société

moderne d'un pays développé où l'accès à l'eau de qualité et la préservation d'un environnement durable (lutte contre les gaspillages et les pollutions) constituent deux revendications majeures. Elle l'est également (et peut-être encore de façon plus cruciale) dans les pays en voie de développement dont les besoins en eau vont exploser littéralement avec leur démographie galopante et leur croissance. Ces pays, bien souvent sous des climats austères, secs ou très chauds, connaissent toujours des difficultés d'accès à l'eau nécessaire à leur survie, et des pollutions et des dégradations des écosystèmes qui risquent d'être plus violentes et irréversibles. La minimisation des risques qu'engendrent les paroxysmes climatiques apparemment plus fréquents des dernières années (réchauffement planétaire...), le règlement des conflits que cet accès à l'eau va provoquer vont requérir davantage de sciences et de techniques de l'eau, davantage de sciences hydrologiques.

La connaissance fine des processus hydrologiques, leur représentation par des modèles appropriés qui prennent en compte les actions humaines sur les eaux disponibles, les procédures de gestion des eaux et de prévention des risques qui considèrent les facteurs sociaux, économiques et hydrologiques, tout cela demande une recherche scientifique coordonnée et multidisciplinaire servie par des équipes fortes et structurées. Le choix d'une approche coordonnée des hydrosystèmes continentaux faite par l'Orstom ces dernières années allait dans le bon sens. L'avoir interrompue n'était peut-être pas un choix stratégique judicieux. La dispersion et la faiblesse des équipes hydrologiques en France est restée patente durant tout le siècle ; l'absence de reconnaissance de ces sciences par la communauté française ne favorise pas la réponse qu'il faudrait fournir pour bien appréhender les problèmes de l'eau du XXI<sup>e</sup> siècle. Ce qui subsiste d'hydrologie dans ce qui fut l'Orstom peut contribuer à renforcer cette structuration interne en France, s'il était maintenu et renforcé. La réussite du partenariat avec des pays en développement, tant clamé depuis vingt ans, est à ce prix dans le domaine de l'eau.

Encore faut-il savoir si l'on se contente d'envisager la poursuite d'un partenariat entre équipes faisant de la science

sans plus vraiment, hors du discours incantatoire, se soucier de l'aide au développement. Mais on peut se demander s'il y a des sciences hydrologiques et même des sciences de l'eau en dehors de la pression sociale, de la force et de la demande du développement (pris dans toutes les acceptions du terme). On peut en douter après avoir suivi le déroulement de l'histoire de ces sciences en France, dans le monde et dans le cadre particulier de l'aide au développement.

L'hydrologie à l'Orstom a bien été UNE science hydrologique particulière au service du développement durant près de cinquante ans, par l'association étroite et originale de recherche, d'études et de gestion de réseaux. D'abord directement au service du développement jusque vers 1981, elle s'éloigne ensuite peu à peu de cet engagement direct et va vers plus de science, sans néanmoins que le service du développement n'en soit réellement abandonné ni même perdu de vue ; il est simplement maintenu mais un peu occulté, ou assuré plus indirectement. L'originalité de cette association s'estompe ensuite lentement et, hors la poursuite d'un partenariat avec des équipes de pays en développement, demandant parfois des présences de longue durée sur le terrain, il est et sera de plus en plus difficile de différencier « cette » science hydrologique des autres, de celles pratiquées ailleurs. Ainsi s'achève bien une période unique dans l'histoire coloniale et post-coloniale des activités hydrologiques entreprises par la France hors de son territoire.

Même si quelques allusions sont faites à la fin de l'ouvrage à des événements récents, l'essai historique qui s'achève ne porte pas sur la période postérieure à 1994, car elle est jugée trop récente pour être correctement analysée. Cet essai historique s'est voulu aussi objectif que possible et n'a été élaboré qu'à partir de documents écrits d'archives ou contemporains. Il est certainement incomplet pour certains ; il aurait pu être tout autre si l'on y avait introduit les témoignages divers et variés d'un grand nombre d'acteurs, qui regretteront sûrement de ne pas avoir été consultés ou cités, mais l'aspect normalement passionnel et subjectif de tels témoignages en eut fortement changé le contenu et la tonalité, au détriment de l'objectivité qui est resté notre critère principal.



## Références bibliographiques

### Références générales

Anonyme collectif, 1979, « Pour le développement ». *Sciences et techniques françaises*, Vienne. Min. Aff. étrangères.

BERQUE J., 1982 – *Recherche et coopération avec le Tiers Monde*, Paris, La documentation française.

BONNEFOUS E., 1963, *Les milliards qui s'envolent. L'aide française aux pays sous-développés*. Paris, Fayard.

BOURDILLON J. et al., 1991, *Les travaux publics français en Afrique sub-saharienne et à Madagascar 1945-1985*, Paris, L'Harmattan.

CHALIAND G., 1976, *Mythes révolutionnaire du Tiers Monde*, Paris, Seuil.

COMBES R., 1955, *Orstom Organisation. Activités. 1944-1955*, Ministère de la FOM.

CHATELIN Y, WAAST R., 1996, « L'Afrique scientifique de la fin des années 80. Approche bibliométrique », in *Les sciences hors d'Occident au XX<sup>e</sup> siècle*, vol. 6, Paris, Orstom.

COQUERY-VIDROVITCH C, MONIOT H., 1984, *L'Afrique noire de 1800 à nos jours*, Paris, PUF.

CNER, 1994, « Évaluation de l'Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération. Avis et recommandations ».

DUMONT R., 1961, *Terres vivantes. Voyage d'un agronome autour du monde*, Paris, Plon.

GLEIZES M., 1985, *Un regard sur l'Orstom. 1943-1983*, Paris, Orstom.

KAMARCK A., 1976, *Les tropiques et le développement économique*, Banque mondiale.

LAPÉROUSE J.-F. de, 1980, *Voyage autour du monde. 1785-1788*, Paris, Maspéro.

LENFANT, 1903, *Le Niger, voie ouverte à notre empire africain*, Paris, Hachette.

MAGE E., 1872, *Voyage au Soudan occidental (1863-1866)*. Paris, Hachette.

NEUVILLE D., BRÉARD C., 1884, *Les voyages de Savorgnan de Brazza, Ogooué et Congo (1875-1882)*, Paris,

ORSOM – « Courrier des chercheurs de 1949 à 1956 ».

ORSTOM – « Rapports d'activités de 1946 à 1955 et de 1964 à 1994 ».

PELLET A., 1978, *Le droit international du développement*, Paris, PUF.

RAGOUET P., SHIN T., WAAST R., 1994, « Science pour le sud, science pour le nord. Orstom et CNRS : champs scientifiques et contrastes épistémologiques », in *Les sciences hors d'Occident au XXI<sup>e</sup> siècle*, vol. 6, Paris, Orstom.

WINTER G., 1994, *L'Orstom : situation actuelle et perspectives*.

YACONO X., Rapport Orstom, 1971, *Les étapes de la décolonisation française*, Paris, PUF.

## **Publications dans le domaine de l'hydrologie**

Anonyme, 1951, *Annuaire hydrologique de la France d'outre-mer. Année 1949*, Paris, Orstom.

Anonyme, 1976, *Annales hydrologiques de la France d'outre-mer. 1972-1974*, Paris, Orstom.

Anonyme, 1979, *Annales hydrologiques de l'Orstom 1970-1973*, Paris, Orstom.

ALBERGEL J., 1989, *Genèse et prédétermination des crues au Burkina-Faso*, Paris, Orstom, coll. Études et thèses.

ARCHAMBAULT J., 1960, *Les eaux souterraines de l'Afrique occidentale*, Paris, Berger-Levrault.

BAUDOUIN D., DUBREUIL P., 1973, « L'inventaire des ressources en eau pour l'aménagement intégré du Wabi Shebelli d'Éthiopie », *Cah. Orstom, sér. Hydrol.*, vol. X, n° 3.

BEVEN K., 1987, « Towards a new paradigm in hydrology », *IAHS Public*, n° 164.

BONNIN J., 1987, « Histoire de l'eau aménagée par les hommes », *Cah. MURS*, n° 8.

BRUNET-MORET Y., 1968, *Étude générale des averses exceptionnelles en Afrique occidentale*, Paris, Orstom.

CALLÈDE J., 1983, *Emploi des satellites à orbite polaire pour la collecte de mesures effectuées aux stations hydrométriques*, Hambourg, AIHS Symp.

CASENAVE A., VALENTIN C., 1989, *Les états de surface de la zone sahélienne. Influence sur l'infiltration*, Paris, Orstom.

CASTANY G., MARGAT J., ROUX J.-C., 1986, « Origine, évolution et applications de l'hydrogéologie », in *Géologie*, n° 76/77, juin 1986.

CHÉRET Y., 1967, *L'eau*, Paris, Le Seuil.

CHEVALLIER P., POUYAUD B., 1995, « L'hydrologie tropicale : géoscience et outil pour le développement », *Publication, AISH*, n° 238.

DEVROEY E., 1939, « Le Kasai et son bassin hydrographique », in *Ann. T.P. de Belgique*.

DEVROEY E., 1941, *Le bassin hydrographique congolais, spécialement celui du bief maritime*, Bruxelles, IRCB.

DOSSEUR H., GUILBOT A., 1974, « Résumé des résultats de recherches sur le bassin versant d'Alrance », *Cah. Orstom, sér. Hydrol.*, vol. 11, n° 2.

DUBREUIL P., GIRARD G., HERBAUD J., 1968, « Monographie hydrologique du bassin du Jaguaribe », *Mémoire Orstom*, n° 28.

DUBREUIL P et al., 1972, *Recueil de données de base des bassins représentatifs et expérimentaux. Années 1951-1969*. Paris, Orstom.

DUBREUIL P., 1990, *Rapport d'évaluation du potentiel français en hydrologie*, Ministères chargés de la Recherche et de l'Environnement.

Équipe Hyperbav, 1990, *Structure et fonctionnement hydro-pédologique d'un petit bassin versant de savane humide*, Paris, Orstom, coll. Études et thèses.

ESTIENNE J., MARTIN G., 1982, « Études et recherches dans le domaine de l'eau », rapport au ministère de l'Environnement.

FRITSCH J.-M., 1992, *Les effets du défrichement de la forêt amazonienne et de la mise en culture sur l'hydrologie des petits bassins*, Paris, Orstom, coll. Études et thèses.

GIRARD G. *et al.*, 1972, « Modèle précipitation-débit à discrétisation spatiale », *Cah. Orstom, sér. Hydrol.*, vol. IX, n° 4.

GRUAU G., LEGRAND J.-P., 1999, « Historique du Comité national français de géodésie et géophysique (CNFGG) », Site internet cnfgg.

JACCON G., SÉCHET P., 1980, « Base de données hydrologiques du nord-est brésilien », *Cah. Orstom, série Hydrol.*, vol. XVII, n° 3 et 4.

JACQUET J., 1984, « Le développement de la recherche hydrologique en France en relation avec l'influence de l'homme sur le cycle de l'eau et la prévision des crues », in *La Houille blanche*, n° 5, Paris.

LAFFORGUE A., NAAH E., 1976, « Exemple d'analyse expérimentale des facteurs du ruissellement sous pluie simulée », *Cah. Orstom, sér. Hydrol.*, vol. XIII, n° 3.

LEBEL T. (éd.), 1995, « Hydrologie et météorologie de méso-échelle dans HAPEX-Sahel ; dispositif de mesures au sol et premiers résultats », Paris, Orstom.

L'HÔTE Y., 1990, « Historique du concept de cycle de l'eau », *Hydrol. continent.*, n° 5, 1.

MEDINGER G., 1948, « Les stations de jaugeage en Algérie », in *Terres et Eau*, n° 3, Alger.

MURS, 1990, *L'eau des hommes en l'an 2000*, Paris, MURS.

NORMANDIN A., 1925, « Les crues du fleuve Rouge et la défense du delta du Tonkin contre les inondations », *Ann. des P & C*, fasc.1, tome 1.

NGUYEN TIEN-DUC, 1999, *L'humanité mourra t-elle de soif?*, Paris, Hydrocom Éditions.

OLIVRY J.-C., SIRCOULON J., 1998, « Évolution des recherches hydrologiques en partenariat en Afrique sub-saharienne : l'exemple des pays francophones », in *Revue des sciences de l'eau*, vol. 11, numéro spécial 10<sup>e</sup> anniversaire.

Ouvrage collectif, 1974, « Décennie hydrologique internationale. Résumés des résultats de recherches obtenus par la France sur bassins représentatifs », *Cah. Orstom, sér. Hydrol.*, vol. XI, n° 2.

Ouvrage collectif, 1986, « Sols et eaux. Acquis et perspectives de la recherche agronomique française en zone intertropicale », in *Actes du Séminaire Banque mondiale de mai 1986*, Paris, Orstom.

Ouvrage collectif, 1988, « La gestion de l'eau », in : *Annales des Mines*, juillet 1988.

Ouvrage collectif, 1992, « Rapport de la commission d'audit du département des eaux continentales de l'Orstom ».

POINTET Th., 1985, « Aperçu sur l'hydrogéologie des milieux fissurés », *Note techn. du BRGM*.

POUYAUD B., 1979, « Étude de l'évaporation d'un lac en climat soudano-sahélien », *Cah. Orstom, sér. Hydrol.*, vol. XVI, n° 2.

POUYAUD B. et al., 1994, *Schéma directeur du département Eaux continentales*, Paris, Orstom.

REMENIERAS G., 1960, *L'hydrologie de l'ingénieur*, Paris, Eyrolles.

RIBSTEIN P., 1990, *Modèles de crues et petits bassins versants au Sahel*, thèse, univ. de Montpellier.

RIOU C., 1975, « La détermination pratique de l'évaporation. Application à l'Afrique centrale », *Mémoires de l'Orstom*, n° 80.

ROCHE M., 1963, *Hydrologie de surface*, Paris, Orstom et Gauthier-Villars.

ROCHE M. et al., 1974, *Étude méthodologique pour l'utilisation des données climatiques de l'Afrique tropicale*, 3 vol., CIEH, Minist. de la Coopération.

RODIER J., 1978, « Les recherches et études hydrologiques de l'Orstom », in *L'eau et l'Industrie*, n° 21, janv. 1978.

SASSEVILLE J.-L., MARSILY G. de, 1998, « Les sciences de l'eau : présent et futur », in *Revue des sciences de l'eau*, vol. 11, numéro spécial, 10<sup>e</sup> anniversaire.

SUTCLIFFE J.V., PARKS Y.P., 1999, « The hydrology of the Nile », *IAHS Spec. public.*, n° 5.

UNESCO, OMM, AISH, 1974, *Trois siècles d'hydrologie scientifique, 1674-1974*.

VOLKER A., COLENBRANDER H., 1995, « History of the International association of hydrological sciences », in *Chroniques UGGI*, n° 225, janv.-fév. 1995.

## Sigles

**AFEE** – Association française pour l'étude des eaux.

**AFL** – Association française de limnologie.

**AGHTM** – Association générale des hygiénistes et techniciens municipaux.

**AIH** – Association internationale des hydrogéologues.

**AIHS** – Association internationale d'hydrologie scientifique (1923-1971).

**AIRE développement** – Agence pour l'investissement dans la recherche à l'étranger.

**AISH** – Association internationale des sciences hydrologiques (depuis 1971).

**Asecna** – Agence pour la sécurité de la navigation aérienne.

**ASEES** – Association scientifique européenne pour l'eau et la santé.

**ATP** – Action thématique programmée.

**BCCEOM** – Bureau central d'études pour les équipements d'outre-mer.

**BRGM** – Bureau de recherches géologiques et minières.

**CCCE** – Caisse centrale et de coopération économique.

**Cefigre** – Centre de formation international à la gestion des ressources en eau.

**Cemagref** – Centre d'études du machinisme agricole, du génie rural, des eaux et forêts.

**CFRP** – Comité français de la recherche sur la pollution des eaux.

**CIEH** – Comité inter-africain d'études hydrauliques (1960-1994).

**CILSS** – Conseil inter-africain de lutte contre la sécheresse au Sahel.

**Cirad** – Centre de coopération internationale en recherche agronomique pour le développement.

**CNC** – Comité national de coordination pour la recherche au service du développement.

**CNER** – Comité national d'évaluation de la recherche.

**CNFGG** – Comité national français de géodésie et géophysique.

**CNFSH** – Comité national français des sciences hydrologiques (depuis 1985).

**CNRS** – Centre national de la recherche scientifique.

**CNUCED** – Commission des Nations unies pour le commerce et le développement.

**CNUSTED** – Conférence des Nations unies pour la science, la technologie et le développement.

**CSLT** – Commission scientifique et technique du Logone et du Tchad.

**CTFT** – Centre technique forestier tropical.

**Dafeco** – Direction des affaires extérieures et de la coopération (EDF).

**DEA** – Diplôme d'études approfondies.

**DEC** – Département des eaux continentales (de l'Orstom).

**DES** – Département Santé (de l'Orstom).

**DGRST** – Délégation générale à la recherche scientifique et technique.

**DHI** – Décennie hydrologique internationale.

**DNOCS** – Departemento national de obras centra sâecas.

**DTG** – Division technique générale (de EDF).

**Ector** – Études, consultations et technologies (Orstom).

**EPST** – Établissement public national à caractère scientifique et technologique.

**FAC** – Fonds d'aide et de coopération.

**FED** – Fonds européen de développement.

**Fides** – Fonds d'investissement et de développement économique et social pour les territoires d'outre-mer.

**Fidom** – Fonds d'investissement pour les départements d'outre-mer.

**FOM** – France d'outre mer.

**GCRAI** – Groupe consultatif pour la recherche agricole internationale.

**Gerdat** – Groupement d'études pour la recherche et le développement de l'agriculture tropicale.

**GEWEX** – Global energy and water cycle experiment.

**GIE** – Groupement d'intérêt économique.

**GIP** – Groupement d'intérêt public.

**GIS** – Groupement d'intérêt scientifique.

**GRUTTEE** – Groupement de recherche universitaire sur les techniques de traitement et d'épuration des eaux.

**HAPEX** – Hydrological atmosphere pilot experiment.

**Ifan** – Institut français d'Afrique noire.

**Ifremer** – Institut français de recherche pour l'exploitation de la mer.

**IGN** – Institut géographique national.

**Igufe** – Inspection générale pour l'union française et l'étranger (EDF).

**Inra** – Institut national de recherche agronomique.

**Irat** – Institut de recherches agronomiques tropicales et des cultures vivrières.

**MAA** – Département Milieux et activité agricole (Orstom).

**MURS** – Mouvement universel de la responsabilité scientifique.

**OCDE** – Organisation de coopération et de développement économiques.

**OMM** – Organisation météorologique mondiale.

**OMS** – Organisation mondiale de la santé.

**ONU** – Organisation des Nations unies.

**Onudi** – Organisation des Nations unies pour le développement industriel.

**ORSC** – Office de la recherche scientifique coloniale.

**Orsom** – Office de la recherche scientifique outre-mer.

**Orstom** – Office de la recherche scientifique et technique outre-mer (puis, à partir de 1984, Institut français de recherche scientifique pour le développement en coopération).

**PHI** – Programme hydrologique international (Unesco).

**PMA** – Pays moins avancés.

**PNB** – Produit national brut.

**PNUD** – Programme des Nations unies pour le développement.

**PNUE** – Programme des Nations unies pour l'environnement.

**PVD** – Pays en voie de développement.

**RCP** – Recherche coopérative programmée.

**SHF** – Société hydrotechnique de France (depuis 1912).

**SHS** – Section d'hydrologie scientifique (du Comité national de géodésie et géophysique, depuis 1923).

**SUD** – Département Société, développement, urbanisation (Orstom).

**Sudene** – Surintendance pour le développement du Nord-Est (Brésil).

**TOA** – Département Terre, océan, atmosphère (Orstom).

**UIGG** – Union internationale de géodésie et géophysique.

**UR** – Unité de recherche.

**VAT** – Volontaire de l'assistance technique.

**VSN** – Volontaire du service national.



## Liste des tableaux

Tableau 1	Quelques jalons de l'émergence.....	56
Tableau 2	Récapitulatif des échelles limnimétriques en 1973.....	99
Tableau 3	Analyse bibliométrique par grandes régions.....	103
Tableau 4	Évolution des effectifs nets 1945-1987.....	141
Tableau 5	Taux de recrutement .....	142
Tableau 6	Articles et auteurs des <i>Cahiers d'hydrologie</i> .....	171
Tableau 7	Chronologie des changements survenus à l'Orstom ..	218
Tableau 8	Engagement de l'Orstom en gestion de réseaux (nombre de pays concernés).....	226
Tableau 9	Temps passé pour gérer et conseiller des réseaux (nombre de mois par an).....	228
Tableau 10	Répartition des capacités hydrologiques dans l'Institut en 1984 (chercheurs et ingénieurs).....	229
Tableau 11	Ressources humaines du DEC, début 1994 (hydrologues entre parenthèses).....	261
Tableau 12	Estimation du potentiel hydrologique (en France, en 1990).....	285



# Table des matières

<b>Remerciements.....</b>	<b>9</b>
<b>Avant-propos.....</b>	<b>11</b>

## **PREMIÈRE PARTIE AVANT 1942 : LES PRÉCURSEURS DE L'ÉPOQUE COLONIALE**

### **Chapitre premier**

<b>L'exploration des voies navigables est un début.....</b>	<b>17</b>
Les expéditions coloniales .....	17
La remontée des fleuves.....	21
Les premières observations hydrologiques.....	25
Les travaux d'infrastructure .....	26
Les premières observations météorologiques.....	31
Les premières mesures de débit .....	32
Dans l'Antiquité .....	32

### **Chapitre II**

<b>Hydrologie : la naissance d'une science.....</b>	<b>35</b>
Du cycle de l'eau à l'hydrologie .....	36
De l'hydrologie scientifique aux sciences hydrologiques .....	38
Hydrologie opérationnelle et ingénierie hydrologique .....	40
L'hydrologie en France et au plan international.....	42
Les acquis de la science hydrologique en 1939.....	46

### **Chapitre III**

<b>L'émergence d'une hydrologie coloniale.....</b>	<b>49</b>
Une sous-commission coloniale à Paris.....	49
Quelques initiatives dans les colonies françaises.....	52
Les autres colonisateurs.....	54

**DEUXIÈME PARTIE**  
**1943-1961 :**  
**DE LA FIN DES COLONIES AUX INDÉPENDANCES**  
**LES PIONNIERS DES INVENTAIRES**  
**ET LA CERTITUDE DES INGÉNIEURS**

**Chapitre IV**

<b>De la colonie à l'outre-mer : péripéties autour de la création d'un Office de la recherche scientifique .....</b>	<b>63</b>
La volonté des scientifiques.....	64
Les premiers pas de l'Office .....	66
La tutelle politique.....	68
Les questions non résolues.....	70

**Chapitre V**

<b>Un rapide décollage du Service hydrologique.....</b>	<b>73</b>
Les besoins des travaux publics .....	74
Le rôle primordial d'Électricité de France .....	75
Les premières actions sur le terrain.....	78
Annuaire et monographies hydrologiques.....	80
Le besoin de la recherche .....	81

**Chapitre VI**

**Le choix des hommes et des équipements**

<b><i>Conséquences et évolution.....</i></b>	<b>83</b>
Le recrutement d'ingénieurs et de techniciens.....	83
La diversification des recrutements.....	85
Les moyens matériels de terrain .....	86
Les outils d'analyse de données.....	89
La création du bureau central .....	92

**Chapitre VII**

**Des réseaux hydrométriques à la connaissance des**

<b>régimes hydrologiques des cours d'eau tropicaux.....</b>	<b>95</b>
Des stations hydrologiques opérationnelles.....	96
Les petits bassins versants de recherche .....	100
Les premières publications.....	103
Le rôle de la Société hydrotechnique de France .....	106
Évolution de la section d'hydrologie SHS du CNFGG.....	107

**TROISIÈME PARTIE**  
**1962-1981 : CROISSANCE DANS LA STABILITÉ**  
**ET APPROFONDISSEMENT SCIENTIFIQUE**

**Chapitre VIII**

**Les premières interrogations sur l'aide au développement..... 113**

- L'indépendance des anciennes colonies.....113
- Les critiques de l'aide française.....115
- Les débuts de l'assistance technique.....119
- Le Tiers Monde et les Nations unies.....122
- Les progrès de l'Office.....125
- La nécessité de la coopération.....127

**Chapitre IX**

**Le service hydrologique s'adapte à son nouvel environnement..... 129**

- Une nouvelle convention avec EDF.....130
- Le nouveau comité technique.....133
- La politique de communication.....138
- Le poids de l'hydrologie dans l'Office.....145

**Chapitre X**

**Les nouvelles frontières géographiques..... 147**

- L'appel des grands projets.....149
- Une nouvelle forme de coopération.....151
- L'expansion au Maghreb.....153
- Un grand projet éthiopien.....155
- La coopération franco-brésilienne.....157
- Expansion durable en Amérique latine.....161

**Chapitre XI**

**L'expansion des thématiques scientifiques..... 167**

- Retour à l'analyse bibliométrique.....168
- Le contenu des publications.....170
- Les thèmes de recherche.....174
- Vers un nouveau paradigme ?.....180
- L'affichage des programmes scientifiques.....181

**Chapitre XII**

**Confrontée aux problèmes de l'eau, la science hydrologique devient plurielle..... 187**

- Les recherches hydrologiques.....187

Conséquences de la sécheresse dans le Sahel .....	189
Les problèmes de l'eau en France .....	192
L'enseignement de l'hydrologie.....	195
Les thèmes abordés à la SHF.....	196
Les sciences hydrologiques à l'AISH.....	199
Faiblesses et lacunes de l'hydrologie à l'Orstom.....	203

## QUATRIÈME PARTIE

### APRÈS 1981 : UNE NOUVELLE ÉPOQUE FAITE D'INTERROGATIONS, D'INCERTITUDES ET DE RÉFORMES

#### Chapitre XIII

<b>Désarroi puis sursaut de l'hydrologie tropicale.....</b>	<b>209</b>
Nouvel accord avec EDF.....	211
Prospective thématique.....	213
La nouvelle politique de coopération.....	215
Nouvelle organisation de l'Orstom .....	218
La dispersion des recherches hydrologiques.....	222
La place de l'hydrologie opérationnelle.....	226
La répartition géographique.....	229
Une commission scientifique d'hydrologie et pédologie .....	231
Lancement d'Hydrologie continentale.....	236
Création des journées hydrologiques de Montpellier.....	238
L'hydrologie qualifiée de tropicale .....	239

#### Chapitre XIV

<b>L'aventure des eaux continentales.....</b>	<b>243</b>
De la réforme de 1982 à celle de 1987 .....	243
Un département pour les eaux continentales.....	245
Le contenu thématique du DEC.....	252
De nouveaux acquis scientifiques.....	253
Un plan quinquennal après l'audit.....	258
Les hydrologues des années quatre-ving-dix .....	262
Impact de l'évaluation de l'Institut.....	264

#### Chapitre XV

<b>Les derniers avatars de l'ingénierie hydrologique ....</b>	<b>269</b>
Le concept de valorisation.....	269
Les activités déployées depuis 1946.....	270
Diversification des financements extérieurs.....	273

Les relations avec la Banque mondiale.....	277
La filiale d'ingénierie.....	279
<b>Chapitre XVI</b>	
<b>Des sciences hydrologiques aux sciences de l'eau.....</b>	<b>283</b>
Le potentiel hydrologique français .....	284
Les sciences et techniques de l'eau.....	288
La revue des sciences de l'eau .....	290
Exemples de coopération des hydrologues à l'Orstom .....	293
Le forum de la SHF.....	297
Les Français à l'AISH.....	299
Le programme hydrologique international .....	302
Les ouvrages de synthèse.....	303
<b>Épilogue .....</b>	<b>309</b>
<b>Références bibliographiques.....</b>	<b>317</b>
<b>Sigles .....</b>	<b>323</b>
<b>Liste des tableaux.....</b>	<b>327</b>

Achévé d'imprimer sur rotative numérique par Book It !  
dans les ateliers de l'Imprimerie Nouvelle Firmin Didot  
Le Mesnil sur l'Estrée

Dépôt légal : Juin 2003  
N° d'impression : 1.1.5203

# LA SCIENCE HYDROLOGIQUE

## Du service des colonies à l'aide au développement

À la fin du XVII<sup>e</sup> siècle, le concept de cycle hydrologique est défini et le premier bilan hydrologique établi. Il faut attendre encore deux siècles pour voir les premiers travaux scientifiques d'hydrologie réalisés par des ingénieurs pour répondre aux demandes de l'industrialisation des pays occidentaux concernant entre autres les voies navigables, l'alimentation en eau des villes et la production d'énergie hydraulique. Les sciences hydrologiques acquièrent une reconnaissance internationale à l'issue de la guerre de 1914-1918.

En France, on les pratique certes, mais ses praticiens s'affichent non pas hydrologues mais hydrauliciens, mécaniciens des fluides, géologues, chimistes ou géographes... Cependant, au milieu de la Seconde Guerre mondiale, la France crée une institution de recherche, l'ORSTOM (aujourd'hui IRD), au sein de laquelle se constitue une section d'hydrologie à partir d'un vivier d'ingénieurs que l'on désignera explicitement comme hydrologues.

Étayé sur de nombreux documents, l'ouvrage retrace sur tout le XX<sup>e</sup> siècle l'histoire de cette originale expérience d'hydrologie au service des colonies puis des pays en voie de développement qui conjugue recherche, gestion des réseaux de mesures, valorisation et expertise. Il soumet cette expérience à l'analyse de son efficacité et de son utilité en regard des objectifs affichés. Il étudie les relations entre ces hydrologues du développement hors de France avec la communauté scientifique française, dont ils représenteront plus du quart du potentiel, et avec la science à l'échelle mondiale.

L'histoire de ces travaux sur les ressources en eau subit évidemment au cours de la seconde partie du XX<sup>e</sup> siècle les vicissitudes de l'indépendance des colonies, des changements du pouvoir politique, des orientations et des réformes qu'induisent ces changements. Ils doivent aussi s'adapter aux nouveaux modes de coopération. Après l'apogée des années 70 et 80, l'expérience originale de la science hydrologique pour le développement semble se diluer, en fin de siècle, dans un ensemble plus vaste du domaine de l'environnement et de l'atmosphère. Parmi les grands défis du XXI<sup>e</sup> siècle, les conflits pour l'accès à l'eau, à une eau de qualité vont s'intensifier et se généraliser. Pour aider leur résolution, il faudra plus de science et plus de recherches multidisciplinaires. L'évolution du dispositif original français va-t-elle dans le bon sens pour relever ce défi ?

*Agronome, ingénieur civil du Génie rural, directeur de recherche honoraire de l'IRD, Pierre DUBREUIL a consacré la plus grande partie de sa carrière aux sciences hydrologiques sur les continents africain et sud-américain avant de se consacrer au management de la recherche à l'ORSTOM puis au CIRAD. Il est également membre de l'Académie d'Agriculture de France.*



27 €

ISBN : 2-7475-4450-8