

MINISTERE de l'AGRICULTURE

Direction de l'Equipement
et de l'Hydraulique

Stage technique hydrométrique
NIMES - 22 Mai-3 Juin 1967

Le RESEAU HYDROMETRIQUE : GENERALITES
et CHOIX des IMPLANTATIONS de STATIONS

(séance du 22 Mai au matin)

par

Pierre DUBREUIL

Directeur de Recherches à l'ORSTOM

Chef du Département de la Recherche Appliquée
au Service Hydrologique de l'ORSTOM

ORSTOM Fonds Documentaire

N° : 33 356

Cote : B

ORSTOM
HYDROLOGIE
DOCUMENTATION

70954

S O M M A I R E

	Page
1. <u>JUSTIFICATION de la NOTION de RESEAU</u>	1
2. <u>PLANIFICATION du RESEAU ; NOTION de RESEAU OPTIMAL</u>	1
2.1 - Le réseau optimal	2
2.2 - Observations aux stations du réseau	2
2.3 - Interpolation entre stations	2
2.4 - La précision des résultats	3
2.5 - Stations primaires, secondaires, tertiaires	3
2.6 - Rationalisation du réseau	4
3. <u>La MISE en OEUVRE PRATIQUE du RESEAU ; NOTION de RESEAU MINIMAL</u>	5
3.1 - Les facteurs conditionnels du régime	6
3.2 - Le chevelu hydrographique	7
3.3 - Les considérations économiques	7
3.4 - Orientation des objectifs du réseau	8
3.5 - Densité de réseau	8
3.6 - Le contentieux historique	9
3.7 - Aperçus sur les autres types de réseaux	10
3.7.1 - Les réseaux de mesures des débits solides et de la qualité des eaux	10
3.7.2 - Les réseaux climatologiques	11
4. <u>ORGANISATION et GESTION d'un RESEAU HYDROMETRIQUE</u>	12
4.1 - Schéma d'un secteur hydrométrique	12
4.2 - L'importance des moyens d'accès aux stations	13

	Page
4.3 - Le choix du matériel hydrométrique	14
4.4 - Programme de gestion	15
4.5 - Classement et archivage	15

1. JUSTIFICATION de la NOTION de RESEAU

Justifier la nécessité de réseaux de mesures peut aujourd'hui paraître inutile tant la notion de tels réseaux a fait de progrès et tant les raisons de leur existence sont devenues évidentes. Cependant, il ne paraît pas superflu d'insister sur cette évidence.

En se limitant au cycle de l'eau (réseau pluviométrique et réseau hydrométrique essentiellement), on peut dire que de tout temps, et de manière d'autant plus pressante que croissent les populations et leur industrialisation, les hommes ont eu besoin de savoir, en de nombreux lieux, s'il y a (s'il y aura) ou non de l'eau, quand et combien. La nécessité des mesures est venue de celle de la satisfaction des besoins. Les mesures ne pouvant être que ponctuelles (à l'origine, au lieu du besoin), on conçoit que leur nécessité soit apparue en de nombreux points d'un pays (notion de couverture géographique, de densité de points de mesures). Enfin, la variabilité du phénomène "eau" et l'exigence de précision des utilisateurs obligent à maintenir en permanence les points de mesure pour accumuler des suites chronologiques assez longues à partir desquelles l'analyse statistique seule peut tenter de cerner cette variabilité et d'atteindre cette précision.

Satisfaire les utilisateurs de l'eau (à la fois ceux qui s'en servent, la consomment et ceux qu'elle dérange ; l'eau tantôt bien utile, tantôt bien inutile ...), couvrir le paysage avec une certaine densité, fonctionner en permanence, telles sont les raisons d'être des mesures pluvi-hydrométriques et les conditions originelles de création des réseaux.

2. PLANIFICATION du RESEAU ; NOTION de RESEAU OPTIMAL

Avant de se mettre au travail, on dresse un plan. L'hydrologie n'échappe pas à ce lieu commun. Ainsi de l'abondante littérature traitant de réseau, doit-on retenir les deux ouvrages principaux :

- a) le Guide des méthodes hydrométéorologiques de l'O.M.M. contenant un chapitre III sur la planification des réseaux (1)
- b) le compte rendu du Symposium de QUEBEC consacré à cette même planification des réseaux hydrologiques (2)

(1) W.M.O. "Guide to Hydrometeorological practices" n° 168 T.P. 82
GENEVE 1965

(2) O.M.M.-A.I.H.S. Symposium "Planification des Réseaux hydrologiques"
QUEBEC Juin 1965 - Publications A.I.H.S. n° 67 et 68

On s'inspire ici des résultats de ce Symposium et des règles édictées par ce Guide. Mais, comme on le verra plus tard, aborder le problème du réseau par l'examen de sa planification est un point de vue théorique assez éloigné de la réalité, point de vue qui n'offre l'avantage que de la logique de l'exposé.

A partir de rien, il est tentant de bâtir un projet parfait ou tendant à la perfection ; ainsi se dégage la notion de réseau optimal.

2.1 - Le réseau optimal

Est dit optimal le réseau de mesures dont les stations sont telles qu'à partir des observations effectuées en ces stations, il soit possible, par interpolation, de déterminer les caractéristiques du régime hydrologique, avec une précision satisfaisante, en un point quelconque de la région couverte par ce réseau.

Si cette notion de réseau optimal paraît claire à la lecture de sa définition, en la voulant scruter plus en détail on rencontre plusieurs incertitudes, que les questions suivantes essaient de traduire : Qu'observe-t-on en chaque station ? Comment interpole-t-on et sur quel élément ? De quelle précision se satisfait-on ?

2.2 - Observations aux stations du réseau

En se limitant au réseau hydrométrique, la réponse à la première question est : l'observation des niveaux d'eau et celle des débits. La connaissance des niveaux d'eau est utile aux problèmes de navigabilité, de protection contre les crues par endiguement, celle des débits à tous les usages par prélèvement avec ou sans restitution (turbinage pour production d'énergie, irrigation, adduction d'eau ...). Les débits ne peuvent pas être observés directement avec les techniques actuelles et leur obtention s'effectue à partir des niveaux, par des mesures de diverses natures conduisant à une relation niveau-débit, permettant le passage de l'un à l'autre. On observe donc les hauteurs d'eau ; et on les observe en permanence (contrôle continu ou discontinu selon une fréquence choisie).

2.3 - Interpolation entre stations

L'interpolation n'est pas arithmétique. En effet, les chronogrammes de débits fournis par une station permettent, après traitement, la

mise en évidence des diverses caractéristiques du régime hydrologique à cette station : débit journalier, mensuel, annuel, débit d'étiage, débit de crue. Chaque caractéristique est une variable aléatoire définie par ses paramètres de distribution : moyenne, écart-type. Mais ces valeurs observées ne fournissent qu'une approximation des vraies valeurs puisque l'échantillon dont elles sont extraites (par exemple, 12 ans de relevés continus) n'est qu'une infime partie de la population infinie des débits du lieu. La mise en oeuvre d'un réseau optimal exige de l'hydrologue qu'il pense en statisticien.

En effet, l'interpolation entre la station A et la station B, située en aval sur le même fleuve par exemple, s'effectue en comparant les valeurs d'une même variable de débit : module, étiage absolu ou crue annuelle par exemple. Cette comparaison se réalise pratiquement en recherchant la corrélation qui lie cette variable en A et B. Qui dit corrélation, dit longueur d'échantillon et degré de liaison. La possibilité de l'interpolation, comme sa précision, dépendent de la longueur des observations et de leur intensité de liaison.

2.4 - La précision des résultats

Et si l'on parle de précision, la complexité s'accroît du fait qu'il faut déjà connaître la précision sur l'observation des débits avant de préjuger de celle des valeurs interpolées. Or la précision varie selon les débits et les rivières (différence entre les basses et hautes eaux, les cours d'eau stables et instables ... etc ...) ; elle varie également selon la variable prise en compte pour interpoler puisqu'il n'y a aucune raison pour que l'intensité de liaison soit la même entre modules et entre étiages.

2.5 - Stations primaires, secondaires, tertiaires

Logiquement un réseau hydrométrique, pour être optimal, ne doit comporter qu'un nombre minimal de stations pour satisfaire aux objectifs d'interpolation et de précision. Les planifications ont donc logiquement écarté l'idée d'un réseau très dense de stations, pour des raisons économiques justifiées. L'idée est celle d'un réseau peut-on dire à trois étapes :

- a) le réseau primaire comprend les stations principales, de base, permanentes, dont l'observation est poursuivie sans cesse et sur lesquelles l'étude statistique permet de définir les caractéristiques du régime hydrologique.

- b) le réseau secondaire comprend des stations qui sont observées un certain nombre d'années seulement afin que les observations qui en sont issues puissent être significativement mises en corrélation avec celles des stations primaires. L'estimation des caractéristiques hydrologiques en ces stations secondaires se fait donc par corrélation ; elle est jugée satisfaisante quand la précision désirée est atteinte.
- c) le réseau tertiaire est plus hétéroclite puisque l'on groupe sous ce vocable toutes les stations implantées non pas dans un objectif général, mais dans un but particulier. Mises en place à l'occasion d'un projet d'aménagement, elles ne subsistent que peu de temps, servant soit à "raccorder" le site de l'aménagement dans le réseau, soit à préciser un élément particulier du régime en ce lieu. Ces stations ne font pas, à proprement parler, partie du réseau hydrométrique général.

Toute l'astuce d'allègement de la densité du réseau réside donc dans l'emploi de stations secondaires, mobiles à l'échelle des décennies, qui permettent une bonne couverture aux moindres frais. Mais la difficulté de mise en pratique du plan gît dans l'astuce. En effet, aux questions : Quelle densité attribuer à chaque groupe de stations, principales et secondaires ? Tous les combien d'années peut-on déplacer les stations secondaires ? il ne peut être répondu que si l'on connaît les caractéristiques hydrologiques aux stations principales et les corrélations avec les stations secondaires. La réponse n'est possible qu'après plusieurs décennies. En conclusion, le réseau optimal est un idéal, peut-être accessible, dont il faut avoir la notion présente à l'esprit, mais qu'il n'est pas possible de mettre en pratique a priori.

2.6 - Rationalisation du réseau

La méthode de rationalisation du réseau peut être brièvement décrite. Elle s'applique à l'issue de plusieurs décennies d'observations sur réseau minimal (voir ci-après paragraphe 3). On examine alors pour chaque station secondaire s'il faut la conserver ou la déplacer ; on apprécie également la densité de ces stations, s'il faut l'accroître ou la réduire.

Les critères de cet examen peuvent être divers. On doit d'abord choisir une variable hydrologique de référence : le module par exemple ; il n'est pas exclu, selon les objectifs visés par le réseau, que le choix s'effectue également sur une seconde variable, telle que le débit d'étiage.

La mise en oeuvre du critère d'examen consiste à se fixer la précision $p \%$ désirée pour la connaissance de la variable de sélection et le seuil de confiance $C \%$ à l'extérieur duquel on souhaite ne pas prendre le risque de trouver la valeur de la variable, compte tenu de $p \%$. L'application des règles de corrélation et d'estimation du gain dans l'extension d'une série A (station secondaire), à l'aide d'une série B (station primaire) plus longue, permet d'établir une équation liant $p \%$, $C \%$ avec r , k et C_v , sachant que :

- k est la durée d'observations des stations secondaires (A ...)
- r est le coefficient de corrélation linéaire entre A et B sur la période k
- C_v est le coefficient de variation de la variable de sélection sur la période observée k .

$p \%$ et $C \%$ étant fixés, a priori, à partir de critères économiques, le choix d'une valeur limite de r permet de calculer la longueur k minimale correspondante ; inversement le choix a priori de k permet le calcul de la corrélation accessible, soit r . Un équilibre entre la densité du réseau (liée à r) et la durée de fonctionnement k des stations secondaires doit alors être dégagé au moindre coût.

3. La MISE en OEUVRE PRATIQUE du RESEAU ; NOTION de RESEAU MINIMAL

Conservant la notion de réseau optimal comme l'objectif futur, la réalisation pratique d'un réseau efficace et satisfaisant ne peut se faire qu'en s'appuyant sur des considérations géographiques, techniques et économiques. De ces considérations découle la notion de réseau minimal qui doit être la préfiguration du futur réseau primaire. Le réseau minimal doit permettre :

- a) de répondre aux besoins les plus pressants des utilisateurs
- b) d'estimer raisonnablement l'ordre de grandeur des caractéristiques hydrologiques des cours d'eau de la région couverte.

Pour satisfaire ces deux objectifs immédiats, on peut édifier un plan de réseau minimal, c'est-à-dire définir l'implantation des stations d'observations des niveaux d'eau et de mesures des débits, en examinant successivement :

- les facteurs conditionnels du régime hydrologique
- la nature du chevelu hydrographique
- les conditions économiques régionales
- les orientations particulières du réseau (éventuellement).

Dans tout cet exposé introductif au cycle de conférences, quand on parle d'implantation de stations il s'agit du choix du cours d'eau et du bief de cours d'eau à équiper. La définition se limite au bief (quelques kilomètres, même parfois quelques dizaines). Le choix précis de l'implantation dans ce bief dépend de l'étude de l'écoulement (conditions hydrauliques) et sera traité en détail ultérieurement ("Généralités sur les mesures de débits").

3.1 - Les facteurs conditionnels du régime

La variabilité dans le temps et dans l'espace des éléments constitutifs du régime hydrologique des cours d'eau dépend des facteurs influents qui sont d'ordre physique et d'ordre climatique. Pour ne pas négliger cette variabilité, il faut implanter des stations :

- a) dans chaque zone climatiquement et physiquement homogène
- b) lors des modifications brusques d'un facteur physique.

Le premier critère revient à répartir harmonieusement les stations le long de cours d'eau dont les bassins ont des régimes pluviométriques ou thermiques différents ; ce qui revient à tenir compte de l'altitude et de l'éloignement à la mer (importance relative de la neige, des écarts thermiques ...). Dans ce même critère se range l'examen des facteurs physiques importants : terrains géologiques, relief, nature du sol et de son exploitation, couverture végétale ... Chaque unité géomorphologique (synthèse plus ou moins harmonieuse du sous-sol, du sol, de la végétation et du relief) doit être dotée d'une station.

La prise en compte des modifications brusques d'un facteur est importante dans de nombreux cas ; entre autres :

- passage d'un terrain perméable à un terrain imperméable, ou vice versa (variabilité de l'étiage et de l'abondance annuelle)
- entrée en plaine à l'issue des montagnes (variabilité des crues)

- passage d'une forêt classée protégée à une zone de cultures intenses soumise à l'érosion (variabilité du ruissellement, du débit solide, de la qualité des eaux ...).

3.2 - Le chevelu hydrographique

Le tracé du chevelu hydrographique, bien qu'influencé par la nature des terrains et le relief, doit être examiné tout particulièrement pour l'implantation des stations, les considérations précédentes étant acquises. En effet, l'évolution du régime hydrologique se produit graduellement avec la superficie drainée d'amont en aval (brusquement dans certains cas signalés), mais également brutalement lors de chaque confluence. L'arrivée dans un cours d'eau d'un affluent y modifiant les éléments du régime (en totalité ou en partie), de plus de 25 à 35 % par exemple, nécessite l'implantation de 2 stations : l'une sur l'affluent, l'autre sur le cours d'eau principal en amont ou en aval de la confluence. Une 3ème station complétant "le triangle" de confluence, quand elle est possible, n'est pas du tout superflue, quand on recherche une bonne précision des résultats.

3.3 - Les considérations économiques

Les considérations économiques permettent d'achever le choix des implantations de stations, dans le cas du réseau hydrométrique général.

Ces considérations peuvent être réparties comme suit :

- a) mise en évidence des zones régionales critiques sous l'angle de l'eau, c'est-à-dire devant faire l'objet à court terme d'un aménagement hydraulique important (dans ce cas, la station à caractère tertiaire est incluse dans le réseau minimal) ou souffrant d'un excès (inondations ...) ou d'une pénurie d'eau,
- b) localisation des zones les plus développées (forte densité de population, industries consommatrices d'eau ...) dans lesquelles les problèmes d'eau sont et seront déterminants dans la planification régionale.

De ces différentes manières, l'hydrologue peut mettre sur plan, en place, un certain nombre de stations, utiles au premier chef, et susceptibles de constituer le réseau minimal. Il est cependant difficile, à l'issue d'un tel travail, de savoir si le réseau ébauché est ou n'est pas assez étoffé. Il est alors opportun de se référer aux règles de densité admises par l'O.M.M. qui fournissent un bon point de repère. On y reviendra en fin de chapitre.

3.4 - Orientation des objectifs du réseau

L'orientation particulière du réseau est à prendre en considération dans le pays où il n'y a pas de service hydrologique national ayant le quasi-monopole du réseau hydrométrique. Ce cas est malheureusement celui des pays anciens et développés. La FRANCE n'y échappe pas. On y trouve plusieurs réseaux d'origines différentes, chacun conçu dans une optique particulière. Si le titre de réseau hydrométrique général peut être brigué par l'ensemble des Circonscriptions électriques, on doit dire que la couverture du pays qu'elles réalisent n'est ni complète, ni suffisante. Certaines lacunes sont dues à l'existence d'autres réseaux à caractère plus spécifique :

- réseau d'Electricité de France à vocation de "Production Hydraulique" donc très orienté (cours d'eau de montagnes dans leurs biefs susceptibles de fournir de l'énergie par aménagement hydro-électrique)
- réseau du Service des Ponts et Chaussées à vocation de protection contre les crues et la navigabilité sur les voies d'eau domaniales.

Dans son domaine restreint aux cours d'eau non domaniaux, le Ministère de l'Agriculture peut prétendre gérer un réseau hydrométrique à tendance légèrement orientée. Cette orientation résulte des remarques suivantes :

- majorité de petits cours d'eau et de cours d'eau de plaine
- importance attachée aux problèmes de fourniture d'eau à l'Agriculture (irrigation) et à la lutte contre la pollution par les riverains.

La seconde remarque oriente le choix des implantations de stations du réseau minimal vers les lieux où des besoins pressants existent, où des situations critiques sont à affronter.

3.5 - Densité de réseau

La première remarque appelle un retour en arrière sur la notion de densité de réseau. Le Guide de l'O.M.M. recommande la densité suivante pour le réseau minimal selon la nature des régions :

- 1 station pour 1 000 à 2 500 km² en région tempérée, et en région méditerranéenne peu accidentée

- 1 station pour 300 à 1 000 km² en régions accidentées de mêmes climats.

Selon les régions considérées, la densité repère sera à prendre dans ces gammes, en FRANCE, la plus ou moins grande densité étant choisie à partir de l'examen des critères examinés (besoins, population, hétérogénéité du milieu ...).

Il est en outre admis que les stations doivent être réparties entre grands et petits cours d'eau, la surface limite retenue par le Guide étant de 3 000 à 5 000 km² en régions plates et de 1 000 km² en régions accidentées. Bien que le Guide recommande à la fois de placer les stations du réseau minimal en priorité sur les grands bassins et de répartir équitablement les stations (du réseau optimal) entre les deux types de bassins, on suggère de retenir ici pour le réseau hydrométrique de l'Agriculture, en assimilant ce réseau à celui qui n'intéresse que les petits bassins, la base de l'équi-répartition qui conduit aux densités suivantes (minimales évidemment) :

- 1 station pour 2 à 5 000 km² en régions plates
- 1 station pour 600 à 2 000 km² en régions accidentées.

A titre purement indicatif, avec ces repères, la couverture minimale de la FRANCE serait assurée avec 300 à 500 stations relatives aux petits bassins (600 à 1 000 au total).

Pour être clair, on insistera en concluant sur deux points :

- ce réseau minimal peut avoir des répartitions très variables suivant les régions
- ce réseau minimal ne comprend pas les stations tertiaires et n'est qu'un embryon, répétons-le, du réseau de stations primaires que la création des stations secondaires viendra régulièrement compléter pour l'optimiser.

3.6 - Le contentieux historique

Si l'on veut être entièrement réaliste, il faut convenir que la notion de réseau minimal est certes applicable à la planification du réseau et que les considérations développées quant au choix des implantations de stations sont théoriquement très utiles ; mais il est rare que l'on bâtisse ex nihilo. En d'autres termes, le jour où les hydrologues d'un pays pensent "réseau", il existe déjà des stations d'observations, car en ce domaine comme en prose, les hommes sont des M. JOURDAIN qui ont depuis longtemps "fait du réseau" sans le savoir.

Le Ministère de l'Agriculture n'échappe pas à la règle. La conception de son réseau hydrométrique à l'échelle nationale, et dans un souci d'efficacité optimale, intervient alors qu'il existe déjà des stations d'observations plus ou moins anciennes (l'ALSACE, entre autres régions, possède déjà un ensemble impressionnant de stations).

Dans ce domaine, la règle d'or est de récupérer au mieux les observations anciennes (intérêt très recherché de la longue série) et pour ce faire, outre les travaux de critique des données anciennes, on doit conserver ces stations en les intégrant dans le réseau minimal. Ce n'est qu'à l'issue d'une période probatoire assez longue d'un fonctionnement parallèle au sein du réseau minimal des stations anciennes et des stations nouvelles que l'efficacité hydrologique des premières pourra être valablement testée. Celles qui se révéleraient, durant cette période, être inaptes à remplir convenablement leur mission seraient remplacées par d'autres, mais la série commune d'observations aura permis la sauvegarde de l'information ancienne, ce qui est essentiel.

3.7 - Aperçus sur les autres types de réseaux

A côté du réseau hydrométrique destiné à la détermination des débits par l'observation des niveaux, on peut envisager d'autres réseaux, soit basés sur la même observation pour déterminer, par des mesures différentes, d'autres paramètres de l'écoulement, soit basés sur d'autres observations liées à la notion de débit (par relation de cause à effet ou par interaction).

3.7.1 - Les réseaux de mesures des débits solides et de la qualité des eaux

Ils s'appuient sur les stations du réseau hydrométrique, en général, bien que certaines stations peuvent, avec ces objectifs, être mises en place dans une conception "tertiaire" : envasement d'un réservoir en projet, contrôle chimique d'effluent de nouvelle usine ... etc ...

Les considérations de géographie physique et économique jouent également pour le choix de ces stations de mesures.

La densité-repère peut être prise de 15 à 30 % de celle du réseau hydrométrique pour la mesure des transports solides et 5 à 25 % pour celle de la qualité des eaux. Il s'agit d'un repère lié au réseau minimal. Mais comme la variabilité de ces phénomènes est mal connue, on aura vraisemblablement intérêt à revoir ces ordres de grandeur après quelques années d'observations.

3.7.2 - Les réseaux climatologiques

Pour l'hydrologue, il y a d'une part la pluviométrie, domaine d'importance capitale, d'autre part la mesure de l'évaporation et de ses facteurs conditionnels.

Les réseaux climatologiques sont généralement gérés par le Service Météorologique qui subit une orientation vers les problèmes de prévision du temps et de protection de la navigation aérienne.

Cette orientation est gourmande de crédits et cela s'effectue au détriment du réseau de mesures climatologiques au ras du sol. Les stations synoptiques de la Météorologie et les postes climatologiques principaux fournissent, en FRANCE, aux hydrologues une infrastructure permanente, du type réseau primaire, dans laquelle les observations sont largement suffisantes pour répondre à leur 3ème besoin : facteurs conditionnels de l'évaporation. Cette infrastructure est également suffisante pour la connaissance globale de l'évaporation. Cependant, et surtout pour la zone méditerranéenne, une meilleure approche de cette variable est souhaitable. Dans cette optique, un réseau à base de bacs d'évaporation est à conseiller. L'O.M.M. conseille un poste pour 30 à 50 000 km² pour nos régions.

Le problème essentiel est celui de la pluie. Il existe, à côté des stations et postes climatologiques, des postes pluviométriques tenus en FRANCE par divers organismes publics ou privés. Au total, on peut compter sur environ 3 300 postes pluviométriques actuellement en fonctionnement, dont beaucoup sont postérieurs à la dernière guerre mondiale. Ce nombre ne tient pas compte des postes non signalés par leurs gestionnaires. Avec une telle densité, la FRANCE possède un réseau qui se situe au-delà des normes requises pour un réseau minimal : 1 poste pour 600 - 900 km² en région plate, pour 100 - 250 km² en région accidentée (1 200 à 2 600 postes pour la FRANCE). Mais, et l'exemple est instructif pour l'hydrologie, ce réseau, qui n'est plus minimal, est loin d'être optimal. Il est, en effet, un réseau à vocation très orientée selon les exploitants, mais pour l'hydrologue qui désire une couverture assez uniforme du pays, les lacunes sont très nombreuses. Ainsi en ALSACE, on a constaté que, pour les petits bassins de quelques dizaines à quelques centaines de km², qui occupent le versant vosgien et sur lesquels est en place l'essentiel du réseau hydrométrique, il est rare de trouver un pluviomètre dans le bassin ; la plupart des postes sont en effet agglutinés dans les basses vallées ou dans la plaine du RHIN.

Pour l'hydrologue, le réseau pluviométrique doit être orienté vers la satisfaction du besoin suivant : fournir une estimation aussi correcte que possible de la hauteur de précipitations tombée sur les bassins à l'issue desquels existe une station hydrométrique. Cette satisfaction est possible avec une répartition uniforme des postes pluviométriques et en tenant compte de l'influence du relief et de l'altitude. Il est regrettable que le réseau pluviométrique et hydrométrique ne soit pas géré par le même organisme. Pour satisfaire ses besoins, l'hydrologue doit mettre en place son propre réseau pluviométrique (1) ; le Ministère de l'Agriculture ne paraît pas pouvoir échapper à cette nécessité s'il développe sérieusement son réseau hydrométrique. Il est évident que, compte tenu du réseau existant, le réseau à vocation hydrologique doit se contenter de combler les lacunes.

Le choix des implantations sera surtout conditionné par les problèmes d'exploitation. Le Guide de l'O.M.M. recommande ainsi d'installer systématiquement au moins un pluviomètre à chaque station hydrométrique et un autre dans la partie amont du bassin de cette station.

4. ORGANISATION et GESTION d'un RESEAU HYDROMETRIQUE

On se contente d'évoquer quelques généralités sur ce thème puisque l'objectif du cycle de conférences est d'apporter en détail toute l'information sur les matériels employés, les procédés de mesures et les dispositifs d'installation dans les conditions généralement rencontrées sur le terrain pour l'exploitation d'un réseau de stations hydrométriques.

L'organisation générale d'un réseau hydrométrique est évidemment variable avec l'importance de celui-ci : superficie couverte, moyens d'accès et nombre de stations. On peut cependant concevoir qu'un réseau hydrométrique doive être géré de manière "démultipliée" lorsqu'une certaine importance est atteinte. Les unités critiques ainsi susceptibles d'une gestion unifiée correspondraient à une région d'Aménagement des eaux, par exemple, en FRANCE (quelques départements). Appelons secteur une telle unité.

4.1 - Schéma d'un secteur hydrométrique

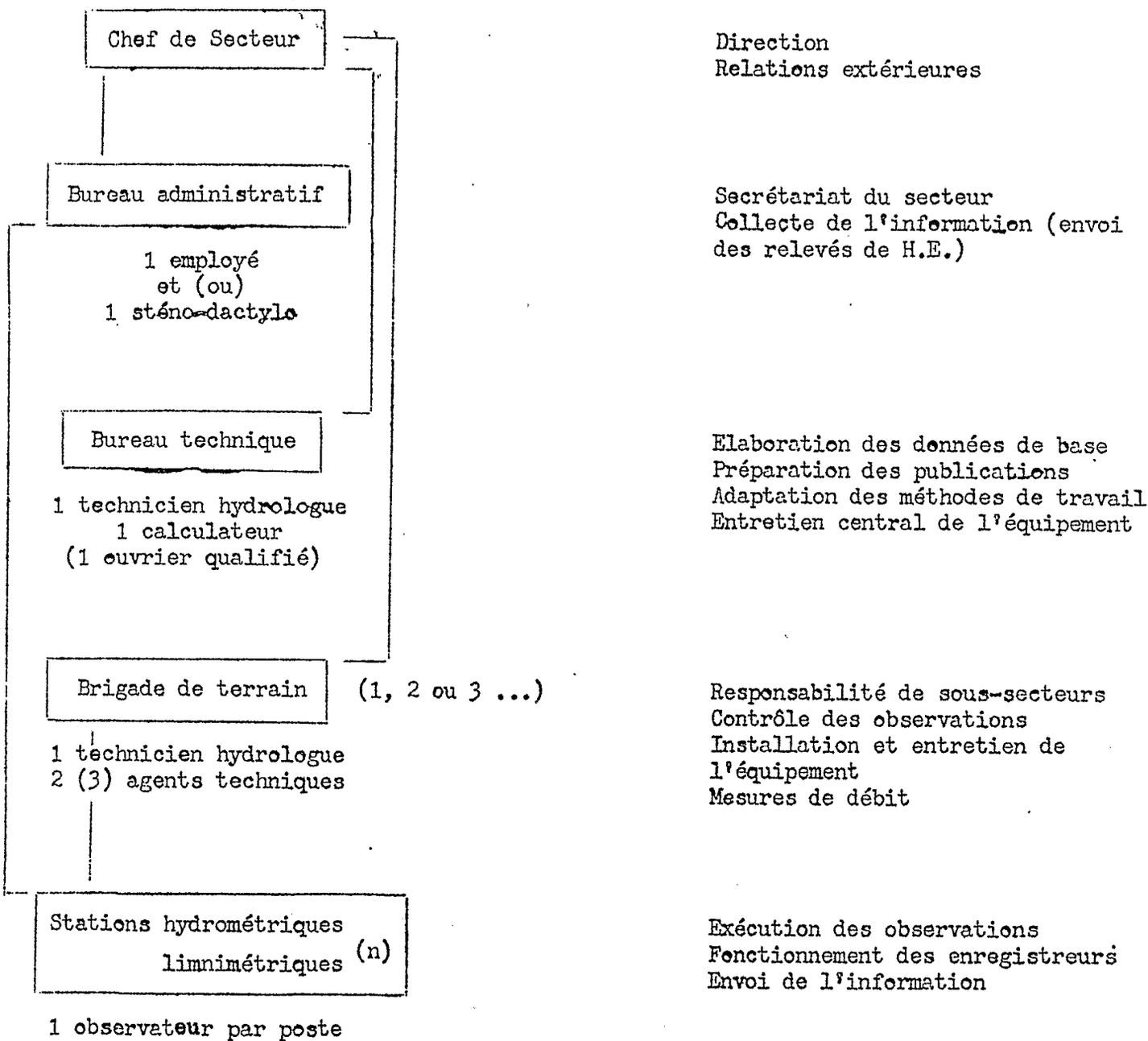
L'organisation d'un secteur peut s'articuler selon le schéma joint. Le groupement de secteurs en un ensemble multi-régional ou national

(1) C'est ce qu'a fait Electricité de France pour son réseau dépendant de la Production Hydraulique.

SCHEMA INDICATIF d'ORGANISATION de RESEAU

Structures

Tâches



revient simplement à superposer à ces secteurs une unité centrale de direction comprenant des bureaux administratif, technique et de calcul bien pourvus pour réaliser des tâches générales :

- mise au point des méthodes de travail (schémas-types d'installation d'appareillage, protocoles de mesures, normes de dépouillement ... etc)
- tenue des archives centrales de l'information brute et élaborée
- réalisation de tous calculs d'interprétation pour répondre aux utilisateurs
- publication d'un annuaire
- essais et commandes de matériel

L'étoffeement en personnel d'une telle unité centrale est fonction du nombre et de l'importance des secteurs contrôlés. Il ne peut être question d'en traiter ici puisqu'au Ministère de l'Agriculture, actuellement, n'existent que des groupes d'hydrologie à l'échelle départementale ou régionale, groupes qui s'apparentent assez bien au secteur de base évoqué ici.

L'organisation proprement dite du secteur de réseau appelle quelques remarques complémentaires.

4.2 - L'importance des moyens d'accès aux stations

Un élément clé de cette organisation est constitué par les moyens d'accès aux stations, c'est-à-dire par la somme des problèmes de communications : distances du siège du secteur aux diverses stations, voies de communication, praticabilité de ces voies ...

On ne saurait jamais trop insister, même en FRANCE, sur l'importance des moyens d'accès. Ils influent au moins sur les points suivants :

- a) possibilité de réaliser la gestion du secteur depuis la base ou nécessité de créer des bases de sous-secteurs (échelon départemental vis-à-vis de la région, par exemple) pour réduire les temps morts d'accès aux stations.
- b) organisation des tournées de contrôle et de mesure.

c) caractéristiques du matériel de transport (type de véhicules).

Enfin, l'accès aux stations hydrométriques dans un certain sens constitue le dernier élément du choix de l'implantation de ces stations. A côté des raisons d'ordre géographique, d'ordre économique, d'ordre géomorphologique et d'ordre hydraulique qui conditionnent le choix des sites de stations, les facilités d'accès peuvent, en dernier ressort, permettre de trancher entre 2 sites et même provoquer le déplacement d'un site. L'intérêt pour l'hydrométriste d'accéder sans rupture de charge à la section de jaugeages doit être pris sérieusement en compte. De la sorte, on améliore le rendement (économie de temps, de main-d'œuvre) et la qualité des mesures (meilleures conditions manuelles d'exécution).

4.3 - Le choix du matériel hydrométrique

Ce point sera développé en détail au cours de plusieurs autres conférences. Il est présenté ici sous l'aspect de la gestion du réseau. On doit examiner ce point sous deux angles complémentaires : l'investissement et la maintenance.

Une seule règle doit guider le responsable : réduire autant que faire se peut les types de matériel employés dans un secteur, qu'il s'agisse des limnigraphes, des équipements d'installation de postes, du matériel de mesures de débit. Il est peu d'exemples de secteurs hydrométriques dans lesquels toutes les conditions hydrologiques ne peuvent pas être captées et mesurées à l'aide d'un, au plus deux, type de matériel pour chaque opération.

L'intérêt réside dans le gain d'argent et de temps. Gain d'argent car des commandes groupées de lots importants aux divers constructeurs permettent l'obtention de délais préférentiels, de tarifs étudiés et offrent la possibilité d'influencer la production vers les améliorations souhaitées par l'utilisateur.

Gain de temps, car la présence de matériels homogènes permet la constitution au secteur d'un stock de rechange (5 à 10 % du volume en service) apte à pallier sans hiatus toute défaillance ; elle permet également la remise en état, l'entretien, la révision dans des meilleures conditions par un ouvrier qualifié.

4.4 - Programme de gestion

Il n'est pas de secteur hydrométrique bien organisé sans, à la fois, un programme de gestion précis et détaillé, établi à l'avance (tous les 3 ou 6 mois par exemple) et la possibilité de le modifier rapidement pour répondre à l'imprévu (crue exceptionnelle ou étiage sévère).

La règle en la matière est : une routine minutieuse pour la gestion normale, un plan d'action immédiate pour les opérations imprévues toujours prioritaires sur la routine car il s'agit de capter une information rare.

Un bon programme de gestion permet à chaque brigade de terrain d'atteindre un rendement optimal : maximum de mesures de débits, de contrôle des observateurs en un minimum de déplacements (tenir compte des caractéristiques du régime des cours d'eau, de l'évolution de la pluviosité, de la stabilité des sections de mesures, de la qualité des observateurs).

Autre impératif de cette routine : ne jamais remettre au lendemain le dépouillement des mesures dès leur exécution, le contrôle des relevés dès leur réception (périodicité mensuelle conseillée). L'exécution ponctuelle de cet impératif évite toute perte d'information pour cause externe (mesure erronée, détarage de station, enregistreur dérégulé ...). Toute perte d'information conduit en effet, un moment ou un autre, le chef de secteur, ou le niveau directorial supérieur, à tenter de réparer la lacune : travail long, coûteux et qui n'apporte pas un résultat équivalent à ce qui a été perdu.

4.5 - Classement et archivage

Il n'est pas non plus de réseau bien organisé sans ordre.

La règle doit être ici la suivante : toute information captée étant supposée ne pouvoir se reproduire de manière exactement identique, doit être conservée de telle manière qu'elle puisse être accessible clairement à tout moment et pour toute personne.

L'application de cette règle s'effectue par l'emploi de fiches normalisées pour l'enregistrement des données brutes et élaborées, pour la description des stations et l'historique de leur gestion ; des dossiers également normalisés permettent le classement des fiches comme des données brutes.

Une description détaillée de la tenue de ces dossiers et de la forme des fiches sera faite dans les prochaines conférences selon les informations traitées.

Les consignes générales sont les suivantes : concevoir la forme des supports d'information de manière simple et utilisable en tous secteurs pour une même information ; prévoir la reproduction aisée sans intervention de copiste manuel ; éviter l'exemplaire unique qu'une destruction imprévue guette toujours.

Il est bien certain que ces règles et consignes s'appliquent également aux supports de type classique offrant l'information en clair (chiffres, graphiques) et aux supports modernes non "visualisables" (carte et bande perforées, bande et disque magnétiques).

Au stade du secteur, l'existence d'un classement complet de l'information en clair est indispensable. L'introduction des supports modernes, même si elle se fait au niveau de la mesure ou de l'observation, n'offre son plein intérêt qu'au stade supérieur de traitement de l'information par les moyens mécanographiques et électroniques.