

ORGANISATION DES SERVICES DE RASSEMBLEMENT, DE DÉPOUILLEMENT ET DE PUBLICATION DES DONNÉES

J. A. RODIER *

Ingénieur en Chef à Électricité de France
Chef du Service Hydrologique de
l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer

La tâche de tels Services consiste à recueillir les résultats bruts tels qu'ils sont fournis par les observateurs ou les appareils enregistreurs, à en faire la critique, à les classer, à les mettre sous une forme directement utilisable par les météorologues, les hydrologues ou tous techniciens intéressés par ce genre de données, à les diffuser ou à les conserver à la disposition du public.

Il n'est pas opportun de décrire dans le détail ces diverses opérations. On trouvera tous les renseignements voulus dans le Guide des Pratiques Hydrométéorologiques de l'OMM, chapitre 4, dont il existe déjà des minutes dans tous les Services météorologiques ou hydrométéorologiques. Cependant, il peut être utile de donner quelques indications sommaires à leur sujet en considérant surtout le cas, actuellement le plus courant, des réseaux qui ne sont pas encore équipés d'appareils enregistreurs sur bandes perforées.

I. QUELQUES INDICATIONS SUR LES OPÉRATIONS À EFFECTUER

Le rassemblement des données comprend l'expédition des relevés des observateurs et des diagrammes des enregistreurs au Service Central, le classement de ces relevés et des documents relatifs aux mesures de débits (pour les stations hydrométriques), la mise au point des fichiers relatifs aux stations, en particulier celui des fiches comportant l'ensemble des jaugeages pour chaque station, enfin l'ensemble des mesures à prendre pour assurer la sécurité de ces archives. Avant le classement, on procède à un premier contrôle de qualité des relevés, ce contrôle étant souvent complété au cours des opérations de dépouillement. On doit ajouter à ces opérations de routine le rassemblement des données anciennes antérieures à l'organisation du Service et des renseignements relatifs aux phénomènes exceptionnels : sécheresses, crues qui devraient faire dans tous les services l'objet d'études spéciales sur le terrain.

Le dépouillement correspond à des opérations de nature assez variable suivant le facteur climatologique ou hydrologique étudié, le type d'appareil utilisé, enregistreur ou non, et enfin la nature des données élaborées que l'on souhaite obtenir. Les données brutes vérifiées et classées feront donc l'objet d'un certain nombre de transformations.

Citons les plus importantes :

- pour les relevés de pluviomètres simples : le calcul des moyennes mensuelles et annuelles et l'extraction des valeurs extrêmes;
- pour les relevés de pluviomètres enregistreurs, le calcul des précipitations horaires et les hauteurs maximales journalières pour des durées diverses variant de 5 minutes à 12 heures;
- pour les limnigraphes enregistreurs, le calcul de la hauteur moyenne journalière et la détermination du maximum journalier;
- pour les mesures de débits, le calcul des débits à partir des mesures de vitesses au moulinet;

07 DEC. 1994

12 JUL. 1994

ORSTOM Fonds Documentaire

N° 41577

Cote :

B

- pour les stations de mesures de débits, la traduction des relevés de hauteurs en débits; le calcul de chaque débit moyen journalier et de chaque valeur maximale journalière dans le cas d'enregistreur;
- pour les mêmes stations, dans un second stade : la mise au point des tableaux annuels de débits avec le calcul des valeurs moyennes mensuelles et annuelles et des valeurs extrêmes. Il y a souvent avantage à incorporer à certains tableaux, par exemple aux tableaux de débits, d'autres facteurs du bilan hydrologique : surtout les moyennes des précipitations;
- l'analyse peut être poussée plus loin en allant jusqu'à l'établissement de cartes de divers facteurs : précipitations moyennes, déficit d'écoulement, évaporation sur nappe d'eau libre, etc...

A un certain stade du dépouillement, variable suivant le type de données, doit intervenir un contrôle des erreurs.

La publication régulière des données est absolument essentielle. Non seulement elle fournit aux usagers, dans un délai acceptable, les renseignements dont ils ont un besoin immédiat, mais encore c'est le meilleur moyen d'assurer la conservation des données. Il est un principe admis couramment qu'un ensemble de données a toutes chances d'être perdu ou de rester inutilisable s'il n'est pas publié au bout de 25 ans. En particulier, l'étude critique et une partie des dépouillements ne peuvent être effectuées de façon correcte que peu de temps après que les renseignements bruts aient été recueillis, alors que les vérifications sont encore possibles. Or la publication de relevés *oblige à un examen critique* et permet ainsi aux données de conserver toute leur valeur.

D'autre part, cet examen critique décèle la mauvaise qualité des observations d'un poste ou les déficiences d'organisation d'un Service et permet d'y remédier à temps. Combien de fois des publications trop tardives ont conduit à découvrir des séries entières de relevés annuels inutilisables alors que des publications régulières auraient permis de prendre à temps les mesures nécessaires pour assurer des observations correctes.

La présentation des données doit être étudiée en fonction des besoins des usagers.

Il est nécessaire de prévoir des publications régulières tous les mois et tous les ans suivant le type de données. Mais il est indispensable, en outre, de publier des études spéciales sur les phénomènes de caractère exceptionnel : ouragan, averse exceptionnelle, crue, sécheresse exceptionnelle.

2. CARACTÈRES GÉNÉRAUX DES OPÉRATIONS DE RASSEMBLEMENT, DÉPOUILLEMENT ET PUBLICATION DES DONNÉES

Tout d'abord, ils exigent de très nombreux calculs très faciles mais répétés un très grand nombre de fois alors que, malheureusement, les rendre automatiques n'est ni aisé, ni sans danger.

Dans ces conditions, les erreurs peuvent se multiplier, les hydrologues chargés de ces tâches doivent avoir, *jusqu'à l'obsession*, le souci de les éviter.

Les opérations de vérification et de détection des erreurs sur les relevés bruts doivent être effectuées avec le plus grand soin. Elles sont facilitées par les corrélations entre divers facteurs hydrométéorologiques à un même poste ou pour un même facteur, entre relevés de deux stations voisines. Mais cet examen ne doit pas entraîner l'élimination des valeurs exceptionnelles comme non vraisemblables : certains exemples de corrections abusives sont célèbres. Il faut garder un grand respect pour les originaux.

Il s'agit, par la suite, d'ajouter le moins possible d'erreurs à celles qui sont déjà contenues dans les originaux : les copies à la main doivent être évitées le plus possible. Il faut employer la photocopie ou tout procédé de reproduction automatique.

A cet égard, l'emploi de limnigraphes à bandes perforées est particulièrement intéressant car depuis l'inscription du niveau de l'eau jusqu'à l'impression des tableaux de publication, toutes les opérations peuvent théoriquement être rendues automatiques, ce qui évite la plus grande partie des erreurs mais n'est pas à la portée de tous les Services Hydrologiques.

Il importe également de bien faire la distinction entre données brutes et données interprétées. Le dépouillement ou l'analyse font intervenir des opérations qui sont parfois discutables. Par exemple, un tableau de débit ne peut être établi qu'à partir d'une courbe de transformation des hauteurs en débits qui, souvent, *n'est pas définitive*; le tableau de débit n'est donc pas définitif alors que celui des hauteurs d'eau l'est (après examen critique bien sûr). On devra se référer plus tard à ce tableau des hauteurs pour une nouvelle transformation.

Il y a donc le plus grand intérêt à bien mettre en évidence ces données brutes définitives.

Cette considération nous ramène au "respect des originaux". En principe, on ne doit jamais détruire un original. Mais, pour les grands Services Météorologiques ou Hydrologiques, le volume occupé par les originaux deviendrait vite prohibitif. On est ramené dans ce cas à conserver seulement les microfilms des originaux. Ce souci de conservation des données brutes conduit à toute une série de précautions. Citons-en trois importantes :

- 1) L'observateur conserve dans un cahier les relevés originaux et il envoie un double au Service chargé du classement.
- 2) On constitue souvent une double collection de données, l'une à la Subdivision, l'autre au Service Central.
- 3) On publie régulièrement les données les plus importantes comme on l'a vu plus haut, même un très faible tirage à 100 exemplaires suffit pour que 40 ou 50 ans après il subsiste au moins quelques-uns de ces exemplaires. Il convient de ne pas oublier que les relevés doivent survivre à tout cataclysme, guerre, révolution, etc...

La présentation des résultats doit être telle qu'ils puissent être utilisés d'un pays à l'autre et, effectivement, on constate que les Services des différents pays sont arrivés à des formes de tableaux pas très différents les uns des autres, mais un gros effort de normalisation reste à faire et il est d'autant plus difficile de progresser dans cette voie que la moindre modification portant sur un grand nombre de relevés d'un grand nombre de stations apporterait des perturbations très importantes dans les grands Services, de sorte que lorsqu'on réunit leurs représentants, ils tendent instinctivement à éviter tout changement dans leurs propres présentations des résultats.

Enfin, pour éviter toute erreur dans les opérations de dépouillement, faciliter les analyses statistiques ultérieures, multiplier aisément les relevés, rendre plus rapides les diverses opérations et diminuer leur coût (?), on est tenté de chercher à les rendre aussi automatiques que possible, d'où :

- l'emploi de limnigraphes à bandes perforées déjà signalés, de limniphones et de pluviophones transmettant directement les relevés aux Services d'annonce des crues;
- la réalisation de machines à traduire les hauteurs d'eau en débits, automatiques ou semi-automatiques. Citons encore les appareils traduisant les diagrammes des limnigraphes en débits moyens journaliers et débits maximaux journaliers;
- l'enregistrement sur cartes perforées des valeurs des relevés de toute nature permettant l'emploi de calculateurs électroniques.

Mais l'ensemble de ces mesures suppose des moyens financiers et techniques considérables qui se sont pas à la portée de tous les Services.

Le simple enregistrement des données d'observations de routine sur cartes perforées est une opération longue et délicate; elle suppose, en effet, un ensemble de vérifications et d'opérations de détection des erreurs qui doivent être effectuées de façon plus appro-

fondie que d'ordinaire. Or ce travail est souvent aussi long que le total des opérations concernant le dépouillement et la première partie de l'analyse. En ce qui concerne les débits des rivières, il convient de ne porter sur cartes perforées que des débits définitifs, car on élimine en principe toute retouche ultérieure de l'étalonnage.

Pour les besoins de la recherche dans certains domaines, l'emploi de cartes perforées peut être délicat; au moment de la perforation, on ne sait pas toujours quel élément de la mesure pourra être utile aux analyses ultérieures et par la suite, si un élément important a été omis, l'emploi de ces cartes pourra ne pas rendre tous les services qu'on en attendait.

Enfin, l'emploi de cartes perforées pose un très sérieux problème d'encombrement. L'emploi de rubans perforés ou de rubans magnétiques n'a pas cet inconvénient mais en présente d'autres.

Ce qui précède n'a pas été écrit bien entendu pour proscrire l'emploi des cartes perforées qui s'impose de plus en plus, mais pour en montrer les limitations et éviter qu'elles ne soient pas utilisées à bon escient.

De façon générale, il est souvent inexact de dire que l'automatisation des opérations de dépouillement ou d'analyse réduise le prix de revient des opérations, mais par contre, il est certain qu'elle les rend beaucoup plus rapides et plus sûres. Certaines études ne peuvent être rendues possible que de cette façon, surtout dans le domaine de l'annonce des crues où la rapidité des calculs est un facteur capital. Avec le développement des réseaux et la progression de la recherche hydrologique, il sera de plus en plus nécessaire de rendre automatiques les opérations de dépouillement et de mettre les données sous une forme telle qu'elles puissent permettre l'emploi de calculateurs électroniques. Les Services qui, pour des raisons diverses, ne peuvent pas le faire actuellement, doivent donc y songer et prévoir leur organisation en conséquence.

3. ORGANISATION DES SERVICES DE RASSEMBLEMENT, DE DÉPOUILLEMENT ET DE PUBLICATION DES DONNÉES

Elle se présente de façon *fort différente* d'un pays à l'autre, surtout en ce qui concerne les réseaux de stations de jaugeages et à plus forte raison les réseaux de mesures d'évaporation, de transports solides et d'humidité du sol. Il y a partout des Services Météorologiques et partout ils sont organisés pour le classement et le traitement des données; par contre, dans certains pays les Services Hydrologiques viennent juste d'être créés et il y a même un bon nombre de pays qui n'ont pas du tout de Service Hydrologique. Si on ne considère que les réseaux de stations de jaugeages, le nombre de postes à exploiter varie de moins de 50 à plusieurs centaines (les pays exploitant plusieurs milliers de stations de jaugeages ont une organisation décentralisée de telle sorte que les opérations de dépouillement proprement dites sont effectuées dans des organismes ne gérant pas plus de quelques centaines de stations).

Il convient, en ce début de Décennie Hydrologique, de se montrer réaliste et de voir, la situation en face pour pouvoir l'améliorer : il est fréquent que les Services Climatologiques ou Hydrologiques soient très pauvres; certains de ces derniers disposent tout juste de crédits nécessaires pour payer les salaires des observateurs, les frais d'expédition et de classement sommaire des relevés. Inutile de préciser que, dans ce cas, l'examen critique des données brutes et le dépouillement sont à peu près inexistantes. De temps en temps, un hydrologue passionné est à la tête du Service, avec de très faibles moyens; il exploite lui-même les données brutes, les critique et en fait un recueil en un seul exemplaire, hélas! car il est manuscrit. Nous sommes, par exemple, à la recherche de 20 ans de relevés pluviométriques rassemblés à l'origine en trois exemplaires seulement. Certains utilisateurs ou des Organismes Scientifiques peuvent, dans ce cas, prendre en charge l'interprétation et la publication des données, mais

souvent l'exploitation est partielle et il est préférable qu'une partie des traitements des données soit assurée par l'organisme responsable du réseau.

D'autres Services moins pauvres disposent de quelques employés : calculateurs, secrétaires et dessinateurs sous les ordres du Chef de Service Hydrologique ou même d'un ingénieur adjoint chargé des trois opérations : rassemblement, dépouillement et préparation de la publication des données. La totalité des opérations est effectuée « à la main », c'est de l'artisanat mais ce peut être efficace et pour de nombreux pays ce sera encore, pendant de nombreuses années, la bonne solution. Certains services d'annonce des crues ou de prévisions de disponibilités hydroélectriques disposent de moyens financiers suffisants et peuvent réaliser une organisation qui ne soit pas artisanale : ils ont mis sur pied des départements spécialisés pour les diverses opérations à prévoir et un équipement automatique ou semi-automatique plus ou moins complet. Mais ces services ne s'intéressent qu'à une partie du réseau national et dans un but très particulier.

Enfin, il existe de grands Services Climatologiques, Hydrologiques ou Hydro-météorologiques Nationaux qui ont mis sur pied une organisation convenable où les impératifs de qualité des observations brutes, de bonne conservation des données, de qualité des données publiées et de cadence rapide des publications sont respectés, mais bien souvent là aussi des progrès sont à faire dans l'équipement et l'articulation des Services car, dans ce cas, le nombre de stations est très important et le Chef de Service en arrive à envier ses collègues des petits pays qui, eux, connaissent parfois toutes leurs stations, tous les observateurs et leurs aventures depuis les quinze dernières années, ce qui simplifie considérablement l'examen critique des données et l'interprétation.

On comprend ainsi aisément qu'il n'est pas possible de proposer une organisation valable pour tous les pays et les communications qui seront présentées sous cette rubrique : rassemblement, dépouillement, publication des données, illustreront probablement la diversité des situations. Cependant, si modestes que soient les moyens dont on dispose, il faut tendre vers une organisation permettant l'exécution correcte des opérations citées au début de cette note en conservant toujours présent à l'esprit ce que sera l'organisation future quand le développement du réseau permettra un premier stade d'automatisation.

L'organisation devra être fonction des tâches à accomplir, de la nature du réseau et des moyens dont on peut disposer en personnel technique et en crédits.

Si l'on considère le cas d'un petit Service Hydrologique ne disposant que d'un seul ingénieur hydrologue, le Chef de Service, il aura sous ses ordres un ou plusieurs hydrométristes chargés de l'exploitation du réseau; l'ensemble des opérations : rassemblement, dépouillement, publication des données sera ou placé directement sous les ordres du Chef de Service ou sera suivi de très près par celui-ci, car ces opérations, surtout la détection des erreurs, doivent être dirigées par un hydrologue du niveau de l'ingénieur (ou sens que l'on donne à ce mot dans les pays d'expression française); il peut ne pas être avantageux de prendre l'agent hydrométriste comme intermédiaire hiérarchique, car cet agent est un homme de terrain avec toutes les caractéristiques que cela comporte, elles ne sont pas souvent compatibles avec les caractéristiques à exiger des employés du bureau de classement et de dépouillement, et d'autre part, les longues tournées sur le terrain de l'hydrométriste seraient préjudiciables au bon fonctionnement du bureau. Cependant, les employés de celui-ci doivent avoir des liaisons extrêmement étroites avec l'hydrométriste ou les hydrométristes du réseau qui leur fournissent la matière première; c'est d'ailleurs l'hydrométriste qui dépouille lui-même ses mesures de débit.

Toujours dans l'hypothèse d'un petit service, l'ensemble des opérations à effectuer depuis la réception des relevés ou des feuilles de limnigraphes jusqu'à la parution de l'Annuaire devra faire l'objet d'un planning, puis les tâches réparties entre tous avec des responsabilités bien définies. Pour de si petits services, qui ne disposent souvent que de 3 à 5 employés, il ne sera pas souvent possible d'établir de sous-section, au con-

traire, certains agents pourront être chargés de plusieurs opérations à la fois, par exemple, le responsable du classement participera à la traduction des hauteurs en débits qui, pour un service où toutes les opérations sont faites à la main, constitue une tâche très lourde, surtout si le pourcentage de stations équipées en enregistreurs est élevé.

Tout devra être mis en œuvre pour éviter les erreurs et faciliter les divers calculs; en particulier, la forme des imprimés, des barèmes devra être étudiée d'autant plus soigneusement que le service manquera de moyens; c'est un bon planning et de bons imprimés qui, souvent, permettront à un petit service d'arriver à bout de sa tâche avec rapidité et sécurité. Le travail pourra également être grandement simplifié si les consignes données aux observateurs sont correctes et les feuilles de relevés originaux bien conçues et bien tenues.

Dans le même ordre d'idée, des procédures bien définies devront être prescrites pour contrôler les relevés et détecter les erreurs, cette opération ne devant pas être laissée à la fantaisie de chacun.

L'ingénieur devra intervenir pour l'établissement du planning du service, la mise au point des courbes d'étalonnage, les mesures à prendre en cas d'erreur, le contrôle de la bonne marche de ces opérations. Malgré la simplicité de ce travail de routine, il faut attacher une extrême importance à la formation du personnel et à la conscience professionnelle avec laquelle il exécute ces tâches.

Signalons les services rendus indirectement à ces petits services par les publications de relevés. Dans les services climatologiques, par exemple, la publication de recueils mensuels de données a imposé aux services les plus pauvres une discipline de critique des données brutes et d'interprétation, qu'il aurait été bien plus difficile à réaliser sans ce stimulant. En outre, il a été possible d'obtenir parfois, pour ces publications, quelques crédits complémentaires qui ont permis de réaliser les opérations préliminaires.

Les hydrologues ont intérêt à s'inspirer de cet exemple et effectivement, dans bien des cas, la publication d'Annuaire Hydrologiques même sous une forme très sommaire oblige les hydrologues à effectuer, malgré leurs très faibles moyens, les opérations intermédiaires à réaliser entre la réception des données brutes et la publication et souvent même à prendre les mesures nécessaires pour améliorer la qualité des mesures elles-mêmes.

Pour les Services Hydrologiques plus importants, il sera possible d'affecter spécialement un ingénieur à la direction de ces opérations et de définir des sous-sections correspondant chacune, par exemple, au classement, au traitement des données pluviométriques, au traitement des données hydrométriques, à la préparation des publications, à la réalisation matérielle des publications elles-mêmes. Mais on se trouve déjà en présence d'un organisme plus complexe dont l'organisation interne est fonction de nombreux facteurs et, en particulier, du rôle du Service Hydrologique ou climatologique lui-même dans le pays. Pour les très grands services, l'organisation est encore davantage un cas d'espèce. Comme nous l'avons vu plus haut ces services sont décentralisés, il y a des services hydrologiques régionaux et un service central.

Le partage des tâches entre services régionaux et service central est assez complexe.

Donnons deux exemples qui mettront en évidence cette complexité :

— Pour l'analyse des données, il n'est pas question de pourvoir chaque service régional d'un ensemble complet de calcul électronique : celui-ci n'existe qu'au service central. Mais il ne faut pas non plus, au cours des diverses opérations, perdre le contact avec les hydrologues de terrain du service régional. Aussi les données peuvent suivre un parcours complexe. Les bandes perforées et les courbes d'étalonnages peuvent être envoyées au service central qui les transforme en diagrammes de débits. Ceux-ci sont retournés aux services régionaux pour diverses vérifications puis envoyés à nouveau au service central pour mise en forme définitive et analyses diverses.

— Pour la publication des Annuaire, les services régionaux mettent au point des Annuaire simple mais intéressant un grand nombre de stations peu de temps après la fin de l'année de référence, le service central sélectionne un certain nombre de stations de chaque région et publie un Annuaire National avec un an ou deux de retard sur l'Annuaire Régional, cet Annuaire présentant pour chaque station un ensemble de données beaucoup plus complet et élaboré que l'Annuaire régional.

On voit par tout ce qui précède combien l'organisation doit s'adapter à la situation des divers services et aux conditions particulières d'exploitation des réseaux.