

MÉTHODOLOGIE D'EXPLOITATION DU BASSIN REPRÉSENTATIF : ÉLABORATION ET CLASSEMENT DES DONNÉES D'OBSERVATIONS

Pierre DUBREUIL (France)

Directeur de Recherches
au Bureau Central d'Hydrologie de l'ORSTOM

RÉSUMÉ

La densité des appareils qui y sont installés et la fréquence des mesures que l'on y effectue font du bassin représentatif une source abondante de données d'observations. Bien que généralement destinées à fournir des renseignements rapides sur des points précis, ces données constituent une documentation scientifique du plus haut intérêt pour l'étude fine des éléments du cycle de l'eau sur de petites surfaces.

La conservation de toutes ces données d'observations et leur présentation sous une forme aisément consultable et intelligible sont donc indispensables.

L'auteur expose les méthodes de rassemblement des données brutes d'observation, de leur élaboration et de leur classement qui ont été peu à peu mises en vigueur à l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer (ORSTOM), dont le Service hydrologique a exploité depuis plus de 10 ans près d'une centaine de bassins représentatifs sous la plupart des climats arides et intertropicaux.

SUMMARY

By the high density of the apparatus on the field and the frequency of observations at each of them, representative catchments provide numerous data for general purposes.

Although that sort of study is often carried out for rapid estimation of data related to a well defined characteristic of the hydrological regimen, rough observations may constitute a bulk of scientific data for more general purposes, particularly for the exhaustive study of some parts of hydrological cycle on small areas.

The storage of all those climatological and hydrological data and their presentation following a form convenient to the uses, are indispensable.

The author presents the methods for collecting, processing and classing the rough data, which are used by the Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer for the hundred representative and experimental catchments operationed by its Hydrological Service.

Quel que soit le type d'études entreprises : expérimentation sur la végétation, recherche sur les constituants du cycle de l'eau, application à un projet d'aménagement, par exemple, si les moyens peuvent différer d'un groupe à l'autre de ces bassins d'études, dans tous il faut mesurer les manifestations principales du cycle de l'eau : la pluie, l'écoulement dans les rivières, les mouvements de la nappe phréatique et cela s'effectue à l'aide d'appareils généralement semblables et selon une méthodologie assez constante.

La particularité des bassins de recherche ou d'expérimentation réside dans le fait qu'à ces mesures générales et classiques s'ajoutent d'autres mesures d'un caractère particulier à chaque cas, dont la méthodologie doit être sans cesse adaptée.

Il apparaît donc clairement que les mesures principales que nous venons d'évoquer représentent la majorité tantôt quasi absolue, tantôt relative, des travaux au champ et qu'il est donc souhaitable qu'elles s'effectuent selon une méthodologie aussi homogène que possible en tous lieux et que ces règles soient étendues aussi au rassemblement, au classement et à l'élaboration des données recueillies par ces mesures.

Nous avons l'intention d'apporter notre contribution à l'établissement de cette méthodologie du rassemblement, du classement et de l'élaboration des données recueillies dans les domaines climatologiques, pluviométriques et hydrométriques de

surface en nous attachant tout particulièrement au cas du bassin versant représentatif à vocation pratique qui est l'outil essentiel de l'hydrologue dans les pays en voie de développement. Les propositions que nous serons amenés à formuler sont susceptibles, à quelques modifications près, d'être appliquées à des bassins de même vocation dans des pays à économie déjà bien développée, comme aux observations classiques sur les autres types de bassins de recherche et d'expérimentation.

Les études sur bassin représentatif à vocation pratique peuvent avoir deux objectifs distincts :

- 1) rassembler des informations sur tel ou tel caractère hydrologique pour *fournir rapidement des données de base* aux ingénieurs projeteurs des aménagements hydrauliques et para-hydrauliques;
- 2) *réunir une documentation* sur l'écoulement à l'issue de petites surfaces pour une région homogène bien définie, en vue d'une interprétation et d'une consultation ultérieure à *plus ou moins longue échéance*.

Les deux objectifs ne sont absolument pas en contradiction, et si le second est rarement seul visé dans un pays en voie de développement, il n'en serait pas moins, à l'inverse, fortement irrationnel, quand l'objectif pratique immédiat est le seul recherché, de négliger l'objectif différé car celui-ci peut être atteint sans dépenses excessives supplémentaires.

Cette remarque est essentielle. En effet, bien souvent les données d'observations réunies sur un bassin représentatif à vocation pratique font l'objet d'une analyse sommaire pour fournir la réponse rapide demandée par les projets d'aménagements, puis les documents sont archivés presque à l'état brut, certains n'ayant même pas été élaborés. L'expérience prouve que la consultation ultérieure de ces documents est une entreprise décevante qui met souvent le chercheur en présence d'énigmes indéchiffrables (même l'hydrologue gestionnaire du bassin oublie 1 ou 2 ans après la multitude de petits détails qui enrichissent substantiellement les sèches séries de chiffres ou de bandes enregistrées) et le contraint à un déchet important.

La sauvegarde, en vue d'une valorisation différée des documents bruts d'observation, nous paraît une tâche nécessaire qui doit être réalisée l'année même des observations, au plus tard lorsque s'effectue la première analyse à objectif immédiat.

C'est dans cette optique que, dès l'ouverture d'un chantier de bassin représentatif, l'hydrologue responsable doit envisager la constitution d'une série de dossiers définitifs de documents élaborés, d'une part, et la mise en archives de données totalement exploitées, d'autre part. Cette considération conditionne partiellement les modes d'exploitation du bassin et de rassemblement des données d'observations que nous allons passer successivement en revue avant de voir comment pourrait être établi un classement méthodique des documents.

1. QUELQUES REMARQUES SUR L'EXPLOITATION D'UN BASSIN

Il ne saurait être question, dans le domaine de l'exploitation proprement dite d'un bassin, de formuler une méthodologie ni même d'en recommander la stricte application. En effet, les modes d'exploitation d'un bassin représentatif peuvent être extrêmement variables suivant les objectifs de l'étude, les appareils utilisés et les conditions locales de travail. Mais de toute manière, l'exploitation d'un bassin, c'est essentiellement l'accumulation en un même secteur et sur une même personne d'opérations telles que les relevés pluviométriques, climatiques simples et hydrométriques de surface qui, toutes, prises séparément, sont des opérations classiques et dont les méthodologies sont depuis longtemps formulées. L'exploitation d'un bassin, c'est en outre une multitude de petits problèmes de détails à résoudre, toujours imprévus et qui viennent perturber le déroulement régulier des observations et mesures classiques.

Il nous paraît donc inutile ici de revenir sur des choses connues comme les divers procédés de jaugeages (et de dépouillement), les modes d'emploi des appareils et les méthodes de mesures climatiques ou hydrométriques, etc.

Par contre, nous voudrions simplement mettre l'accent sur l'organisation générale du fonctionnement d'un bassin et sur la coordination entre plan d'équipement et plan d'opérations.

1.1. *Le plan d'équipement* dépend des objectifs de l'étude et des moyens disponibles. On peut cependant estimer que la densité de cet équipement ne peut pas descendre en-dessous d'une certaine limite qui pourrait être la suivante, dans chaque domaine d'observations :

a) *Pluviométrie* :

- un pluviomètre pour 3 km² dans un bassin de moins de 50 km², pour 10 km² dans un bassin de 200 km², pour 20 km² dans un bassin de 500 km². Si, pour des raisons généralement d'ordre financier, tous ces appareils ne peuvent être des enregistreurs, on s'efforce d'avoir au moins :
- deux pluviographes à rotation journalière dans un bassin de 25 km² et 20 % du nombre total des pluviomètres dans un bassin supérieur ou égal à 50 km².

Une densité supérieure est recommandable si la situation géographique du bassin (accidents du relief) est susceptible d'engendrer une irrégularité spatiale des précipitations supérieure à la normale.

b) *Climatologie* :

- une station évaporométrique avec un bac en eau libre (enterré ou sur le sol), son pluviomètre de contrôle et son anémomètre totalisateur;
- un abri météorologique comprenant des appareils permettant la mesure (au moins discontinue) des températures, de l'humidité relative de l'air et de la pression atmosphérique;
- un appareil mesurant la durée de l'insolation.

c) *Hydrométrie* :

- un limnigraphe, doublé d'une échelle de contrôle, par station fonctionnant en rotation journalière et avec une réduction d'échelles, permettant l'appréciation de toute modification significative du plan d'eau;
- une station de jaugeages adaptée au régime du cours d'eau. Sauf caractère torrentiel très accentué ou fond très mobile du lit, on peut se contenter de nettoyer un alignement droit sur une longueur dix fois supérieure à la largeur et en amont d'une passerelle posée au-dessus du niveau des plus hautes eaux vraisemblables et vers laquelle devront être canalisés les débordements éventuels par endiguements latéraux en matériaux tout-venant. Dans ces conditions, la mesure des débits s'effectue par jaugeages au moulinet.

La conservation de l'écoulement naturel est préférable, à notre avis, à la canalisation complète du lit pour déboucher sur un appareil de mesures des débits (déversoir, orifice, section critique Venturi ou Parshall) car, dans ce cas, on est trop enclin à se reposer sur la formule théorique de l'appareil qui n'est pas toujours aussi satisfaisante qu'on le pense. Il est nécessaire de tarer, à l'aide d'une capacité graduée, les déversoirs pour les très faibles charges, car les débits risquent d'être alors fort différents de ceux de la formule théorique. Toutes les formules de « jaugeurs » doivent faire l'objet d'un contrôle par jaugeage au moulinet. Les sédiments transportés se déposent souvent dans les biefs d'amenée des jaugeurs, perturbant la hauteur de pelle donc la charge réelle, ce qui est une cause fréquente de détarage à surveiller étroitement.

La canalisation complète du lit, en amont de la section de contrôle, peut se justifier avec un cours d'eau à fond très mobile.

L'emploi du déversoir nous paraît recommandable quand l'appréciation au 1/2 cm près que peut fournir l'échelle de contrôle du limnigraphe n'est pas assez sensible en très basses eaux. Ce déversoir, calculé pour un débit compris entre le DC 3 et le DC 6 par exemple, serait à installer à l'issue de l'alignement droit nettoyé ou canalisé, le limnigraphe, l'échelle et la passerelle de jaugeages (pour les hautes eaux) étant alors nécessairement implantés en amont du déversoir.

L'extrême torrentialité, liée ou non à la mobilité du fond de lit, peut être tournée en équipant la station pour des jaugeages chimiques si les conditions hydrauliques locales le permettent.

Sur le plan général, l'équipement d'un bassin doit utiliser de préférence les types d'appareils normalisés ou les plus couramment employés dans la région d'implantation, s'il n'y a pas d'empêchement du côté du programme d'études (inadaptation ou inexistence de l'appareillage local vis-à-vis d'une mesure déterminée).

1.2. *Le plan d'opérations*, comme le plan d'équipement doit être établi par l'ingénieur hydrologue avant le début de la première campagne de mesures sur le terrain. Il doit viser à atteindre, à l'aide de l'équipement disponible, le plus de renseignements possible avec un maximum de précision.

Ce plan doit assurer la coordination entre les opérations classiques ou périodiques et les opérations extraordinaires. Nous examinons évidemment le cas assez général dans lequel le chantier d'études comprend plusieurs bassins représentatifs « emboîtés » ou voisins.

Les opérations périodiques procèdent d'une routine qui ne doit pas subir de lacune sauf en cas d'extrême urgence quand certaines opérations extraordinaires prioritaires l'exigent. Elles groupent les activités suivantes :

- lecture des appareils de relevés pluviométriques, climatiques et hydrométriques,
 - contrôle du fonctionnement des appareils enregistreurs (porter une attention particulière au bon engrenage des tambours de pluviographes et au nettoyage des conduits alimentant les puits de limnigraphes),
 - changement des bandes d'enregistreurs,
 - mesures de débit de basses eaux, avec une fréquence à tout le moins hebdomadaire. Il importe, à cet effet, d'attirer l'attention sur trois points :
- a) la nécessité d'une heure de base sur un bassin (ou un groupe de bassins) détenue par exemple par le responsable et à laquelle se réfèrent tous les employés subalternes chargés des relevés et des changements de bandes,
 - b) l'intérêt de procéder aux relevés pluviométriques et climatiques au moins aux mêmes heures locales que sur le réseau synoptique, même si la fréquence des lectures est plus forte sur le bassin,
 - c) l'utilité de signaler, sur les bandes d'enregistreurs, tous les passages de contrôle ou de changement avec indication exacte de l'heure et mention soit du bon fonctionnement de l'appareil, soit de la correction qui a dû être apportée (décalage de temps des pluviographes et limnigraphes, décalage de niveau des limnigraphes).

Les opérations extraordinaires doivent pouvoir être déclenchées à tout moment, car elles ne sont pas prévisibles à l'avance, sinon quelques minutes ou quelques heures. Elles bénéficient donc de la priorité sur les opérations périodiques car l'observation et la mesure du (ou des) phénomène épisodique concerné ne doivent pas être manquées. On doit, en effet, partir du postulat suivant lequel chaque phénomène qui survient doit a priori être considéré comme susceptible de ne pas pouvoir se reproduire une autre fois pendant la durée d'existence du bassin représentatif.

Dans la majorité des cas, l'averse et sa crue résultante constituent le phénomène épisodique; il peut aussi parfois s'agir d'une période de sécheresse intense (étiages absolus, nappes très basses...).

Les mesures exceptionnelles qu'exige la préhension du phénomène averse-crue comportent toujours et essentiellement :

a) les jaugeages qui permettront l'appréciation des débits de moyennes et hautes eaux, b) parfois, et secondairement, les prises d'échantillon de transports solides.

L'agitation provoquée par les mesures inhérentes à une crue ne doit pas faire oublier que les pluviomètres sont à relever le plus vite possible avant que ne survienne une autre averse, dont la chute viendrait perturber la connaissance exacte de l'averse causale de la crue.

Le plan d'opérations doit concilier la rapidité d'exécution des mesures liées au caractère épisodique du phénomène avec le désir d'information maximale; il faut établir un ordre d'urgence d'intervention de l'équipe d'hydrologues qui devra tenir compte des multiples possibilités d'apparition du phénomène, tout en laissant une latitude suffisante de décision au responsable du bassin pour parer à l'imprévu. C'est à ce stade que se prennent plusieurs options :

— choix de l'ordre selon lequel seront visitées les stations par l'équipe de jaugeages, en fonction du temps de réponse des bassins, du temps de parcours d'une station à la suivante et des temps d'accès aux stations à partir de la résidence de l'équipe sur des chemins détremés par une forte pluie;

— choix des méthodes de jaugeages (complets ou par verticales au moulinet point par point, ou par intégration, au flotteur...), en fonction de la rapidité de variation du plan d'eau, de la vitesse du courant, de l'existence de corps morts, des moyens matériels disponibles.

L'hydrologue doit être prêt à mesurer des écoulements de débordement en nappe, à ne pas négliger la lecture de l'échelle si le limnigraphe vient à être emporté par le flot (ou à planter des piquets repères de la variation du plan d'eau si l'échelle aussi est arrachée).

Il est évident que le plan des opérations prioritaires doit être revu sans cesse au fur et à mesure du déroulement d'une campagne de saison des pluies et d'une année sur l'autre.

Les résultats des premières observations peuvent conduire à modifier certaines méthodes de mesures, puis les ordres d'urgence d'intervention en fonction de l'avancement plus ou moins rapide de l'étalonnage des diverses stations.

Il n'est guère possible, au niveau des généralités, de vouloir entrer plus avant dans les détails du plan d'opérations. Nous noterons simplement l'intérêt de la visite périodique des chantiers de bassin représentatif par l'ingénieur hydrologue directeur des études, et la nécessité de la tenue, par l'hydrologue responsable du chantier, d'un carnet de terrain sur lequel seront consignés :

— les emplois du temps du personnel,

— les observations qualitatives lors de phénomènes épisodiques,

— les multiples anomalies ou perturbations rencontrées dans l'exécution du plan, etc...

La rapidité d'intervention est décisive en matière d'opérations prioritaires. Elle ne peut être obtenue que si la résidence des hydrologues de terrain occupe une position sur le chantier telle que soient réduits au minimum les difficultés comme les délais d'accès par mauvais temps aux diverses stations de mesures. Dans les régions faiblement développées, la viabilité des chemins est souvent incertaine après une forte pluie, aussi est-il particulièrement recommandé de choisir, a priori, au moment de l'implantation d'un chantier de bassins représentatifs, celui (ou ceux) dont l'accès et la viabilité sont les meilleurs, toutes conditions étant égales par ailleurs.

2. LE RASSEMBLEMENT DES DONNÉES D'OBSERVATIONS SUR LE CHANTIER

L'exploitation d'un chantier de bassin représentatif que nous venons rapidement d'évoquer, produit régulièrement ou par à-coups des données en provenance soit des

observations classiques périodiques, soit des opérations extraordinaires prioritaires. Pour éviter une accumulation exagérée de ces données, le responsable du chantier doit procéder méthodiquement au rassemblement des données. Pour certaines d'entre elles, une élaboration partielle ou définitive est généralement effectuée en même temps que ce rassemblement. Nous n'avons séparé ici ces deux groupes d'activités que pour la clarté de l'exposé.

Le rassemblement doit être une activité continue dans un cadre dont la mesure sera, soit l'année civile, soit l'année hydrologique, soit encore la saison des pluies en climat à saisons tranchées. Il est recommandé, pour faciliter l'élaboration et le classement ultérieur, d'œuvrer par unité mensuelle.

Les méthodes de rassemblement, d'élaboration et de classement des données que nous indiquons maintenant sont l'aboutissement d'une dizaine d'années d'expériences dans ce domaine à l'Office de la Recherche Scientifique et Technique Outre-Mer. Nous n'exposons ici que les principes de cette méthodologie, des exemples d'application sont présentés dans une autre communication à cette réunion ⁽¹⁾.

Au fur et à mesure de l'arrivée des données, et au plus tard à terme mensuel échu, les opérations de rassemblement doivent fournir les documents ci-dessous inventoriés :

- a) Fiche récapitulative des observations météorologiques journalières, établie directement par l'hydrologue par transcription périodique du carnet de relevés de l'observateur de la station météorologique.
 - b) Fiche récapitulative des précipitations journalières pour laquelle il est conseillé d'utiliser une colonne par pluviomètre et une ligne par précipitation, ce qui revient à ne pas imprimer au préalable la date, plusieurs pluies pouvant survenir en 24 heures. On y fera figurer, également, les relevés des seaux des pluviographes.
 - c) Fiche récapitulative des lectures d'échelles lorsque certaines stations font l'objet de lectures périodiques par un observateur.
 - d) Groupement chronologique et par appareil :
 - des pluviogrammes,
 - des limnigrammes,
 - des bandes enregistreuses de thermographes, hygromètres, héliographes, etc..., le cas échéant.
 - e) Pour mémoire : fiches récapitulatives des mesures de débit, une par jaugeage, obtenues soit par recopie sur un cahier de jaugeages des fiches établies sur le terrain, prélèvement, dans le carnet de jaugeages de terrain, des fiches détachables soit par concernant les jaugeages du mois.
- On a tenu compte, dans cet inventaire, des données rassemblées sur un bassin représentatif à vocation pratique axé sur les problèmes d'hydrologie superficielle et il faudrait, bien entendu, y joindre toutes les fiches spéciales relatives à des mesures ou observations particulières quand elles ont lieu, telles que, entre autres :
- f) Fiche récapitulative des mesures de transports solides en suspension, à détacher d'un carnet analogue au carnet de jaugeages, par exemple.
 - g) Fiche récapitulative des relevés des niveaux piézométriques dans les puits ou piézomètres régulièrement suivis, avec affectation d'une colonne par puits ou piézomètre et d'une ligne par jour, par exemple, etc...

3. ÉLABORATION DES DONNÉES D'OBSERVATIONS RASSEMBLÉES

Cette élaboration est, nous l'avons dit, pour une grande partie généralement associée au rassemblement des données sur le chantier même; elle doit être achevée au bureau à l'issue de chaque campagne de saison des pluies, si possible, et ne devrait

⁽¹⁾ Recherches hydrologiques sur bassins représentatifs au Ministère de l'Agriculture : le secteur pilote de l'ORGEVAL, objectifs et méthodes d'exploitation — R. HLAVEK et P. DUBREUIL (France).

en tout cas pas être retardée au-delà d'un an à partir de la date d'obtention des données. Le travail s'effectue aussi selon une unité mensuelle.

Cette élaboration a pour but de présenter les données brutes rassemblées sous une forme directement utilisable par l'ingénieur ou le chercheur, que ce soit pour répondre à un objectif immédiat ou différé.

3.1. Certaines données brutes sont considérées comme des documents originaux définitifs :

- a) Fiche récapitulative *des lectures d'échelles* (c du paragraphe 2).
- b) Fiche récapitulative *des relevés de niveaux piézométriques* (g du paragraphe 2).

Mais la plupart des données brutes doivent subir d'importantes transformations pour devenir des documents élaborés qui seront groupés en fiches ou en dossiers dont on peut donner un inventaire minimal :

- c) Une fiche récapitulative *des précipitations journalières* qui, d'une part, reproduit simplement la fiche des relevés des précipitations journalières (b paragraphe 2), et, d'autre part, donne pour chaque pluviographe en 3 colonnes :

- l'heure du début de la précipitation,
- l'heure de la fin de la précipitation,
- le total enregistré (qui peut être légèrement différent du total relevé dans le seau).

On a de la sorte une vision globale et complète des précipitations, ce qui permet d'établir facilement le tableau de la réaction du bassin (cf. plus loin) et de voir si les hauteurs d'eau relevées dans les pluviomètres correspondent à une ou plusieurs averses distinctes dans le temps.

- d) Une fiche récapitulative *des observations météorologiques dépouillées*, établie à partir de la fiche correspondante a) du paragraphe 2 et selon des méthodes de calcul classiques sur lesquelles il n'y a pas lieu de s'étendre, cette fiche fournit pour chaque journée deux valeurs moyennes : l'une relative au jour (7 h à 19 h, heure locale par exemple), l'autre à la nuit (19 h à 7 h), des facteurs suivants :

- température de l'air,
- humidité relative de l'air,
- tension de vapeur saturante moyenne,
- tension de vapeur moyenne,
- déficit moyen de saturation,
- évaporation moyenne sur bac après correction de pluie,
- température moyenne de l'eau des bacs,
- évaporation mesurée sous abri à l'évaporomètre Piche,
- vitesse moyenne du vent.

On y trouve aussi les valeurs de l'humidité relative pour diverses heures du jour, les températures minimales et maximales (qui figurent sur la fiche de rassemblement des relevés) et la durée d'insolation.

- e) Un dossier *de dépouillement des jaugeages*, comprenant trois sous-dossiers :
 - celui du calcul des mesures de débit, récapitulées sur la fiche de rassemblement (paragraphe 2, e), par la méthode correspondant au procédé de mesure employé et qui conduit à l'établissement, pour chaque station, d'une fiche des jaugeages portant indication de la date, de la cote à l'échelle, du débit et des conditions de la mesure (moulinet, flotteur, crue, décrue, etc...);
 - celui de préparation des éléments d'extrapolation de l'étalonnage de chaque station, généralement nécessaire pour les très hautes eaux qui ne peuvent que rarement être jaugées. On doit y trouver les résultats des opérations topographiques suivantes :
 - profils en travers du cours d'eau jusqu'au-dessus du niveau des plus hautes eaux connues, au droit de la section de jaugeages et à quelques dizaines de mètres en amont et en aval, suivant la morphologie du cours d'eau,

- profil en long du thalweg sur quelques centaines de mètres de part et d'autre de la section de jaugeages.

Le contrôle de la mobilité du lit exige au minimum que le profil, au droit de la section, soit effectué :

- une fois avant la saison des pluies,
 - une fois après chaque forte crue,
 - une fois à la fin de la saison des pluies.
- Celui de l'établissement du barème d'étalonnage à partir des résultats de jaugeage et des éléments d'extrapolation. On doit y trouver les calculs d'extrapolation, la courbe de tarage et le barème à division centimétrique.

Ce barème d'étalonnage est généralement provisoire et doit porter mention de sa période de validité.

Dans le cas où la section de mesures possède un dispositif quelconque de détermination directe du débit, on trouvera la formule ou la courbe de ce dispositif dans ce sous-dossier.

- f) Un dossier de *dépouillement des prélèvements de transports solides* conduisant à l'établissement d'une fiche de débit solide en suspension (et en charriage s'il y a lieu) en fonction de la date, de la cote du plan d'eau, du débit liquide et de la situation de l'écoulement (crue, décrue, étale...).
- g) La fiche récapitulative par station *des hauteurs moyennes journalières* du plan d'eau destinée au calcul des débits moyens journaliers, mensuels et annuels. Les hauteurs moyennes journalières sont : soit extraites directement des fiches de rassemblement des lectures d'échelles (paragraphe 2, c), soit plus généralement déterminées par dépouillement des limnigrammes, en faisant la moyenne d'un certain nombre de hauteurs régulièrement espacées, par exemple 24, soit une par heure, quand les variations du plan d'eau ont été importantes. Quand il y a eu une crue, il est plus commode de calculer directement le débit moyen journalier à partir du planimétrage de l'hydrogramme (voir plus loin).

Tous les documents, dont nous venons d'examiner l'élaboration, représentent les données d'observations globales du bassin représentatif. Dans la plupart des études, et pour de multiples raisons, un intérêt tout particulier est porté à la crue en tant que phénomène. L'individualisation de l'évènement double : averse causale, crue résultante, nécessite une élaboration spéciale des données rassemblées.

3.2. *Élaboration des données relatives à l'évènement averse-crue :*

La première chose à faire, bien qu'elle ne paraisse pas évidente, et qui sera d'une grande utilité pour l'ingénieur et le chercheur dans leurs analyses, est la mise en évidence des motifs d'apparition de l'évènement averse-crue. Sans rechercher, à ce stade d'élaboration, les raisons qui font qu'une pluie donne ou ne donne pas une crue et pourquoi cette crue est plus ou moins importante, l'hydrologue doit s'attacher à présenter tous les facteurs influant sur la réaction du bassin à la précipitation.

- a) *Le tableau de la réaction du bassin* donne, pour chaque précipitation survenue en un point quelconque du bassin :
- la date,
 - la hauteur moyenne tombée calculée soit arithmétiquement (cas des pluies faibles), soit par la méthode des isohyètes (cas des fortes pluies définies plus loin),
 - la hauteur moyenne de la précipitation précédente,
 - l'intervalle de temps en heures séparant ces 2 précipitations,
 - la réaction du bassin (pas de crue — crue nette — gonflement de l'écoulement de base ou ruissellement très localisé et de faible amplitude).

Établi peu de temps après les évènements, ce tableau permettra ultérieurement d'analyser la précipitation limite d'écoulement et de calculer un indice d'humidité.

A partir de ce tableau, et suivant des critères à définir par le directeur des études, il sera procédé à une sélection (donc pas nécessairement à un prélèvement exhaustif) parmi les crues nettes.

b) *Pour chaque événement double ainsi sélectionné, on constituera un dossier comprenant :*

- la carte du bassin avec indication des hauteurs ponctuelles de précipitation relevées, du tracé des courbes isohyètes et de la valeur de la pluie moyenne,
- le tableau des hyétogrammes obtenus par dépouillement de chaque pluviogramme, soit par sélectivité des intensités, soit systématiquement de 5 en 5 minutes.

Cette seconde méthode, peut-être moins fidèle quant à la représentation de l'averse, facilitera ultérieurement le classement des intensités par tranches de 5 minutes (et multiples) préalable à l'analyse statistique des relations intensités- durées.

- la fiche de l'hydrogramme de crue obtenue par dépouillement du limnigramme correspondant et portant indication du temps, de la hauteur et du débit de telle sorte que le tracé de l'hydrogramme puisse être précis,
- une fiche de renseignement portant toutes les indications complémentaires sur l'évènement, son déroulement et, le cas échéant, les anomalies du dispositif de fonctionnement et les remèdes utilisés.

Outre ces fiches, on prépare, pour chaque évènement double, sur calque permettant des tirages ultérieurs, un plan selon un schéma-type sur lequel figurent :

- la carte du bassin et le réseau d'isohyètes,
- le dessin des hyétogrammes,
- le dessin des hydrogrammes.

Si, au stade du rassemblement, toutes les données doivent être traitées dans les plus brefs délais, l'élaboration des documents sur le chantier représente un travail de bureau non négligeable qui, lors de certaines périodes fortement pluvieuses, peut prendre quelques retard, puisque de toute façon la priorité doit être accordée, dans le plan d'opération d'un bassin, aux tâches de mesures et d'exploitation proprement dites.

On doit donc affecter ensuite un ordre d'urgence aux tâches d'élaboration des données, et la priorité sur les bassins axés sur l'hydrologie superficielle est accordée d'abord au dépouillement des jaugeages, ensuite à l'établissement des documents relatifs aux évènements averse-crue.

4. LE CLASSEMENT DES DONNÉES BRUTES D'OBSERVATIONS ET DES DOCUMENTS ÉLABORÉS

Toute naturellement, à l'issue de chaque année d'exploitation ou de chaque campagne saisonnière de mesures, on dispose d'une masse de données brutes d'observations vidées de leur contenu utile par les travaux d'élaboration et d'une autre masse de documents élaborés.

La première doit être mise en archives, la seconde classée.

4.1. *L'archivage des données brutes d'observation* après dépouillement doit se faire chaque année, ou chaque saison suivant le mode d'exploitation du bassin. Les archives se trouveront rangées par tranches ouvertes et fermées par période d'exploitation. Elles comprendront, selon un classement chronologique et éventuellement un sous-classement par stations, 3 ou 4 dossiers :

- 1) le dossier des renseignements généraux contenant :
 - le carnet de terrain du ou des hydrologues
 - le carnet de relevé du — ou des — observateurs de la station météorologique
 - le carnet de relevé du — ou des — observateurs d'échelles
- 2) le dossier des enregistrements limnigraphiques;

- 3) le dossier des enregistrements pluviographiques;
- 4) le dossier des enregistrements météorologiques, les cas échéant.

Le classement des documents élaborés doit se faire dans deux ensembles distincts, l'un relatif à l'identité du bassin, l'autre aux données d'observations proprement dites.

4.2. *Le dossier d'identité du bassin* reste ouvert en permanence.

On y trouve des documents réunis sous deux rubriques distinctes, une rubrique globale et une rubrique par station hydrométrique.

Dans la rubrique globale, il y a 3 sous-dossiers :

- 1) le sous-dossier du *procès-verbal d'installation* dans lequel, sous une forme condensée en une ou deux pages (modèle proposé de fiche joint), sont réunis tous les éléments descriptifs de la localisation de l'équipement et de l'exploitation du bassin;
- 2) le sous-dossier de *représentation régionale* et des caractères physiques où sont groupés en une fiche succincte (modèle proposé joint) tous les éléments permettant de situer le bassin dans son contexte géographique et tous les facteurs physiques qualitatifs et quantitatifs caractéristiques du bassin;
- 3) le sous-dossier des *renseignements généraux* où figurent les documents intéressants l'historique et le déroulement de l'exploitation du bassin et qui n'ont pas été introduits dans l'un ou l'autre des sous-dossiers précédents.

L'intérêt de ces pièces nous paraît considérable, car elles permettent d'une manière concise de se faire une idée globale et rapide d'un bassin représentatif. Le temps gagné par le chercheur est considérable.

Dans la rubrique par station hydrométrique, on trouve classés les documents élaborés à partir des mesures de débits ainsi que les originaux dépouillés auxquels il peut être toujours fait appel, ce qui justifie leur classement hors des archives. Le rangement comprend :

- la fiche récapitulative des mesures de débit,
- le ou les barèmes d'étalonnage,
- un sous-dossier d'archivage des minutes de jaugeages,
- un sous-dossier de classement des éléments d'exploitation (caractères physiques de la section et du lit) et des éléments de calcul de l'étalonnage (formule du dispositif de contrôle, courbe de tarage).

4.3. *Le classement des documents élaborés relatifs* aux données d'observation proprement dites fait l'objet d'ouverture annuelle ou saisonnière selon la période d'exploitation. On y trouve quatre grands dossiers :

- 1) *Le dossier climatologique* contenant les fiches récapitulatives mensuelles des données d'observations météorologiques journalières dépouillées, avec les valeurs moyennes ou totales mensuelles calculées.
- 2) *Le dossier des précipitations* contenant les fiches récapitulatives mensuelles des précipitations journalières ponctuelles avec les totaux mensuels calculés. On y joint une carte du bassin avec tracé du réseau d'isohyètes et calcul de la pluie moyenne pour chaque mois et chaque année (civile ou hydrologique) ou saison des pluies.
- 3) *Le dossier des écoulements* contenant, dans les sous-dossiers distincts par station, les fiches récapitulatives annuelles des hauteurs moyennes journalière du plan d'eau sur lesquelles on été portées les débits correspondants et effectués les calculs mensuels et annuels des débits moyens.
- 4) *Le dossier des évènements doubles « averse-cruë »* qui contient :
 - le tableau de la réaction du bassin (ou des divers bassins élémentaires),
 - les évènements doubles classés chronologiquement et pour chacun desquels on a réuni ensemble, en un sous-dossier :
 - le tableau des hyétogrammes,
 - le tableau de l'hydrogramme,

- la fiche de renseignements,
- le plan type de représentation graphique (carte des isohyètes, hyétogrammes et hydrogramme).

Lorsqu'il existe plusieurs bassins élémentaires groupés en un seul chantier, et s'ils sont encadrés ou voisins, on a intérêt à ouvrir un sous-dossier pour l'ensemble du chantier, la représentation graphique permettant des comparaisons plus suggestives. La carte du bassin avec tracé des réseaux d'isohyètes porte indication des hauteurs moyennes de précipitation relatives à chaque bassin élémentaire.

Des dossiers propres aux transports solides, à la qualité des eaux, ou aux variations des nappes aquifères sont évidemment ouverts suivant les mêmes principes quand des mesures leur ont été consacrées.

ANNEXE : 1° modèle de fiche proposée (4.2.1.)

Procès-verbal d'installation de bassin représentatif

Pays : Bassin hydrographique :
 Région administrative : Sous-bassin le cas échéant :
 Nom du bassin représentatif (ou de l'ensemble de bassins) :
 Coordonnées géographiques (encadrement) :
 Date de mise en service :
 Période de fonctionnement :

1. STATION HYDROMÉTRIQUE (à répéter pour chaque station) — Indiquer le nombre total de stations

Nom : Cours d'eau :
 Localisation :
 Type (à écoulement naturel ou canalisé ou contrôlé) :
 Dispositif de contrôle (description sommaire) :
 Echelle (nombre d'éléments métriques) :
 Limnigraphe (type, installation, fonctionnement) :
 Observateur, nom et adresse :
 Activités (lectures d'échelle, contrôle limnigraphe) :
 Date de mise en service :
 Station de jaugeages (implantation, équipement, moyens employés en étiage, en crue) :

2. POSTE PLUVIOMÉTRIQUE (à répéter pour chaque poste) — Indiquer le nombre total de postes :

Désignation (nom, code) :
 Localisation :
 Date de mise en service :
 Fonctionnement (permanent, périodique) :
 Observateur (nom, adresse, activités) :
 Pluviographe (type, fonctionnement) :

3. STATION MÉTÉOROLOGIQUE

Nom :
 Localisation :
 Date de mise en service :
 Fonctionnement (permanent, périodique) :

Appareillage sous-abri	thermomètre	oui ou non	type
	thermographe	»	»
	thermomètre à maximum	»	»
	thermomètre à minimum	»	»
	hygromètre enregistreur	»	»
	psychromètre	»	»
	évaporomètre Piche	»	»
	baromètre	»	»
	barographe	»	»
	autres appareils le cas échéant...		
Appareillage hors abri:	pluviomètre	oui ou non	type
	pluviographe	»	»
	bac évaporométrique	»	»
	atmomètre	»	»
	pyranomètre	»	»
	héliographe	»	»
	autres appareils le cas échéant...		

Observateur, nom, adresse :

Heures d'observation (complètes, partielles) :

Autres mesures effectuées :

ANNEXE : 2° modèle de fiche proposé (4.2.2.)

Caractères physiques et représentation régionale

Pays : Bassin hydrographique :
 Région administrative : Sous-bassin le cas échéant :
 Nom du bassin représentatif :
 Coordonnées géographiques (encadrement) :

1. RERÉSENTATION RÉGIONALE

1.1. *Climat*

Type (d'après W. KÖPPEN par exemple) :

Valeurs mensuelles moyennes extrêmes des T_x et T_n :

Valeurs mensuelles moyennes extrêmes des humidités relatives :

Valeurs mensuelles moyennes extrêmes de l'évaporation journalière sur bac :

Valeur annuelle moyenne de l'évaporation sur bac :

Précipitations : Hauteur moyenne annuelle :

Écart-type et coefficient de variation (le cas échéant) :

Nombre moyen de jours de pluies par an :

Saison pluvieuse (mois recevant plus de 10 % du total annuel par exemple) :

Type des précipitations :

Hauteur ponctuelle d'averse annuelle :

Hauteur ponctuelle d'averse décennale :

1.2. *Sols et sous-sols* :

Type de sous-sol :

Classe de perméabilité :

Type de sol :

Perméabilité :

Existence de nappe phréatique (localisée, générale, temporaire, permanente) :

1.3. *Relief*

Disposition par rapport aux vents dominants de saison pluvieuse :

Classe de relief :

Aspect du réseau hydrographique :

1.4. *Végétation*

Classe de végétation — Pourcentage de terrains cultivés :

2. CARACTÈRES PHYSIQUES

Superficie :

Indice de compacité :

Rectangle équivalent (longueur, largeur) :

Altitudes (moyenne, maximale, minimale) :

Pentes moyennes du bassin, du lit :

Indice de pente :

Indices géomorphologiques, si possible :

Hydro

Pierre DUBREUIL (France)

**MÉTHODOLOGIE D'EXPLOITATION DU BASSIN
REPRÉSENTATIF : ÉLABORATION ET CLASSEMENT
DES DONNÉES D'OBSERVATIONS**

EXTRACT OF PUBLICATION N° 66

SYMPOSIUM OF BUDAPEST 1965

INTERNATIONAL ASSOCIATION OF SCIENTIFIC HYDROLOGY

B/2653