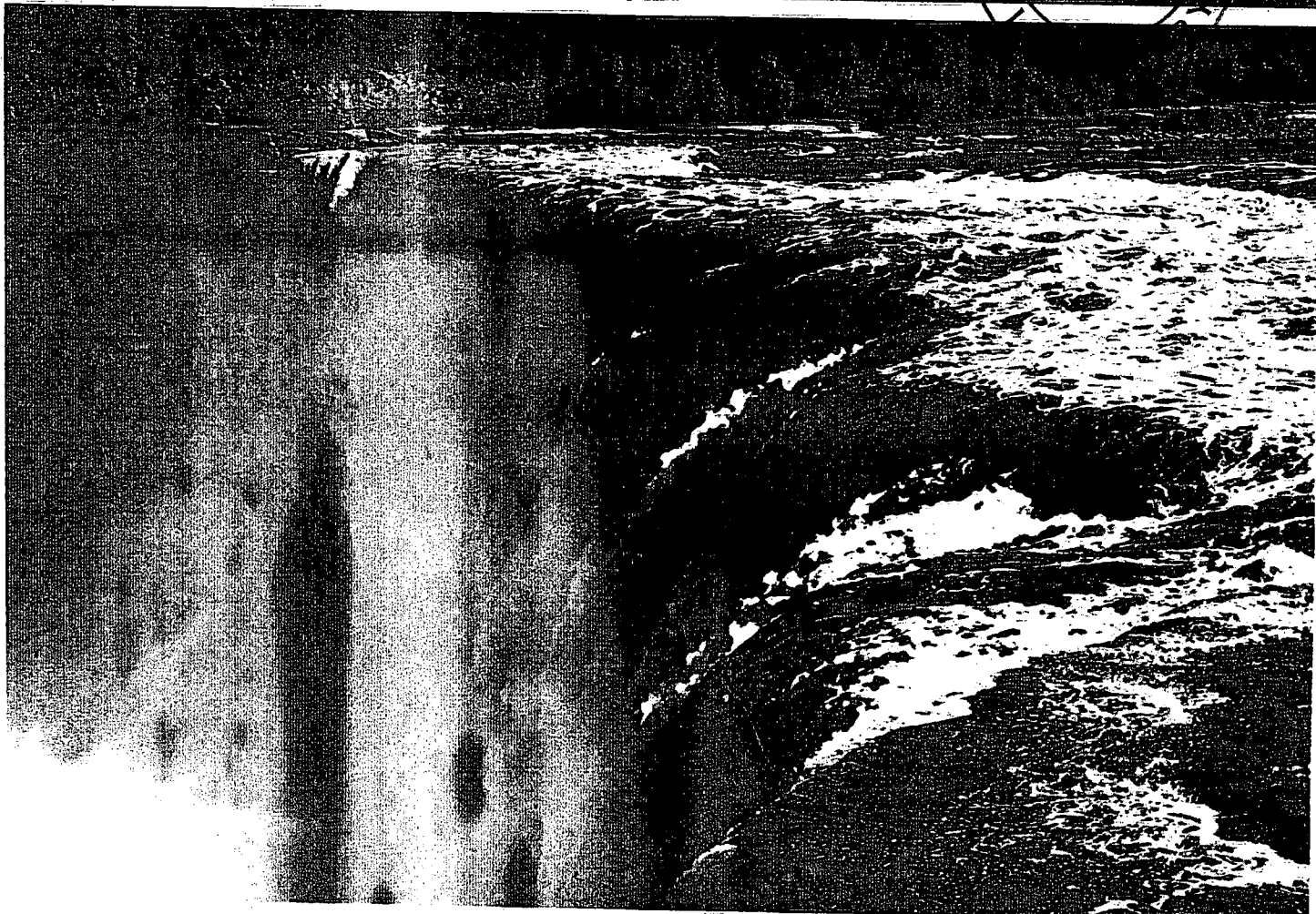


ANNuaire des techniques
hydrologiques au niveau
hydrologiques du Canada



GB
707
C338
no. 84F

COLLECTION DES PROJETS TECHNIQUES
RAPPORT NO. 3
English abstract
DIRECTION GENERALE DES EAUX INTERIEURES
DIRECTION DES RECHERCHES HYDROLOGIQUES
OTTAWA CANADA 1978



Pêches
et Environnement
Canada

Fisheries
and Environment
Canada

Application des techniques informatiques aux relevés hydrologiques du Canada

W.J. Ozga

**COLLECTION RAPPORTS TECHNIQUES
RAPPORT N° 84
(English abstract)**

**DIRECTION GÉNÉRALE DES EAUX INTÉRIEURES
DIRECTION DES RESSOURCES EN EAU
OTTAWA, CANADA, 1978**

Édition française de
Automated Data Processing Techniques in the Water Survey of Canada
préparée par le Module d'édition française
du ministère des Pêches et de l'Environnement

© Ministère des Approvisionnements et Services

1977

N° de catalogue: EN 36-503/84F
ISBN 0-662-00862-6

Table des matières

RÉSUMÉ/ABSTRACT	V
GLOSSAIRE	VII
1 INTRODUCTION	1
2 PROCÉDÉS HYDROMÉTRIQUES UTILISÉS SUR LE TERRAIN	2
– Choix de l'emplacement des stations de jaugeage	2
– Description d'une installation sur le terrain	3
– Détermination du débit d'un cours d'eau	4
– Description des données hydrométriques de base	5
3 HISTORIQUE DE L'AUTOMATISATION	7
– Généralités	7
– Principes directeurs	7
– Description générale du système enregistreur numérique	9
– Description générale du système convertisseur analogique-numérique	10
– Considérations d'ordre financier	12
– Considérations d'ordre technique	14
– Raisons ayant motivé le choix du convertisseur analogique-numérique	16
– Système de stockage et de recherche des données	16
– Problèmes et contraintes en matière de services informatiques	17
4 CALCULS HYDROMÉTRIQUES AUTOMATISÉS	18
– Méthodes de calcul	18
– Types d'applications du convertisseur analogique-numérique	18
– Programmes connexes	19
– Mise en application dans les districts	19
5 STOCKAGE ET RECHERCHE DES DONNÉES	21
– Description générale du système de traitement des données	21
– Documents de base	21
– Perforation	23
– Chiffres significatifs et symboles	24
– Vérification des données mises en mémoire	24
– Type et grandeur des fichiers de données	
FLOW, HYDEX, LEVELS, PEAKS, RESVOR, SUSCON	25
– Communication des données aux utilisateurs	26
6 TECHNIQUES AUTOMATISÉES DE PUBLICATION	27
– Historique des publications	27
– Préparation des copies pour l'impression	27
– Préparation des manuscrits pour la photocomposition alphanumérique	28
– Impression	29
7 PUBLICATIONS DE DONNÉES	30

8	MANUELS D'INSTRUCTIONS	35
9	CONCLUSIONS ET PROJETS D'AVENIR	36

Liste des figures

Figure 1	Installation type	2
Figure 2	Station de jaugeage	3
Figure 3	Coupe transversale du cours d'eau indiquant la répartition des points ayant fait l'objet d'un relevé	3
Figure 4	Relation niveau-débit	4
Figure 5	Limnigraphe (type Stevens A-35)	4
Figure 6	Répartition des vitesses suivant un plan vertical	5
Figure 7	Enregistrement graphique des niveaux d'eau (copie réduite)	6
Figure 8	Stations de jaugeage en service au cours des années ayant fait l'objet de relevés hydrométriques au Canada	8
Figure 9	Installation de conversion analogique-numérique	10
Figure 10	Imprimés produits par le programme informatique STREAM	13
Figure 11	Ordinogramme général du système de traitement des fichiers de données	22
Figure 12	Page extraite de la publication <i>Surface Water Data Reference Index</i> (Index de référence sur les eaux de surface)	31
Figure 13	Page extraite de la publication <i>Surface Water Data</i> (Données sur les eaux de surface)	32
Figure 14	Page extraite de la publication <i>Historical Streamflow Summary</i> (Sommaire chronologique de l'écoulement)	33
Figure 15	Page extraite de la publication <i>Sediment Data</i> (Données sur les Sédiments)	34

Résumé

Des techniques automatisées pour le traitement de l'information ont été mises en application, en 1966, à la Division des relevés hydrologiques du Canada. Elles ont porté sur deux plans soit le calcul des données sur l'écoulement à l'aide d'un convertisseur numérique et le stockage de données hydrométriques sur rubans magnétiques.

Les méthodes générales de collecte, de calcul et de publication des données hydrométriques fondamentales sont décrites. Cependant, le but principal de ce rapport est de faire le résumé des événements qui ont conduit à l'automatisation, ainsi que des problèmes et des facteurs relatifs au choix et à la mise en oeuvre du système tel qu'il existe.

Abstract

Automated data processing techniques were introduced in the Water Survey of Canada in 1966 along two fronts: (a) computation of streamflow data using a digitizer, and (b) storage of hydrometric data on magnetic tape.

General procedures for the collection, computation and publication of basic hydrometric data are explained. However, the main purpose of this report is to summarize the events leading to automation and the factors and problems involved in the selection and implementation of the system as it now exists.

Glossaire

Bande magnétique — ruban en matière plastique d'un demi-pouce de large, enduit d'oxyde ferreux qui permet la rétention de petites zones magnétiques reconnues comme des caractères par un ordinateur. Un caractère (multiplet) est représenté par des combinaisons spécifiques de bits sur 7 ou 9 pistes (ou canaux). La densité de l'enregistrement est exprimée en *bpi* (multiplets au pouce), généralement 556, 800 ou 1 600.

Convertisseur analogique-numérique — appareil électronique commandé manuellement qui traduit les données portées sur les cartes, croquis ou graphiques analogiques en caractères numériques, en vue du traitement.

Donnée hydrométrique — valeur numérique relative au débit et au niveau de l'eau des rivières, fleuves et lacs. Les données sont exprimées selon diverses unités de temps: instantanément, quotidiennement, mensuellement, annuellement.

Hydrogramme — graphique indiquant le niveau, le débit, la vitesse ou quelque autre propriété de l'eau en fonction du temps.

Limnigraphe — instrument qui enregistre les niveaux de l'eau sous une forme graphique ou numérique. Il peut être actionné par un flotteur ou par différents systèmes de pression.

Mesure de débit — détermination du taux d'écoulement de l'eau, dans une rivière ou un fleuve à l'aide d'un matériel spécialisé pour mesurer la largeur, la profondeur et la vitesse en plusieurs points d'une section transversale.

Niveau — cote de la surface libre d'un courant par rapport à une cote de référence; a le même sens que cote à l'échelle ou hauteur de l'eau.

Ordinogramme — représentation graphique de l'enchaînement logique des opérations qui sont effectuées sur les données.

Photocomposition — impression photographique sur papier photosensible, de caractères à partir d'une bande magnétique au moyen d'un ordinateur numérique et d'une imprimante à tube cathodique.

Programme d'ordinateur — suite d'instructions qui indiquent à un ordinateur la manière précise de traiter un problème ou un processus particulier. Un langage de programmation est un ensemble de règles conventionnelles pour communiquer avec un ordinateur. Ex.: COBOL, FORTRAN, ALGOL, PL/I, assembleur.

Reconnaissance optique des caractères (OCR — *Optical Character Recognition*) — identification des caractères graphiques, imprimés selon des caractères d'un type et d'un format spécifiques, par un dispositif photosensible (lecteur de pages); les caractères sont interprétés et utilisés directement pour le traitement.

Relation niveau-débit — relation entre la hauteur de l'eau et le débit à une station de jaugeage, exprimée en volume par unité de temps.

Station de jaugeage — emplacement où l'on recueille systématiquement des données sur le niveau et le débit (ou écoulement); parfois appelée station hydrométrique.

Introduction

Depuis environ 1908, la Division des relevés hydrologiques du Canada collecte et publie, de façon régulière, des données sur l'écoulement et le niveau des eaux.

Le réseau hydrométrique actuellement en service comprend environ 2 300 stations de jaugeage, à l'exclusion des stations exploitées par la province de Québec qui, depuis 1964, effectue ses propres relevés hydrométriques et à l'exclusion également d'environ 200 stations pour lesquelles les données sont fournies par des organismes externes. Les données de base sont recueillies et calculées par le personnel des bureaux de district de Vancouver, Calgary, Regina, Winnipeg, Guelph et Halifax, ainsi que du bureau régional de Montréal. Les données calculées sont envoyées annuellement à Ottawa, où elles sont conservées sur bandes magnétiques et présentées sous forme de publications. En 1973, environ 330 personnes travaillaient à ces relevés dans les districts et à Ottawa.

Les données hydrologiques sont essentielles pour évaluer l'approvisionnement en eau des villes, des industries, des réseaux d'irrigation et des centres de loisirs; concevoir les structures de contrôle et de conservation de l'eau; élaborer des politiques générales à l'intention des administrations provinciales, nationales et internationales, en ce qui concerne les autorisations et permis d'utilisation des eaux; déterminer la force hydraulique potentielle; étudier la fréquence des inondations; contrôler la qualité de l'eau; procéder à des études géomorphologiques et à d'autres études sur la gestion des eaux. Pour certaines de ces applications, les données sont nécessaires sur demande, pour d'autres, à des intervalles de quelques jours ou de quelques mois et, pour la recherche par exemple, il est préférable d'avoir des données portant sur plusieurs années.

L'utilisateur doit savoir quels sont les relevés disponibles et le système doit lui permettre

d'extraire des informations spécifiques à des fins d'analyse. En général, il a besoin de ces informations rapidement. Pour exploiter au maximum les possibilités des techniques analytiques et statistiques complexes, il est nécessaire que les données soient disponibles sous une forme acceptable par l'ordinateur. Aussi, la Division des relevés hydrologiques du Canada a-t-elle décidé, en 1966, de mettre au point des méthodes automatisées pour améliorer le service offert aux utilisateurs des données. La Section du contrôle des données à Ottawa a été créée pour élaborer, mettre en application et contrôler des méthodes normalisées de calcul et de publication des données hydrométriques; fournir des données sur cartes perforées ou bande magnétique pour leur traitement par ordinateur; dresser la liste des stations de jaugeage et réviser les données hydrométriques chronologiques, afin de déceler les erreurs importantes des interprétations et calculs originaux.

Tous les districts utilisent actuellement des procédés automatisés pour le calcul et la publication des données hydrométriques. Le présent rapport a pour but de résumer les faits qui ont conduit à l'automatisation, ainsi que les facteurs et les problèmes relatifs au choix et à la mise en oeuvre du système tel qu'il existe.

Procédés hydrométriques utilisés sur le terrain

Comme le présent rapport décrit les différents facteurs qui jouent un rôle dans l'élaboration de procédés automatisés pour traiter les données, il serait bon de rappeler brièvement les techniques et considérations afférentes au travail effectué à la station en vue d'obtenir les données.

CHOIX DE L'EMPLACEMENT DES STATIONS DE JAUGEAGE

On a souvent besoin de données d'écoulement à un emplacement où certaines conditions hydrauliques ne sont pas favorables à l'implantation d'une station hydrométrique.

Idéalement il faudrait que le niveau et le débit soient mesurés à des emplacements situés l'un près de l'autre et que ces emplacements aient les caractéristiques suivantes:

1. lit du canal et rives stables (n'étant pas exposés à l'affouillement ou aux dépôts);
2. dans un bief sans courbures, de préférence dans un réservoir en amont d'une barrière naturelle ou de rapides (non exposé à un écoulement inversé ou angulaire ou encore à l'inondation des rives en période de crues) et permettant d'installer deux indicateurs de niveau auxiliaires ou plus, afin de déterminer la pente d'eau si c'est nécessaire;
3. permettant l'installation d'un contrôle artificiel, au besoin;

4. à la section de jaugeage, il devrait être possible de marcher dans l'eau (pour les écoulements faibles sur petits cours d'eau), d'effectuer des mesures à travers une couche de glace, d'installer un téléphérique et il ne devrait pas y avoir une arrivée d'eau importante entre la section de jaugeage et l'emplacement de la jauge;

5. être situé assez loin en amont d'un confluent pour éviter les remous;

6. avoir une vitesse de déplacement transversal et vertical, ainsi qu'une distribution de la profondeur uniformes (vitesse pas trop lente, profondeur de l'eau pas trop faible ou irrégulière et cours d'eau pas trop large s'il est également peu profond);

7. les autres facteurs à considérer sont:

- a) l'accessibilité par route et par air, particulièrement en hiver ou en période de crues,
- b) la disponibilité de la force hydraulique ou de lignes téléphoniques,
- c) la présence d'un observateur.

Bien entendu, toutes ces conditions ne sont presque jamais réunies en un seul endroit. Quoiqu'il en soit, on doit inspecter périodiquement les stations de jaugeage, afin de s'assurer que l'on obtient des enregistrements exacts. Donc, la disponibilité des ressources humaines et financières se répercute directement sur la qualité des données hydrométriques.

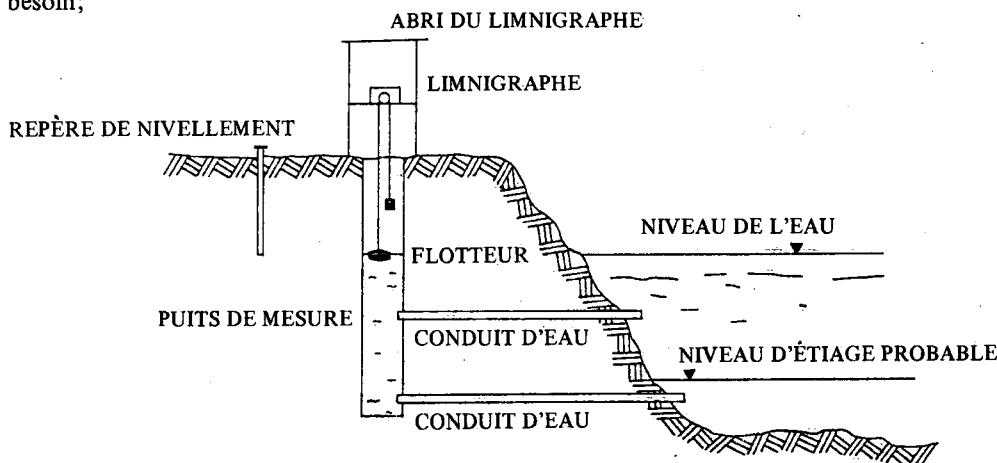


Figure 1. Installation type.

DESCRIPTION D'UNE INSTALLATION SUR LE TERRAIN

Une installation typique sur le terrain comprend un indicateur de niveau muni d'un enregistreur ou non, afin d'obtenir un relevé du niveau de l'eau et un repère de nivellement pour assurer la cote de référence de l'échelle (fig. 1). On mesure les débits directement en marchant dans l'eau, ou à travers une couche de glace, à partir d'un pont ou d'un téléphérique (fig. 2 et 3), par bateau ou catamaran, ou encore par des moyens indirects. Il est possible de construire un ouvrage pour stabiliser artificiellement la relation niveau-débit en période d'étiage. Cette relation niveau-débit à une station de jaugeage est généralement illustrée par une courbe reliant les points qui représentent les débits mesurés aux niveaux d'eau correspondants et répartis entre l'étiage et le niveau le plus haut pour cette station (fig. 4). À l'aide de cette courbe, on peut déterminer le débit à la station, à n'importe quel moment, une fois que la relation a été établie, en lisant simplement le débit à partir de la courbe, en regard du niveau d'eau qui correspond à cette date.

Naturellement, on doit tenir compte des conditions particulières à l'emplacement qui peuvent de temps à autre modifier la relation niveau-débit.

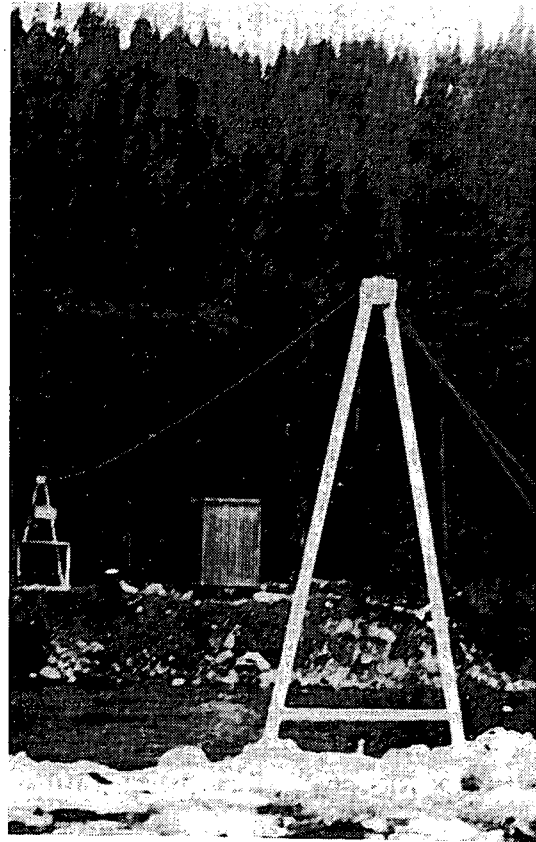


Figure 2. Station de jaugeage.

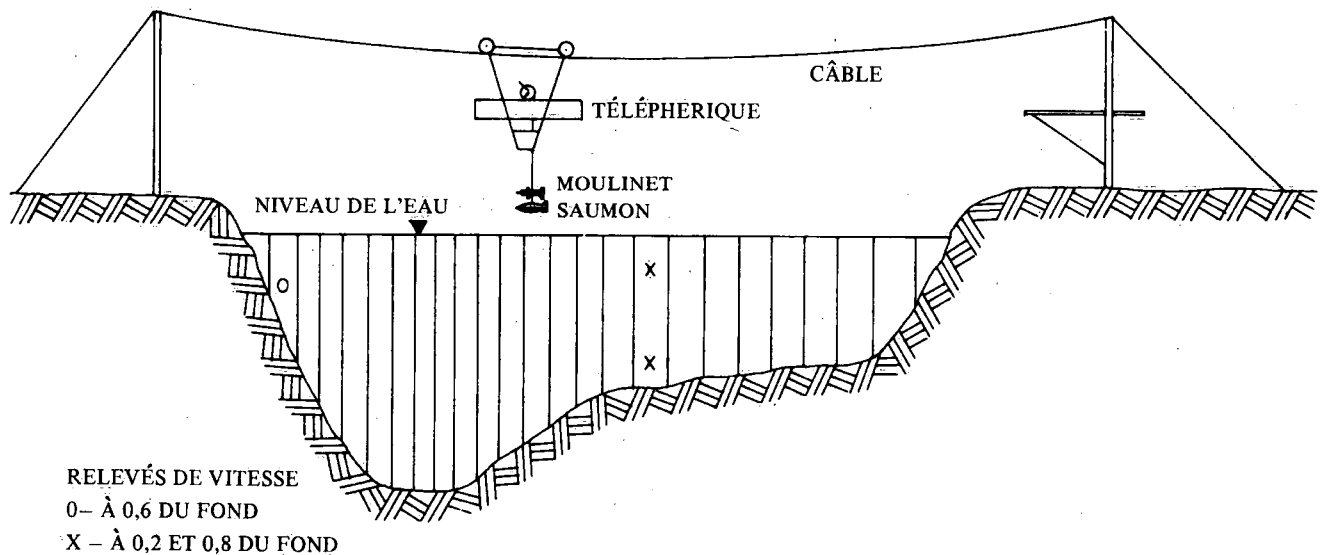


Figure 3. Coupe transversale du cours d'eau indiquant la répartition des points ayant fait l'objet d'un relevé.

Les indicateurs non munis d'un dispositif d'enregistrement sont généralement lus une fois par jour par un observateur (plus fréquemment en période de crues) et cette lecture est censée représenter le niveau moyen de la journée considérée. La retransmission des lectures par satellite en est actuellement au stade expérimental. On peut utiliser l'une des méthodes suivantes pour mesurer les niveaux:

1. Une échelle limnimétrique, installée dans le cours d'eau ou sur une structure.
2. Une jauge oblique (échelle limnimétrique inclinée installée sur la rive).
3. Une sonde à ligne, installée au-dessus de la surface de l'eau sur un pont ou en surplomb sur la rive (la jauge à ruban électrique constitue une autre variante).
4. On peut utiliser un point de référence sur une structure pour mesurer la distance à la surface de l'eau au moyen d'une perche ou d'un ruban gradué. On peut également déterminer le niveau par une mesure précise de nivellement à partir d'un repère.

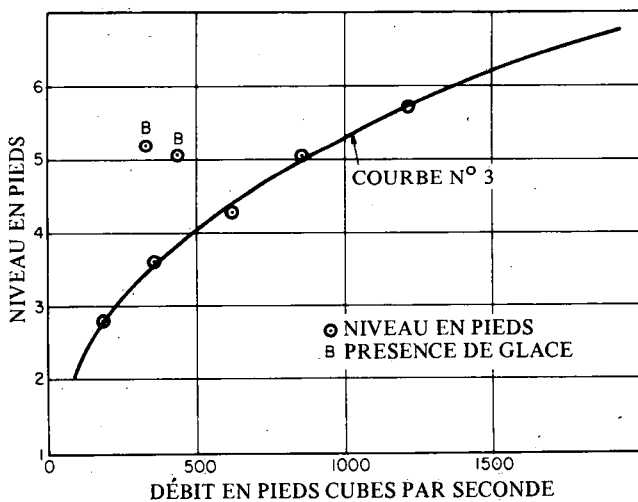


Figure 4. Relation niveau-débit.

Il existe deux grandes catégories de limnigraphes à dispositifs graphique ou digital. Le type à graphique Stevens A-35 (fig. 5) ou l'enregistreur plus récent A-71 a été choisi comme appareil standard

par la Division des relevés hydrologiques du Canada. Les échelles les plus couramment utilisées sont 1:6 pour le débit et 2,4 po/jour pour le temps. L'enregistreur (graphique ou digital) peut être actionné par un système à flotteur ou à pression. Le modèle actionné par flotteur nécessite l'installation d'un puits de mesure et de conduits de raccordement, généralement un système de chasse et parfois un cylindre à huile, des socles résistants au gel ou des résistances chauffantes pour le fonctionnement en hiver. On utilise plusieurs systèmes à pression, tous nécessitant une purge de gaz (généralement de l'azote sec) qui s'échappe d'un orifice fixe dans le lit de la rivière. Dans le système à purge de gaz, la pression statique est proportionnelle à la hauteur de l'eau au-dessus de l'orifice. Un servomanomètre, un manomètre à soufflet ou autre dispositif asservi (*servo-beam balance*) convertit cette pression en un déplacement d'un stylet.

DÉTERMINATION DU DÉBIT D'UN COURS D'EAU

Les mesures de débit sont nécessaires pour calculer la relation niveau-débit ou déterminer l'incidence des remous ou des variations. En termes simples,

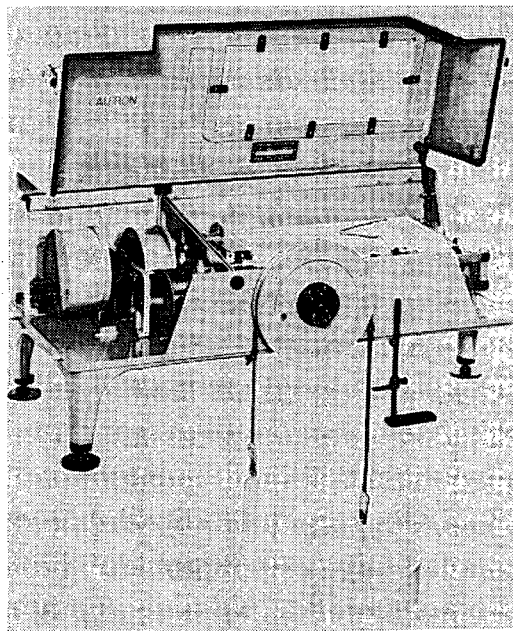


Figure 5. Limmigraphe (type Stevens A-35).

le débit d'un cours d'eau à un endroit précis et à une heure donnée est le produit de la section transversale et de la vitesse de l'eau qui s'écoule à travers cette section, exprimé en pieds cubes par seconde. Ces mesures de débit, enregistrements de niveau et résultats de nivellement servent à l'établissement d'un registre permanent des débits quotidiens, à partir duquel on extrait des moyennes mensuelles, annuelles et à long terme.

On détermine le débit par la méthode du moulinet, par les traceurs, la méthode volumétrique ou par détermination indirecte. On utilise différentes techniques de détermination indirecte avec des degrés divers de précision; parmi elles, citons: la méthode de la pente-section mouillée, la dilution d'un colorant, l'écoulement sur des barrages ou déversoirs, etc. La méthode du moulinet, qui est de loin la plus couramment utilisée, nécessite le mesurage de la vitesse de l'écoulement et de la profondeur dans des plans verticaux choisis dans la section de mesure. Le moulinet Price, type AA, n° 622 est l'étalon utilisé par la Division des relevés hydrologiques pour mesurer la vitesse d'un cours d'eau. Les mesures de vitesse sont effectuées à au moins 20 plans verticaux de la station de mesure, à 0,2 et 0,8 de profondeur au-dessous de la surface de l'eau; dans les eaux peu profondes, on effectue une mesure à 0,6 de profondeur. La moyenne des mesures effectuées à 0,2 et 0,8, ou la mesure unique effectuée à la profondeur de 0,6, est considérée comme la vitesse moyenne sur la verticale (fig. 3 et 6). La largeur de chaque élément de section est mesurée par un câble de mesure ou des repères sur

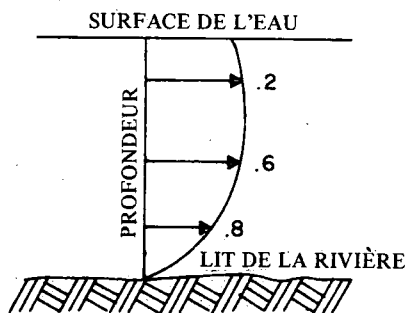


Figure 6. Répartition des vitesses suivant un plan vertical.

le câble ou le pont; on détermine la profondeur au moyen de perches graduées, là où l'on effectue les mesures en marchant dans l'eau ou en creusant un trou dans la glace, dans les autres cas, on utilise des sondes (saumons) suspendues à une perche. Dans chaque élément de section, le débit est calculé à partir de ces mesures; la somme des débits dans chacun de ces éléments de section donne le débit total à la section de mesure.

La mesure du débit est particulièrement difficile en période de crues, dans les rias et en hiver (lorsqu'il y a de la neige fondante par exemple).

DESCRIPTION DES DONNÉES HYDROMÉTRIQUES DE BASE

À chaque station de jaugeage, on obtient annuellement environ dix mesures de débit. On mesure différents paramètres et les résultats, bien qu'ils ne soient pas publiés, sont mis à la disposition des utilisateurs. Les paramètres sont les suivants:

1. Profondeur de l'eau pour au minimum 20 points, afin d'obtenir la section transversale d'une rivière.
2. Relevés de vitesse sur chaque plan vertical où la profondeur est mesurée.
3. Température de l'air et de l'eau au moment du mesurage.
4. Épaisseur de la glace à la section de mesure.

L'installation sur le terrain permet d'obtenir deux types d'enregistrement du niveau d'eau:

1. Graphiques en continu tracés au moyen d'un limnigraphe (fig. 7).
2. Lectures ponctuelles du niveau d'eau faites une ou deux fois par jour par un observateur qui habite près de la station de jaugeage.

À partir des relevés de base effectués sur le terrain, on calcule, soit manuellement, soit par ordinateur, les données hydrométriques suivantes:

1. Niveaux et débits journaliers.

2. Niveaux et débits instantanés à des intervalles choisis (généralement toutes les heures). Bien qu'ils puissent être extraits manuellement des graphiques, ils sont aussi disponibles automatiquement si ces graphiques ont été convertis en numérique.
3. Niveaux et débits instantanés maximaux annuels.
4. On utilise les débits quotidiens pour établir des tables des débits quotidiens maximaux et minimaux, des moyennes annuelles et mensuelles en pi^3/s et le nombre total d'acres-pieds, ainsi que des moyennes à longue échéance. Toutes ces données sont obtenues par ordinateur.

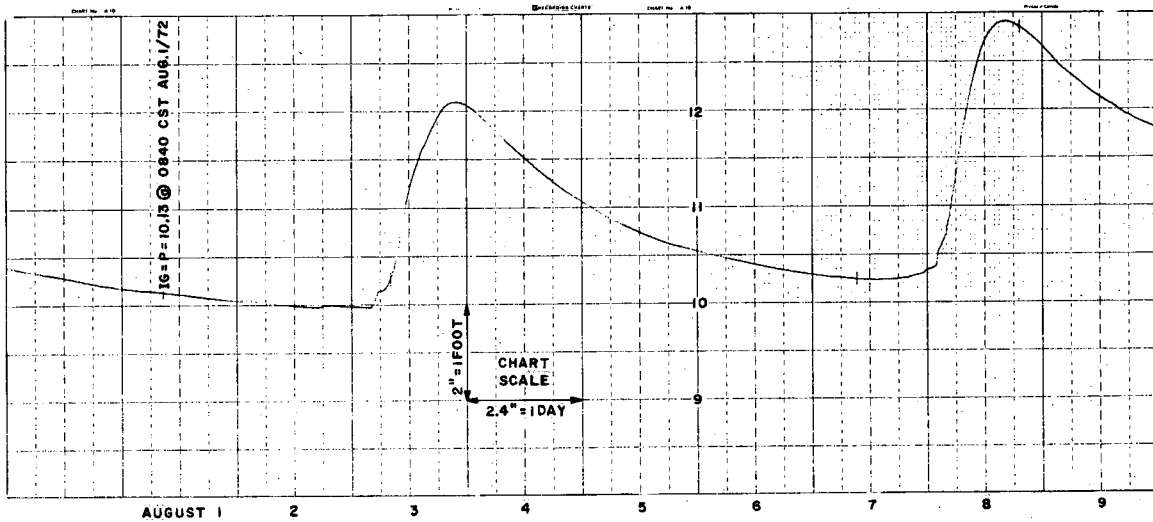


Figure 7. Enregistrement graphique des niveaux d'eau (copie réduite).

Historique de l'automatisation

GÉNÉRALITÉS

Au début des années 60, on a ressenti le besoin d'améliorer les services offerts aux utilisateurs des données hydrométriques. L'automatisation s'imposait, afin de réduire la perte de temps entre la collecte et la publication des données, et de fournir celles-ci sous une forme plus facilement acceptable par les ordinateurs, de plus en plus utilisés pour les études hydrologiques impliquant de nombreuses données. La figure 8 indique le rythme de croissance du nombre des stations de jaugeage. Différents principes directeurs et contraintes ont cependant influencé l'évaluation et le choix d'un système informatique.

La Division des relevés hydrologiques du Canada remercie la United States Geological Survey (U.S.G.S.) qui, par sa collaboration et ses conseils, l'a aidée à évaluer les différents systèmes et procédés. La U.S.G.S. a adopté et entrepris la mise en application d'un système d'enregistreurs numériques vers 1960, et c'est environ à la même époque qu'elle a commencé à stocker sur bandes magnétiques des données sur l'écoulement. Grâce à un échange de correspondance et à des visites faites à Washington de 1965 à 1967, la Division des relevés hydrologiques du Canada (D.R.H.C.) a beaucoup appris sur les techniques, les problèmes et les pièges de l'informatique. Cependant, par suite surtout de l'incompatibilité des ordinateurs et des contraintes des différents ministères, les programmes de la U.S.G.S. n'ont pu être utilisés sur l'ordinateur dont disposait la D.R.H.C. (la U.S.G.S. réorganisait ses services informatiques et utilisait le langage de programmation PL/I).

En 1965-66, on a considéré deux approches d'automatisation des calculs de débits quotidiens:

a) remplacer 800 limnigraphes graphiques par des limnigraphes numériques; ou,

b) garder les enregistreurs graphiques et convertir en numérique les graphiques ainsi obtenus.

Lorsque la U.S.G.S. avait choisi le système de limnigraphes numériques, les convertisseurs numériques sans bras mobiles n'avaient pas encore été mis au point — certains organismes américains utilisent maintenant des convertisseurs numériques pour les calculs sur l'écoulement. Quoi qu'il en soit, on doit admettre que les conditions ne sont pas les mêmes au Canada et aux É.-U., du point de vue de la collecte des données, et que certains facteurs — comme l'exploitation par temps froid, l'accessibilité des stations, le coût des équipements, le type d'installation, etc. — ont eu une influence différente lors de l'évaluation. Mentionnons également qu'un convertisseur numérique sans bras mobiles n'a été disponible que vers 1965. À l'époque, la précision des limnigraphes analogiques était beaucoup plus grande que celle des limnigraphes numériques.

Finalement, lorsque des ressources humaines et financières supplémentaires ont été mises à la disposition de la Division des relevés hydrologiques au Canada en 1966, celle-ci a entrepris de mettre en application deux aspects essentiels de l'automatisation:

1. Les calculs des débits quotidiens à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique.
2. Le stockage et la recherche des données hydrométriques chronologiques sur bande magnétique.

PRINCIPES DIRECTEURS

Le grand principe directeur qui a présidé au choix d'un système automatisé a été l'utilisation maximale des équipements et procédés disponibles et l'emploi de l'ordinateur pour réaliser l'amélioration recherchée du service offert aux utilisateurs des données hydrométriques.

De plus, les programmes devaient être les moins dépendants possible d'un type d'ordinateur,

particulièrement en ce qui concerne les applications scientifiques ou celles des convertisseurs analogiques-numériques et être écrits de manière à réduire la complexité des instructions relatives à la perforation, des modalités de documentation et de conversion en numérique des graphiques produits par les limnigraphes, ainsi que de tous les réglages relatifs aux passages machine.

Les calculs continueraient à être effectués aux bureaux de district et Ottawa s'occuperait, comme par le passé, des fichiers de données et des publications.

On a conservé le système mis en service il y a plusieurs années pour identifier les stations de jaugeage et on l'utilise également pour stocker et rechercher les données. On affecte à chaque station

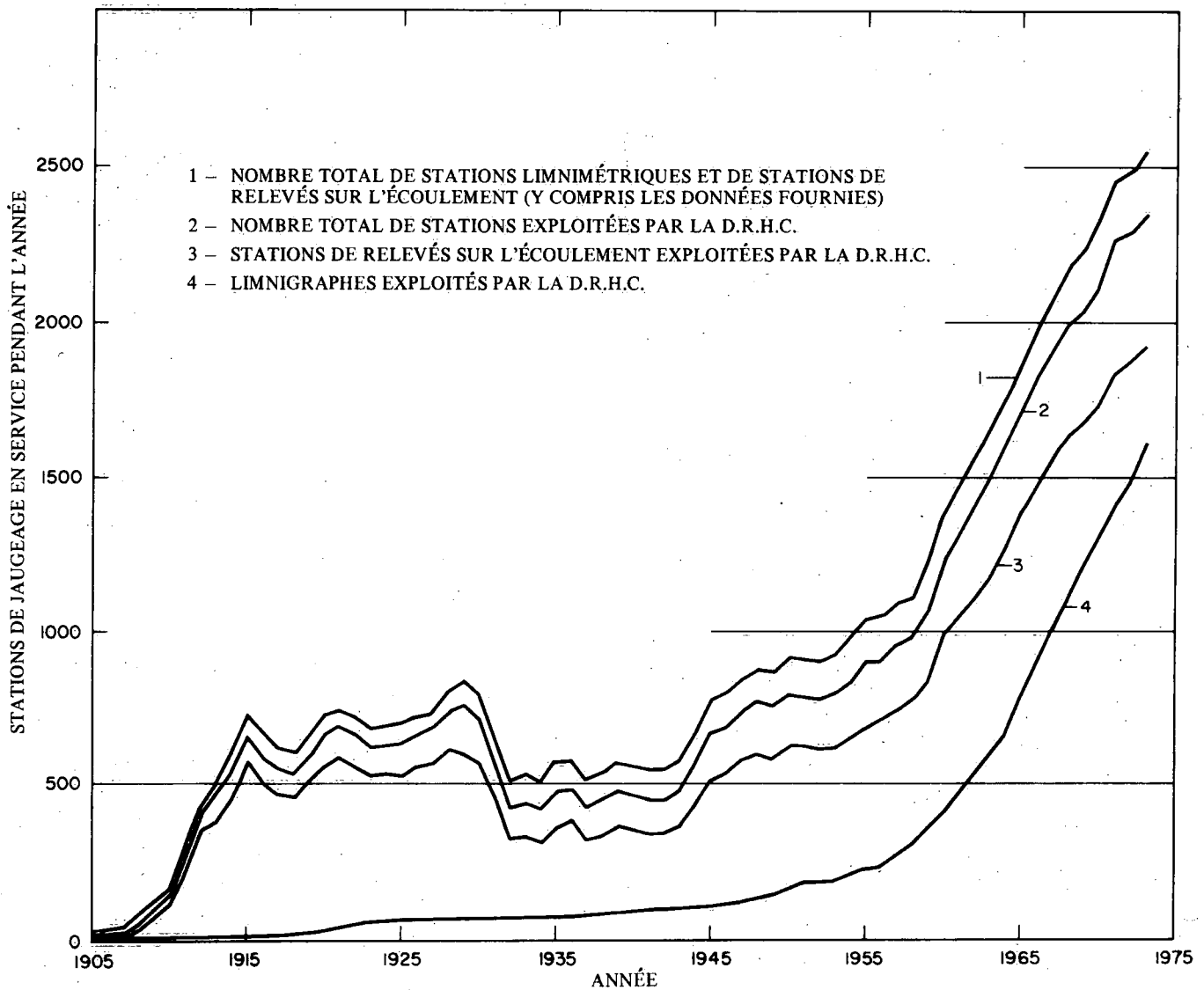


Figure 8. Stations de jaugeage en service au cours des années ayant fait l'objet de relevés hydrométriques au Canada.

de jaugeage un code d'identification unique à sept caractères. Le système de numérotage des stations commence avec la division du Canada en 11 principaux groupes de bassins fluviaux. Ces grandes divisions sont subdivisées suivant l'altitude des terres à l'intérieur de la division, une lettre étant affectée à chaque subdivision. Chaque subdivision est elle-même divisée suivant les limites des bassins de drainage, auxquels on affecte une seconde lettre, ex: 5BD. Les stations faisant partie de cette subdivision secondaire reçoivent un numéro par ordre chronologique d'implantation, indépendamment de l'ordre des cours d'eau. Ainsi, suivant le système d'identification à 7 caractères, 05BD007 est la septième station implantée dans la subdivision secondaire 5BD; 11AA033 est la 33e station installée dans la subdivision secondaire 11AA, et ainsi de suite.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME ENREGISTREUR NUMÉRIQUE

Vers la fin des années 50 et au début des années 60, la U.S.G.S. a élaboré et mis en application un système automatique pour le calcul des données sur l'écoulement dont les principaux éléments sont: un enregistreur numérique des niveaux d'eau, un dispositif de conversion des bandes de papier et un ordinateur numérique universel.

L'enregistreur numérique, qui fonctionne au moyen de piles, perce une bande de papier qui se déroule à faible vitesse et enregistre un nombre décimal à quatre chiffres sur une bande de papier à 16 pistes à des intervalles de temps fixés à l'avance. Cette bande de papier a un format spécial, ce qui nécessite un réarrangement (conversion) avant traitement par tout ordinateur numérique. L'enregistreur numérique peut également être alimenté par d'autres sources d'énergie. On trouve actuellement d'autres enregistreurs à ruban perforé qui utilisent des rubans à 5 pistes pouvant être traités directement par un ordinateur numérique. Succinctement, le système d'enregistrement numérique dont on a envisagé l'utilisation au Canada en 1965-66 avait les caractéristiques suivantes:

1. Les données de niveau d'eau auraient été perforées, généralement toutes les 15 minutes sur un ruban de papier à 16 pistes par un enregistreur numérique situé dans un abri. Le ruban aurait été remplacé par le personnel sur le terrain, tous les mois ou tous les deux mois.

2. Le ruban, les corrections de rubans, les corrections de relevés de l'échelle et les corrections pour variation, ainsi que la table de niveau-débit appropriée auraient été adressés à Ottawa ou au bureau régional par le bureau de district.

3. Les données devaient être transférées de la bande à 16 pistes sur une bande à 7 pistes directement utilisable par l'ordinateur numérique. Les renseignements relatifs aux corrections, ainsi que la table de niveau-débit auraient été perforés manuellement sur un ruban de papier à l'aide d'une machine à additionner perforatrice. Ces deux rubans auraient contenu les données à introduire dans l'ordinateur.

4. L'ordinateur aurait converti chaque donnée de niveau instantané en une donnée de débit à l'aide d'un sous-programme consultant une table de conversion. Les moyennes quotidiennes du niveau, du débit et de la cote de référence auraient été stockées sur bande magnétique. Les résultats du premier passage machine auraient consisté en une feuille de résultats de calcul primaire et une feuille des résultats des débits quotidiens.

5. Pour chaque jour, la feuille de résultats du calcul primaire aurait donné les cotes d'échelle moyenne, maximale et minimale, le niveau moyen équivalent, les corrections de niveau d'échelle et de variation appliquées, ainsi que le débit quotidien. De plus, dans les cas où la différence entre deux niveaux successifs aurait dépassé une valeur de contrôle spécifique, soit en général 0,2 pi, les niveaux correspondant à toutes les deux heures auraient été imprimés et identifiés.

6. Les bureaux de district auraient utilisé la feuille du calcul primaire pour vérifier la qualité des données originales et calculées et auraient communiqué les mises à jour à Ottawa ou au bureau régional, selon le cas.

7. L'impression définitive des débits quotidiens (une année par page) aurait permis la distribution à l'extérieur ou la reproduction directe en offset à des fins de publication. On aurait stocké également les débits quotidiens sur bande magnétique.

8. Les données de stations ne possédant pas d'enregistreurs numériques, c'est-à-dire celles équipées de limnigraphes ou d'échelles limnimétriques manuelles, devaient être calculées manuellement par le bureau de district. On aurait utilisé soit la méthode *O.C.R.* (reconnaissance optique des caractères), soit des cartes perforées pour convertir les données sur bande magnétique. Dans le cas de la méthode *O.C.R.*, les districts auraient transcrit les données selon une structure spéciale. Cette feuille aurait été alors adressée à Ottawa, où elle aurait été lue par un lecteur de page, convertie sur bande magnétique et les états des débits quotidiens prêts à être publiés auraient été produits.

9. Dans la mesure du possible, on devait pouvoir utiliser la méthode Alphatext de préparation automatique des photocopies lorsque la chose était possible.

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME CONVERTISSEUR ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE

Une installation de conversion numérique comprend une table de conversion numérique, un pupitre de commande et une perforatrice (fig. 9). Sur la table de conversion, un clavier auxiliaire sert à introduire les instructions de programmation sur cartes perforées.

Le pupitre de commande joue le rôle d'interface entre la table de conversion numérique et la perforatrice de cartes dans le but de transformer sous forme numérique les informations provenant de la table de conversion et destinées à la perforatrice. Deux affichages à 4 chiffres enregistrent les coordonnées X et Y du curseur placé sur la table, en dixièmes de millimètres. On utilise un pointeur de deux pouces de diamètre (ou curseur) attaché à la table par un fil électrique pour suivre manuellement la courbe sur le graphique. La surface de travail de la table de conversion n'est encombrée d'aucun mécanisme ou bras mobile pouvant gêner le manie-ment du curseur. Un petit interrupteur est monté

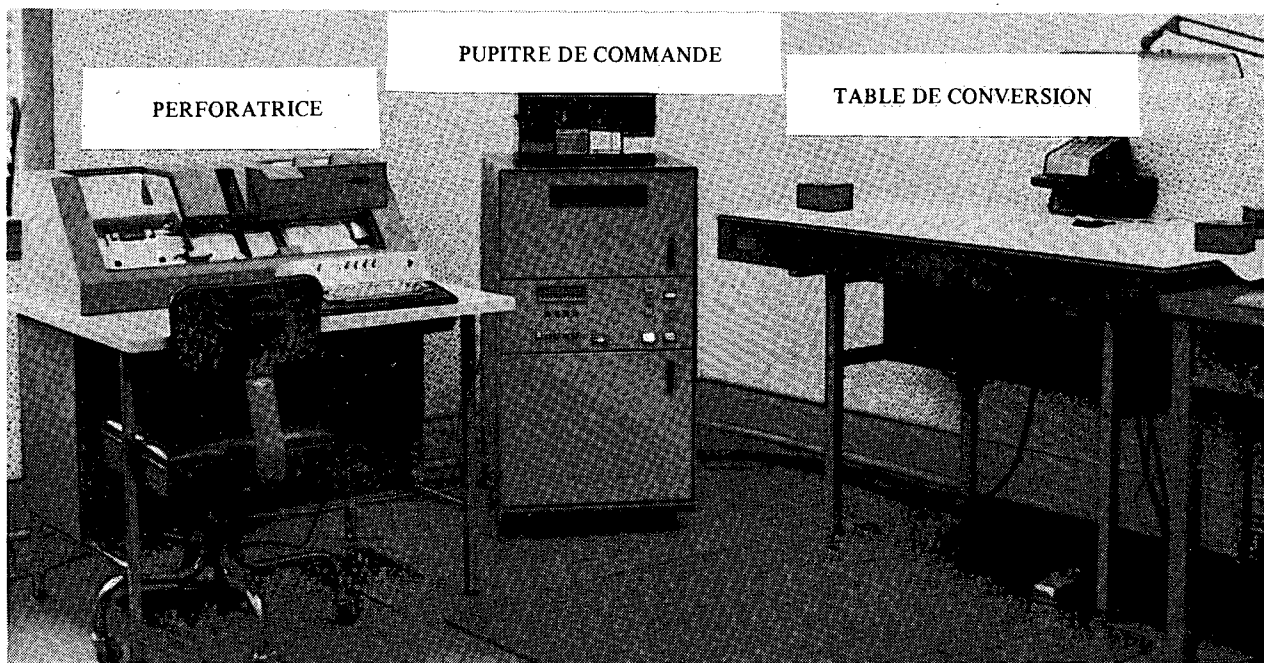


Figure 9. Installation de conversion analogique-numérique.

sur le curseur et lorsqu'on appuie dessus, les coordonnées X et Y du temps et du niveau sont perforées sur une carte par l'intermédiaire du pupitre de commande.

La conversion numérique se fait par l'opérateur qui suit manuellement le tracé avec le curseur, ce qui provoque la perforation des cartes contenant ainsi les coordonnées X et Y de chaque point converti en numérique. Cependant, avant que cette conversion ne puisse se faire, les graphiques sur bande doivent être documentés. Cette documentation (annotations manuscrites) consiste à enregistrer le numéro d'identification de la station, la cote à l'échelle et l'heure au début et à la fin du tracé, ainsi qu'à identifier tous les points de référence intermédiaires, tels qu'inversions ou encore arrêt de l'horloge ou du stylet. Les échelles utilisées pour le temps et le graphique sont également indiquées. Pour la conversion en numérique, le graphique peut être placé sur la table sous n'importe quel angle. Six points d'orientation tout autour du périmètre du graphique sont digitalisés; ces points sont utilisés ultérieurement par un programme informatique pour orienter le graphique et établir l'échelle. Des segments de courbes rectilignes de longueurs variables sont digitalisés. Les coordonnées sont perforées au rythme d'un ensemble de coordonnées en 3/4 de seconde, avec une pause légèrement plus longue à la fin de chaque carte. Les éléments de documentation du graphique sont introduits sur cartes perforées soit par la perforatrice, soit à l'aide du clavier placé sur la table de conversion. Les corrections de temps et d'enregistrement sont calculées proportionnellement de façon automatique par le programme informatique entre les points de repère connus. Pour un graphique d'enregistrement du niveau d'eau dont l'échelle temps est de 2,4 pouces/jour, le rythme de traitement est d'environ 3 années-stations/jour, ce qui inclut la documentation et la conversion numérique du graphique.

Le dispositif de conversion analogique numérique produit des cartes perforées contenant la documentation du graphique et les coordonnées X et Y des extrémités de segments rectilignes du tracé

(graphique sur bande de l'enregistrement du niveau d'eau). La table de niveau-débit est introduite sur cartes perforées sous forme de segments rectilignes, les dates extrêmes des corrections du relevé de l'échelle et les corrections pour variation sont également introduites sur cartes perforées (et réparties en fonction du temps par le programme informatique). On peut généralement introduire la table de niveau-débit et les corrections sur 100 cartes environ. S'il est nécessaire de calculer manuellement les débits quotidiens (ex: débits estimatifs), on les introduit sur cartes perforées comme des corrections de mise à jour et ils ont priorité sur les résultats convertis en numérique. Ainsi, les cartes perforées contenant les données converties en numérique, la table de niveau-débit, les corrections du relevé de l'échelle, les corrections pour variation et les corrections de mise à jour sont introduites dans un ordinateur numérique.

Le programme informatique subdivise automatiquement les cotes d'échelle pour permettre la courbure de la courbe niveau-débit. Le programme calcule instantanément les données du graphique et applique les corrections de temps et d'enregistrement nécessaires. Le programme applique ensuite les corrections du relevé de l'échelle et les corrections pour variation appropriées, après quoi le débit moyen de la journée est compilé. Les résultats préliminaires sont imprimés, à raison de trois mois par page (fig. 10). Un tracé du graphique converti en numérique et des hydrogrammes annuels des niveaux et débits quotidiens peuvent également être produits automatiquement de façon optionnelle; on peut les utiliser comme vérification supplémentaire de la qualité du matériel et du graphique converti en numérique.

Une vérification minutieuse de la qualité consiste à vérifier l'information introduite manuellement à l'aide du clavier ou de la perforatrice; le débit moyen pour au moins une journée par segment de graphique digitalisé est également calculé manuellement.

Les corrections, ainsi que les débits quotidiens calculés manuellement (corrections de mise à jour)

sont introduits sur cartes perforées et un autre état préliminaire est produit. Si l'on pense que les résultats sont définitifs, on peut produire une page indiquant les niveaux et les débits quotidiens pour une année (fig. 10), en plus des hydrogrammes annuels et des cartes perforées pouvant être directement stockées sur le fichier principal de données sur bande magnétique (FLOW ou LEVELS).

Ainsi, au niveau du district, le système convertisseur analogique-numérique (ordinateur numérique) produit en dernier lieu un état annuel des débits et niveaux d'eau quotidiens, les hydrogrammes annuels et les cartes perforées prêts à être traités directement à Ottawa pour le processus automatisé de publication et pour le stockage et la recherche des données chronologiques sur bandes magnétiques.

CONSIDÉRATIONS D'ORDRE FINANCIER

L'acquisition de six systèmes de conversion analogique-numérique (à Ottawa et dans cinq bureaux de district) se chiffrait à \$150 000. En supposant qu'on utilise les mêmes installations sur le terrain, le remplacement de 800 limnigraphes par des enregistreurs numériques à ruban perforé à 16 pistes, au prix de \$700 chacun, plus 6 dispositifs de conversion à \$11 000, chacun aurait coûté \$626 000. De plus, on avait estimé qu'environ 100 nouveaux enregistreurs seraient installés annuellement. Comme en 1966 un enregistreur numérique coûtait au moins \$200 de plus qu'un enregistreur analogique, les investissements annuels auraient augmenté de \$20 000. Il est également probable qu'on aurait installé un enregistreur graphique en plus de l'enregistreur numérique à la station équipée d'un tel enregistreur pour augmenter la fiabilité des relevés et déceler plus facilement les situations inhabituelles, rendant ainsi le coût d'un système d'enregistrement numérique encore plus élevé.

On a pu également comparer les frais d'installation et d'entretien, de mise au point de programmes informatiques, de temps de programmation, de formation du personnel et autres frais

d'exploitation. Bien qu'il soit difficile de faire des comparaisons précises, le système d'enregistrement numérique était probablement plus coûteux, tout particulièrement du point de vue de l'entretien et de la formation du personnel qu'il nécessite.

En conséquence, on avait alors estimé qu'en adoptant le système de conversion analogique-numérique, on faisait une économie de \$500 000 au départ et d'au moins \$30 000 chaque année par la suite.

PRELIMINARY COMPUTATION SHEET

APR 1965				MAY 1965				JUN 1965			
DAY	G. HT. FEET	DISCHARGE CFS	EQ. G. HT. FEET	DAY	G. HT. FEET	DISCHARGE CFS	EQ. G. HT. FEET	DAY	G. HT. FEET	DISCHARGE CFS	EQ. G. HT. FEET
1	-9999.99	-9999.99	-9999.99	1	6.19	309.00	6.20	1	3.62	10.80	3.62
2	-9999.99	-9999.99	-9999.99	2	5.71	228.00	5.72	2	3.60	9.80	3.60
3	-9999.99	-9999.99	-9999.99	3	5.24	155.00	5.24	3	3.55	8.00	3.55
4	-9999.99	-9999.99	-9999.99	4	5.02	123.00	5.03	4	3.52	6.90	3.52
5	-9999.99	-9999.99	-9999.99	5	4.88	106.00	4.87	5	3.51	6.40	3.51
6	-9999.99	-9999.99	-9999.99	6	4.65	83.20	4.65	6	3.49	5.90	3.49
7	2.45	0.00	3.00	7	4.43	62.60	4.43	7	3.48	5.50	3.48
8	2.59	0.00	3.00	8	4.30	51.30	4.30	8	3.46	4.90	3.46
9	2.62	0.00	3.00	9	4.23	45.90	4.23	9	3.47	5.10	3.47
10	2.68	0.00	3.00	10	4.21	44.30	4.21	10	3.43	4.10	3.43
11	2.75	.36	3.18	11	4.12	37.60	4.12	11	3.40	3.30	3.40
12	6.48	421.00	6.79	12	4.11	37.10	4.11	12	3.64	20.40	3.83
13	8.74	896.00	8.77	13	4.14	38.90	4.14	13	4.17	47.30	4.25
14	10.30	1440.00	10.35	14	4.05	33.00	4.05	14	3.79	19.30	3.81
15	11.78	2020.00	11.80	15	3.91	24.80	3.91	15	4.02	31.90	4.03
16	8.70	893.00	8.77	16	3.82	20.00	3.82	16	3.76	17.20	3.77
17	7.01	466.00	7.02	17	3.74	15.80	3.74	17	3.79	18.60	3.79
18	7.18	501.00	7.19	18	3.71	14.50	3.71	18	4.74	101.00	4.83
19	7.66	605.00	7.67	19	3.68	13.28	3.68	19	4.71	89.40	4.71
20	6.95	454.00	6.96	20	3.69	13.80	3.69	20	4.72	90.50	4.72
21	6.17	304.00	6.17	21	3.66	12.20	3.65	21	4.16	41.20	4.17
22	6.99	463.00	7.00	22	3.66	12.20	3.65	22	3.93	25.70	3.93
23	7.51	570.00	7.51	23	3.69	13.90	3.69	23	-9999.99	-9999.99	-9999.99
24	7.48	563.00	7.48	24	3.72	15.10	3.72	24	-9999.99	-9999.99	-9999.99
25	7.74	623.00	7.74	25	3.71	14.80	3.71	25	-9999.99	-9999.99	-9999.99
26	7.95	671.00	7.95	26	3.79	18.40	3.79	26	-9999.99	-9999.99	-9999.99
27	7.50	569.00	7.50	27	3.95	28.30	3.97	27	-9999.99	-9999.99	-9999.99
28	7.00	463.00	7.00	28	4.12	38.20	4.13	28	-9999.99	-9999.99	-9999.99
29	7.09	481.00	7.09	29	3.93	25.90	3.93	29	-9999.99	-9999.99	-9999.99
30	6.98	459.00	6.98	30	3.79	18.40	3.78	30	-9999.99	-9999.99	-9999.99
31	-1111.11	-1111.11	-1111.11	31	3.69	13.90	3.69	31	-1111.11	-1111.11	-1111.11
TOTAL	=	-9999.99		TOTAL	=	1668.30		TOTAL	=	-9999.99	
MEAN	=	-9999.99		MEAN	=	53.80		MEAN	=	-9999.99	
AC-FT	=	-9999.99		AC-FT	=	3310.00		AC-FT	=	-9999.99	
MAX. AND MIN. INST. G. HT. AND DISCH.				MAX. AND MIN. INST. G. HT. AND DISCH.				MAX. AND MIN. INST. G. HT. AND DISCH.			
12.67 FT AT 435 ON APR 15 1965				6.71 FT AT 0 ON MAY 1 1965				5.47 FT AT 937 ON JUN 18 1965			
2380.00 CFS AT 435 ON APR 15 1965				405.00 CFS AT 0 ON MAY 1 1965				190.00 CFS AT 937 ON JUN 18 1965			
2.37 FT AT 0 ON APR 7 1965				3.64 FT AT 1222 ON MAY 22 1965				3.36 FT AT 1425 ON JUN 12 1965			
0.00 CFS AT 0 ON APR 7 1965				11.80 CFS AT 1222 ON MAY 22 1965				2.30 CFS AT 1425 ON JUN 12 1965			

NOTE THAT -1111.11 = NOT APPLICABLE, -9999.99 = MISSING DATA

(PRELIMINARY) DAILY DISCHARGE IN CUBIC FEET PER SECOND FOR 1965

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	DAY
1	0 B	0 B	0 B	0 B	309	10.8	119	.45	.07	2.7	.30 A	.10 B	1
2	0 B	0 B	0 B	0 B	228	9.8	99.8	.40	.01	2.0	.30 A	.10 B	2
3	0 B	0 B	0 B	0 B	155	8.0	75.9	.37	1.0	2.1	.30 A	.10 B	3
4	0 B	0 B	0 B	0 B	123	6.9	47.5	.40	51.2	1.6	.30 A	.10 B	4
5	0 B	0 B	0 B	0 B	106	6.4	142	.30	13.4	1.2	.30 A	.10 B	5
6	0 B	0 B	0 B	0 B	83.2	5.9	100	.32	3.6	1.5	.30 A	.10 B	6
7	0 B	0 B	0 B	0 B	62.6	5.5	42.2	.30	1.9	1.0	.20 B	.10 B	7
8	0 B	0 B	0 B	0 B	51.3	4.9	48.6	.20	1.0	.65	.20 B	.10 B	8
9	0 B	0 B	0 B	0 B	45.9	5.1	78.6	.20	.45	.50	.20 B	.10 B	9
10	0 B	0 B	0 B	0 B	44.3	4.1	187	.20	.35	.40	.20 B	.10 B	10
11	0 B	0 B	0 B	.15 B	37.6	3.3	64.1	.20	.30	.40	.20 B	.10 B	11
12	0 B	0 B	0 B	300 B	37.1	20.4	41.4	.20	.20	.40	.20 B	.10 B	12
13	0 B	0 B	0 B	896 B	38.9	47.3	28.2	.10	.20	.40	.20 B	.10 B	13
14	0 B	0 B	0 B	1440 B	33.0	19.3	19.2	.10	.20	.40	.20 B	.10 B	14
15	0 B	0 B	0 B	2020 B	24.8	31.9	15.5	.10	.20	.40	.20 B	.10 B	15
16	0 B	0 B	0 B	893 B	20.0	17.2	14.5	A	.20	.40	.20 B	0 B	16
17	0 B	0 B	0 B	466 B	15.8	18.6	11.0	E	.10	.20	.40	0 B	17
18	0 B	0 B	0 B	501 B	14.5	101	8.7	.08	.20	.40	.20 B	0 B	18
19	0 B	0 B	0 B	605 B	13.2	89.4	7.9	.06	.20	.40	.20 B	0 B	19
20	0 B	0 B	0 B	454 B	13.8	90.5	6.5	.07	.20	.40	.20 B	0 B	20
21	0 B	0 B	0 B	304 B	12.1 A	41.2	5.8	.04	.17	.40	.20 B	0 B	21
22	0 B	0 B	0 B	463 B	12.1 A	25.7	4.5	0	.10	.40	.20 B	0 B	22
23	0 B	0 B	0 B	570 B	13.9	18.1	3.1	0	.06	.40	.20 B	0 B	23
24	0 B	0 B	0 B	563 B	15.1	13.2	2.8	0	7.0	.40	.20 B	0 B	24
25	0 B	0 B	0 B	623 B	14.8	758	2.2	0	12.4	.48	.20 B	0 B	25
26	0 B	0 B	0 B	671 B	18.4	1820	1.8	0	8.4	.42 A	.20 B	0 B	26
27	0 B	0 B	0 B	569 B	28.3 E	1190	1.5	.01	7.0	.40 A	.10 B	0 B	27
28	0 B	0 B	0 B	463 B	38.2	627	1.1	.10	5.4	.40 A	.10 B	0 B	28
29	0 B	0 B	0 B	481 B	25.9	244	.95	.10	4.2	.40 A	.10 B	0 B	29
30	0 B	0 B	0 B	459 B	18.4	143	.59	.07	3.4	.40 A	.10 B	0 B	30
31	0 B	0 B	0 B	13.9			.50	.08		.40 A		0 B	31
TOTAL	0	0	0	12741.15	1668.1	5386.5	1182.44	4.65	123.21	22.15	6.20	1.50	TOTAL
MEAN	0	0	0	425	53.8	180	38.1	.15	4.1	.71	.21	.05	MEAN
AC-FT	0	0	0	25300	3310	10700	2350	9.2	24.4	43.9	12.3	3.0	AC-FT
MAX	0	0	0	2020	309	1820	187	.45	51.2	2.7	.10	.10	MAX
MIN	0	0	0	0	12.1	3.3	.50	0	.01	.40	.10	0	MIN

SUMMARY FOR THE YEAR 1965
MEAN DISCHARGE, 57.9 CFS
TOTAL DISCHARGE, 42000 AC-FT
MAXIMUM DAILY DISCHARGE, 2020 CFS ON APR 15
MINIMUM DAILY DISCHARGE, 0 CFS ON JAN 1

A-MANUAL GAUGE
B-ICE CONDITIONS
E-ESTIMATED

MAXIMUM INSTANTANEOUS DISCHARGE, CFS AT ON

Figure 10. Imprimés produits par le programme informatique STREAM.

CONSIDÉRATIONS D'ORDRE TECHNIQUE

Les considérations techniques afférentes au système de conversion numérique sont les suivantes:

1. L'enregistrement graphique présente des avantages considérables du point de vue de l'examen visuel et de l'interprétation personnelle.

a) Les embâcles peu importantes qui se produisent sur beaucoup de cours d'eau et ne durent que quelques heures sont facilement décelables et, en conséquence, on peut appliquer une correction pour tenir compte de l'effet de remous,

b) dans beaucoup de cas, il est possible de détecter le moment de la débâcle ou le début et la fin de l'influence des glaces,

c) l'arrêt de l'horloge, un conduit d'eau obstrué à cause de la vase ou du gel, un flotteur gelé ou tombé au fond du puits de mesure, ou le ripage d'un câble en chapelet (ou d'un ruban métallique) par suite d'une forte pression de l'eau sont autant de défauts ou problèmes communs à presque toutes les installations, qu'elles soient graphiques ou numériques. Cependant, ils laissent une trace caractéristique sur un enregistrement graphique et, même si l'on ne peut pas toujours les corriger, on peut au moins les reconnaître. Par contre, on ne peut les identifier facilement sur un ruban de papier perforé, sauf peut-être en examinant les perforations ou l'imprimé informatique, ou en traçant l'hydrogramme du niveau et du débit,

d) l'employé qui travaille à la station peut exercer son jugement pour interpréter les situations anormales comme: embâcle, activités des castors et obstruction sur le contrôle hydraulique (particulièrement lorsqu'il s'agit d'un contrôle artificiel), signaux de marée, etc.,

e) il est possible d'identifier facilement et d'évaluer les événements inhabituels tels les tempêtes, ou de fournir des données pour des études spéciales telles que le temps de propagation en ce qui concerne les crues ou la pollution (écoulement faible) et

f) les graphiques peuvent être examinés sur place et, si c'est nécessaire, on peut les traiter manuelle-

ment lorsque les emplacements sont isolés; par contre, les bandes en numérique doivent être converties et ensuite traitées par ordinateur, avant de pouvoir être interprétées.

2. Le système de conversion analogique-numérique peut être utilisé pour d'autres applications comme les courbes de niveau-débit, les hydrogrammes de crues, les hydrogrammes de débits quotidiens, la détermination du bassin de drainage, le calcul des données sur les sédiments, la longueur du cours d'eau et la détermination de la longitude et de la latitude des stations de jaugeage.

3. Avec le système de conversion analogique-numérique, les corrections des graphiques sont automatiques, c'est-à-dire qu'aucune interprétation personnelle n'est nécessaire pour appliquer les corrections (inversion, temps, enregistrement). D'autres types de graphiques peuvent également être digitalisés, comme ceux à lignes courbes, à arcs ou en coordonnées polaires.

4. La fatigue de l'opérateur pourrait être un problème avec le système de conversion analogique-numérique.

5. La plupart des enregistreurs numériques produisent des rubans de papier perforés (R.P.P.) sur 5, 8 ou 16 pistes. La bande à 16 pistes nécessite la conversion sur R.P.P. compatible avec l'ordinateur. Les vitesses d'entrée sont variables, la carte perforée étant la plus lente, ensuite le R.P.P. puis la bande magnétique. Depuis 1965, des enregistreurs numériques qui produisent des R.P.P. à 5 pistes ou des bandes magnétiques sont à l'étude ou au stade de la mise au point mais les problèmes ne sont pas encore complètement résolus, en ce qui concerne le fonctionnement dans toutes les conditions atmosphériques et à des stations isolées.

6. Dans les cas des enregistreurs numériques, les perforations se font généralement toutes les 15 minutes, soit 96 enregistrements par jour et le débit moyen quotidien est la moyenne arithmétique de ces 96 valeurs. Si l'on réduisait le nombre d'enregistrements quotidiens à 24, une erreur importante pourrait se glisser étant donné que la moyenne pour la période de 24 heures vaudrait pour la

période de 12 h 30 à 12 h 30 le lendemain.

7. Si l'on ne supprime pas la pression de l'eau, l'enregistreur numérique peut ne pas enregistrer le véritable niveau d'eau instantané moyen aux intervalles de temps choisis. On pourrait rétorquer que, statistiquement, on obtiendrait la moyenne à la fin de la journée étant donné le caractère aléatoire des niveaux considérés. Il semble malgré tout impossible de connaître un niveau instantané maximum précis sans connaître également l'importance de la pression et, avec les enregistreurs numériques, on postule aussi que le maximum ne se produit pas entre deux perforations. De plus, si la poussée des eaux est très forte il peut y avoir suffisamment de jeu dans le ruban métallique (ou le câble en chapelet) pour que ce dernier puisse sauter de la poulie pendant les 7 secondes où l'enregistreur (donc la poulie) est bloqué pour perforer. Il n'y a aucun moyen précis de déterminer quand cela se produit et il en résulte un enregistrement inexact ou une absence d'enregistrement.

8. Avec les installations à enregistrement numérique, on a rencontré certains problèmes d'entretien:

- a) remplacement des piles par temps froid.
- b) horloge pas toujours très précise.
- c) l'absence d'enregistrement peut se produire à cause de poinçons usés ou tordus; ce dernier cas se produit parfois sur les enregistreurs entraînés par des manomètres et
- d) par suite de changements provoqués par l'humidité, il arrive parfois que les rubans de papier perforés ne puissent être convertis (les perforations ne correspondant pas). On réglait en partie le problème en utilisant des rubans doublés d'aluminium mais ceci entraînait l'usure rapide des poinçons, donc des erreurs de perforation.

9. À certaines stations qui connaissent des situations exceptionnelles (par exemple: effet de siphon au-dessus des déversoirs en période de gel complet, variation extrême du contrôle, influence des glaces, envasement ou obstruction des conduites d'amenée), il est probable qu'on devrait égale-

ment installer des enregistreurs graphiques pour éclaircir et résoudre le problème.

10. La vitesse de traitement d'un enregistrement graphique est d'environ 3 années-stations/jour pour un graphique de 2,4 po/jour, alors que la vitesse de conversion des rubans à 16 pistes de l'enregistreur numérique est d'environ 8 années-stations/jour pour des perforations toutes les 15 minutes.

11. L'un des avantages de l'enregistrement numérique par rapport à l'enregistrement graphique est que les enregistrements numériques peuvent être traités presque directement par un ordinateur.

12. Le convertisseur analogique-numérique n'est pas dépendant d'un ordinateur — les données peuvent toujours être calculées manuellement à partir des graphiques sur bande, alors qu'il est difficile de le faire avec le R.P.P. On peut essayer de faire les calculs à partir des graphiques aux stations éloignées d'un centre de calcul.

13. Le laps de temps entre le moment où le district envoie les données au centre de calcul et le moment où celles-ci reviennent peut varier de façon considérable suivant l'équipement dont dispose le centre; les délais peuvent être particulièrement critiques si les bandes numériques ou les graphiques doivent être acheminés par courrier. Au bureaux de district de la Division des relevés hydrologiques du Canada, il faut compter en général 24 heures, ou même moins, pour les applications relatives à la digitalisation; dans les bureaux secondaires, par contre, cela peut prendre plusieurs jours ou même plusieurs semaines.

14. La formation du personnel est un facteur important dans tout processus automatisé. Il serait nécessaire de former le personnel des stations au fonctionnement et à l'entretien du matériel numérique, alors qu'aucune formation supplémentaire ne serait requise si l'on conservait les enregistreurs graphiques. Les travaux à la station seraient en fait simplifiés puisqu'il ne serait pas nécessaire de modifier aussi fréquemment le temps et le niveau inscrits sur les graphiques, ces corrections étant faites automatiquement par le programme informatique.

RAISONS AYANT MOTIVÉ LE CHOIX DU CONVERTISSEUR ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE

Les principaux facteurs qui ont conduit la Division des relevés hydrologiques du Canada à généraliser l'usage du convertisseur analogique-numérique pour les calculs hydrométriques sont les suivants:

1. Un enregistrement numérique donne moins de renseignements (moins de relevés de niveau) qu'un enregistrement graphique, par suite de la discontinuité inhérente à ce type d'enregistrement.
2. Au cours des années, les enregistreurs analogiques se sont révélés très sûrs pour l'enregistrement continu du niveau de l'eau avec une précision acceptable, aux fins des calculs relatifs à l'écoulement. Bien que l'enregistreur numérique soit potentiellement un instrument satisfaisant pour enregistrer les niveaux d'eau aux stations soumises à des conditions difficiles, il était encore au stade expérimental en 1965-66.
3. Si l'on utilise un enregistreur numérique, l'exactitude des données sur le niveau ne peut être évaluée sans que ces données aient été préalablement traitées par un ordinateur numérique. L'acheminement de ces mêmes données pourrait prendre plusieurs semaines, soit une perte de temps inacceptable.
4. Il est important de noter que le convertisseur analogique-numérique peut traiter d'autres types de données, concernant notamment les bassins de drainage, la longueur du cours d'eau, l'emplacement de la station de jaugeage (latitude et longitude), les courbes de niveau-débit par exemple.
5. Bien que les avantages techniques aient été considérés plus importants, les avantages financiers à eux seuls auraient justifié la préférence donnée au système de conversion analogique-numérique par rapport à l'enregistreur numérique.

SYSTÈME DE STOCKAGE ET DE RECHERCHE DES DONNÉES

Au début de 1966, on a demandé aux utilisateurs éventuels de faire connaître leurs opinions et de

faire part de leurs suggestions quant aux différents types de données à stocker et aux types d'extraction désirés. Les considérations préliminaires comprenaient le stockage des débits et niveaux quotidiens, du maximum instantané, des résultats du jaugeage, de la capacité du réservoir, des stations soumises aux marées (maximum et minimum quotidiens), des caractéristiques des stations de jaugeage, comme latitude et longitude, bassin de drainage, etc.

En 1966, on a mis sur pied un projet pilote pour évaluer les méthodes de collecte des données pour la perforation, ainsi que les méthodes de mise en mémoire et d'extraction de ces données. Malgré certains indices révélant des problèmes possibles dans certains domaines, le projet a été entrepris trop à la hâte et il en est résulté des programmes informatiques inefficaces, qui ont dû par la suite être modifiés ou réécrits.

Voici les principaux facteurs qui ont dicté la conception des fichiers de données:

1. Le fichier principal (FLOW) doit être structuré de telle sorte que l'on puisse trouver la période entière d'enregistrement de n'importe quelle station sur une seule bobine.
2. Le fichier principal se trouverait à Ottawa mais les districts continueraient cependant à être responsables des données mises en mémoire sur bande magnétique et il leur incomberait de vérifier les états informatiques des débits quotidiens. Ces états constitueraient les enregistrements officiels, remplaçant les différentes formules utilisées précédemment.
3. Les données mises en mémoire à Ottawa seraient fournies aux utilisateurs sur cartes perforées, bandes magnétiques ou imprimés. Au départ, la recherche documentaire n'incluerait pas l'analyse statistique des données, mais cette option devrait être considérée à l'avenir.

PROBLÈMES ET CONTRAINTES EN MATIÈRE DE SERVICES INFORMATIQUES

Dans le domaine des services informatiques, il faut considérer certains problèmes et contraintes:

1. La programmation est le facteur le plus critique et le plus important de la conception, de la mise au point et de la mise en application du système de stockage et de recherche des données, ainsi que du système de conversion analogique numérique.

2. Au stade de la mise au point, de 1965 à 1967, la Division des sciences informatiques du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources (E.M.R.) a fourni les services d'experts pour la conception du système de traitement des données, mais elle n'a pu offrir son aide dans le domaine de la programmation.

3. Ultérieurement, une certaine partie de la programmation a été réalisée à l'aide d'experts-conseils sous contrat, ou par le personnel de la Division des sciences informatiques. Cette manière de procéder n'est cependant pas recommandée, à moins que le projet ne puisse être identifié de façon précise et détaillée, et que le personnel ne soit disponible pour effectuer des contrôles ou participer à des discussions. Les experts-conseils ou les programmeurs de l'extérieur ne connaissent pas bien le travail d'hydrométrie et, très souvent, les directives et exigences ne sont pas communiquées clairement.

4. Les services informatiques étaient fournis gratuitement par l'E.M.R. sur son ordinateur CDC 3100 mais, malgré tout, son utilisation comportait certaines restrictions:

- a) 556 *bpi*,
- b) bandes magnétiques (disques non disponibles),
- c) DCB non binaire (DCB plus compatible avec d'autres types d'ordinateurs), et
- d) Obligation d'utiliser le FORTRAN (l'E.M.R. ne disposait pas d'un compilateur COBOL et il n'était pas possible d'utiliser le PL/I).

5. Comme le CDC 3100 n'avait pas une mémoire

suffisante, la mise au point du programme de conversion analogique-numérique relative aux calculs sur l'écoulement a dû être effectuée sur l'UNIVAC 1108, par l'intermédiaire d'un terminal situé à l'E.M.R.

6. On ne pouvait calculer correctement le temps consacré à la mise au point du programme, par suite de fréquentes déficiences techniques ou autres retards et, au stade initial de la mise au point, on effectuait environ 3 passages machine par semaine.

7. La perforation était souvent lente.

8. En 1971, le personnel étant occupé à la conversion du CDC 3100 au CDC 6400, il ne pouvait se consacrer à la mise au point des programmes.

9. En 1967, la perforation des données sous contrat et la programmation nécessaire au stockage et à la recherche de ces données étaient effectuées simultanément. Les services de livraison étaient parfois inexistantes ou si lents que les programmeurs étaient obligés de remplir également ces fonctions. Les ordinateurs d'autres centres de calcul (IBM 1401 et IBM 7074) étaient utilisés pour traiter les cartes et pour produire les imprimés destinés aux districts chargés de faire une première vérification visuelle des données.

Calculs hydrométriques automatisés

MÉTHODES DE CALCUL

Avant la mise en service du système de conversion analogique numérique, toutes les données hydrométriques étaient calculées manuellement, selon des méthodes normalisées. Ces méthodes continueront à être utilisées car il se peut que, pour certaines stations, les calculs ne soient jamais complètement automatisés. On continuera également à utiliser les méthodes manuelles pour les calculs expérimentaux et pour vérifier par échantillonnages, les calculs automatisés.

Il n'y a aucun changement majeur dans la méthode de collecte des données sur le terrain. Certaines parties des calculs au bureau sont communes aux procédés manuels et automatisés: les résultats du jaugeage sont disposés sous forme de tableau et représentés graphiquement; les courbes de niveau-débit et les tables de niveau-débit sont produites manuellement; certains débits quotidiens, comme ceux enregistrés en période de gel, lorsque le contrôle hydraulique est soumis à de grandes variations ou lorsque les relevés sont inexistantes (données estimatives), sont calculés manuellement car ils nécessitent une interprétation personnelle. Par contre, l'automatisation des opérations suivantes a considérablement réduit le temps de calcul:

1. Détermination des niveaux moyens à partir des graphiques produits par limnigraphes (fig. 7) et, au besoin, subdivision pour compenser la courbure de la courbe de niveau-débit.
2. Répartition dans le temps des corrections du relevé de l'échelle et des corrections pour variation.
3. L'application des corrections et des tables de niveau-débit aux graphiques de niveau d'eau, afin d'obtenir les niveaux moyens quotidiens et les débits quotidiens.
4. Tracé des hydrogrammes annuels des débits ou des niveaux.

5. Calcul des données des sommaires annuels et mensuels.

6. Compilation et calcul des données du sommaire chronologique comme les débits moyens mensuels et annuels pour la période d'enregistrement.

TYPES D'APPLICATIONS DU CONVERTISSEUR ANALOGIQUE-NUMÉRIQUE

Les différentes applications du convertisseur analogique numérique sont les suivantes:

1. **STREAM** — calcule les débits et les niveaux (fig. 10) quotidiens à partir des cartes qui résultent des graphiques sur bande digitalisés. Aux centres de calcul où la mémoire centrale est insuffisante, le programme **STREAM** est scindé en deux parties (**TRIPLE** et **ANNUAL**). On peut obtenir, sur option, la courbe reliant les points digitalisés, les hydrogrammes annuels ou les cartes perforées pouvant être stockées directement sur les fichiers **FLOW** ou **LEVELS**. Le programme de base **STREAM** a été modifié en raison des applications suivantes:

a) **HOURLY** — calcule les niveaux et débits instantanés horaires en utilisant les mêmes cartes du convertisseur que dans le cas du programme **STREAM**.

b) **TIDAL** — il s'agit d'une modification du programme **HOURLY**; il diffère surtout par le format du numéro d'identification des stations et par les listes imprimées.

c) **SEDCON** — calcule la concentration journalière de sédiments en suspension, à partir des graphiques tracés à la main. On peut obtenir de façon optionnelle des cartes perforées pouvant être stockées directement sur le fichier **SUSCON** des concentrations journalières de sédiments en suspension.

2. **AREA** — calcule les bassins de drainage à partir des cartes.

3. Parmi les autres applications en partie opérationnelles ou au stade de la mise au point, citons:

- a) POINT — détermine la latitude et la longitude des points ou emplacements sur la carte digitalisés.
- b) CURVE — produit des cartes de courbes de niveau-débit digitalisées utilisables par le programme STREAM.
- c) LENGTH — calcule la longueur du cours d'eau à partir des cartes.
- d) TICON — calcule la concentration horaire de sédiments en suspension.

PROGRAMMES CONNEXES

Les autres programmes connexes sont les suivants:

1. MANUAL — calcule les débits et les niveaux d'eau quotidiens des stations ne possédant qu'une échelle limnimétrique. On peut obtenir les mêmes documents qu'avec le programme STREAM; les cartes de données pour la table de niveau-débit et les tables de correction sont interchangeable avec le programme STREAM.
2. SAVE — utilisé pour le stockage et la recherche des cartes digitalisées, produites par STREAM, AREA, etc. en se servant de bandes magnétiques, ce qui évite le stockage permanent des cartes perforées.
3. TONS — calcule la quantité de sédiments en suspension en tonnes/jour, à partir des données quotidiennes mises en mémoire sur les fichiers FLOW et SUSCON. Ces valeurs sont combinées à des données descriptives tirées du fichier HYDEX, afin de produire les imprimés informatiques donnant les débits quotidiens et mensuels en m^3/s , la concentration quotidienne de sédiments en suspension en grammes/litre et la quantité totale journalière et mensuelle de sédiments en suspension, en tonnes/jour, à raison de 3 mois de données par page.
4. D'autres programmes sont actuellement mis au point, citons:
 - a) GCSC — calcule les corrections journalières aux lectures et aux variations, à partir des relevés faits sur le terrain et produit un document annuel faisant apparaître ces corrections, qui peuvent alors

servir aux calculs manuels ou à la vérification de la qualité des résultats produits par les programmes STREAM ou MANUAL.

- b) SAM — calcule le débit de pointe à partir des données relevées sur le terrain, par exemple pente de la ligne d'eau, section transversale et coefficient de rugosité.

MISE EN APPLICATION DANS LES DISTRICTS

Le premier dispositif de conversion analogique-numérique a été installé à Ottawa en 1966 pour mettre au point les procédés et programmes informatiques.

En 1967, un tel équipement a été installé à Calgary et, après quelques problèmes d'implantation au début — dus surtout au matériel — le système a été mis en service en 1968.

En 1968, des convertisseurs analogique-numérique ont été installés à Guelph, Halifax, Winnipeg et Vancouver et mis en service en 1969.

En 1969, Regina a été dotée d'une installation semblable qu'on a mise en service en 1970.

En 1974, on a transféré à Montréal le système de conversion originellement installé à Ottawa et un nouvel ensemble convertisseur Gradicon — perforatrice Univac 1710 à mémoire tampon a été installé à Ottawa.

La livraison des perforatrices constituait l'un des principaux problèmes (jusqu'à 9 mois à partir de l'acceptation des contrats), ainsi que leur connection aux tables de conversion.

Il importe de noter que ce système ne nécessite pas des opérateurs ayant reçu une formation spéciale. La formation du personnel s'est faite au cours de deux stages: deux personnes de chaque district sont allées passer une semaine à Ottawa, puis une autre période de stage de deux semaines a été consacrée à la mise en application, aux centres de calcul des districts, une fois l'installation terminée. Au cours de visites annuelles de deux ou trois

jours, on discute des problèmes et on implante les applications ou modifications récemment mises au point.

À la fin des périodes de garantie, on a obtenu des contrats d'entretien dont le coût annuel s'élève à environ 11% du prix du matériel.

Pour certains ordinateurs, on a dû modifier des programmes pour tenir compte d'une insuffisance de mémoire ou de restrictions imposées par les centres de calcul. Les coûts varient considérable-

ment d'un centre à l'autre, on peut cependant évaluer le coût moyen de la production d'une année de données à \$30 (frais de publication non inclus). Dans les districts et à Ottawa, le gouvernement utilise actuellement — sous contrat — les ordinateurs des organismes mentionnés à la page 15.

Le programme STREAM a également été mis en exploitation et utilisé par le ministère de l'Environnement de l'Ontario (IBM 360/65 à Toronto).

Contrats relatifs à l'utilisation d'ordinateurs

VILLE	ORDINATEUR	ORGANISME
Vancouver	IBM 360/67	Université de Colombie-Britannique
Calgary	CDC 3300 (programme dédoublé)	Computer Data Processors Ltd.
	CDC 6400	Université de Calgary
Regina	IBM 360/50 (programme dédoublé)	Systems Centre du gouvernement de la Saskatchewan
Winnipeg	IBM 360/65	Université du Manitoba
	UNIVAC 1108 (du terminal à Calgary)	Computing Services Canada Ltd.
Guelph	IBM 360/65	Université de Guelph
Halifax	CDC 3150 (programme dédoublé)	Institut Bedford d'Océanographie (gratuitement)
Montréal	Univac 1108 (du terminal à Ottawa)	Computel Systems Ltd.
Ottawa	CDC 6400	Énergie, Mines et Ressources
	IBM 360/85	Systems Dimensions Ltd.
	Univac 1108, IBM 370/65	Computel Systems Ltd.
	IBM 360/65	Computer Services Bureau.

Stockage et recherche des données

DESCRIPTION GÉNÉRALE DU SYSTÈME DE TRAITEMENT DES DONNÉES

La figure 11 représente un ordinogramme général du système de traitement des fichiers de données.

Lorsqu'on utilisait l'ordinateur CDC 3100, les données étaient stockées sur bandes magnétiques 7 pistes BCD (à parité), à la densité de 556 *bpi*. Quand, en octobre 1971, on a remplacé cet ordinateur par le CDC 6400, les données étaient toujours stockées sur bandes magnétiques 7 pistes BCD (à parité), mais à une densité de 800 *bpi*.

Sur toute bobine, les articles ont une longueur fixe. On utilise des articles de 60, 80, 132 et 300 caractères, avec le facteur de groupage 5 ou 10. Ainsi, le fichier FLOW a des articles de 300 caractères, avec le facteur de groupage 5. Les bandes produites pour l'impression directe ont des articles de 132 caractères et le facteur de groupage est de 10. Les bandes obtenues après conversion des cartes sur bande ont des articles de 80 caractères avec le facteur de groupage 10. On utilise les articles en-tête et fin sur toutes les bandes, à l'exception de celles qui contiennent des données extraites. Toutes les bandes, sauf les fichiers d'impression (articles de 132 caractères) ont un article fin du fichier placé juste avant l'article fin. Sur toutes les bandes contenant des articles par blocs, on trouve des articles de remplissage. Le dernier bloc de la bande est suivi d'une marque de bande. Environ 400 bandes magnétiques (incluant au moins 3 générations de bandes servant de doubles) sont actuellement utilisées pour servir de support aux différents fichiers de données au Centre informatique du ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources.

Les districts expédient annuellement les données à Ottawa, soit sur des formules de calcul, soit sur cartes perforées, mais le plus souvent sur bande magnétique. On stocke généralement les données

selon le district et selon le numéro de station au sein du district. Lorsque les districts ont terminé la vérification des imprimés, les données sont regroupées par province ou région et les manuscrits sont présentés pour publication selon une technique automatisée décrite ultérieurement.

Les données de l'année en cours sont ajoutées aux données chronologiques, de sorte que, pour la période d'enregistrement, toutes les données d'une station sont disponibles sur une seule bande. Les utilisateurs peuvent maintenant obtenir les données sur l'écoulement sous la forme de leur choix: par exemple, cartes perforées, imprimés ou bandes magnétiques.

Les programmes pour le stockage et la recherche des données sont écrits par le personnel de la Division. Les manuels et la documentation des programmes sont faits selon les possibilités du service, mais il faut mettre davantage l'accent sur ce travail car la conversion d'un ordinateur à un autre constitue une perte de temps, de même que la rotation du personnel crée des problèmes de continuité.

DOCUMENTS DE BASE

Lorsqu'on a pris la décision d'automatiser les données hydrométriques chronologiques, les diverses possibilités suivantes se sont présentées, quant au type de documents de base à remettre aux perforées:

1. Données originales sur formules R43, R79 ou l'équivalent.
2. Copies des données originales.
3. Données publiées.
4. Données copiées à la main sur des feuilles de programmation.

L'utilisation des données originales s'est avérée peu pratique, à cause du trop grand nombre de marques. La méthode qui consiste à copier les données sur des feuilles de programmation demande trop de temps. En conséquence, il a été décidé d'utiliser principalement les publications annuelles

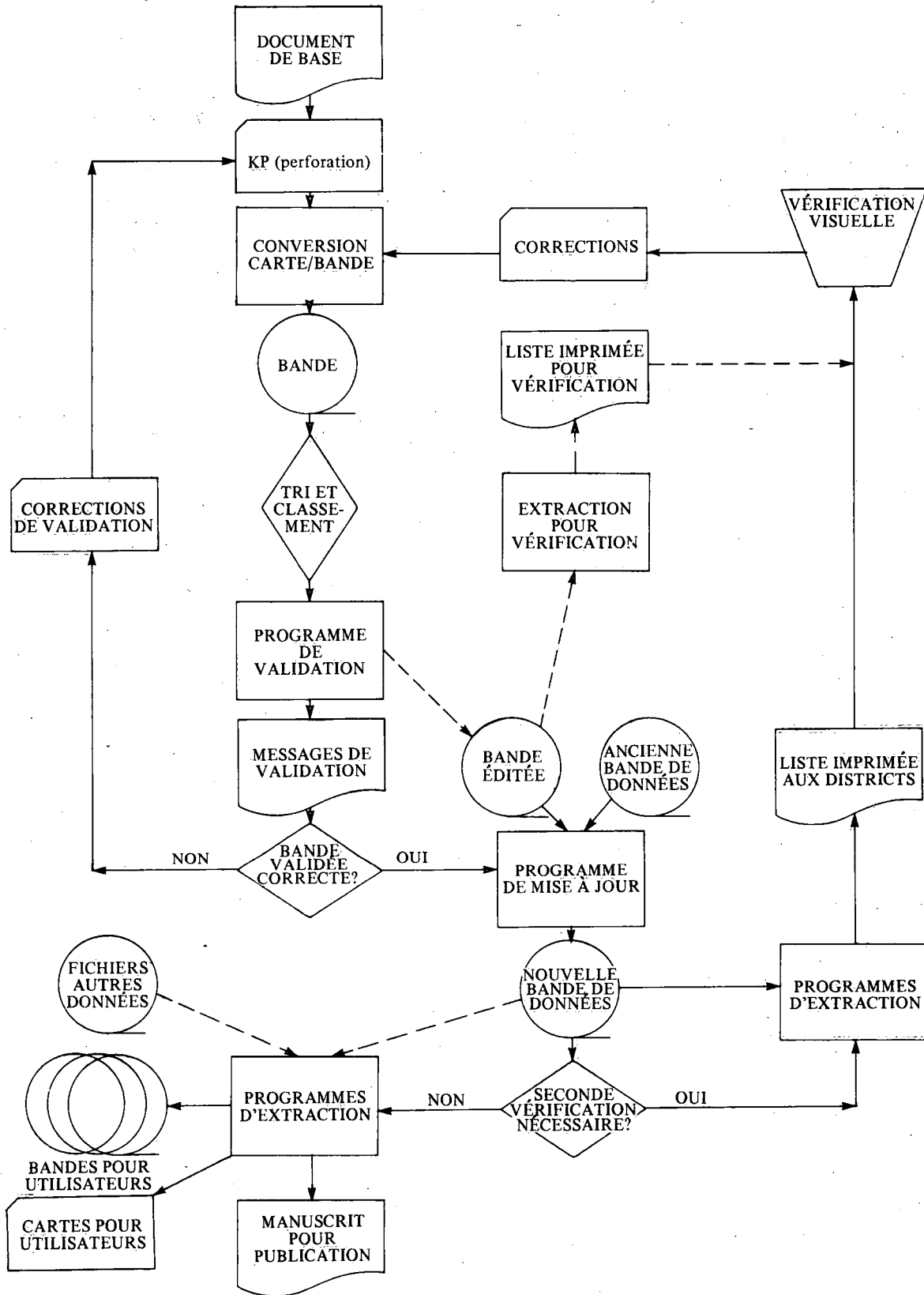


Figure 11. Ordigramme général du système de traitement des fichiers de données.

comme documents de base. Dans le cas des données non publiées, on a utilisé des copies des formules originales. Les corrections appliquées aux deux types de documents de base ont été présentées sur des feuilles de programmation.

En décembre 1966, on a entrepris la préparation des documents de base pour la perforation. Le contrat stipulait que les travaux de perforation devaient commencer en mai 1967 et être terminés en octobre de la même année. Comme les données étaient consignées sur des formules différentes (de plus, ces formules contenaient également d'autres types de données comme les niveaux quotidiens et renseignements descriptifs), il a été nécessaire de les vérifier manuellement avec précision, afin que les opératrices sachent quelles données perforer. Cette préparation a été faite principalement par le personnel de district, selon les méthodes normalisées, mises au point à Ottawa, avec les conseils du Centre informatique (E.M.R.) et du personnel IBM. Les pages extraites de deux séries de publications ont été séparées et on a fait des copies des enregistrements originaux dans le cas des données non publiées. Ces données ont alors été assemblées par numéro de station et par district. Les manuels ont nécessité un travail de vérification considérable pour l'élimination des données et des renseignements qui ne devaient pas être perforés.

Parmi les facteurs en cause, citons:

- a) le besoin d'identifier les symboles relatifs aux débits, lorsque différentes lettres avaient été utilisées, nécessitant l'utilisation de codes-couleurs;
- b) l'emploi de diverses formules comme documents de base, en plus du manque de clarté de certains renseignements contenus dans ces formules. Pour rendre les documents de base prêts à être perforés, il a fallu 3 années-hommes.

PERFORATION

En 1966, on a conclu un contrat prévoyant la perforation et la vérification des cartes de données sur les débits quotidiens au cours de l'année finan-

cière 1967-68. Les données ont été perforées selon une structure non imposée, structure ayant été mise au point en collaboration avec la Division informatique (E.M.R.) et la société chargée de la perforation (IBM). La date d'échéance a été respectée et le coût de ce travail s'est élevé à \$80 000, de 10 à 20 opérateurs ayant travaillé à ce projet, à raison de 2 équipes par jour, d'avril à octobre 1967. On a ainsi produit plus d'un million de cartes qui ont été détruites en 1970, une fois les données converties sur bande magnétique et vérifiées par les bureaux de district: celles-ci comprenaient les données sur les débits quotidiens jusqu'à 1966. Au cours des 2 ou 3 années suivantes, les débits quotidiens de 1967 à 1969 ont été perforés par le Centre informatique (E.M.R.) à partir des imprimés de calcul. Actuellement, on peut obtenir directement plus de 75% des débits et niveaux quotidiens sur cartes, en utilisant les programmes STREAM et MANUAL. Parmi les problèmes rencontrés, on peut mentionner les suivants:

- a) les opératrices se plaignaient de l'impression en trop petits caractères des publications des données, d'où difficultés de lecture, en plus du fait que les copies de certaines formules n'étaient pas très lisibles, surtout les points décimaux;
- b) le service de livraison était parfois inexistant ou irrégulier, de sorte que les programmeurs et techniciens étaient parfois réduits à aller chercher ou livrer eux-mêmes les cartes perforées en vue de leur traitement.

Au cours de l'année financière 1968-69, on a utilisé la méthode *OCR* (reconnaissance optique des caractères) pour certains débits quotidiens, ainsi que pour les fichiers de données chronologiques LEVELS, à la demande du Centre informatique (E.M.R.). Succinctement, cette méthode consiste à taper les données sous une forme conventionnelle. Les pages ainsi écrites sont alors scrutées électroniquement par un lecteur de pages et converties sur bandes magnétiques. Ce procédé n'est pas recommandé par suite des difficultés à obtenir des données sans fautes de frappe. Les données sont vérifiées par un contrôle visuel de la frappe et

non à l'aide d'une vérificatrice; c'est ainsi que de nombreuses erreurs ont été décelées lorsqu'on a comparé les listes imprimées avec les documents originaux.

CHIFFRES SIGNIFICATIFS ET SYMBOLES

Depuis que la Division des relevés hydrologiques existe, les chiffres significatifs ont été traités de bien des manières — même entre les districts, on relève parfois des incohérences pour une même année. Deux chiffres significatifs étaient parfois utilisés pour exprimer les données et quatre chiffres ou plus certaines années. La méthode de calcul des acres-pieds variait également. Certaines années, on les calculait à partir du total mensuel et certaines années à partir de la moyenne mensuelle. Pendant de nombreuses années, les données publiées sur le débit quotidien paraissaient par exemple sous la forme suivante: 124,00 au lieu de 124 parce que le débit d'un autre jour du mois était 1,19 pi³/s (deux décimales) et les règles d'impression relatives à la publication à cette époque stipulaient l'emploi du même nombre de positions décimales pour tous les chiffres du même mois. De plus, à l'origine, on calculait et publiait un certain nombre de chiffres exprimant le débit en utilisant moins de chiffres significatifs qu'actuellement, ou on les arrondissait au multiple de 5 le plus proche.

Les données sur le débit quotidien étaient perforées telles que calculées ou publiées à l'origine et arrondies ultérieurement, selon la règle en vigueur relative aux chiffres significatifs. Les chiffres quotidiens calculés et exprimés en moins de chiffres significatifs qu'actuellement n'ont pas été recalculés. Cependant, les chiffres situés entre 50 et 100 peuvent être mis en mémoire et recherchés avec deux chiffres significatifs; exemple: 52 (et non 52,0).

Si l'on veut que les chiffres significatifs reflètent l'exactitude des données, non seulement au cours d'une même année mais d'une année à l'autre, il faut adopter un système très complexe. En conséquence, on a décidé que toutes les données

obtenues à partir de la somme des valeurs quotidiennes seraient exprimées à l'aide de 3 chiffres significatifs au-dessus de 10, arrondies au dixième près de 1 à 10, et au centième près au-dessous de 1. Les totaux mensuels ne sont pas arrondis. Les valeurs inférieures à 0,005 sont représentées par 0.

Le dernier chiffre significatif est arrondi si le chiffre suivant est exactement 5; par exemple: 5 285 est arrondi à 5 290.

Au cours des années, on a utilisé différents symboles pour expliquer certaines situations comme: effet des glaces, données évaluées, réservoirs, contrôle hydraulique variable, etc. Qui plus est, on utilisait des lettres différentes pour identifier la même situation, ou la même lettre pour des situations différentes, bien que cela fasse généralement l'objet d'un renvoi. Ces dernières années, le symbole t était utilisé pour indiquer un débit de 0,05 pi³/s (un filet) à 0,00 pi³/s, mais plus récemment, on l'utilisait pour indiquer l'usage d'un limnigraphe. Certains districts enregistraient 0, 0,0 ou nil pour indiquer qu'un cours d'eau était à sec, alors que d'autres inscrivaient la même chose pour indiquer un filet (sans symbole). Ainsi, le débit inférieur à 0,005 pi³/s (y compris aucun débit ou nil) est maintenant représenté par 0. S'il est essentiel de connaître cette situation pour une étude particulière, l'utilisateur doit consulter le bureau du district.

Pour la période d'enregistrement, on a décidé d'adopter les trois symboles standards suivants relatifs aux débits quotidiens:

A limnimètre

B présence de glace

E estimations.

Par contre, aucun symbole n'est utilisé pour les données générées, comme les moyennes mensuelles, les acres-pieds, etc.

VÉRIFICATION DES DONNEES MISES EN MÉMOIRE

Le système initial de stockage et de recherche des données sur l'écoulement utilisait trois ordinateurs. Les données sur cartes étaient converties sur bande

magnétique à l'aide d'un IBM 1401, triées et classées par un IBM 7074 (les deux ordinateurs se trouvaient au ministère du Revenu national) et validées par un CDC 3100 au ministère de l'Énergie, des Mines et des Ressources. On utilisait alors la bande validée pour produire les listes imprimées préliminaires des données quotidiennes et des sommaires mensuels sur un IBM 1401.

Ces listes imprimées des débits quotidiens étaient adressées aux districts, afin que les totaux mensuels puissent être confrontés avec les documents originaux. Si les totaux mensuels n'étaient pas disponibles, on vérifiait les valeurs quotidiennes; tous les symboles (A, B et E) étaient comparés avec les documents originaux. Les corrections étaient envoyées à Ottawa sur des feuilles de programmation, mises à jour et le processus se répétait jusqu'à la vérification définitive des données chronologiques sur le débit quotidien.

Nous n'avons pas encore tout à fait terminé la vérification des données chronologiques sur les niveaux antérieures à 1969.

Parmi les différentes erreurs rencontrées, citons:

- a) erreurs de perforation,
- b) données manquantes; par exemple valeur du 31 mai,
- c) erreurs typographiques,
- d) totaux mensuels erronés, d'où données du sommaire incorrectes et
- d) mauvais numéro de station.

Les listes imprimées définitives indiquant le nom et le numéro de la station, les débits quotidiens arrondis selon une pratique standard pour la période d'enregistrement (et alignés), le sommaire pour l'année ou la période, ainsi que les symboles, étaient transmis aux districts, afin de servir de documents officiels et de remplacer les nombreuses autres formules. Ces autres formules ne doivent cependant pas être détruites car elles contiennent des données ou des renseignements hydrométriques

connexes, comme les cotes d'échelle quotidiennes, la répartition des corrections pour variation, des explications sur les corrections, des descriptions de calculs spéciaux et des notes explicatives sur des conditions particulières.

TYPE ET GRANDEUR DES FICHIERS DE DONNÉES

Les paragraphes suivants décrivent le type et la grandeur des fichiers de données utilisés:

1. Fichier FLOW – ce fichier comprend 15 bandes contenant environ 34 000 années-stations de données sur le débit quotidien jusqu'à 1972, pour tous les districts. Un mois d'enregistrement a une longueur de 300 caractères, à raison de cinq articles par bloc. Ainsi, à 800 *bpi*, une année-station de données est mise en mémoire sur environ 5 pouces de bande magnétique, incluant un intervalle inter-bloc de 3/4 de pouce, ce qui donne approximativement 5 000 années-stations par bande de 2 400 pieds, ou un total d'environ 125 000 000 de caractères. Ce fichier est totalement opérationnel.
2. Fichier HYDEX – il comprend une bande pour environ 2 500 stations en service (y compris quelque 200 stations pour lesquelles les données sont fournies) et 2 300 stations fermées. Il contient aussi des données descriptives tirées de la formule IW-2006 (R285), nomenclature des stations de jaugeage, par exemple n^o et nom de la station, bassin de drainage, latitude et longitude, période d'enregistrement, écoulement naturel ou réglé. Ce fichier est totalement opérationnel, bien qu'il soit souvent modifié, au fur et à mesure des nouveaux besoins.
3. Fichier LEVELS – il comprend 7 bandes, une par district, qui contiennent actuellement environ 7 000 années-stations de niveaux quotidiens à des stations choisies. La vérification des données est en cours et des données supplémentaires continuent à être présentées. Ce fichier n'est opérationnel que pour les données de 1969 à 1972.
4. Fichier PEAKS – ce fichier comprend une bande pour toutes les stations de tous les districts et contient les débits et niveaux instantanés maxi-

maux annuels pour la période d'enregistrement. On utilise ce fichier pour les publications annuelles, ainsi que pour les sommaires et on élabore des programmes pour fournir les données aux utilisateurs sur cartes perforées ou bande magnétique.

5. Fichier RESVOR — il comprend une bande pour environ 30 stations de deux districts et contient des barèmes de niveau-capacité pour les réservoirs. Ce fichier n'est que partiellement opérationnel; des modifications importantes de la conception du fichier et de la programmation étant nécessaires avant qu'il ne puisse être totalement opérationnel.

6. Fichier SUSCON — ce fichier comprend une bande pour toutes les stations de tous les districts et contient environ 400 années-stations de données chronologiques sur la concentration journalière de sédiments en suspension jusqu'à 1969. Ce fichier n'est que partiellement opérationnel, bien que les listes imprimées des débits quotidiens, des concentrations en sédiments en suspension et des tonnes/jour soient produites et servent à la publication des données.

COMMUNICATION DES DONNÉES AUX UTILISATEURS

Les publications des données et les données sur les débits quotidiens sur bande magnétique sont communiquées à environ 18 pays étrangers et, au Canada, aux ingénieurs-conseils, aux universités (bibliothèques, professeurs et étudiants), aux organismes provinciaux (responsables des ressources en eau, de l'énergie et des routes et pêcheries), ministères fédéraux et organismes municipaux (services des eaux), compagnies d'électricité, compagnies de chemin de fer et particuliers.

On dispose d'une brochure décrivant les structures de bandes et de cartes utilisées pour communiquer les données. On peut obtenir cette brochure, ainsi que les publications des données, en s'adressant au directeur de la Division des ressources en eau, ministère de l'Environnement, Ottawa (Ontario) K1A 0E7.

Techniques automatisées de publication

HISTORIQUE DES PUBLICATIONS

On a commencé en 1908 à publier des données sur les eaux de surface, notamment sur l'écoulement et le niveau d'eau (données hydrométriques) pour l'Alberta et la Saskatchewan. Les données concernant le sud de la Colombie-Britannique ont d'abord été publiées en 1911, celles sur le Manitoba en 1912 et sur l'Est canadien en 1918. Au cours des années et jusqu'à ce jour, les données ont été publiées annuellement ou bi-annuellement dans quelque 200 publications de formats variés et avec des combinaisons différentes de provinces et de régions. Certains débits quotidiens n'ont jamais été publiés, pas plus que les données connexes, comme les éléments du jaugeage (aires, vitesse, épaisseur de la glace, etc.) ou les niveaux quotidiens lorsque les débits quotidiens étaient calculés.

Jusqu'à 1917, on a calculé et publié les données sur la base d'une année du calendrier; de 1918 à 1967, on s'est basé sur l'année hydrologique (1^{er} octobre au 30 septembre) et de 1968 à ce jour on est revenu à l'année du calendrier. Il a été décidé d'adopter l'année du calendrier car, pour de nombreuses régions du Canada, l'année hydrologique ne représente pas un cycle hydrologique complet. De plus, d'autres types de données sur les eaux sont compilées sur la base d'une année du calendrier et comme les données sont maintenant mises en mémoire sur bandes magnétiques, on peut extraire toute année désirée.

Avant 1950 environ, les données transmises par les districts, dactylographiées ou manuscrites, étaient composées et imprimées selon le procédé typographique. Après 1950, afin de gagner du temps, on retapait les données transmises à l'aide de machines à écrire électriques sur des feuilles maîtresses normalisées et imprimées sous une forme réduite par photolithographie par procédé offset. Depuis 1969, les données sont transmises sur cartes perforées ou bandes magnétiques. On

avait d'abord envisagé d'utiliser des imprimés informatiques de qualité supérieure comme copies pour l'impression, mais on a abandonné cette idée pour profiter des possibilités de photocomposition de meilleure qualité du système Alphatext alphanumérique.

PRÉPARATION DES COPIES POUR L'IMPRESSION

De nombreux systèmes de préparation des copies sont actuellement utilisés et la méthode employée dans un cas particulier est celle qui produira un livre imprimé au moindre coût, en un minimum de temps. Le procédé d'impression utilisé pour les publications de la Division des relevés hydrologiques du Canada est la photolithographie par procédé offset et les copies fournies pour ce genre d'impression peuvent être produites de bien des manières, les plus adaptées aux besoins de la Division des relevés hydrologiques du Canada étant le dactylogramme, l'imprimé informatique et la photocomposition alphanumérique.

Dactylogramme

Les machines à écrire électriques peuvent produire des copies de qualité supérieure susceptibles d'être photographiées. Le plus grand inconvénient de ce système étant l'absence de mémoire.

Imprimé informatique

Avec le système Alphatext, on peut obtenir un imprimé informatique dactylographié. Dans ce cas, les données sont stockées dans la mémoire de l'ordinateur et, pour des publications comme les manuels d'instructions qui sont mis à jour périodiquement, mais pour lesquels une frappe photocomposée de qualité supérieure n'est pas essentielle, un imprimé informatique dont les caractères imitent ceux d'une machine à écrire donne entière satisfaction.

Photocomposition alphanumérique

La photocomposition alphanumérique est le produit final du système Alphatext et il s'agit d'une méthode très élaborée de phototypie à partir du

manuscrit ou des données mises en mémoire dans le système.

Une imprimante à écran cathodique (*C.R.T. cathode ray tube*) fonctionne comme une unité de sortie à grande vitesse (une page en 6 secondes) couplée à un ordinateur IBM 360, exposant des images de caractères sur papier photosensible. Dans le cas d'informations incluses dans les publications des données, le système est programmé pour fournir des pages définitives prêtes à être produites par photolithographie par procédé offset.

Les données sont introduites à l'aide d'un terminal équipé d'une machine à écrire spéciale au Bureau des publications d'Ottawa ou en images de ligne sur bande magnétique 1 600 *bpi* (identiques aux imprimés informatiques). La photocomposition revient à environ \$2 à \$3 la page (2 stations par page) pour les données communiquées en images de ligne sur bande magnétique (jeux de caractères uniformes) et peut atteindre jusqu'à \$10 par page pour les données qui peuvent nécessiter des instructions de programmation spéciales pour s'adapter à des jeux de caractères différents.

Le principal avantage qu'il y a à introduire par terminal les données sur les débits dans l'ordinateur est qu'une fois la lecture de contrôle faite, seuls les changements ou additions ont besoin d'être tapés. Les bandes magnétiques contenant des données numériques sont d'abord produites à raison de 800 *bpi* sur le CDC 6400 et converties en 1 600 *bpi* sur un IBM 360 pour être présentées au système Alphatext.

Ce service demande moins de 24 heures si les données numériques sont présentées sur bande magnétique 1 600 *bpi* et 2 à 3 jours si les données sont introduites par terminal sous forme de texte (après préparation initiale). Ainsi, il est pratiquement impossible d'améliorer de façon sensible cette étape du processus de publication.

PRÉPARATION DES MANUSCRITS POUR LA PHOTOCOMPOSITION ALPHANUMÉRIQUE

La formule IW-2006 (R285) donnant des renseignements descriptifs sur chaque station de jaugeage

est tenue à jour par les districts et ces informations sont stockées à Ottawa dans le fichier sur bande HYDEX. On produit une bande magnétique ne contenant que des stations faisant l'objet d'une publication cette année-là. Les listes imprimées de ces stations sont envoyées aux districts avant la transmission des données au service de publication, dans l'éventualité où les formules auraient été modifiées entre-temps. Les districts calculent les débits et les niveaux quotidiens en utilisant les programmes STREAM (convertisseur analogique-numérique) ou MANUAL, les résultats étant obtenus sur cartes perforées dont le format convient au stockage sur les fichiers FLOW et LEVELS.

Les données sont également calculées manuellement et les débits et niveaux quotidiens sont perforés suivant le même format que les cartes produites par STREAM et MANUAL. Au centre de calcul du district, les débits et niveaux quotidiens sur cartes sont convertis sur bande et celle-ci est envoyée à Ottawa. Les bandes provenant de différents districts sont triées et groupées sur une bande FLOW et une bande LEVELS, selon l'année pour laquelle les données doivent être publiées.

Le cas échéant, un débit ou niveau instantané maximal pour l'année est transmis par les districts sur cartes ou feuilles de programmation et stocké à Ottawa dans le fichier sur bande PEAKS. On identifie également les stations pour lesquelles on possède un débit ou niveau extrême annuel valide pour une année de données incomplète.

En utilisant les quatre fichiers sur bande magnétique (HYDEX, FLOW, LEVELS et PEAKS), les imprimés présentant les données exactement comme elles seront publiées sont envoyés par messageries aériennes aux districts qui en font la vérification. Les corrections importantes sont retournées par messageries aériennes mais les modifications mineures sont transmises par téléphone.

Une fois vérifiés, les quatre fichiers sur bande

magnétique sont triés et combinés par différents programmes à l'aide du CDC 6400, de sorte que les données sont extraites comme des images de ligne (tout comme des imprimés) par province ou région (une bande par publication). On trouve sur une page deux années-stations de données, les numéros de page sont introduits automatiquement et un index des stations de jaugeage est également préparé automatiquement. Ces bandes sont converties de DCB à 800 *bpi* (CDC 6400) en EBCDIC à 1 600 *bpi* sur un IBM 360 et expédiées à Alphatext Systems Limited pour produire des pages 8 1/2 x 11 qui seront utilisées pour l'impression.

Tandis que les bandes contenant les données sont préparées, les éléments d'information devant constituer l'introduction sont introduits dans le système Alphatext par l'intermédiaire du terminal du Bureau des publications et on produit les copies définitives en utilisant des instructions de programmation spéciales pour donner le format photo-composé voulu. Une fois que le texte original de l'introduction a été entré, seules les modifications ou additions doivent être introduites au cours des années suivantes. Les éléments d'information qui précèdent les données et les pages de données sont maintenant prêts à être imprimés.

Actuellement, la méthode automatisée n'est utilisée que pour les publications annuelles sur les eaux de surface et le Sommaire chronologique de l'écoulement. En 1973, on a commencé à élaborer un procédé automatisé pour les publications de l'Index de référence sur les eaux de surface et des Données sur les sédiments.

IMPRESSION

Le délai normal d'impression pour les publications des données en vertu d'un contrat pré-établi est de 18 à 24 jours. Les épreuves sont communiquées environ 6 jours après réception des copies et les publications sont terminées de 12 à 18 jours après le retour des épreuves. Si l'on tient compte de la vérification des épreuves, du temps nécessaire au transport des épreuves et des publications terminées, le laps de temps écoulé entre la remise des copies

définitives pour impression et la livraison des livres terminés est d'environ 6 semaines, contre 3 à 9 mois avec le système antérieur.

En comptant quatre à six semaines pour le traitement informatique à Ottawa, la vérification par les districts, ainsi que l'emballage et les expéditions, les données sous forme de publication devraient être à la disposition des utilisateurs pas plus de trois mois après la date de remise des bandes magnétiques à Ottawa par les districts.

Publications de données

Index de référence sur les eaux de surface

Cette publication est un répertoire annuel, en un volume, des données disponibles pour tout le Canada (fig. 12). Les stations de jaugeage y sont énumérées par province ou territoire, en allant de l'amont à l'aval. Des cartes hydrométriques en couleur (échelle 1 pouce = 32 milles) donnant l'emplacement des stations en service et fermées ont été distribuées en 1973, en supplément à la publication annuelle de 1972.

Eaux de surface

Cette publication contient les débits et niveaux quotidiens disposés en tableaux, sur la base d'une année du calendrier et les stations sont données par ordre alphabétique (fig. 13). Ces données sont publiées annuellement en 7 volumes, par province ou région, pour la Colombie-Britannique, l'Alberta, la Saskatchewan, le Manitoba, le Territoire du Yukon et les Territoires du Nord-Ouest, l'Ontario (incluant les stations exploitées au Québec par la Division des relevés hydrologiques du Canada) et les Provinces Maritimes.

Sommaire chronologique de l'écoulement

Cette publication comprend, sous forme de tableaux, les données chronologiques sur les débits moyens annuels et mensuels, les débits quotidiens minimaux et maximaux de l'année, ainsi que les débits instantanés maximaux annuels, pour toutes les stations dont on a rassemblé des données sur l'écoulement portant sur 5 ans ou plus (fig. 14). Ces données sont publiées en 7 volumes, par province ou région; les stations sont données par ordre alphabétique, comme dans les publications annuelles sur les Eaux de surface. La première édition de ces publications comprenait les données sur l'écoulement jusqu'à 1970. On prévoit des modifications du format pour la prochaine édition qui paraîtra sans doute en 1974 et comprendra les données chronologiques sur l'écoulement jusqu'à 1973

pour toutes les stations, indépendamment de la période d'enregistrement.

Données sur les sédiments

Cette publication contient, sous forme de tableaux, les débits quotidiens de sédiments en suspension et la répartition des particules de sédiments en suspension selon leur taille, des données sur le charriage et le matériau du lit (fig. 15). Ces données sont rassemblées en un volume publié annuellement pour tout le Canada et les stations sont classées par ordre alphabétique et par province.

Station No.	Name	Drainage Area (Sq. Mi.)	Gauge Location	Discharge Records (Stage Only *) (Misc. Meas. #)	Type of Gauge	Operation	Magnetic Tape	Note
	. . . Red River:							
05MJ005	. . . Assiniboine River near Holland	61,300	49° 41' 54" 98° 53' 56"	54-60* 61-66 67-72	M M R	S S C	Yes	1
05MJ005	. . . Assiniboine River near Rossendale	61,400	49° 45' 32" 98° 38' 32" W21-09-09-W1	70-72	M	C	Yes	1
05MJ006	. . . Portage Reservoir near Portage La Prairie		49° 56' 10" 98° 20' 10" SE22-11-07-W1	70-72*	R	S	No	5
05MJ005	. . . Assiniboine River near Portage La Prairie	61,400	49° 56' 09" 98° 16' 48" SW19-11-06-W1	22*, 31*, 23-30 52-60 61-72	M M R	S C C	Yes	1,2,6
05MJ001	. . . Assiniboine River at Headingley	61,800	49° 52' 09" 97° 24' 10"	13-52 53-72	M R	C C	Yes	1,5,6
05MJ002	. . . Assiniboine River at St. James		49° 52' 30" 97° 11' 30"	12-13 34#, 37#	M -	S -	Yes	
05MD007	. . . . Shell River near Roblin	543	51° 21' 39" 101° 15' 21" SW06-28-27-W1	62-72	M	C	Yes	
05MD002	. . . . Shell River Four Miles South of Roblin	712	51° 10' 10" 101° 19' 40"	19-20#, 33-35# 22-27 28-32	- M M	- C S	Yes	
05MD001	. . . . Shell River at Assissippi		50° 56' 50" 101° 19' 00"	13#, 24# 14-19 20, 21	- M M	- C S	Yes	
05MD005	. . . . Shell River near Inglis	779	50° 57' 40" 101° 19' 05" NW03-23-28-W1	48-55 56-61 62-72	M M R	S C C	Yes	
	. . . . . East Shell River:							
05MD008	. . . . . Childs Lake near Boggy Creek		51° 34' 37" 101° 01' 54"	64-72*	M	S	No	
05ME005	. . . . Conjuring Creek near Russell	33.0	50° 47' 30" 101° 17' 55" NE09-21-28-W1	59-72	M	S	Yes	
05JM016	. . . . Qu'Appelle River near St. Lazare	22,000	50° 26' 25" 101° 19' 35"	67-72	M	C	No	2,4
05ME003	. . . . Birdtail Creek near Birtle	423	50° 31' 50" 100° 57' 00"	53-72	M	S	Yes	
05ME002	. . . . Birdtail Creek at Birtle		50° 25' 15" 101° 02' 40"	14-17 24-26, 28 27*	M M M	C S S	Yes	3

M - Manual gauge
R - Recording gauge
C - Continuous operation
S - Seasonal operation

1 - Sediment data available.
2 - Water quality data available.
3 - Miscellaneous measurements were obtained in 1918 and 1921.
4 - Data not published.
5 - Telemetering device installed.
6 - Data to 1960 have been reviewed.

Figure 12. Page extraite de la publication *Surface Water Data Reference Index (Index de référence sur les eaux de surface)*.

VEDDER RIVER NEAR YARROW - STATION NO. 08MH047

DAILY WATER LEVEL IN FEET FOR 1972

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	DAY
1	8.52	8.71	10.29	9.57	9.44	12.76	12.09	11.30	9.73	9.79	8.82	9.14	1
2	8.54	8.65	10.10	9.87	9.45	12.44	11.95	11.16	9.64	9.90	9.45	9.52	2
3	8.44	8.59	9.89	9.77	9.54	12.36	11.97	11.10	9.62	9.90	9.43	9.13	3
4	8.54	8.57	9.72	9.79	9.70	12.35	12.12	11.08	9.61	9.79	9.78	9.70	4
5	8.44	8.56	10.79	10.72	10.04	12.39	12.31	11.05	9.61	9.63	9.92	9.64	5
6	8.46	8.57	11.79	10.97	10.54	12.55	12.51	11.01	9.55	9.54	9.45	9.68	6
7	8.47	8.86	10.77	10.49	10.49	12.87	12.52	11.05	9.47	9.51	9.56	9.79	7
8	8.44	8.83	10.45	10.42	10.56	13.00	12.09	11.13	9.43	9.50	9.52	9.43	8
9	8.44	8.85	10.28	10.22	10.76	13.38	11.86	11.20	9.73	9.52	9.46	8.98	9
10	8.46	8.68	11.22	10.07	10.57	13.39	11.60	10.97	9.57	9.53	9.44	8.94	10
11	8.54	8.78	11.47	9.97	10.44	13.19	11.42	10.76	9.54	9.42	9.36	8.80	11
12	8.56	8.78	11.25	9.87	10.54	12.88	13.10	10.55	9.38	9.35	9.26	8.76	12
13	8.48	9.59	11.62	9.74	11.38	12.38	13.64	10.26	9.34	9.34	9.23	8.76	13
14	8.45	9.12	11.64	9.66	12.06	12.05	12.66	10.25	9.31	9.25	9.17	8.75	14
15	8.42	9.15	11.27	9.76	12.29	11.97	12.36	10.20	9.30	9.18	9.12	8.69	15
16	8.59	11.01	11.67	9.65	12.39	12.21	12.50	10.33	9.25	9.16	9.07	9.02	16
17	8.48	10.57	12.09	9.55	12.09	11.98	12.41	10.30	9.31	9.11	9.04	9.70	17
18	8.61	9.55	12.05	9.46	11.76	11.79	12.44	10.19	9.25	9.07	8.99	9.82	18
19	8.85	9.66	11.95	9.40	11.48	11.84	12.19	10.10	9.28	9.04	8.96	11.87	19
20	9.88E	9.97	11.56	9.32	11.69	12.08	12.00	10.17	9.32	9.00	8.91	11.69	20
21	10.93	9.74	11.17	9.37	12.29	11.97	11.87	10.25	11.37	9.01	8.89	11.47	21
22	10.19	9.64	11.00	9.28	12.35	11.89	11.78	10.30	10.44	8.97	8.88	11.90	22
23	9.91	9.50	11.02	9.20	12.20	11.77	11.63	10.19	10.32	8.97	9.10	11.58	23
24	9.56	9.36	10.81	9.30	11.76	12.19	11.55	10.12	10.11	8.93	9.06	11.40	24
25	9.51	9.30	10.53	9.44	11.40	12.00	11.45	10.08	9.92	8.91	8.97	11.08	25
26	9.40	9.17	10.35	9.36	11.22	11.99	11.38	10.03	9.81	9.12	9.49	12.88	26
27	9.21	9.62	10.17	9.33	11.52	11.85	11.32	9.97	9.67	9.00	9.18	11.77	27
28	9.09	10.46	10.01	9.72	12.15	12.03	11.26	9.96	9.58	8.96	9.09	11.38	28
29	8.91	10.76	9.87	9.70	12.85	12.13	11.32	9.95	9.53	8.90	9.03	10.92	29
30	8.84	9.49	9.87	9.49	12.35	12.24	11.20	9.94	9.54	8.85	8.98	10.73	30
31	8.79	9.50	9.50	9.44	13.22	11.25	11.25	9.82	8.83	8.83	8.83	10.50	31

SUMMARY FOR THE YEAR 1972

MAXIMUM DAILY WATER LEVEL, 13.64 FT ON JUL 13
 MINIMUM DAILY WATER LEVEL, 8.42 FT ON JAN 15

TYPE OF GAUGE - MANUAL
 LOCATION - LAT 49 05 30 N
 LONG 122 02 10 W

E-ESTIMATED
 NATURAL FLOW

WATER LEVELS ARE REFERRED TO ASSUMED DATUM.
 APPLY 19.09 FT ADJUSTMENT TO CONVERT TO GEODETIC SURVEY OF CANADA DATUM.

VERNON CREEK AT INLET TO ELLISON LAKE - STATION NO. 08NM162

DAILY DISCHARGE IN CUBIC FEET PER SECOND FOR 1972

DAY	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	DAY
1	3.3	6.6 E	7.5	79.1	18.1	173	44.5	5.1	12.8	4.6	11.6	10.8	1
2	3.4	7.8 E	8.1	82.3	26.5	151	41.3	5.8 E	6.4	4.1	12.4	4.4	2
3	3.2	8.7 E	6.7	82.3	28.9	121	39.6	5.8	7.2	10.2	12.0	4.0 E	3
4	4.1	9.1 E	2.7	88.8	34.3	104	40.1	2.7	8.1	9.9	4.5	6.4 E	4
5	5.8	8.0 E	3.0	91.6	37.4	98.1	39.7	2.2 E	16.1	10.1	5.8	10.5 E	5
6	4.4	4.7 E	8.8	92.2	39.0	91.0	30.0	1.8 E	12.6	8.6	12.5	12.9 E	6
7	3.7	5.1 E	25.2	89.5	44.1	86.7	13.8	1.5	13.4	4.1	12.7	12.5 E	7
8	3.4	6.5 E	39.2	84.2	49.2	83.8	10.3	1.6	17.2	3.9	13.1	12.0 E	8
9	3.4	8.0 E	11.2	82.1	50.8	79.3	12.5	1.7	13.8	4.0	12.7	4.0 E	9
10	4.9	8.3 E	10.4	63.8	54.4	71.0	9.7	1.5	15.5	9.5	13.2	3.6 E	10
11	7.7	6.4 E	4.8	27.1	62.9	71.8	7.8	1.4 E	19.8	9.8	5.8	5.5 E	11
12	5.2	5.3 E	5.9	26.2	69.4	74.0	15.6	1.3 E	18.2	11.2	4.7	10.5 E	12
13	6.2	5.5 E	11.6	26.3	76.4	76.9	20.8	1.3 E	17.3	11.7	4.9	10.3 E	13
14	7.1	6.6 E	12.0	25.4	89.2	71.7	17.5	1.4 E	17.2	6.9	11.7	10.4 E	14
15	5.4	9.9	12.3	17.9	96.3	67.8	14.1	1.5	14.6	5.4	10.6	9.6 E	15
16	6.3	9.2	13.8	17.3	85.6	67.3	11.0	2.2	7.3	11.4	10.8	3.4 E	16
17	11.7	9.3	15.2	23.6	89.3	61.5	6.9	4.8	7.2	10.9	11.4	2.9 E	17
18	11.0	8.5	19.1	23.0	80.7	59.6	4.1	13.6	12.6	9.8	5.1	5.0 E	18
19	10.4	2.8	19.3	24.1	61.1	56.9	4.0 E	10.5	11.3	9.6	4.6	9.1 A	19
20	8.9	2.2	24.5	28.1	62.0	57.0	3.9 E	12.0	10.9	7.6	9.4	9.6	20
21	8.8	8.4	38.2	29.4	74.1	55.4	3.8 E	21.3	14.5	4.5	10.4	9.5	21
22	3.4	8.8	61.2	19.6	93.4	54.3	3.7 E	22.6	12.9	4.9	10.4	6.8	22
23	3.3	9.3	70.9	15.3	142	57.0	3.6 E	18.2	7.6	9.5	11.8	2.3	23
24	8.7	8.9	72.5	21.3	135	59.7	3.5 E	16.7	6.8	10.1	11.8	2.2	24
25	9.3 E	9.0	74.3	21.8	126	58.8	3.5	14.5	12.3	10.5	4.9	2.3	25
26	10.2 E	2.4	76.5	21.8	128	58.5	4.7	5.6	13.3	10.0	4.6	2.8	26
27	11.2 E	3.2	78.6	22.4	131	57.5	6.4	3.9	12.2	10.4	10.5	6.5	27
28	11.5 E	8.6	75.8	25.9	141	55.5	3.4	7.8	12.1	4.3	9.2	7.7	28
29	5.6 E	7.9	76.2	20.5	159	52.6	1.4	4.7	12.2	3.9	10.7	6.7	29
30	4.8 E	7.6	77.6	17.0	120	49.5	1.6	8.2	4.9	8.4	11.3	2.1	30
31	5.7 E	76.6	76.6	162	120	48	4.8	11.2	9.9	9.9	1.9	1.9	31
TOTAL	202.0	205.0	1039.7	1289.9	2567.1	2282.2	427.6	214.0	368.3	255.5	285.1	208.2	TOTAL
MEAN	6.5	7.1	33.5	43.0	82.8	76.1	13.8	6.9	12.3	8.2	9.5	6.7	MEAN
AC-FT	401	407	2060	2560	5090	4530	848	424	731	507	565	413	AC-FT
MAX	11.7	9.9	78.6	92.2	162	173	44.5	22.6	19.8	11.7	13.2	12.9	MAX
MIN	3.2	2.2	2.7	15.3	18.1	49.5	1.4	1.3	4.9	3.9	4.5	1.9	MIN

SUMMARY FOR THE YEAR 1972

MEAN DISCHARGE, 25.5 CFS
 TOTAL DISCHARGE, 18500 AC-FT
 MAXIMUM DAILY DISCHARGE, 173 CFS ON JUN 1
 MINIMUM DAILY DISCHARGE, 1.3 CFS ON AUG 12

TYPE OF GAUGE - RECORDING
 LOCATION - LAT 50 00 18 N
 LONG 119 23 09 W

A-MANUAL GAUGE
 E-ESTIMATED
 REGULATED

MAXIMUM INSTANTANEOUS DISCHARGE
 189 CFS AT 1530 PST ON MAY 31

Figure 13. Page extraite de la publication Surface Water Data (Données sur les eaux de surface).

ONTARIO

BIG OTTER CREEK NEAR VIENNA - STATION NO. 02GC004

ANNUAL EXTREMES OF DISCHARGE IN CFS AND ANNUAL TOTAL DISCHARGE IN AC-FT

YEAR	MAXIMUM INSTANTANEOUS DISCHARGE	MAXIMUM DAILY DISCHARGE	MINIMUM DAILY DISCHARGE	YEAR	TOTAL DISCHARGE
1948	---	---	---	1948	---
1949	---	3730 CFS ON FEB 16	41.0 CFS ON NOV 10	1949	170000 AC-FT
1950	---	4120 CFS ON APR 5	43.0 CFS ON OCT 6	1950	282000 AC-FT
1951	---	3000 CFS ON FEB 22	36.0 CFS ON SEP 10	1951	258000 AC-FT
1952	---	3040 CFS ON MAR 11	36.0 CFS ON AUG 7	1952	180000 AC-FT
1953	---	1700 CFS ON MAR 4	51.0 CFS ON OCT 5	1953	113000 AC-FT
1954	---	---	---	1954	---
1955	---	2530 CFS ON MAR 1	39.0 CFS ON JUL 15	1955	186000 AC-FT
1956	---	2520 CFS ON MAR 3	80.0 CFS ON AUG 1	1956	223000 AC-FT
1957	---	2070 CFS ON APR 6	92.0 CFS ON AUG 19	1957	216000 AC-FT
1958	---	565 CFS ON APR 10	49.0 CFS ON SEP 3	1958	120000 AC-FT
1959	---	1230 CFS ON APR 4	57.0 CFS ON JUL 16	1959	209000 AC-FT
1960	---	2710 CFS ON MAR 30	51.0 CFS ON SEP 29	1960	198000 AC-FT
1961	---	1790 CFS ON APR 26	47.0 CFS ON FEB 1	1961	168000 AC-FT
1962	---	---	---	1962	---
1963	---	---	---	1963	---
1964	995 CFS AT 0300 EST ON AUG 24	839 CFS ON AUG 24	25.0 CFS ON AUG 1	1964	118000 AC-FT
1965	7410 CFS AT 0500 EST ON MAR 7	6400 CFS ON MAR 6	39.6 CFS ON JUL 30	1965	236000 AC-FT
1966	2080 CFS AT 1030 EST ON DEC 8	2040 CFS ON DEC 8	41.4 CFS ON JUL 22	1966	177000 AC-FT
1967	1850 CFS AT 0300 EST ON DEC 22	1800 CFS ON DEC 22	57.0 CFS ON SEP 11	1967	197000 AC-FT
1968	5340 CFS AT 2330 EST ON FEB 3	3700 CFS ON FEB 3	64.0 CFS ON JUL 28	1968	206000 AC-FT
1969	6180 CFS AT 2100 EST ON JAN 30	5110 CFS ON JAN 31	73.3 CFS ON SEP 14	1969	248000 AC-FT
1970	1480 CFS AT 1556 EST ON APR 3	1420 CFS ON APR 3	44.1 CFS ON AUG 10	1970	144000 AC-FT
				MEAN	192000 AC-FT

EXTREMES OF DISCHARGE FOR THE PERIOD OF RECORD

MAX. INST. DISCHARGE IS 7410 CFS ON MAR 7 1965 AT 0500 EST
 MAX. DAILY DISCHARGE IS 6400 CFS ON MAR 6 1965
 MIN. DAILY DISCHARGE IS 25.0 CFS ON AUG 1 1964

BIGHEAD RIVER NEAR MEAFORD - STATION NO. 02FB010

MONTHLY AND ANNUAL MEAN DISCHARGES IN CUBIC FEET PER SECOND FOR THE PERIOD OF RECORD

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN
1957	---	---	---	---	88.5	69.9	63.6	23.5	122	132	218	318	---
1958	135	107	178	264	63.2	39.1	23.8	19.2	18.5	22.7	36.9	53.7	79.8
1959	76.4	72.9	251	655	192	60.5	32.6	28.3	28.9	47.1	208	213	155
1960	188	136	165	626	417	108	41.4	29.4	26.4	31.7	74.6	59.5	158
1961	89.5	200	399	340	165	114	47.2	43.8	42.6	30.6	119	250	152
1962	107	129	334	365	95.0	29.4	21.3	14.9	18.5	34.0	70.6	147	114
1963	55.0	45.4	430	251	285	66.8	30.2	29.8	21.6	24.0	83.2	54.5	115
1964	196	116	279	198	78.1	30.4	23.1	18.5	14.8	20.9	21.5	101	97.6
1965	121	249	113	697	198	51.2	31.2	23.9	22.2	45.6	89.5	292	160
1966	163	275	304	154	77.1	39.9	17.6	17.9	14.1	18.2	42.9	195	109
1967	185	116	258	450	109	118	123	64.5	54.6	142	367	324	193
1968	148	358	453	264	134	63.2	30.4	93.5	57.2	69.1	201	298	180
1969	234	200	293	574	318	137	62.6	37.5	37.5	66.0	121	106	182
1970	84.4	96.3	150	644	149	52.2	65.0	29.0	61.0	99.2	121	168	143
MEAN	136	162	277	422	169	70.0	43.8	33.8	38.6	55.9	127	184	141

BIGHEAD RIVER NEAR MEAFORD - STATION NO. 02FB010

ANNUAL EXTREMES OF DISCHARGE IN CFS AND ANNUAL TOTAL DISCHARGE IN AC-FT

YEAR	MAXIMUM INSTANTANEOUS DISCHARGE	MAXIMUM DAILY DISCHARGE	MINIMUM DAILY DISCHARGE	YEAR	TOTAL DISCHARGE
1957	---	---	---	1957	---
1958	---	605 CFS ON APR 1	11.0 CFS ON SEP 15	1958	57800 AC-FT
1959	---	1390 CFS ON APR 3	14.0 CFS ON SEP 8	1959	113000 AC-FT
1960	---	2550 CFS ON APR 3	16.5 CFS ON OCT 17	1960	115000 AC-FT
1961	---	1280 CFS ON MAR 28	18.0 CFS ON AUG 21	1961	110000 AC-FT
1962	---	1750 CFS ON MAR 30	6.5 CFS ON AUG 20	1962	82200 AC-FT
1963	---	3100 CFS ON MAR 26	13.2 CFS ON SEP 9	1963	83500 AC-FT
1964	---	1010 CFS ON MAR 5	10.3 CFS ON SEP 14	1964	66500 AC-FT
1965	---	1800 CFS ON APR 12	12.6 CFS ON AUG 23	1965	116000 AC-FT
1966	---	2100 CFS ON FEB 11	4.6 CFS ON SEP 19	1966	79000 AC-FT
1967	2260 CFS AT 0700 EST ON APR 1	1980 CFS ON APR 1	20.5 CFS ON SEP 17	1967	139000 AC-FT
1968	2770 CFS AT 1745 EST ON FEB 2	2230 CFS ON FEB 2	15.2 CFS ON AUG 12	1968	131000 AC-FT
1969	1550 CFS AT 0937 EST ON APR 5	1400 CFS ON APR 5	15.2 CFS ON SEP 1	1969	132000 AC-FT
1970	1800 CFS AT 1903 EST ON APR 9	1650 CFS ON APR 9	19.2 CFS ON AUG 15	1970	103000 AC-FT
				MEAN	102000 AC-FT

EXTREMES OF DISCHARGE FOR THE PERIOD OF RECORD

MAX. INST. DISCHARGE IS 2770 CFS ON FEB 2 1968 AT 1745 EST
 MAX. DAILY DISCHARGE IS 3100 CFS ON MAR 26 1963
 MIN. DAILY DISCHARGE IS 4.6 CFS ON SEP 19 1966

BLACK CREEK AT SCARLETT ROAD - STATION NO. 02HC027

MONTHLY AND ANNUAL MEAN DISCHARGES IN CUBIC FEET PER SECOND FOR THE PERIOD OF RECORD

YEAR	JAN	FEB	MAR	APR	MAY	JUN	JUL	AUG	SEP	OCT	NOV	DEC	MEAN
1966	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---
1967	13.9	12.0	37.6	36.4	17.1	43.3	23.7	8.1	10.8	9.6	18.4	26.7	---
1968	17.6	46.9	57.5	18.7	22.9	16.6	12.1	14.2	20.8	20.5	20.0	31.1	24.3
1969	43.6	14.8	27.8	41.0	29.2	14.4	21.5	33.7	17.1	14.1	32.7	21.4	25.9
1970	10.4	17.4	68.2	41.6	23.4	14.3	22.1	17.4	10.7	18.7	27.9	15.7	23.6
MEAN	21.4	22.8	47.8	34.4	23.2	22.2	19.9	20.2	16.0	16.1	24.3	23.4	24.9

Figure 14. Page extraite de la publication Historical Streamflow Summary (Sommaire chronologique de l'écoulement).

Location: Lat. 49° 07' 59", long. 128° 18' 08", British Columbia, on north bank, fifty feet west of the Canadian Pacific Railway Bridge.

Gauge: Recording.

Period of Record: Suspended sediment load, May 1965 to December 1969.

Extremes Recorded: Maximum daily suspended sediment load, 781,000 tons/day on June 7, 1967.
Minimum daily suspended sediment load, 471 tons/day on March 2, 1966.

Monthly Mean Suspended Sediment Load in Tons per Day

Year	Jan.	Feb.	March	April	May	June	July	Aug.	Sept.	Oct.	Nov.	Dec.	Mean
1965						260,000	89,500	44,600	19,000	32,000	11,600	3,060	-
1966	2,200	929	2,910	55,200	235,000	219,900	117,000	51,200	14,000	13,400	5,300	10,600	60,900
1967	2,310	1,090	1,740	16,900	263,000	579,000	4,902,300	1,183,700	421,270	17,300	16,600	5,050	92,800
1968	21,000	6,510	18,700	12,900	223,000	251,000	209,000	48,200	25,000	9,760	14,300	3,230	70,600
1969	2,900	2,440	1,570	64,100	162,000	212,000	52,500	29,000	19,300	12,000	8,510	3,370	47,800

Suspended Sediment for 1969

Day	January				February				March			
	Water Temp. (°C)	Daily Discharge (cfs)	Suspended Sediment		Water Temp. (°C)	Daily Discharge (cfs)	Suspended Sediment		Water Temp. (°C)	Daily Discharge (cfs)	Suspended Sediment	
			Mean Concentration (mg/litre)	Tons per day			Mean Concentration (mg/litre)	Tons per day			Mean Concentration (mg/litre)	Tons per day
1		43,100	19	2,210		39,200	11	1,160		35,500	17	1,630
2		44,400	19	2,280		40,100	13	1,410		34,500	17	1,580
3		45,000	20	2,430		41,600	16	1,800		34,500	14S	1,300
4		42,500	59	6,770		42,600	18	2,070	0.5	34,500	13S	1,210
5		49,800	106	14,300		44,100	18	2,140		35,000	14	1,320
6	6.5	54,600	86S	12,700		44,500	18	2,160		35,600	14	1,350
7		53,500	38	5,490		43,800	21	2,480	0.5	34,900	16S	1,510
8		54,800	32	4,730		42,900	28	3,240		35,400	15	1,430
9	0.5	53,300	31S	4,460		44,200	35	4,180	2.0	35,100	15S	1,420
10		55,000	27	3,860		43,400	31	3,630		33,500	14	1,270
11		52,700	21	2,990		42,800	31	3,580		33,500	13	1,180
12		51,200	19	2,630		43,800	27	3,190	2.0	34,000	12S	1,100
13		48,500	15	1,960		43,700	22	2,600		33,900	11	1,010
14		46,800	15	1,900		43,300	22	2,570		33,200	11	986
15	0.5	44,000	15S	1,780		42,400	26	2,980	2.0	32,400	11S	962
16		42,200	15	1,710		42,100	31	3,520		33,700	13	1,180
17		43,400	15	1,760		40,500	35	3,830		34,600	15	1,400
18		43,400	15	1,760		39,300	37	3,930	3.0	37,600	19S	1,930
19		43,300	14	1,640	0.5	39,400	35S	3,720		38,800	22S	2,300
20		43,900	13	1,540	0.5	39,900	17S	1,830		38,700	21	2,190
21		42,400	12	1,370		39,800	11	1,180		38,700	20	2,090
22		42,200	11	1,250	0.5	39,100	17S	1,790		38,400	18	1,870
23		41,700	9	1,010		38,100	18	1,850	3.5	40,800	17S	1,870
24		41,800	8	903	0.5	37,600	15S	1,520		40,400	16	1,750
25	0.5	41,700	8S	901		36,900	13S	1,300	4.0	39,800	16S	1,720
26		41,100	7	777		36,700	14	1,390		39,700	15	1,610
27		40,900	7	773	0.5	36,400	16S	1,570		39,300	15	1,590
28		40,000	8	864		35,900	17	1,650	4.5	41,000	15S	1,660
29		39,600	9	962		-	-	-		42,000	16	1,810
30		39,100	10	1,060		-	-	-		42,800	18	2,080
31		38,700	11	1,150		-	-	-	5.0	45,200	19S	2,320
Total		1,402,600	694	89,920		1,144,100	613	68,270		1,147,000	482	48,628
Mean		45,200	22	2,900		40,900	22	2,440		37,000	16	1,570

S - Sample(s) collected this day

Figure 15. Page extraite de la publication *Sediment Data (Données sur les sédiments)*.

Manuels d'instructions

Les manuels d'instructions font continuellement l'objet de révisions et ils sont modifiés au fur et à mesure que des procédés améliorés sont mis au point. Certains procédés et méthodes actuellement en usage ne font l'objet que de mémorandums, bien que la préparation des manuels d'instructions soit prévue ou en cours. On a également entrepris la documentation des programmes informatiques actuels et il s'agit là d'un travail d'envergure.

On trouvera ci-dessous la liste des manuels d'instructions internes qui ont été mis au point pour standardiser et expliquer les procédés afférents au calcul des données hydrométriques de base recueillies par la Division des relevés hydrologiques du Canada.

Calculs automatisés relatifs aux bassins de drainage

Ce manuel décrit les procédés utilisés pour digitaliser la délimitation des limites des bassins de drainage sur les cartes et pour calculer automatiquement la surface du bassin de drainage d'une station de jaugeage. Ce procédé peut également être utilisé pour calculer d'autres surfaces.

Calculs automatisés relatifs aux limnimètres

On donne ici les instructions relatives au calcul automatisé des débits et niveaux quotidiens pour les stations équipées d'un limnimètre seulement. Les options de sortie sont les mêmes qu'avec le programme STREAM.

Calculs automatisés relatifs à l'écoulement

Ce manuel explique comment digitaliser les graphiques sur bandes des enregistreurs de niveau d'eau, afin d'obtenir des cartes perforées contenant les coordonnées X-Y. Ces cartes, ainsi que les paquets de cartes définissant la relation niveau-débit, les corrections de la cote à l'échelle et les corrections pour variation, ainsi que les corrections

de mise à jour sont traitées par un ordinateur numérique (à l'aide du programme STREAM), afin d'obtenir les niveaux et débits quotidiens. Les options de sortie sont les mêmes que dans le cas du programme MANUAL.

HYDEX

Ce manuel précise la manière de présenter les données descriptives pour toutes les stations de jaugeage exploitées depuis la création de la Division des relevés hydrologiques du Canada, ainsi que les méthodes de stockage et de recherche documentaire, selon des techniques automatisées.

Méthodes de révision des données hydrométriques

Ce manuel indique les critères et les méthodes à utiliser pour réviser les données chronologiques sur l'écoulement, afin de déceler et de corriger, dans la mesure du possible, les erreurs importantes dans les relevés disponibles.

Méthodes hydrométriques

Ce manuel donne des directives détaillées concernant le calcul et la compilation des niveaux et débits quotidiens, ainsi que la préparation des manuscrits aux fins de publication.

Conclusions et projets d'avenir

CONCLUSIONS

On recueille des données hydrométriques depuis 1908 et celles-ci sont publiées (en général annuellement) dans plus de 200 publications de formats variés. En 1966, on a décidé d'automatiser le système en calculant les données sur l'écoulement à l'aide d'un convertisseur analogique-numérique et en stockant sur bandes magnétiques les données chronologiques sur les niveaux et débits quotidiens. Après une étude approfondie des différentes possibilités, on a décidé de continuer à recueillir les graphiques sur bandes des limnigraphes et d'introduire l'automatisation pour l'étape suivante.

La mise en application de procédés automatisés pour les calculs et la publication a permis de faire passer de 2 ou 3 ans à 10 mois (ou moins) le délai entre la collecte des données hydrométriques et leur publication. Les données peuvent également être communiquées aux utilisateurs sur cartes perforées ou bandes magnétiques. La publication des données coûte annuellement environ \$75 par année-station, ce qui couvre uniquement les frais d'impression et le temps-machine à Ottawa et dans les districts. L'économie nette réalisée en main-d'oeuvre est difficile à évaluer, mais elle est probablement de l'ordre de 20 années-hommes annuellement.

Parmi les bénéfices intangibles qui résultent de l'automatisation, mentionnons des données pratiquement sans erreurs mathématiques ou typographiques, des données facilement prêtes à être traitées par ordinateur, et une plus grande satisfaction des employés par suite de la réduction des travaux routiniers, monotones et répétitifs.

Malgré quelques réactions négatives au départ, le programme est maintenant accepté avec enthousiasme.

Le facteur le plus critique de l'élaboration et de

la mise en application du système dans son ensemble a sans doute été la sélection et le rendement des programmeurs. Les manuels d'instructions et la documentation des programmes étaient et continuent d'être très importants. On doit reconnaître également que le succès de la mise au point du programme est dû, dans une large mesure, à la très grande coopération, à la participation et au soutien des techniciens, ingénieurs, commis de bureau et sténographes affectés à la réalisation de ce système.

PROJETS D'AVENIR

On a raccordé un système comprenant un mini-ordinateur, un dérouleur de bande magnétique et une table traçante à un système incluant un convertisseur analogique-numérique et une perforatrice à mémoire tampon, dans le but d'étudier la faisabilité d'un traitement plus efficace des données, particulièrement en ce qui concerne les applications du convertisseur.

Des projets sont en cours visant à automatiser les publications suivantes: *Index de référence sur les eaux de surface et Données sur les sédiments*.

Nos efforts tendent à mettre à la disposition des utilisateurs les données hydrométriques sous forme de publications, cartes perforées ou bandes magnétiques, six mois après la fin de l'année au cours de laquelle les données ont été recueillies.

Environment Canada Library, Burlington



3 9055 1017 3346 6