



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 10.1 – Principes afférents au jaugeage du débit

Roy J. Lane
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
Bureau de poste
Waggoner's Lane
Fredericton (Nouveau- Brunswick)
Canada E3B 2L4

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET ET CONTEXTE	2
2.0	OBJECTIFS	3
3.0	ASPECT THÉORIQUE DU JAUGEAGE D'UN COURS D'EAU.....	4
3.1	RELATION HAUTEUR-DÉBIT.....	4
3.2	JAUGEAGE DU NIVEAU	4
3.3	JAUGEAGE DU DÉBIT — MÉTHODE DIRECTE.....	5
3.3	JAUGEAGE DU DÉBIT — MÉTHODE DIRECTE.....	5
3.4	CALCUL DU DÉBIT.....	5
3.4.1	<i>Méthode de la demi-section uniforme</i>	5
3.4.2	<i>Profondeur d'observation de la vitesse de passage</i>	6
3.4.2	<i>Profondeur d'observation de la vitesse de passage</i>	6
3.4.3	<i>Tenue de carnet</i>	6
4.0	ÉTAPES PRÉALABLES AU JAUGEAGE.....	8
4.1	CARNET DES DONNÉES RELEVÉES	8
4.2	VÉRIFICATION DU LIMNIGRAPHE.....	8
4.3	VÉRIFICATION DU NIVEAU DE L'EAU.....	8
4.4	ASSEMBLAGE ET ESSAI DU MATÉRIEL DE JAUGEAGE	9
4.5	CRITÈRES DE SÉLECTION DE LA STATION DE JAUGEAGE.....	9
5.0	NORMES ET CHIFFRES SIGNIFICATIFS.....	11
6.0	ÉTAPES SUBSÉQUENTES AU JAUGEAGE.....	13
6.1	CALCUL DU NIVEAU MOYEN PONDÉRÉ.....	13
6.2	INSCRIPTION DES DONNÉES SUR LA PAGE COUVERTURE DE LA FORMULE R21-A(M).....	17
6.3	CALCUL ET REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES MESURES DU DÉBIT	17
6.4	RÉDACTION D'UN RAPPORT SUR LES CONDITIONS OBSERVÉES SUR PLACE.....	17
6.5	VISITE DES OBSERVATEURS.....	17
7.0	ERREURS INFLUANT SUR LA PRÉCISION DU JAUGEAGE DU DÉBIT	18
7.1	MESURE DE LA LARGEUR.....	18
7.2	MESURE DE LA PROFONDEUR	18
7.3	MESURE DE LA VITESSE DE PASSAGE.....	19
7.4	VARIATION DU NIVEAU PENDANT LE JAUGEAGE.....	19
7.5	CONCORDANCE ENTRE L'ENREGISTREUR ET LE NIVEAU D'EAU DU CHENAL	19
8.0	SÉCURITÉ.....	20
9.0	RÉSUMÉ.....	21
10.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	22
10.1	MANUELS PRATIQUES.....	22
10.2	RÉFÉRENCES.....	22

1.0 OBJET ET CONTEXTE

La collecte des données relatives au débit des cours d'eau fait partie intégrante des tâches des techniciens en hydrométrie et est régie par des normes nationales. Les résultats découlant de ces mesures hydrométriques sont utilisés pour établir des relations hauteur-débit qui, à leur tour, servent à produire des données qui sont publiées et mises à la disposition de la clientèle de *Relevés hydrologiques du Canada*. Une mesure erronée peut entraîner la publication de données fausses qui peuvent se révéler nuisibles pour les utilisateurs et gênantes pour *Relevés hydrologiques du Canada*. Aussi des méthodes d'assurance de la qualité sont-elles mises en oeuvre pour attester de la conformité des techniques de jaugeage du débit avec les normes nationales en vigueur. Ces méthodes seront expliquées durant le présent cours.

2.0 OBJECTIFS

Le présent cours a été élaboré pour instruire le nouveau technicien dans l'art de jauger le débit d'un cours d'eau et de fournir par écrit les résultats découlant de cette opération. Les connaissances ainsi transmises au technicien lui permettront de remplir les mandats suivants :

1. S'acquitter de tâches préalables au jaugeage.
 - Observation des niveaux de l'eau.
 - Entretien des enregistreurs et des puits de mesurage.
 - Exécution des vérifications de niveau.
 - Choix de la section de jaugeage.
2. Remplir la formule Notes d'inspection hydrométrique R21-A(M) en se basant sur les conditions prévalant sur place, qu'elles soient normales ou inhabituelles.
3. Rédiger un rapport sur place décrivant des situations inhabituelles comme les crues, les travaux d'entretien particuliers, les actes de vandalisme et le besoin de matériel spécial.
4. Calculer le débit sur place afin de vérifier la précision des données relevées.
5. Effectuer sur place des observations exactes relatives à la répartition, en tranches verticales, de la vitesse de passage et de l'angle d'écoulement.
6. Décrire l'effet général qu'ont les conditions du milieu sur la précision des jaugeages et la valeur des données.

3.0 ASPECT THÉORIQUE DU JAUGEAGE D'UN COURS D'EAU

Sont abordés dans la présente section :

1. la relation hauteur-débit;
2. le jaugeage du niveau;
3. le jaugeage du débit — méthode directe;
4. le calcul du débit, y compris la méthode de la demi-section uniforme, la profondeur d'observation de la vitesse de passage et la tenue du carnet.

3.1 RELATION HAUTEUR-DÉBIT

La figure 1 présente une courbe (hauteur-débit) type. La détermination de la relation entre la hauteur et le débit d'un cours d'eau peut se révéler complexe à certaines stations hydrométriques. Cette complexité est reliée en grande partie aux caractéristiques physiques du chenal.

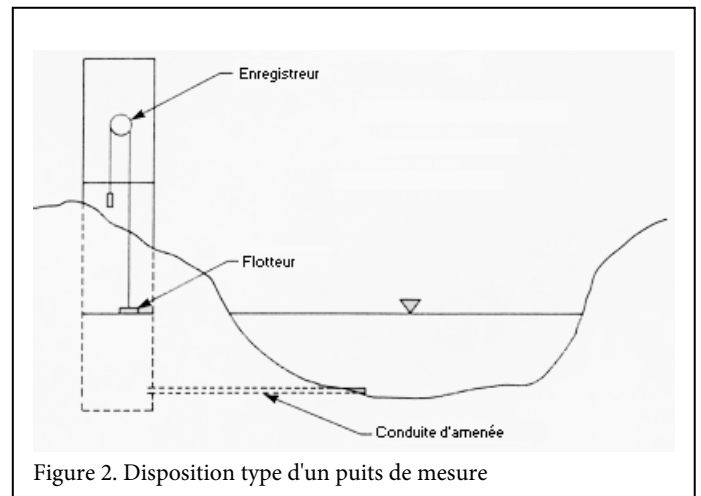
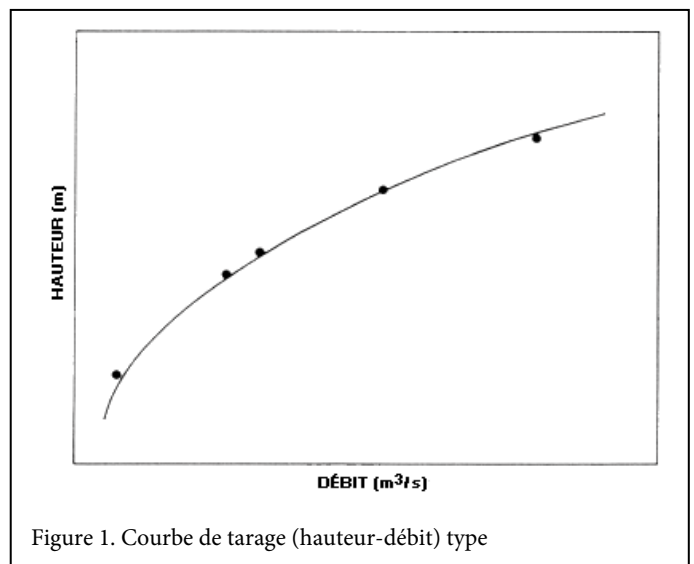
Sur une longue période, la relation peut changer à cause de l'affouillement du chenal (graphique présentant une tendance vers la droite). Ce changement peut aussi être occasionné temporairement par des remous causés par de la glace, la flore aquatique, des débris, etc. La présence de remous entraîne la formation d'une courbe (hauteur-débit) présentant une tendance vers la gauche.

La relation hauteur-débit peut aussi varier selon le débit. On peut avoir besoin de plus d'une courbe pour cerner la relation en se servant de toutes les variations du niveau de l'eau observées à la station

3.2 JAUGEAGE DU NIVEAU

La figure 2 présente une section type d'un cours d'eau où on a implanté un puits de mesure dans la berge. Le puits est relié au cours d'eau par au moins une conduite d'amenée. Les variations du niveau de l'eau sont ainsi transmises directement au puits de mesure. Le dispositif à flotteur et à poulie du limnigraphe automatique transmet alors le niveau de l'eau à l'enregistreur à style.

La figure 3 illustre un limnigraphe à contre-pression utilisé par *Relevés hydrologiques du Canada*. Le niveau du cours d'eau est transmis au limnigraphe automatique installé dans l'abri par un circuit de gaz.



3.3 JAUGEAGE DU DÉBIT — MÉTHODE DIRECTE

La figure 4 montre que le débit d'un cours d'eau en un point donné correspond au produit de l'aire moyenne de la section (A) et de la vitesse de passage moyenne de l'eau (V). On mesure l'aire de la section en sondant directement le cours d'eau et en mesurant sa largeur. La vitesse de passage est aussi mesurée directement à l'aide d'un moulinet. La section est divisée en tranches verticales (entre 20 et 25). On détermine, à l'aide de la profondeur, de la largeur et de la vitesse de passage, le débit correspondant à chaque tranche verticale, puis on additionne tous ces débits partiels pour obtenir le débit total du cours d'eau. Cette méthode est décrite plus en détail à la section suivante.

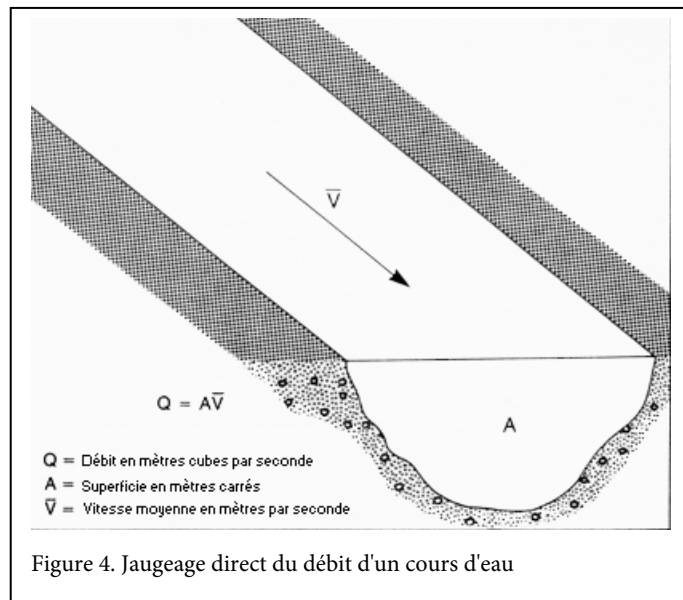
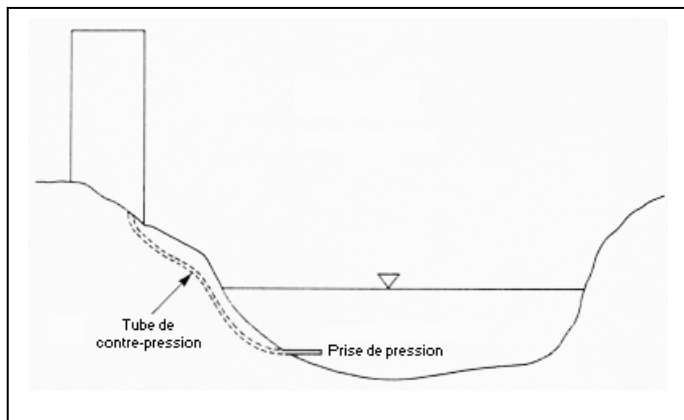


Figure 4. Jaugeage direct du débit d'un cours d'eau

3.4 CALCUL DU DÉBIT

3.4.1 Méthode de la demi-section uniforme

Dans le cadre de la méthode de la demi-section uniforme, le technicien doit :

- i. diviser la section du cours d'eau en au moins 20 tranches verticales, à l'endroit où la largeur du cours d'eau le permet;
- ii. déterminer la profondeur, la vitesse de passage et la largeur de chaque tranche verticale;
- iii. établir la largeur de chaque tranche verticale en additionnant la moitié de la distance comprise entre la tranche verticale de jaugeage et la verticale précédente, d'une part, et la moitié de la distance comprise entre cette même tranche verticale et la verticale suivante, d'autre part;
- iv. calculer le débit de chaque tranche verticale, puis additionner tous ces débits partiels pour obtenir le débit total du cours d'eau.

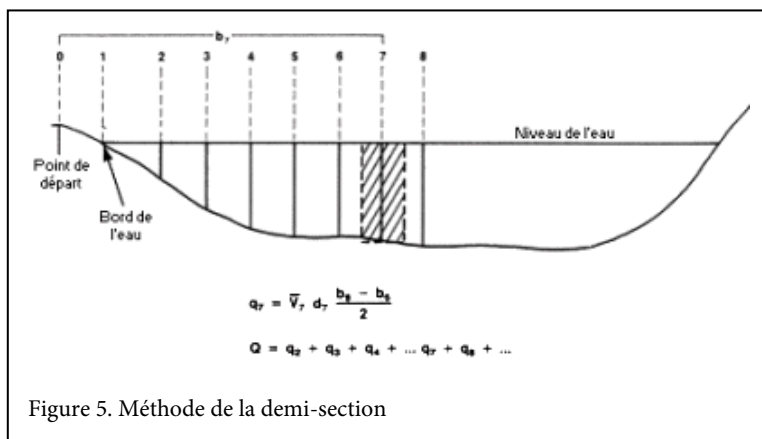


Figure 5. Méthode de la demi-section

La figure 5 illustre cette méthode.

3.4.2 Profondeur d'observation de la vitesse de passage

La figure 6 présente un profil vertical des vitesses. On peut aussi y voir le rapport entre la profondeur et la vitesse de passage le long d'une verticale située sur une section donnée du cours d'eau. Le point d'observation réel de chaque vitesse de passage mesurée dépend de la profondeur du cours d'eau vis-à-vis la verticale où on effectue le jaugeage. En général, si la profondeur vis-à-vis la verticale est inférieure ou égale à 0,75 m, mesurez la vitesse de passage à 0,6 de profondeur (60 % de la profondeur vis-à-vis la verticale). Si la profondeur dépasse 0,75 m, mesurez la vitesse à 0,2 et à 0,8 de profondeur. Si le cours d'eau est couvert de glace et que la profondeur totale est inférieure ou égale à 0,75 m, mesurez la vitesse à 0,5 de profondeur.

Ces méthodes de détermination des points de mesure de la vitesse de passage s'appuient sur une théorie et sur des études mathématiques basées sur des observations concrètes représentées sur de nombreux profils verticaux des vitesses.

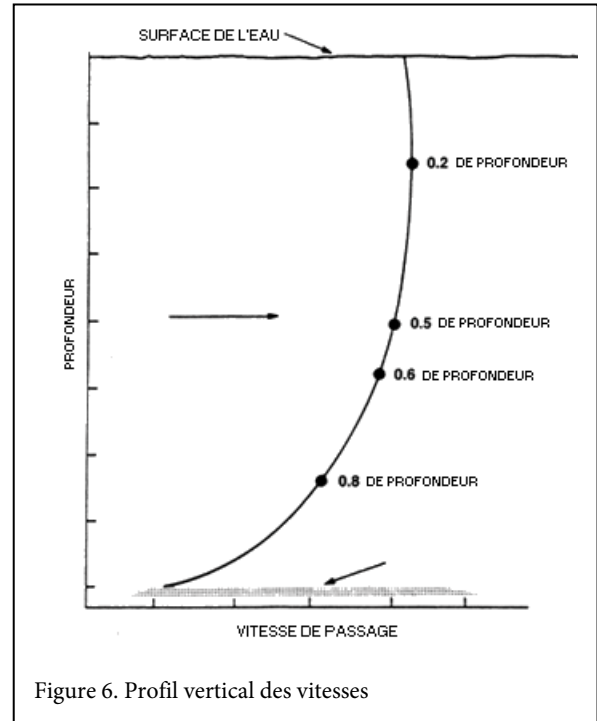


Figure 6. Profil vertical des vitesses

3.4.3 Tenue de carnet

Puisque les carnets de jaugeage peuvent tenir lieu de documents légaux, les inscriptions qui y figurent doivent être le reflet de méthodes de levé reconnues. Les renseignements doivent être inscrits de la façon prescrite et toutes les entrées doivent être nettes et lisibles. On ne doit jamais effacer d'entrées. Si un nombre est inscrit par erreur, rayez-le d'une ligne simple et inscrivez le nombre correct au-dessus.

Relevés hydrologiques du Canada utilise la formule Notes d'inspection hydrométrique R21-A(M) pour enregistrer les résultats des jaugeages du débit. La figure 7 présente une formule vierge et la figure 8 constitue un exemple concret d'une formule remplie à partir de mesures prises à gué, mais dont les calculs ne sont pas faits. On notera qu'il s'agit d'un exemple basé sur des conditions d'eau libre. L'enregistrement de données sous la glace est décrit au cours n° 10.7, tandis que l'enregistrement sous des conditions plus difficiles est expliqué aux cours nos 10.4 et 10.5.

Station									
Distances à partir du point total	Profondeur totale sans la glace	Profondeur sous la glace	Largeur de la section	Vitesses				Débit	
				Local	Moyenne	Aire			
0									
10									
20									
30									
40									
50									
60									
70									
75									
80									
90									
95									
100									
110									
120									
130									
140									
150									
160									
170									
180									
190									
200									

Figure 7. Formule notes d'inspection hydrométrique R21-A(M)

Station									
Distances à partir du point total	Profondeur totale sans la glace	Profondeur sous la glace	Largeur de la section	Vitesses				Débit	
				Local	Moyenne	Aire			
0	Rive gauche au bord de l'eau à 13:20 H.A.								
2	.20	.12	5	40					
4	.40	.24	10	42					
6	.60	.36	20	50					
8	.70	.42	30	40					
10	1.00	.20	30	50					
12	1.20	.80	20	40					
		.96	20	50					
14	1.10	.22	20	45					
		.88	10	50 ⁵					
16	.70	.45	30	50					
18	.60	.36	30	40					
20	.50	.30	20	40					
22	.70	.42	20	45					
24	.60	.36	30	48					
26	.60	.36	20	40					
28	.70	.42	20	45					
30	.50	.30	20	50					
32	.60	.36	15	40					
34	.70	.42	15	45					
36	.70	.42	10	50					
38	.60	.36	10	45					
40	.30	.18	5	42					
42	Rive droite au bord de l'eau à 14:15 H.A.								

Figure 8. Exemple d'enregistrement de la mesure du débit

La figure 9 présente une formule Notes d'inspection hydrométrique sur laquelle on a effectué le calcul des données.

Station	0 10 20 30 40 50 60 70 75 80										85	
	Distance à partir du point initial	Largeur	Profondeur totale par pt de cote de glace	Profondeur sous la glace d'ab- sorption	Rico- chettes	Nécess	Vitesses					Débit
							Locale	Moyenne	Autre			
0	Rive gauche au bord de l'eau à 13:30 H.A.										13:30	
2	2	.20	.12	5	40		.093	.4		.037	.90	
4	2	.40	.24	10	42		.171	.8		.137	.82	
6	2	.60	.36	20	50		.282	1.2		.338	.94	
8	2	.70	.42	30	40		.522	1.4		.731	.96	
10	2	1.00	.20	30	50	.419	.385	2.0		.770	.97	
			.80	20	40	.351					.98	
12	2	1.20	.24	20	40	.351	.316	2.4		.758	.99	
			.96	20	50	.282						
14	2	1.10	.22	20	45	.312	.228	2.2		.502		
			.88	10	50 ⁵	.144					1.00	
16	2	.70	.45	30	50		.419	1.4		.587		
18	2	.60	.36	30	40		.522	1.2		.626		
20	2	.50	.30	20	40		.351	1.0		.351	.99	
22	2	.70	.42	20	45		.312	1.4		.437	.99	
24	2	.60	.36	30	48		.436	1.2		.523	.97	
26	2	.60	.36	20	40		.351	1.2		.421	.99	
28	2	.70	.42	20	45		.312	1.4		.437	.94	
30	2	.50	.30	20	50		.282	1.0		.282		
32	2	.60	.36	15	40		.265	1.2		.318	.97	
34	2	.70	.42	15	45		.236	1.4		.330	.99	
36	2	.70	.42	10	50		.145	1.4		.203		
38	2	.60	.36	10	45		.160	1.2		.192	.95	
40	2	.30	.18	5	42		.089	.6		.053		
42	Rive droite au bord de l'eau à 14:15 H.A.										14:15	
45											26.0	8.033 .99

Figure 9. Formule de mesure du débit remplie

4.0 ÉTAPES PRÉALABLES AU JAUGEAGE

Voici une liste des étapes préalables au jaugeage du débit d'un cours d'eau.

1. Procurez-vous un carnet des données relevées.
2. Vérifiez le limnigraphe.
3. Vérifiez le niveau de l'eau.
4. Assemblez et procédez à l'essai du matériel de jaugeage.
5. Déterminez l'emplacement du site de jaugeage d'après les critères établis à cet effet.
6. Remplissez la première page (couverture).

4.1 CARNET DES DONNÉES RELEVÉES

Le technicien est chargé de la mise à jour du carnet des données relevées. Ce carnet contient les renseignements relatifs à la station de jaugeage tels une liste des jaugeages, la courbe de tarage, une table de tarage, la description de la station, les renseignements concernant le repère de nivellement ainsi que d'autres données pertinentes. Selon les conditions du cours d'eau à la station, le technicien peut utiliser le carnet des données relevées pour déterminer s'il est nécessaire de procéder au jaugeage du débit.

4.2 VÉRIFICATION DU LIMNIGRAPHE

Avant d'effectuer le jaugeage du débit, vérifiez si le limnigraphe fonctionne correctement. (Cette opération est présentée en détail au cours n° 5). Inscrivez les renseignements suivants sur le papier d'enregistrement.

1. Le nom de la station.
2. La date.
3. L'heure normale locale.
4. La lecture de l'échelle intérieur.
5. La lecture de l'échelle extérieur.
6. La lecture du style et le sens d'enregistrement (direct ou inversé).

En outre, le technicien doit inscrire ses initiales sur le papier d'enregistrement. La figure 10 illustre cette marche à suivre.

4.3 VÉRIFICATION DU NIVEAU DE L'EAU

Il importe de vérifier si le niveau d'eau enregistré correspond au niveau d'eau extérieur. Déterminez le niveau d'eau extérieur en vous basant sur un repère de nivellement stable par rapport au niveau de l'eau et comparez ce résultat avec le niveau d'eau enregistré. S'il y a un écart, corrigez-le ou expliquez-le avant de quitter la station. Voici quelques situations pouvant entraîner des écarts dans la mesure du niveau d'eau obstruction de la prise de pression du manomètre,

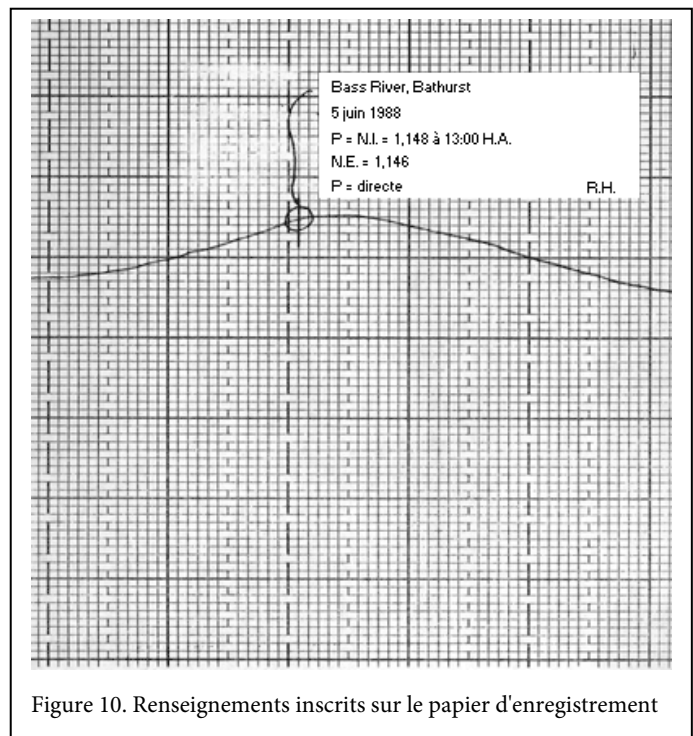


Figure 10. Renseignements inscrits sur le papier d'enregistrement

obstruction de la conduite d'amenée du puits de mesure, glissement du ruban, déplacement de la prise de pression et déplacement des puits.

4.4 ASSEMBLAGE ET ESSAI DU MATÉRIEL DE JAUGEAGE

On décide de procéder au jaugeage en se basant tant sur le niveau d'eau observé que sur la courbe de tarage contenue dans le carnet des données relevées. Si le niveau de l'eau est à une hauteur n'ayant jamais été observée auparavant, vous devez alors procéder au jaugeage. Si vous prévoyez que la courbe de tarage changera au cours de la période d'eau libre, un jaugeage devra être effectué à chaque visite de la station. Vous devez en outre procéder au jaugeage chaque fois qu'un changement visible des conditions d'écoulement se produit comme, par exemple, la croissance de plantes aquatiques. Si vous avez un doute quelconque, effectuez un jaugeage.

Le carnet des données relevées doit contenir des renseignements concernant les divers niveaux d'eau mesurés aux stations de jaugeage. Ainsi, à certaines stations présentant un niveau d'eau inférieur à 2 mètres, le cours d'eau peut être traversé à gué. Si par contre le niveau d'eau à la station dépasse 2 mètres, on doit alors utiliser le téléphérique. Afin d'éviter un déplacement inutile parce qu'il a oublié du matériel, le technicien doit se servir d'une liste de contrôle. Procédez à l'essai de tout le matériel avant de l'utiliser, du casque d'écoute aux moulinets, afin de vous assurer que tout fonctionne bien. Le cours n° 10.2 donne de plus amples renseignements à cet égard.

4.5 CRITÈRES DE SÉLECTION DE LA STATION DE JAUGEAGE

Dans bien des cas, l'emplacement où s'effectue le jaugeage est déterminé par la présence d'un pont ou d'un téléphérique. Si vous avez le choix de l'emplacement, comme dans le cas du jaugeage à gué, tenez compte des critères suivants :

1. Choisissez une section de jaugeage qui soit perpendiculaire au sens d'écoulement général. Le lit et les rives du cours d'eau doivent être droits et uniformes sur une distance d'environ cinq fois la largeur de la section en amont et d'environ deux fois la largeur de la section en aval.
2. Recherchez un endroit où le lit du cours d'eau est uniforme, exempt de flore aquatique, de grosses roches et d'obstructions proéminentes telles les piles d'un pont.
3. En plus des deux berges du chenal, vous devez disposer d'au moins 20 à 25 verticales d'observation sur la section.
4. Les verticales d'observation doivent être réparties sur la section en tenant compte des profondeurs et des vitesses de passage de façon que toute inégalité du lit du cours d'eau et toute variation sensible de la vitesse de passage soient bien représentées. Les verticales doivent être plus rapprochées là où les profondeurs et les vitesses de passage sont plus grandes ou très variables. Dans la mesure du possible, chaque tranche devrait permettre d'évaluer environ cinq pour cent du débit total.
5. Une fois que les tranches de jaugeage en eaux moyennes ou hautes sont choisies, elles ne doivent pas être déplacées sans raisons.
6. Toutes les observations de distance aux stations de jaugeage doivent se rapporter à un point de départ sur la rive. Il doit s'agir d'un objet fixe bien défini qui à son tour se rapporte à un repère permanent situé à proximité de la tranche ou de la station de jaugeage. Ces données sont souvent nécessaires pour des études détaillées effectuées longtemps après l'implantation de la station, ou peut-être même après son démantèlement.

5.0 NORMES ET CHIFFRES SIGNIFICATIFS

Les données hydrométriques recueillies par les techniciens de *Relevés hydrologiques du Canada* doivent être conformes à une série de normes nationales. La présente section contient une liste de ces normes et des chiffres significatifs afférents.

- Niveau d'eau :

Observation : 0,002 m

Compilations et publications : 0,001 m

- Lecture de la tige limnimétrique :

0,002 m

- Largeur du cours d'eau :

Une échelle réglable permettant d'obtenir un minimum de 20 positions d'observation espacées d'au moins 0,1 m.

Des marques des téléphériques doivent être en augmentation de 1 m, 2 m, 5 m, 10 m et 20 m.

- Profondeur d'immersion :

0,02 m (peut changer sous des conditions variables)

- Vitesse de passage de l'eau :

Exprimée en mètres par seconde (m/s) par un nombre comportant jusqu'à trois chiffres significatifs et n'ayant pas plus de trois décimales.

- Aire (section du cours d'eau) :

Exprimée en mètres carrés (m²) par un nombre comportant jusqu'à trois chiffres significatifs n'ayant pas plus de deux décimales.

- Débit :

Exprimé en mètres cubes par seconde (m³/s) par un nombre comportant jusqu'à trois chiffres significatifs et n'ayant pas plus de trois décimales.

- Température de l'eau :

Observations : 0,1 °C

- Heure :

Heure locale normale exprimée selon une division en 24 heures et arrondie à la minute la plus près.

- Durée minimale des observations de la vitesse :

Durée d'observation minimale de 40 secondes (de 50 à 70 secondes seraient préférables) arrondie à la demi-seconde la plus près.

6.0 ÉTAPES SUBSÉQUENTES AU JAUGEAGE

La présente section porte sur les étapes subséquentes au jaugeage suivantes.

1. Calcul du niveau moyen pondéré.
2. Inscription des données sur la page couverture de la formule R21-A(M).
3. Calcul et représentation graphique des mesures du débit.
4. Rédaction d'un rapport sur les conditions observées sur place.
5. Visite de l'observateur.

6.1 CALCUL DU NIVEAU MOYEN PONDÉRÉ

La matière traitée dans la présente section est tirée de l'ouvrage Measurement and Computation of Streamflow : Volume 1. Measurement of Stage and Discharge, United States Geological Survey (1981), Water-Supply Paper 2175 par S.E. Rantz et coll., page 170–173.

Nota – Le relevé du niveau de l'eau doit être effectué, dans la mesure du possible, aussitôt que le jaugeage est terminé.

Le niveau moyen pendant le jaugeage représente le niveau moyen du cours d'eau au cours de cette opération. Le fait que le niveau moyen pendant le jaugeage constitue l'une des coordonnées utilisées pour déterminer la relation hauteur-débit donne autant d'importance à la mesure précise du niveau moyen qu'à la détermination précise du débit. Le calcul du niveau moyen ne présente aucun problème lorsque la variation du niveau est uniforme et qu'elle n'est pas supérieure à environ 0,15 pi (0,05 m), puisqu'on peut alors obtenir le niveau moyen à partir du niveau enregistré au début et à la fin du jaugeage. Cependant, on doit souvent effectuer le jaugeage au cours de périodes où les variations du niveau sont irrégulières et importantes.

L'heure du début et de la fin du jaugeage doit être inscrite sur les notes de jaugeage car elle constitue un élément indispensable au calcul d'un niveau moyen précis. En outre, des indications horaires doivent être faites pendant le jaugeage toutes les 15 ou 20 minutes. Une fois le jaugeage complété, on doit procéder à la lecture du graphique d'enregistrement et noter les variations de la courbe des niveaux tracée pendant le jaugeage. Ces variations peuvent se révéler utiles, en soi, et elles sont aussi utilisées pour déterminer le niveau correspondant aux indications horaires notées au cours du jaugeage. Si la station est munie d'un enregistreur numérique, on doit alors consulter les données sur les niveaux perforées pendant le jaugeage. Dans le cas des stations n'étant pas dotées d'un enregistreur de niveau, le préposé à la mesure du niveau doit mesurer le niveau à quelques reprises au cours du jaugeage ou demander à quelqu'un d'autre de le faire à sa place.

Si la variation du niveau est supérieure à 0,15 pied (0,05 m) ou si elle a été irrégulière, le niveau moyen est obtenu en pondérant le niveau correspondant aux indications horaires enregistrées. La pondération est effectuée en utilisant soit le débit partiel, soit le temps comme coefficient de pondération. Par le passé, aux É.-U., la pondération était toujours faite à partir de débits partiels, mais des études récentes indiquent que la pondération par le débit tend habituellement à surévaluer le niveau moyen, tandis que la pondération par le temps tend habituellement à sous-estimer le niveau moyen. D'après les connaissances actuelles, il est préférable de faire le calcul du niveau moyen pendant le jaugeage en se servant des deux méthodes, puis de calculer la moyenne de leurs résultats. Voici une description de ces deux méthodes.

Dans le cadre de la méthode de pondération par le débit, les débits partiels mesurés entre les observations à heure définie du niveau sont utilisés avec les niveaux moyens pour les périodes où les débits partiels ont été mesurés. La formule servant à calculer le niveau moyen est :

$$H = \frac{q_1 h_1 + q_2 h_2 + q_3 h_3 + \dots + q_n h_n}{Q} \quad (1)$$

Q

où

H = le niveau moyen (pieds ou mètres),
 Q = le débit total mesuré (pi³/s ou m³/s) =
 q₁ + q₂ + q₃ + q_n

où

q₁, q₂, q₃, q_n = le débit (pi³/s ou m³/s) mesuré pendant l'intervalle 1, 2, 3, ... n et où
 h₁, h₂, h₃, h_n = le niveau moyen (pi ou m) pendant l'intervalle 1, 2, 3, ... n.

La figure 12 présente le calcul du niveau moyen pondéré à l'aide du débit. Le graphique situé au bas de cette figure représente la courbe des niveaux correspondant à la période de jaugeage. Les débits sont tirés des notes de jaugeage (recueillies à l'aide d'un moulinet) que l'on trouve à la figure 13. Le calcul du niveau moyen présenté en haut de la figure 12 est effectué à l'aide de la formule (1). Le calcul du bas a été fait au moyen d'une méthode abrégée permettant d'éliminer la multiplication de nombres importants. Quand on a recours à cette méthode, on choisit, après le calcul du niveau moyen pour chaque intervalle, un niveau de base qui correspond d'habitude au niveau moyen le plus bas. Par la suite, les différences entre le niveau de base et les niveaux moyens sont utilisées pour pondérer les débits. Quand on a procédé au calcul de la différence moyenne, on y ajoute le niveau de base.

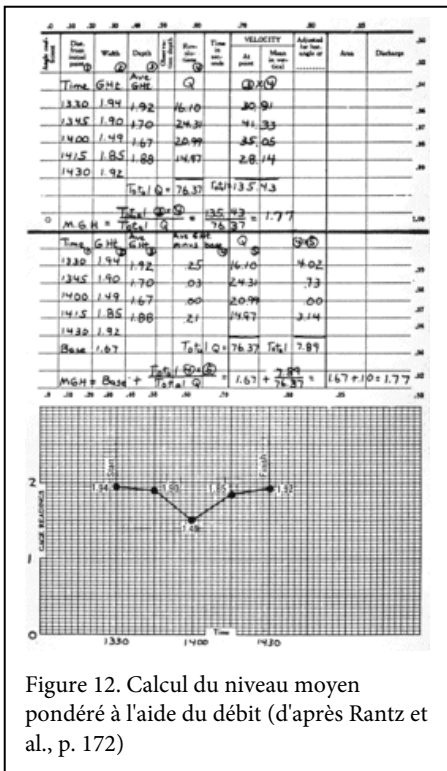


Figure 12. Calcul du niveau moyen pondéré à l'aide du débit (d'après Rantz et al., p. 172)

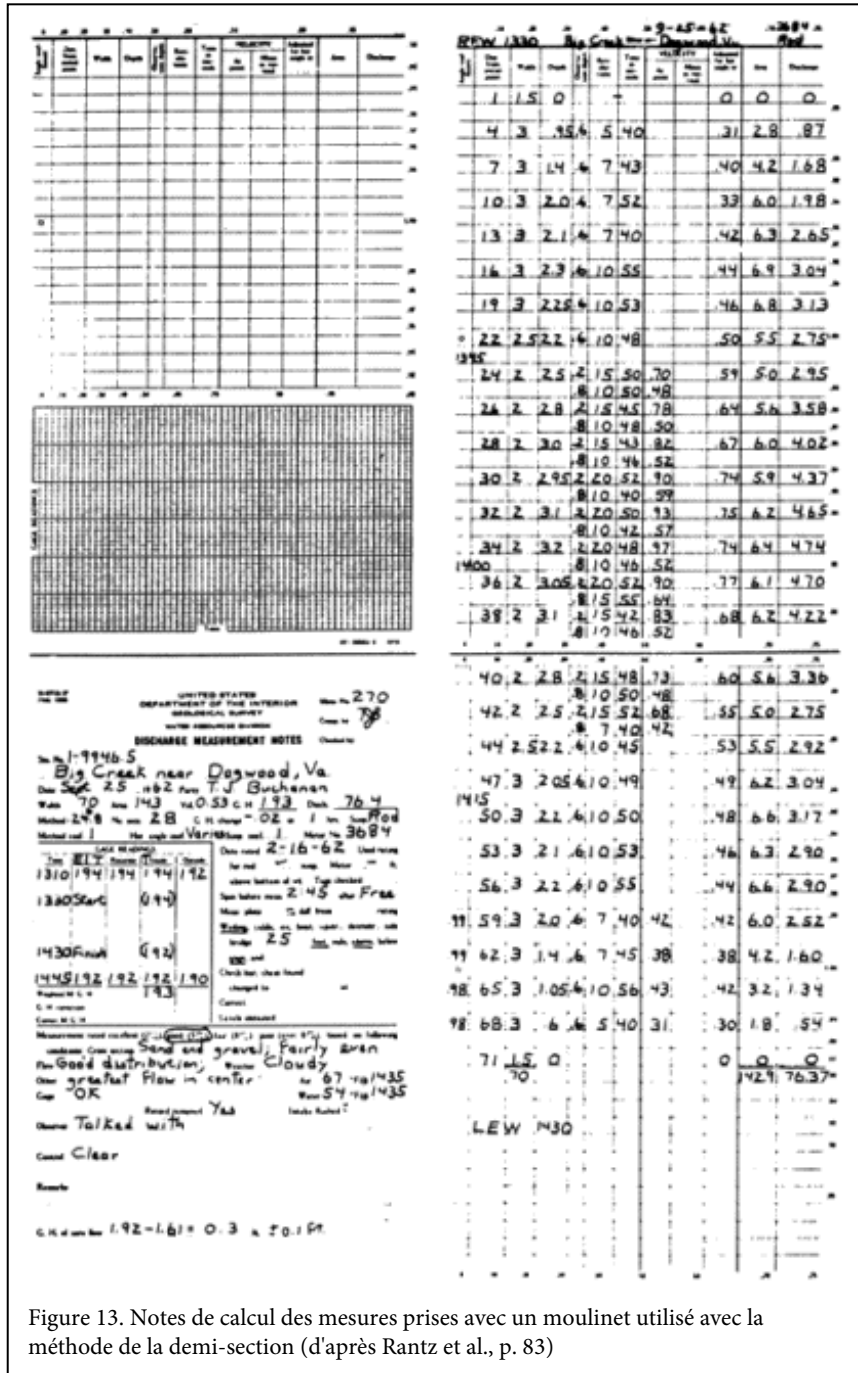


Figure 13. Notes de calcul des mesures prises avec un moulinet utilisé avec la méthode de la demi-section (d'après Rantz et al., p. 83)

Dans le cas de la méthode de pondération par le temps, on utilise la moyenne des niveaux enregistrés au cours des intervalles correspondant aux variations de la courbe des niveaux ainsi que la durée de ces intervalles. La formule utilisée pour calculer le niveau moyen est :

$$H = \frac{t_1h_1 + t_2h_2 + t_3h_3 \dots + t_nh_n}{T} \quad (2)$$

où

H = le niveau moyen (pi ou m)

T = la durée totale du jaugeage, en minutes = $t_1 + t_2 + t_3$

... t_n = la durée des intervalles entre les variations de la courbe des niveaux, en minutes et

$h_1, h_2, h_3, \dots, h_n$ = le niveau moyen, en pieds ou en mètres, pendant l'intervalle 1, 2, 3, ...n.

En se servant des données de la figure 12, on effectue le calcul du niveau moyen pondéré à l'aide du temps de la façon suivante :

Niveau moyen (h)	Intervalle (t)	h x t
1,92	15	28,80
1,70	15	25,50
1,67	15	25,05
1,88	15	28,20
<hr/>		
Total	60	107,55
Niveau moyen = $107,55/60 = 1,79$ pi		

Dans l'exemple ci-devant, il n'y a qu'une petite différence entre le niveau moyen pondéré calculé à l'aide du débit (1,77 pi) et le niveau moyen pondéré calculé à l'aide du temps (1,79 pi). La moyenne de ces deux valeurs, 1,78 pi, constitue la façon recommandée pour déterminer le niveau moyen lors du jaugeage du débit.

Quand des variations très rapides du niveau se produisent au cours du jaugeage, le niveau moyen pondéré ne peut en réalité s'appliquer pour le calcul du débit. Afin de réduire les écarts de niveaux pendant le jaugeage, on doit procéder plus rapidement au jaugeage lorsque ces conditions se présentent que lorsque le niveau est constant ou quand il varie lentement. Cependant, il faut être conscient que les « raccourcis » pris lors du jaugeage diminuent d'ordinaire la précision de la mesure du débit. En conséquence, les méthodes de jaugeage utilisées quand le niveau varie rapidement doivent être très efficaces afin de limiter les risques d'erreurs combinées du débit mesuré et du niveau moyen calculé.

6.2 INSCRIPTION DES DONNÉES SUR LA PAGE COUVERTURE DE LA FORMULE R21-A(M)

La figure 14 fait état des renseignements devant être enregistrés sur la page couverture de la formule Notes d'inspection hydrométrique après avoir procédé au jaugeage. Le technicien doit remplir la page couverture avant de quitter la station.

6.3 CALCUL ET REPRÉSENTATION GRAPHIQUE DES MESURES DU DÉBIT

Pendant qu'il se trouve à la station, le technicien doit calculer les mesures du débit sur la formule R21-A(M), puis transcrire les résultats obtenus sur la page couverture de la formule.

Inscrivez point par point les mesures du débit sur la courbe des débits jaugés prévue dans le carnet des données relevées. Si un jaugeage semble douteux, le technicien doit :

1. vérifier le calcul des jaugeages;
2. revérifier le niveau d'eau;
3. vérifier s'il n'y a pas de signes visibles de modification du chenal (barrages, flore aquatique, etc.).

S'il ne peut trouver une raison valable justifiant l'écart présenté par la courbe des débits jaugés, le technicien doit alors procéder à un nouveau jaugeage en utilisant de préférence un moulinet et un chronomètre différents.

NOTES D'INSPECTION HYDROMÉTRIQUE

Station: **BASS RIVER @ BATHURST** Station n°: **018L003**

Date: **5 JUIN 1986** Opérateur: **J. DOE**

Temp. air: **18.0** °C Hum. rel.: **17** % Temp. eau: **42.0** °C Vitesse: **26.0** m/s

Vitesse: **0.309** m/s Vitesse moy.: **1.345** m/s Hauteur: **8.955** m

Profondeur couronné: **13 h 30 H.A.** Hauteur: **14 h 15 H.A.**

Établissement: **O.S.W.L.**

Section de 1 station		
Heure	Vitesse	Hauteur
13.25	1.325	1.325
14.20	1.345	1.345
Vitesse moyenne pondérée		1.335
Correction		+ 0.10
Vitesse moy. corr.		1.345

Station n°: **1-156**

Établi le: **JUIN 1985**

Section: **21**

Hauteur de terrain: **21**

État de la station: **VAIRIE**

Observation: **OUI**

Requiescences: **OUI**

Conditions atmosphériques: **INSÉCURITÉ**

Vitesse du vent: **90** km/h

Direction du vent: **UPST.**

Remarques: **+ 0.10 À CAUSE D'UNE FUITE D'HEULE**

NECESSITE UN NOUVEAU TUBE GIVRE

JAUGEAGE + 32% HORS-COURBE

Complété par: **J. DOE**

Figure 14. Exemple de page couverture remplie (R21-A(M))

6.4 RÉDACTION D'UN RAPPORT SUR LES CONDITIONS OBSERVÉES SUR PLACE

Le technicien doit noter minutieusement toute condition inhabituelle observée à la station de jaugeage, telle la présence de flore aquatique ou de débris dans le chenal, ou toute autre modification de ce dernier. Il doit aussi noter l'état du matériel et ses besoins en entretien.

Il peut être nécessaire de rédiger un rapport particulier dans les périodes de crue, surtout si les eaux ont endommagé les installations en place. Les formules de rapport varient alors d'une région à l'autre.

6.5 VISITE DES OBSERVATEURS

Si un observateur ou un préposé à la jauge est affecté à la station de jaugeage, le technicien doit visiter celui-ci régulièrement pour :

- vérifier avec l'observateur s'il y a des problèmes à la station;
- lui donner des instructions; et
- le sensibiliser à l'importance d'un travail précis et minutieux.

7.0 ERREURS INFLUANT SUR LA PRÉCISION DU JAUGEAGE DU DÉBIT

La précision du jaugeage du débit est fonction de plusieurs facteurs :

1. La mesure de la largeur
2. La mesure de la profondeur
3. La mesure de la vitesse de passage
 - sens de l'écoulement
 - durée d'observation
 - nombre de points d'observation
 - étalonnage des moulinets
4. La variation du niveau pendant le jaugeage
5. La concordance entre l'enregistreur et le niveau d'eau du chenal.

7.1 MESURE DE LA LARGEUR

Dans la plupart des conditions de jaugeage, la largeur totale ainsi que les distances entre les verticales peuvent être mesurées avec précision. En temps normal, ces dernières ne constituent pas une source d'erreur lors du jaugeage du débit. Cependant, des erreurs humaines surviennent quand des intervalles inhabituels sont utilisés sur les câbles aériens, les ponts et les autres ouvrages utilisés pour le jaugeage. Une autre source d'erreur consiste en la présence d'anciennes marques partiellement effacées sur un ouvrage alors qu'on y en a fait de nouvelles. Les risques de confusion peuvent être éliminés en marquant clairement les intervalles sur l'ouvrage. Si vous avez un doute quelconque, utilisez un ruban à mesurer pour vérifier les nouvelles marques d'espacement.

7.2 MESURE DE LA PROFONDEUR

Des erreurs, tant systématiques qu'humaines, peuvent se produire pendant la mesure de la profondeur. On peut procéder à un relevé erroné de la tige ou du compteur. Quand on procède au jaugeage à gué, la base de la perche support peut s'enfoncer dans le lit mou du cours d'eau, surévaluant par le fait même le niveau d'eau. Il peut être particulièrement difficile de procéder au sondage sous un couvert de glace. Des erreurs relatives à divers types de jaugeage du débit seront étudiées en détail dans d'autres cours. En règle générale, l'incidence des erreurs de sondage sur le jaugeage du débit est plus importante dans le cas des cours d'eau peu profonds que dans le cas des cours d'eau profonds.

La figure 15 présente un type d'erreur systématique pouvant se produire lors du sondage de cours d'eau profonds et rapides à l'aide d'un dévidoir et d'un lest. Les tables de correction utilisées dans de telles situations sont étudiées au [cours n° 10.4](#).

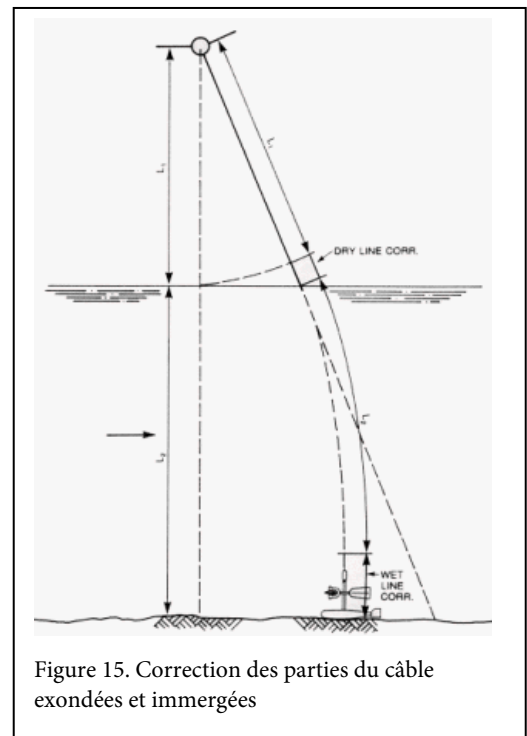


Figure 15. Correction des parties du câble exondées et immergées

7.3 MESURE DE LA VITESSE DE PASSAGE

Lorsqu'on procède au jaugeage de la vitesse d'écoulement, des erreurs peuvent se produire à cause de l'angle d'écoulement, comme le démontre la figure 16. Si on ne tient pas compte de cet angle, une vitesse erronée sera mesurée parce que le moulinet mesurera la vitesse propre à la verticale V et non celle correspondant à la verticale V_n .

Attendez que le mouvement de rotation du moulinet se soit stabilisé avant de commencer le jaugeage de la vitesse de passage. La durée des observations de la vitesse doit être d'au moins 40 secondes (et de préférence, de 50 à 60 secondes).

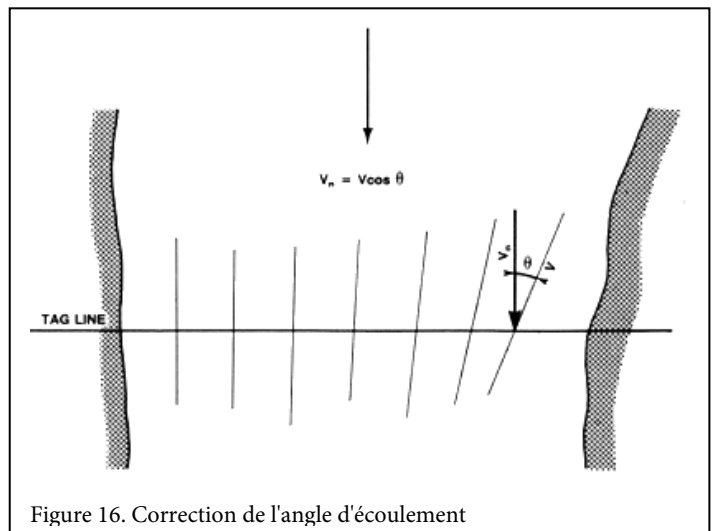
Les normes nationales exigent qu'on ait recours à au moins 20 verticales. Un nombre insuffisant de verticales ou une mauvaise répartition de celles-ci peut constituer une source d'erreurs. Des débits partiels de 10 % ou plus du débit total indiquent qu'on a eu recours à un nombre insuffisant de verticales, ou que celles-ci étaient mal réparties.

Nota – Il est possible qu'on ne puisse appliquer ces deux critères dans le cas des cours d'eau très étroits (verticales espacées de moins de 0,15 m). On utilisera alors un moulinet Pygmée (au lieu du moulinet Price n° 622 habituel) qui permettra d'obtenir un plus grand nombre de verticales. En outre, sa petite roue à godets s'adapte mieux aux vitesses de passage faibles.

Si le moulinet subit des dommages et qu'ils ne sont pas détectés, les grandeurs enregistrées seront inférieures aux vitesses réelles. En règle générale, plus faible est la vitesse, plus grande est l'erreur. Le cours n° 10.2 traite ce sujet plus en détail.

7.4 VARIATION DU NIVEAU PENDANT LE JAUGEAGE

Des variations importantes du niveau pendant le jaugeage du débit peuvent engendrer des incertitudes lors de la détermination d'un niveau moyen pondéré. En outre, les données de jaugeage peuvent se révéler inutilisables. Lorsque ces conditions se présentent, le technicien doit travailler avec célérité et efficacité afin de réduire au minimum l'incidence des variations du niveau.



7.5 CONCORDANCE ENTRE L'ENREGISTREUR ET LE NIVEAU D'EAU DU CHENAL

Les niveaux d'eau incertains contribuent à produire des jaugeages du débit de très mauvaise qualité. Par conséquent, le technicien doit déterminer le niveau d'eau exact avant de quitter la station.

8.0 SÉCURITÉ

Lorsqu'il travaille sur ou dans un cours d'eau, ou encore au-dessus de celui-ci, le technicien doit être attentif aux menaces que font peser sur lui :

- les courants forts,
- les débris,
- la glace et
- la circulation routière.

Une erreur de jugement ou de mauvaises méthodes de travail peuvent entraîner des blessures et même la mort. Afin de réduire au minimum les risques d'accidents ainsi que le bris ou la perte de matériel hydrométrique coûteux, le technicien doit avoir reçu une bonne formation, et il doit être au fait des mesures de sécurité qui s'imposent. Le matériel de sécurité approprié doit être disponible en tout temps. On entend par matériel de sécurité :

1. les dispositifs de flottaison,
2. les vêtements protecteurs,
3. les coupe-fils et
4. les dispositifs de signalisation hydrométrique.

Les cours nos 10.2 et 10.7 donnent une description des risques, des mesures de sécurité et du matériel de sécurité requis propres à chaque type de jaugeage du débit

9.0 RÉSUMÉ

Le présent cours constitue un survol des éléments théoriques du jaugeage du débit. Les diverses méthodes permettant d'obtenir ces mesures seront décrites plus en détail dans des cours ultérieurs.

Grâce aux connaissances acquises dans le cadre de ce cours, le technicien est maintenant en mesure de s'acquitter des tâches préalables au jaugeage, et de remplir la formule Notes d'inscription hydrométrique R21-A(M) portant sur le calcul du débit sur le terrain. Il possède aussi la compétence voulue pour rédiger des rapports d'inspection de base et pour décrire les facteurs ayant une incidence sur la précision et la fiabilité des jaugeages du débit. Les mises en situation prévues dans les cours ultérieurs fourniront aux techniciens l'occasion de mettre en pratique leurs connaissances théoriques du jaugeage du débit.

10.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

10.1 MANUELS PRATIQUES

Terzi, R.A. (1981). Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, 37 p.

10.2 RÉFÉRENCES

United States Geological Survey (1981). Measurement and Computation of Streamflow : Volume 1, Measurement of Stage and Discharge. Water-Supply Paper 2175, Washington, D.C., 284 p.



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 10.2 – Jaugeage du débit (matériel et méthodes) moulinets

Roy J. Lane
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
Bureau de poste
Waggoner's Lane
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Canada E3B 2L4

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET ET CONTEXTE	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	INTRODUCTION	3
4.0	MOULINETS À AXE VERTICAL.....	4
4.1	CONSTRUCTION ET CARACTÉRISTIQUES.....	4
4.1.1	<i>Moulinet Price n° 622 de type AA</i>	4
4.1.2	<i>Moulinet d'hiver D.R.H.C.</i>	5
4.1.3	<i>Moulinet Pygmée</i>	5
4.2	SOINS ET ENTRETIEN.....	5
4.2.1	<i>Importance du nettoyage</i>	5
4.2.2	<i>Démontage</i>	6
4.2.3	<i>Assemblage</i>	6
4.2.4	<i>Réglage du pivot</i>	6
4.2.5	<i>Vérification</i>	6
4.2.6	<i>Transport</i>	7
4.2.7	<i>Méthode d'entretien recommandée</i>	7
5.0	MOULINETS À AXE HORIZONTAL.....	8
5.1	CONSTRUCTION ET CARACTÉRISTIQUES DU MOULINET OTT	8
5.2	SOINS ET ENTRETIEN DU MOULINET OTT.....	8
5.2.1	<i>Démontage, nettoyage, graissage et assemblage</i>	8
5.2.2	<i>Installation du capteur</i>	9
6.0	ÉTALONNAGE DU MOULINET.....	10
7.0	MATÉRIEL CONNEXE	13
7.1	CHRONOMÈTRES	13
7.2	MATÉRIEL DE SUSPENSION	13
8.0	SOURCES D'ERREURS	15
8.1	EFFET DE L'ALIGNEMENT HORIZONTAL	15
8.2	EFFET DE L'ALIGNEMENT VERTICAL	15
8.3	EFFET DU FRASIL LOGÉ DANS LES GODETS	16
8.4	EFFET DES GRADIENTS DE VITESSE ATTRIBUABLES À UN COURANT TRANSVERSAL.....	16
8.5	INNOVATIONS	17
9.0	RÉSUMÉ.....	18
10.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	19
10.1	MANUELS PRATIQUES.....	19
10.2	RÉFÉRENCES.....	19

1.0 OBJET ET CONTEXTE

Le présent cours a pour objet de faire connaître aux participants les divers types de moulinets, et plus particulièrement de leur enseigner les soins et l'entretien que commandent les moulinets ainsi que les méthodes d'essai afférentes.

Pour déterminer le débit des cours d'eau, *Relevés hydrologiques du Canada* se sert surtout du moulinet Price n° 622 de type AA, qui est utilisé depuis 80 ans. Ce moulinet est à la fois fiable et durable. Cependant, il doit quand même être utilisé avec soin, comme tout instrument scientifique. Un mauvais usage du moulinet peut être à l'origine d'une défaillance de ses composantes, ce qui peut entraîner des mesures erronées qui, à leur tour, donneront lieu à l'enregistrement et à la publication de données imprécises.

2.0 OBJECTIFS

À la fin de ce cours, le technicien sera capable :

- D'entretenir et d'utiliser un moulinet :
 - à axe horizontal,
 - à axe vertical,
 - électronique,
 - Price n° 622 de type AA,
 - Pygmée,
 - d'hiver D.R.H.C.
- De décrire comment s'effectue l'étalonnage de chaque type de moulinet.
- De décrire les méthodes d'inscription des données relevées avec un moulinet endommagé dans le rapport d'inspection (étalonnage « standard »/« nouvel » étalonnage).
- De décrire les méthodes de réparation d'un moulinet.
- De décrire les méthodes d'application d'un nouvel étalonnage aux données relevées avec un moulinet endommagé.
- D'utiliser et d'entretenir le matériel connexe suivant :
 - chronomètre,
 - casque d'écoute,
 - circuit électrique,
 - câbles conducteurs,
 - adaptateurs et raccords,
 - tiges de moulinets et dévidoirs
- De décrire les erreurs pouvant survenir pendant le jaugeage et d'expliquer comment elles peuvent être réduites à un strict minimum.

3.0 INTRODUCTION

Relevés hydrologiques du Canada utilise deux types courants de moulinets : **e moulinet à axe vertical** et **e moulinet à axe horizontal**.

Dans les deux cas, la vitesse de rotation de la roue à godets ou de l'hélice détermine la vitesse de passage de l'eau à l'endroit où est placé le moulinet. Avant la mise en service du moulinet, le rapport entre sa vitesse de rotation et la vitesse d'écoulement est établi dans un bassin d'étalonnage. La méthode d'étalonnage est expliquée plus loin dans le présent cours.

Aux fins de son programme de jaugeage des cours d'eau, *Relevés hydrologiques du Canada* utilise presque exclusivement le moulinet Price. Cependant, dans certains cas, on utilise un moulinet à axe horizontal, par exemple quand on effectue le jaugeage depuis un bateau en mouvement.

4.0 MOULINETS À AXE VERTICAL

Relevés hydrologiques du Canada utilise trois types de moulinets à axe vertical — le moulinet Price n° 622 de type AA, le moulinet d'hiver D.R.H.C. et le moulinet Pygmée — dont vous trouverez les descriptions dans la présente section.

4.1 CONSTRUCTION ET CARACTÉRISTIQUES

4.1.1 Moulinet Price n° 622 de type AA

La principale caractéristique du moulinet Price (figure 1) réside dans le fait que ses paliers supérieur et inférieur sont situés dans de profondes cavités inversées qui emprisonnent l'air quand le moulinet est immergé. Cette caractéristique a pour effet d'éviter que les paliers n'entrent en contact avec l'eau et la vase, éliminant ainsi l'usure excessive de ces derniers et des variations de l'étalonnage du moulinet.

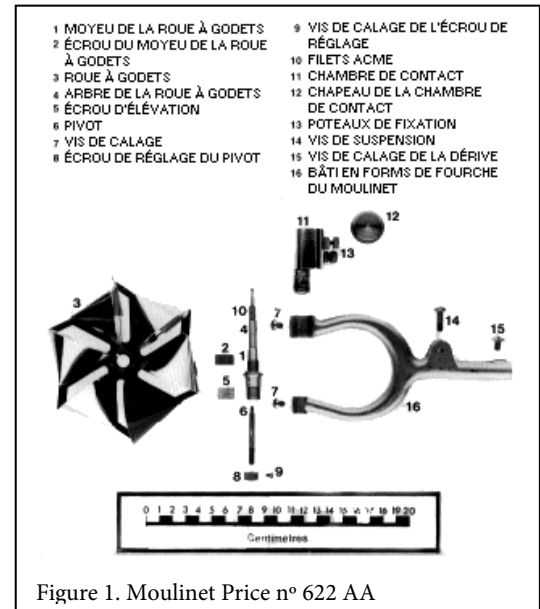
La recherche et des essais poussés ont démontré que ce moulinet est résistant, fiable et bien adapté à la grande variété de conditions existant sur le terrain. En outre, une seule roue à godets est requise pour mesurer toute la gamme de vitesses rencontrées au cours du jaugeage normal d'un cours d'eau. S'il est entretenu convenablement, le moulinet peut mesurer avec précision des vitesses allant de 2,0 à 300 cm par seconde.

Ce moulinet a pour principales composantes un pivot et une roue à godets, une chambre de contact ainsi qu'un bâti en forme de fourche qui est prolongé d'une dérive. La roue à godets est constituée de six godets de forme conique, et elle a un diamètre de 125 mm. La lettre « T » gravée sur la partie intérieure du châssis indique le dessus de la roue à godets. Lorsqu'elle est en marche, la roue tourne dans le sens anti-horaire.

La chambre de contact est dotée d'un palier, d'une roue dentée tournant cinq fois moins vite que la roue à godets ainsi que de deux poteaux de fixation isolés ayant chacun un fil de contact très fin. L'un des fils assure un contact permanent pendant que la roue tourne, tandis que l'autre fait contact avec la roue dentée à tous les cinq tours de la roue à godets.

L'extrémité supérieure de l'arbre de la roue à godets est arrondie afin que la surface soit lisse là où elle s'appuie au fond du chapeau de la chambre. Immédiatement sous cette extrémité arrondie, un excentrique, usiné sur l'arbre, permet le contact avec le fil de contact supérieur à toutes les révolutions de la roue. La partie suivante de l'arbre s'ajuste dans l'oreille du palier de la chambre de contact. Un filetage Acme est taillé sur une courte longueur dans l'arbre sous la section du palier. Ces filets s'engrènent sans à-coups dans la roue dentée située au fond de la chambre de contact. La roue dentée est dotée de deux languettes, et chacune d'elles touche au fil de contact inférieur à toutes les cinq révolutions de la roue à godets.

Le moulinet Price peut être équipé d'une chambre de contact à interrupteur magnétique. Ce dispositif produit un signal « précis » capté par un compteur d'impulsions électrique automatique. Un aimant permanent long de 13 mm est intégré à la partie supérieure de l'arbre de la roue. L'arbre s'ajuste au centre d'une chambre de contact spéciale. Un contact magnétique à lames souples, accessible par le haut du dispositif, est situé dans une chambre



adjacente à celle de l'arbre. Les poteaux de fixation et une bague isolante ferment la chambre hermétiquement. À chaque révolution de l'arbre, l'aimant passe vis-à-vis cette chambre et ferme le contact à lames souples pendant un instant.

4.1.2 Moulinet d'hiver D.R.H.C.

À l'exception de la conception du bâti, ce moulinet est en tout point identique au moulinet Price n° 622 de type AA. Grâce à son bâti compact, il peut passer facilement dans les trous forés dans la glace pour les jaugeages en hiver car sa longueur totale, de la roue à godets à l'arrière du bâti, n'est que de 151 mm. De fait, il faut percer un trou d'au moins 200 mm pour le descendre sous la glace. Ce trou peut être fait avec une tarière à glace munie de couteaux standard.

Ce moulinet est surtout utilisé avec le jeu de perches d'hiver. Le mamelon fileté situé sur la membrure supérieure du bâti permet de fixer le moulinet à la perche inférieure.

4.1.3 Moulinet Pygmée

La taille du moulinet Pygmée correspond environ aux deux cinquièmes de celle du moulinet Price n° 622 AA. Il est conçu pour le jaugeage des cours d'eau peu profonds où il est impossible d'observer avec précision la vitesse de passage avec un moulinet Price de dimensions supérieures.

Comme tout autre moulinet, chaque moulinet Pygmée doit être étalonné séparément. La caractéristique principale des moulinets Pygmée est qu'ils sont remorqués à des vitesses inférieures, soit de 2,5 à 140 cm/s.

Il existe en outre d'autres différences appréciables entre les deux moulinets. La chambre de contact et le bâti du moulinet Pygmée ne font qu'un. De plus, la chambre de contact n'a qu'un fil de contact qui indique chaque révolution de l'arbre de la roue à godets. Le moulinet est conçu pour être fixé à une perche support. Puisqu'il est utilisé en eaux très peu profondes, il n'a pas de dérive, et il ne peut être suspendu à un câble.

La roue à godets a un diamètre de 50,8 mm seulement. Elle tourne $2\frac{1}{4}$ fois plus vite que celle du moulinet Price. À moins d'être muni d'un compteur de pulsations automatique, ce moulinet ne peut mesurer des vitesses de passage supérieures à 1 m/s à cause du régime élevé de sa roue à godets. Quand on ne se sert pas du moulinet, on doit toujours le remiser avec le pivot en laiton prévu à cet effet car, si on laisse le pivot en acier sur le moulinet, le pivot et le palier pourraient être endommagés étant donné que la roue à godets n'est pas munie d'un écrou d'élévation.

4.2 SOINS ET ENTRETIEN

4.2.1 Importance du nettoyage

L'efficacité et la durée de vie d'un moulinet reposent en grande partie sur la minutie avec laquelle le technicien nettoie et lubrifie les diverses pièces de l'instrument.

Le fait de verser un peu d'huile dans la chambre de contact et d'en appliquer sur le pivot ne constitue pas une méthode efficace pour garder le moulinet Price en état de marche optimal. De fait, si de l'eau est emprisonnée dans le palier supérieur et dans le palier du pivot situé sous la roue à godets, l'huile projetée sur les pièces humides gardera l'eau en contact avec les surfaces usinées avec précision et entraînera des particules de sable et de vase jusqu'aux paliers, provoquant ainsi l'usure et la corrosion des pièces.

Le nettoyage et le graissage des composantes du moulinet Price constituent des opérations simples qui n'exigent que quelques minutes et qui ne doivent pas être reportées ou négligées.

Lorsque vous nettoyez et graissez un moulinet, examinez-en soigneusement toutes les pièces afin de vous assurer de leur bon fonctionnement. En général, il faut nettoyer et graisser les moulinets à la fin de chaque journée.

Cependant, si un moulinet est utilisé pour mesurer le débit d'un cours d'eau fortement chargé de sédiments en suspension, il faut le nettoyer dès que le jaugeage est terminé. On empêchera ainsi que des particules abrasives causent une usure prématurée des paliers. Comme pour tout bon instrument de précision, la fiabilité du moulinet Price repose sur les soins et l'entretien dont il est l'objet.

4.2.2 Démontage

Quand vous nettoyez un moulinet, vous devez en retirer la chambre de contact et le pivot du bâti. Vous pouvez alors incliner la roue à godets sous la membrure inférieure, ce qui facilite le nettoyage et l'examen du palier du pivot qui est fait de carbure de tungstène. Du même coup, vous pouvez aussi nettoyer et graisser le pivot.

Examinez attentivement la pointe du pivot pour en vérifier l'usure et la rugosité. Nettoyez soigneusement l'arbre de la roue à godets en vous assurant qu'il n'y a pas de fines particules de sable logées dans les filets Acme. De plus, nettoyez minutieusement la roue dentée et le palier de l'arbre situés dans la chambre de contact. Enfin, graissez toutes les pièces avec une huile pour instruments de bonne qualité.

4.2.3 Assemblage

En remontant le moulinet, il faut s'assurer que toutes les pièces sont correctement alignées. La chambre de contact doit être bien ajustée dans la membrure supérieure du bâti. Avant de serrer la vis de calage, alignez le palier de l'arbre dans la chambre dans l'axe du bâti. Serrez la vis de calage, puis remplacez le chapeau de la chambre de contact et serrez-le. Retournez ensuite le moulinet et introduisez le pivot dans le trou situé dans la membrure inférieure du bâti. Le plan conique du pivot doit être vis-à-vis la vis de calage dans le bâti. Serrez ensuite la vis de calage.

4.2.4 Réglage du pivot

Quand le moulinet est complètement assemblé et correctement réglé, il doit y avoir un jeu de 0,008 po (0,20 mm) entre le pivot et son palier. Pour régler correctement le pivot, on doit procéder de la façon suivante. Dans un premier temps, desserrez la vis de calage prévue dans l'écrou du pivot, puis desserrez celle située dans la membrure inférieure du bâti. Inversez alors le moulinet pour desserrer l'écrou de réglage du pivot et poussez le pivot afin d'éliminer tout jeu axial. Par la suite, serrez l'écrou du pivot jusqu'à ce qu'il s'appuie sur la membrure inférieure du bâti, puis tournez-le d'un quart de tour supplémentaire et serrez-le en place avec la petite vis de calage. Finalement, serrez la vis de calage située dans le bâti.

4.2.5 Vérification

Un mauvais usage du moulinet ou encore des débris qui le heurtent au cours du jaugeage constituent les causes de dommages les plus courantes. Lorsqu'on ne se sert pas du moulinet, sa roue à godets doit être relevée à l'aide de l'écrou d'élévation afin de prévenir l'endommagement accidentel de la pointe et du palier du pivot. Pour ce faire, immobilisez la roue à godets et tournez l'écrou d'élévation à fond en prenant garde de ne pas y appliquer une force excessive, ce qui pourrait fausser l'arbre ou même tordre le bâti. Ne retenez pas l'écrou d'élévation pendant que vous tournez la roue à godets. En outre, n'essayez pas d'enlever ou de retirer le chapeau de la chambre de contact quand le moyeu de la roue à godets est en position relevée car la partie supérieure de l'arbre pourrait être faussée.

Un choc accidentel au cours du jaugeage du débit peut aussi fausser l'arbre, la roue, ou les deux.

Pour vérifier si l'arbre est faussé, ou si le pivot ou encore la roue à godets sont endommagés, faites tourner lentement cette dernière. Assurez-vous que la roue n'est pas faussée. Vérifiez aussi l'alignement de l'arbre. La roue doit s'arrêter de tourner graduellement. Un arrêt brusque de celle-ci indique que les paliers ou que la pointe du pivot sont en mauvais état, ou encore que la roue dentée se coince.

4.2.6 Transport

Le moulinet doit être remisé correctement afin d'éviter qu'il ne se détériore. Quand vous le transportez d'une station à l'autre, ne le laissez jamais fixé à la perche support, à la perche d'hiver ou à tout autre outil de suspension. Éloignez la roue à godets du pivot à l'aide de l'écrou d'élévation, et placez le moulinet dans un coffre approprié.

4.2.7 Méthode d'entretien recommandée

Voici une méthode d'entretien et de nettoyage simple et efficace qui vous permettra de maintenir votre instrument en bon état.

1. Enlevez le chapeau en le dévissant. Nettoyez et asséchez-en la face intérieure.
2. Desserrez la vis de calage située sur la membrure inférieure du bâti et enlevez le pivot.
3. Dès que possible, nettoyez le moulinet avec de l'eau claire, enlevez l'eau retenue dans la chambre de contact et la chambre du palier en soufflant dedans et, dans la mesure du possible, laissez le moulinet sécher pendant toute la nuit. Ne mettez jamais un moulinet humide dans son coffre.
4. Graissez le moulinet au début de chaque journée. Graissez aussi le pivot, le palier du pivot et le palier supérieur situé dans la chambre de contact. N'utilisez pas trop d'huile car elle tend à s'épaissir dans l'eau froide. Utilisez une huile fluide et non corrosive, comme l'huile à moteur Rislone qui est facile à trouver. Cette huile est fortement recommandée, et elle donne de très bons résultats.
5. Le pivot et son palier doivent être protégés pour garantir un bon fonctionnement de l'instrument. Lorsque vous transportez l'instrument, servez-vous de l'écrou moleté situé sous la roue à godets pour élever cette dernière, ce qui assure alors un jeu entre le pivot et son palier. L'écrou moleté possède un filetage à gauche. Tournez l'écrou dans le même sens que tourne la roue lorsqu'elle est dans l'eau jusqu'à ce que vous sentiez une résistance. La roue à godets ne devrait pas tourner librement. L'extrémité supérieure de l'arbre sur lequel la roue est placée s'appuie à présent sur le côté intérieur du chapeau de la chambre de contact, et il y a un jeu entre le pivot et son palier.
Lorsque vous vous préparez à utiliser le moulinet, répétez la marche à suivre présentée ci-devant en sens inverse de façon à ramener le pivot et son palier à nouveau en contact.
6. Si un moulinet est endommagé en cours d'utilisation et que vous doutez des résultats obtenus, faites réétalonner l'appareil dans l'état « endommagé » de façon que vous puissiez corriger les résultats pris sur le terrain.

5.0 MOULINETS À AXE HORIZONTAL

La présente section porte sur le moulinet Ott qu'on utilise aux fins de jaugeage du débit d'un cours d'eau depuis un bateau en mouvement.

Voici les points qui y sont abordés :

- Construction et caractéristiques du moulinet Ott.
- Soins et entretien (moulinet Ott modifié pour être utilisé sur une embarcation en mouvement) :
 - Démontage, nettoyage, graissage et assemblage
 - Installation du capteur.

5.1 CONSTRUCTION ET CARACTÉRISTIQUES DU MOULINET OTT

Sauf pour des usages particuliers tel le jaugeage des cours d'eau depuis un bateau en mouvement, *Relevés hydrologiques du Canada* utilise rarement le moulinet à hélice.

Voici quelques-uns des inconvénients que présente ce type de moulinet.

- Le moindre dommage à l'hélice peut fausser radicalement l'étalonnage. En outre, la réparation ne peut être effectuée sur le terrain.
- Il est très difficile d'éviter l'infiltration de vase dans les paliers horizontaux, ce qui fait varier la friction et, par le fait même, l'étalonnage du moulinet.
- Il faut plus d'une hélice pour mesurer la gamme de vitesses d'écoulement rencontrées au cours d'un jaugeage. Il faut par exemple utiliser une petite hélice dont les pales présentent un grand angle pour mesurer les basses vitesses d'écoulement. Il faut cependant une hélice dont les pales présentent un angle moindre pour mesurer les forts courants, car l'hélice tournerait alors trop vite.

Les principaux avantages de ce moulinet sont :

- la possibilité de choisir une hélice insensible à la turbulence ou aux mouvements verticaux rencontrés en mesurant depuis un bateau ou un téléphérique;
- la disponibilité d'hélices qui permettent de mesurer directement les vitesses d'écoulement selon un angle oblique par rapport au moulinet.

5.2 SOINS ET ENTRETIEN DU MOULINET OTT

5.2.1 Démontage, nettoyage, graissage et assemblage

Voici comment démonter, graisser et assembler le moulinet Ott :

1. Dévissez l'hélice du bâti du moulinet. Lorsque l'hélice est complètement dégagée du filetage, faites-la glisser avec précaution hors du palier.
2. Inspectez le moyeu de l'hélice et enlevez toute trace de saleté ou d'eau pouvant se trouver dans le réservoir d'huile ou dans la douille.
3. Assurez-vous qu'il n'y a pas de saletés sur le palier et sur l'arbre. Nettoyez-les au besoin.
4. Remplissez le réservoir d'huile avec de l'huile à hélice Ott.

5. Maintenez le bâti du moulinet à la verticale, le palier vers le bas. Glissez soigneusement l'hélice sur le palier jusqu'à ce que le filetage soit engagé. Serrez à la main l'hélice sur le palier.
6. Faites tourner l'hélice. Soyez attentif afin de détecter toute anomalie pouvant ralentir le mouvement de l'hélice. Des particules de sable dans les paliers ou un arbre faussé peuvent entraîner des erreurs de jaugeage. Si vous doutez du bon fonctionnement du moulinet, démontez-le, remplacez les pièces endommagées et étalonnez-le de nouveau. (Nous vous conseillons de disposer de deux moulinets en cas de bris de l'un d'eux.) Si vous utilisez un moulinet endommagé parce que vous n'en avez pas d'autre pour le remplacer, étalonnez-le de nouveau dans « l'état où il se trouve » et corrigez vos mesures.
7. Quand vous avez terminé le dernier jaugeage de la journée, enlevez l'hélice, dévissez la sonde, enlevez l'huile, essuyez toutes les pièces et remisez le moulinet dans son coffre.

5.2.2 Installation du capteur

Régalez soigneusement le capteur magnétique afin d'éviter d'en endommager le bout. Voici comment faire.

1. Vissez le capteur dans l'ouverture fileté pratiquée dans le bâti du moulinet jusqu'à ce qu'il entre légèrement en contact avec l'extrémité de l'une des dents de la roue dentée.
2. Dévissez le capteur d'un demi tour afin d'assurer un dégagement minimum entre la roue dentée et le capteur. Serrez légèrement l'écrou de blocage et faites tourner l'hélice lentement. Faites très attention car si le dégagement entre les dents de la roue et le capteur n'est pas assez grand, celui-ci pourra être endommagé lorsque vous ferez tourner l'hélice.
3. Si le dégagement entre la roue dentée et le capteur est correct et que l'hélice tourne librement, raccordez le capteur au dispositif électronique de jaugeage. Vérifiez s'il y a un signal de sortie sur l'écran à cristaux liquides. S'il n'y a pas de signal ou si le signal est irrégulier lorsque le moulinet tourne à vitesse modérée, réglez de nouveau le capteur. En tournant l'hélice avec précaution, on peut détecter la présence de grains de sable dans le chemin de roulement.
4. Une fois que le capteur est réglé correctement, serrez l'écrou de blocage avec précaution. N'appliquez qu'une légère pression sur celui-ci car les filets du capteur sont fins et fragiles.

6.0 ÉTALONNAGE DU MOULINET

Voici une description des installations et des méthodes d'étalonnage tirées de la brochure intitulée « Current Meter Calibration ».

L'étalonnage d'un moulinet s'effectue en déplaçant celui-ci à une vitesse constante dans un bassin contenant un liquide calme à l'aide d'un chariot remorqueur dont on fait varier la vitesse afin d'obtenir un nombre suffisant de points de repère pour établir précisément l'étalonnage.

Fait de béton armé, le bassin d'étalonnage du Centre canadien des eaux intérieures, situé à Burlington, repose sur des pieux et mesure 122 m de long sur 5 m de large, avec une profondeur totale de 3 m.

L'une des extrémités du bassin comporte un déversoir. Celui-ci permet de réduire la réflexion des vagues produites par les moulinets remorqués et par les dispositifs de suspension en laissant passer la houle par-dessus sa crête.

Le chariot se déplace sur des rails en acier rectifié installés sur le dessus des parois du bassin au moyen de supports permettant un réglage horizontal.

Le chariot mesure 3 m de long sur 5 m de large. Il pèse 6 tonnes, et il est muni de 4 roues en acier usinées avec précision.

L'avance du chariot est fonction de plages de vitesses qui se chevauchent :

de 0,5 cm/s à 6,0 cm/s

de 5,0 cm/s à 60 cm/s

de 50 cm/s à 600 cm/s

Pour toutes les plages, la vitesse constante est bien en deçà d'une limite de tolérance correspondant à $\pm 1\%$ de la moyenne.

On sélectionne une vitesse à l'aide d'une commande électronique. Le chariot accélère jusqu'à ce qu'il atteigne cette vitesse, et il la maintient jusqu'à ce qu'il soit automatiquement mis à l'arrêt.

Une roue de mesurage est solidaire du châssis du chariot et tourne sur l'un des rails du bassin d'étalonnage.

La vitesse du chariot est mesurée à l'aide d'un compteur électronique qui détermine la période moyenne des pulsations émises par la roue de mesurage pendant une période de 0,2 seconde. Le temps est mesuré par une horloge à quartz.

Dans les cas des moulinets à fermeture de contact, les pulsations émises par le rotor du moulinet sont transmises à un module de saisie de données situé dans la salle de commande. Le module est doté de quatre canaux en vue de permettre l'étalonnage simultané de quatre moulinets.

S'il s'agit d'autres types de moulinets, les pulsations sont observées sur le chariot à l'aide de dispositifs à affichage visuel direct, d'oscilloscopes ou d'enregistreurs à bande de papier.

Dans la salle de commande, un enregistrement continu de la vitesse et de la distance est assuré par un relevé imprimé numérique, communément appelé table d'étalonnage.

La formule se présente comme suit :

vitesse en mètres/s = a x (tours/s) + b

où « a » et « b » sont des constantes déterminées au moment de l'étalonnage du moulinet.

Pour appliquer cette formule, on divise le nombre de révolutions observées pendant un laps de temps donné par le laps de temps, ce qui donne le nombre de tours/s. Ce chiffre est alors inséré dans la formule qui donne la vitesse en mètres/s. Vous pouvez maintenant effectuer plusieurs exercices pour expliquer cette opération.

La politique de *Relevés hydrologiques du Canada* prévoit l'étalonnage des moulinets au moins tous les trois ans. Cependant, si vous doutez de l'étalonnage du moulinet à cause de l'usure du pivot ou d'un dommage qu'a subi l'appareil, renvoyez le moulinet immédiatement afin qu'il soit réparé et étalonné de nouveau. Si vous avez utilisé un moulinet dont l'étalonnage vous semble incorrect, vous pouvez le retourner à Burlington pour qu'il soit étalonné dans son « état endommagé ». Un tel moulinet sera étalonné dès sa réception, avant même qu'on ne procède à sa réparation ou à son réglage, et les mesures prises avec un moulinet défectueux peuvent après coup être corrigées.

Les figures 2 à 7 montrent diverses opérations effectuées aux installations de Burlington.



Figure 2. Vue du Centre canadien des eaux intérieures depuis le Burlington Skyway Bridge

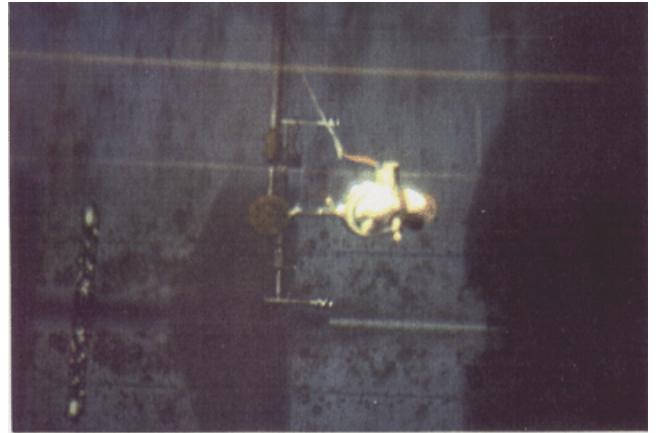


Figure 3. Moulinet Price n° 622 de type AA

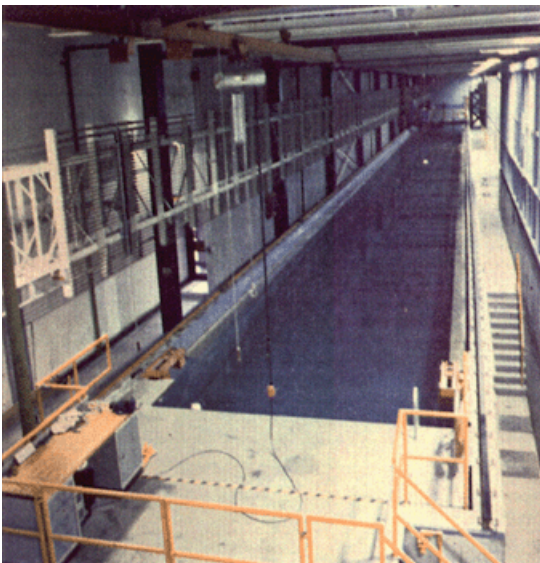


Figure 4. Bassin d'étalonnage avec chariot à l'arrière-plan



Figure 5. Chariot remorqueur prêt à se mettre en marche



Figure 6. Chariot remorqueur en mouvement

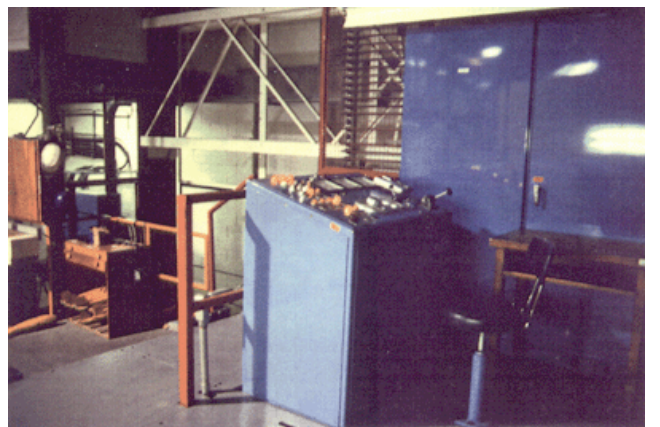


Figure 7. Chariot remorqueur à l'arrêt

7.0 MATÉRIEL CONNEXE

La présente section porte sur le dépannage ainsi que sur l'entretien du matériel suivant :

- Chronomètres de type classique et numérique.
- Matériel de suspension du moulinet, y compris :
 - les dévidoirs, les perches supports, les câbles conducteurs, les raccords et les casques d'écoute.

7.1 CHRONOMÈTRES

- Pour déterminer les vitesses de passage, *Relevés hydrologiques du Canada* a recours tant aux chronomètres classiques qu'aux chronomètres numériques.
- Au cours du jaugeage d'un cours d'eau, des erreurs importantes peuvent résulter de l'utilisation d'un chronomètre classique défectueux.
- Vérifiez périodiquement les chronomètres classiques pour vous assurer de leur précision et de leur bon fonctionnement. Nettoyez-les une fois l'an.

Les chronomètres numériques sont en général plus précis que ceux de type classique. Cependant, quand le mercure descend sous zéro, ils sont sujets à des problèmes de fonctionnement, telle la disparition de l'affichage.

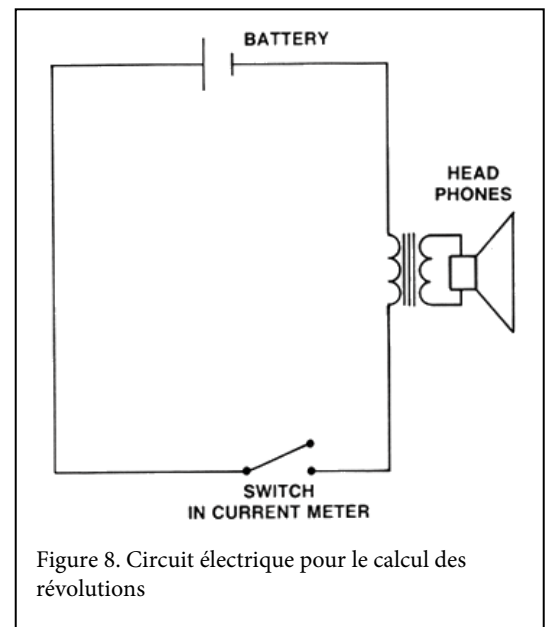
Afin de vous prémunir contre les défaillances de ces appareils, apportez deux chronomètres. En cas de nécessité, vous pouvez aussi utiliser une montre-bracelet munie d'une trotteuse ou d'un affichage numérique indiquant les secondes.

7.2 MATÉRIEL DE SUSPENSION

Quel que soit le type de matériel de suspension utilisé, le circuit électrique mis en oeuvre dans un moulinet se résume à un montage série composé d'une source d'alimentation, d'un interrupteur (situé dans le moulinet) et d'une résistance (casque d'écoute ou générateur d'impulsions) (figure 8).

Les situations décrites ci-après peuvent provoquer une panne dans le circuit.

- a. *Une source d'alimentation faible ou à plat*
Si la tension est trop basse pour faire fonctionner le casque d'écoute, le signal émis sera faible ou inaudible. Remplacez la source d'alimentation.
- b. *Défectuosité de l'interrupteur du moulinet*
Le petit fil de contact situé dans la chambre de contact du moulinet doit être soigneusement réglé. S'il n'entre pas en contact avec l'arbre ou avec les languettes de la roue dentée, le circuit restera ouvert et aucune impulsion ne sera émise. Par ailleurs, des fils trop près du dispositif de contact provoquent un contact continu qui engendre un bruit ininterrompu dans le casque d'écoute, rendant la perception des impulsions impossible. Un réglage minutieux des fils de contact dans la chambre de contact réglera ces deux problèmes.
- c. *Une rupture dans le circuit (circuit ouvert)*
Une perte de signal totale ou sporadique peut être causée par un bris du fil central du câble de suspension à la hauteur du raccord ou près de celui-ci, par un



mauvais contact balai-induit quand on utilise des dévidoirs, par la rupture d'un fil dans le casque d'écoute ou encore par de mauvais raccordements à la source d'alimentation.

d. *Un court-circuit*

Cette situation se produit souvent quand le câble de suspension est écrasé ou entortillé et que le fil central isolé touche au blindage extérieur. Il s'ensuit alors soit un bruit continu dans le casque d'écoute, soit un silence total s'il s'agit d'un court-circuit important. Lorsqu'il y a court-circuit, la source d'alimentation s'épuise très rapidement.

Bien que la plupart des problèmes ci-devant puissent être évités par l'entretien, la manipulation et le remisage adéquats du matériel de jaugeage, un simple multimètre peut se révéler très utile pour localiser des courts-circuits et des ruptures du circuit.

Après chaque jaugeage, démontez le matériel et remisez-le dans des coffres appropriés.

Avant d'aller visiter les stations de jaugeage, vérifiez tout le matériel pour éviter les retards et les pertes de données importantes. Vérifiez si les câbles de suspension sont effilochés ou entortillés et remplacez-les au besoin. Vérifiez les sources d'alimentation et ayez-en toujours de rechange. Cette mesure est particulièrement importante dans le cas de voyages dans les régions éloignées. Une bonne pratique consiste également à emporter :

- deux casques d'écoute,
- deux dévidoirs pour sondage et
- deux moulinets.

8.0 SOURCES D'ERREURS

Les situations énumérées ci-après peuvent avoir une incidence sur la précision du moulinet Price n° 622 de type AA.

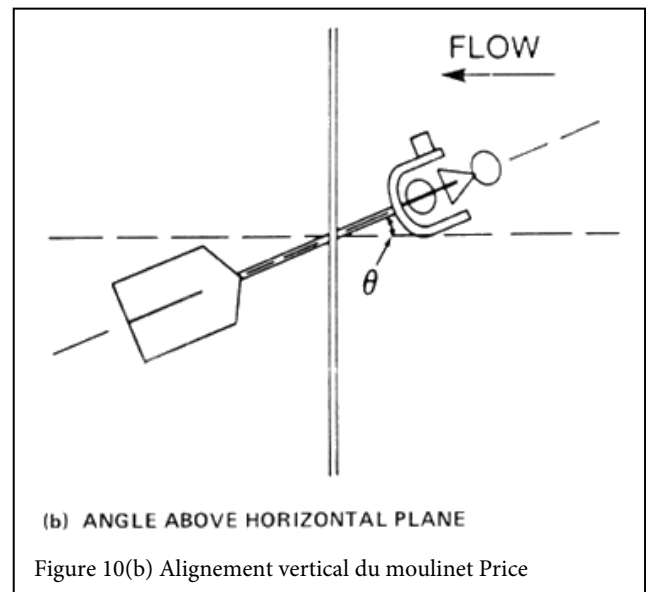
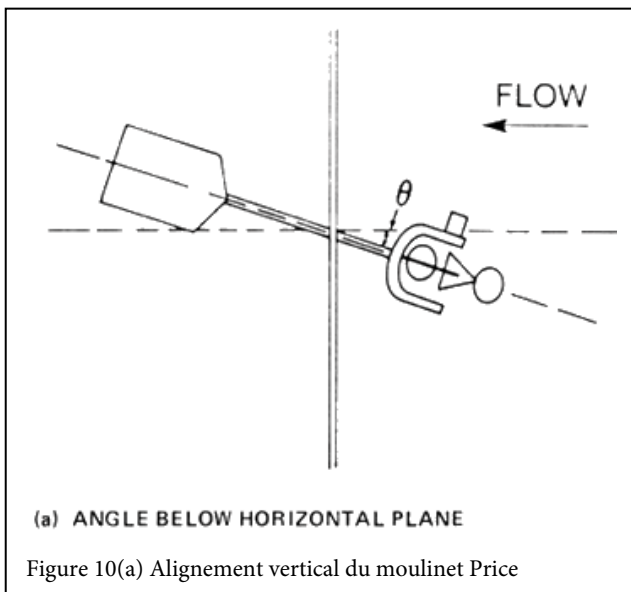
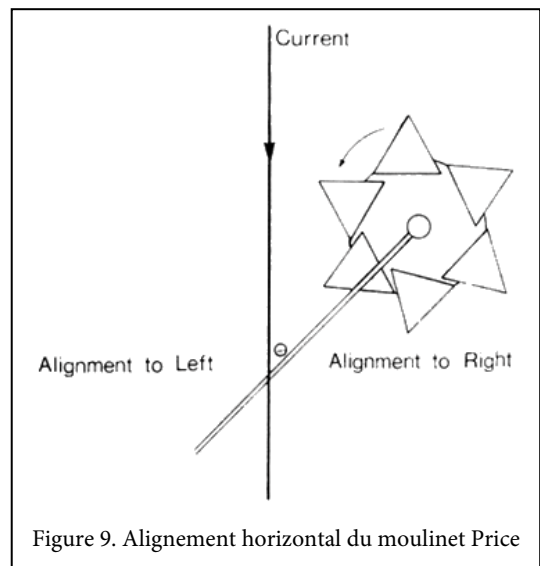
1. Le moulinet n'est pas aligné horizontalement.
2. Le moulinet n'est pas aligné verticalement.
3. Du fraïl entrave le mouvement de la roue à godets.
4. Des gradients de vitesse sont attribuables à un courant transversal.

8.1 EFFET DE L'ALIGNEMENT HORIZONTAL

La figure 9 montre un moulinet Price placé à l'horizontale par rapport au sens de l'écoulement. L'angle du moulinet ne doit pas dévier de plus de 10 degrés vers la gauche et de 15 degrés vers la droite de l'angle réel de l'écoulement. Cette mesure permet de maintenir une marge d'erreurs inférieure ou égale à un pour cent.

8.2 EFFET DE L'ALIGNEMENT VERTICAL

La figure 10 montre un moulinet Price qui n'est pas placé à la verticale par rapport au sens de l'écoulement. Afin de maintenir une marge d'erreur inférieure à un pour cent, le moulinet Price ne doit pas dévier de plus de 2,5 degrés de l'angle réel de l'écoulement, tant au-dessus qu'au-dessous du plan horizontal. S'il n'est pas correctement aligné, le moulinet enregistrera toujours des grandeurs inférieures aux vitesses réelles.



8.3 EFFET DU FRASIL LOGÉ DANS LES GODETS

Des essais ont révélé que le frasil peut altérer la sensibilité d'un moulinet. Des godets complètement ouverts et remplis de frasil entraînent une diminution du régime de la roue à godets, comme on peut le constater à la figure 11.

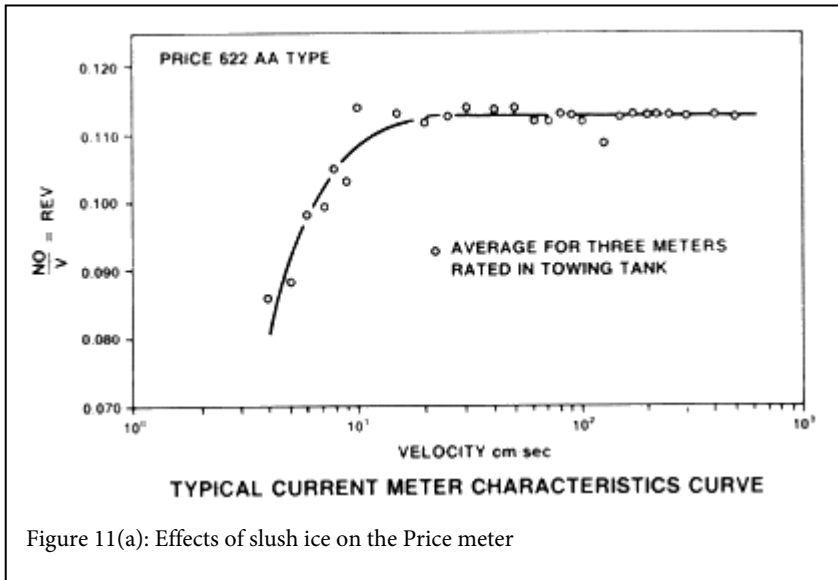


Figure 11(a): Effects of slush ice on the Price meter

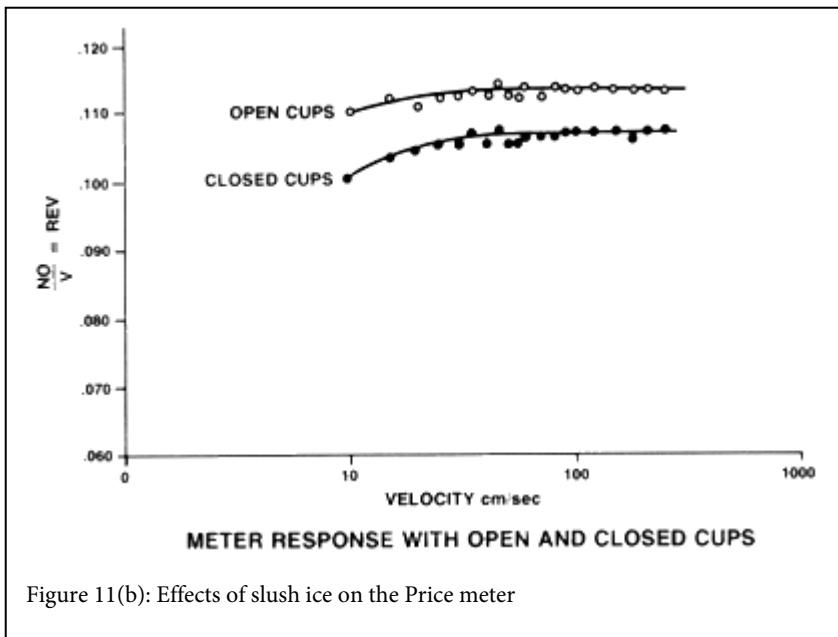


Figure 11(b): Effects of slush ice on the Price meter

8.4 EFFET DES GRADIENTS DE VITESSE ATTRIBUABLES À UN COURANT TRANSVERSAL

La figure 12 illustre ce qu'on entend par un gradient de vitesse attribuable à un courant transversal agissant sur le rotor d'un moulinet. Cette situation peut survenir lorsque le moulinet est placé près d'une pile ou d'une roche. Quand le gradient est positif, le moulinet Price enregistre des grandeurs supérieures aux vitesses réelles. Si le gradient est négatif, le moulinet enregistre des grandeurs inférieures aux vitesses réelles. En général, l'effet des

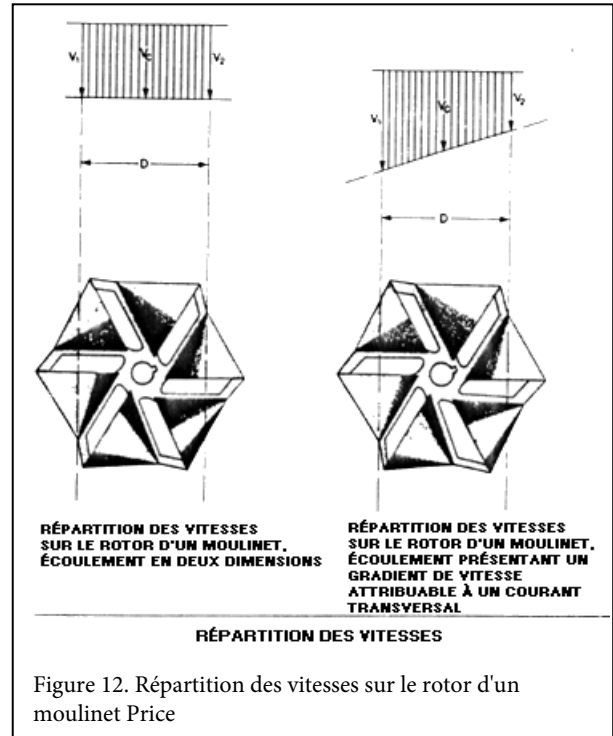
gradients de vitesse attribuables à un courant transversal est à son maximum lorsque la vitesse de passage est basse. Par contre, plus la vitesse augmente, plus l'effet des gradients diminue.

8.5 INNOVATIONS

On procède actuellement à la mise au point de godets pleins qui rendront le moulinet Price plus sensible aux basses vitesses de passage, tout en atténuant les problèmes relatifs au frasil ou au gel des rotors.

Dans un avenir rapproché, des tables d'étalonnage normalisées seront disponibles. Il ne sera alors plus nécessaire d'étalonner les moulinets un par un.

Un « carnet électronique de données relevées » est au stade de la mise au point. À l'aide d'un petit ordinateur, le technicien pourra, au cours du jaugeage, enregistrer les données relatives au chaînage, à la profondeur et à la vitesse de passage.



9.0 RÉSUMÉ

Le présent cours a porté sur les composantes et les domaines d'utilisation de chaque type de moulinet qu'emploie *Relevés hydrologiques du Canada*. Les méthodes d'étalonnage du moulinet ont été expliquées, que celui-ci soit soumis à un étalonnage standard ou à un étalonnage particulier pour moulinets endommagés. Les soins et l'entretien que commandent les moulinets et le matériel connexe ont été mis en évidence durant ce cours. Les facteurs ayant une incidence sur la fiabilité des jaugeages y ont aussi été décrits, et l'accent a en outre été mis sur les méthodes permettant de réduire au minimum les sources d'erreurs.

Pour terminer, prenez note des points suivants :

1. avant de jauger un cours d'eau, faites l'essai du moulinet Price pour vous assurer qu'il fonctionne bien;
2. après le jaugeage, remisez correctement le moulinet et le matériel connexe;
3. maintenez le moulinet et le matériel connexe en bon état de marche;
4. prenez note des limites d'utilisation du moulinet Price et des circonstances où il vous faut utiliser le moulinet Pygmée.

10.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

10.1 MANUELS PRATIQUES

Terzi, R.A. (1982). Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, 38 p.

Fast, E.J. (1985). Manuel de levés hydrométriques : méthode des mesures de débit – Système de mesure automatisé au moyen du bateau mobile. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, 35 p.

10.2 RÉFÉRENCES

Engel, P. et C. DeZeeuw (1978). The Effect of Transverse Velocity Gradients on the Performance of the Price Current Meter. Division de l'hydraulique, Institut national de recherches sur les eaux, Centre canadien des eaux intérieures, Burlington. (Recherche effectuée sous la direction du personnel de Relevés hydrologiques du Canada.)

Engel, P. et C. DeZeeuw (1979). The Effect of Vertical Alignment on the Performance of the Price 622 AA Current Meter. Division de l'hydraulique, Institut national de recherches sur les eaux, Centre canadien des eaux intérieures, Burlington. (Recherche effectuée sous la direction du personnel de Relevés hydrologiques du Canada.)

United States Geological Survey (1981). Water-Supply Paper 2175, "Measurement and Computation of Streamflow : Volume 1, Measurement of Stage and Discharge". Washington, D.C., 284 p.



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 10.3 – Mesure du débit (matériel et méthodes) jaugeage à gué

Roy J. Lane
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
Bureau de poste
Waggoner's Lane
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Canada E3B 2L4

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	BUT ET REMARQUES GÉNÉRALES	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	MÉTHODE DE LA DEMI-SECTION	3
4.0	PRÉPARATION	4
4.1	VÉRIFICATION DE L'ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE	4
4.2	ÉVALUATION DE L'ÉTAT DU COURS D'EAU	5
5.0	JAUGEAGE À GUÉ.....	6
5.1	CHOIX DU MOULINET	6
5.2	ASSEMBLAGE ET ESSAI DU MATÉRIEL	6
5.3	MESURES DE SÉCURITÉ.....	6
5.4	CHOIX DE LA SECTION ET POSE DU CÂBLE DE MESURAGE	7
5.5	POINTS D'OBSERVATION	7
5.6	UTILISATION DE LA PERCHE.....	9
5.7	POSITION DU CORPS.....	9
5.8	MÉTHODES DE SONDAGE.....	9
5.9	MESURE DE LA VITESSE	9
5.10	MESURE DE L'ANGLE D'ÉCOULEMENT DANS LE PLAN HORIZONTAL.....	10
5.11	CONSIGNATION DES DONNÉES	11
6.0	TÂCHES À EFFECTUER APRÈS LE JAUGEAGE	13
6.1	VÉRIFICATION DE L'ÉCHELLE ET DÉTERMINATION DE LA HAUTEUR À L'ÉCHELLE MOYENNE	13
6.2	CALCULS.....	13
6.3	GRAPHIQUES	14
6.4	ENTRETIEN ET RANGEMENT DU MATÉRIEL	15
7.0	FORMATION PRATIQUE SUR LE TERRAIN	16
8.0	RÉSUMÉ.....	17
9.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	18
9.1	MANUELS PRATIQUES.....	18
9.2	RÉFÉRENCES.....	18

1.0 BUT ET REMARQUES GÉNÉRALES

Les cours nos 10.1 et 10.2 étaient consacrés à la théorie du jaugeage et à l'entretien et au fonctionnement des appareils de mesure. Le présent cours porte plus particulièrement sur les applications de ces notions et sur les méthodes de jaugeage.

Contrairement au jaugeage à partir d'un téléphérique ou d'un pont, le jaugeage à gué permet un meilleur contrôle de la mesure du débit. Ceci est dû au fait que le technicien peut choisir l'emplacement de la section. La qualité d'une section donnée peut varier avec la hauteur à l'échelle et, pour obtenir des résultats optimaux, il est important que le technicien choisisse le meilleur site possible.

Lorsque le débit diminue, le choix du site devient de plus en plus critique. Les erreurs dues à des pivots usés ou endommagés augmentent aussi lorsque la vitesse diminue. Comme toujours, le matériel doit être bien entretenu.

La sécurité est très importante. Le technicien doit porter un système de flottaison individuel approuvé et il doit faire très attention aux roches glissantes ou aux débris flottants.

En général, les techniciens effectueront plus de jaugeages à gué que tout autre type de jaugeage. Il est donc essentiel qu'ils sachent employer les méthodes et techniques.

2.0 OBJECTIFS

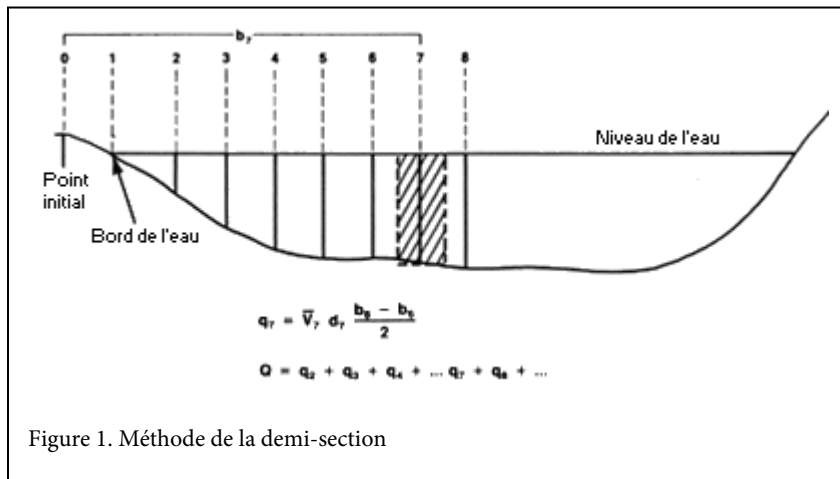
Après ce cours, le technicien sera capable de décrire le matériel requis pour mesurer le débit d'une rivière par jaugeage à gué ou à partir d'une passerelle : moulinets, perche, cuissardes, câble de mesurage, etc. Il sera aussi capable de décrire les méthodes utilisées pour assembler le matériel et de préparer une liste de contrôle.

Le technicien saura assembler et entretenir le matériel. Il saura également décrire les méthodes employées pour obtenir des mesures précises sans courir de risques. Cela comprend le choix de la section de mesure, l'installation du câble de mesurage, la répartition des intervalles, les techniques de sondage, la position du corps et le contrôle de l'angle d'écoulement.

Enfin, le technicien sera capable de remplir les formulaires de notes de jaugeage, de calculer manuellement les débits, de déterminer la hauteur à l'échelle moyenne et de remplir le formulaire d'enregistrement des observations hydrométriques (page couverture).

3.0 MÉTHODE DE LA DEMI-SECTION

La méthode de la demi-section utilisée pour calculer le débit d'un cours d'eau est illustrée sur la figure 1. Divisez la section droite du cours d'eau en au moins 20 panneaux (lorsque la largeur le permet). Mesurez la profondeur, la vitesse et la largeur dans chaque panneau. Pour obtenir la largeur de chaque panneau, additionnez la moitié de la distance à la verticale précédente et la moitié de la distance à la verticale suivante. Calculez le débit dans chaque panneau, puis additionnez tous les débits pour obtenir le débit total du cours d'eau.



Cette méthode est expliquée en détail dans le [cours n° 10.1](#).

4.0 PRÉPARATION

4.1 VÉRIFICATION DE L'ÉCHELLE LIMNIMÉTRIQUE

Avant de commencer à mesurer le débit, noter la hauteur d'eau indiquée sur l'échelle et l'heure. Cette mesure est particulièrement importante lorsque la station comporte seulement une échelle limnimétrique. Il est essentiel de déterminer avec précision la hauteur à l'échelle moyenne pour pouvoir représenter graphiquement les résultats des mesures de débit. S'il semble que le niveau varie pendant les mesures, il sera nécessaire d'effectuer des lectures additionnelles pendant le jaugeage.

Lorsque la station est équipée d'un limnigraphe, les niveaux d'eau ont été enregistrés depuis la dernière visite. Avant de commencer la mesure, enlever la feuille d'enregistrement du limnigraphe. Si la station comporte un puits de limnigraphe, purger les prises d'eau; si la station est équipée d'un servomanomètre, il peut être nécessaire d'effectuer quelques réglages. Avant de commencer les mesures de débit, remonter l'horloge de l'enregistreur et régler le style de façon qu'il indique l'heure et la hauteur à l'échelle correctes. Une fois les mesures terminées, lire de nouveau la hauteur à l'échelle. Vérifier ensuite que l'enregistreur a fonctionné correctement et que le style trace une ligne continue et propre. À ce moment là, l'enregistreur aura fonctionné pendant environ une heure, et toute erreur de réglage du style devrait être évidente. C'est aussi le moment de vérifier le système d'entraînement de l'enregistreur. Vérifier que le ressort de suspension ne s'est pas accroché à l'étagère ou, s'il s'agit d'un limnigraphe à ressort, vérifier que le cliquet est dégagé de la roue dentée.

Lorsque le limnigraphe automatique est équipé d'un manomètre, le technicien doit effectuer les vérifications additionnelles suivantes avant de quitter la station :

1. Noter la pression dans le réservoir et la pression réduite envoyée au manomètre. Consigner les mesures sur le formulaire de données approprié.
2. Vérifier que les soupapes du manomètre sont, soit complètement ouvertes, soit complètement fermées.
3. Vérifier la tension des batteries en conditions de charge.
4. Vérifier que l'interrupteur à retard de la servocommande est dans la bonne position. (Normalement, au maximum).
5. Replacer le couvercle du limnigraphe en faisant bien attention de ne pas coincer un tuyau.

Il est extrêmement important d'entretenir le limnigraphe et le manomètre dans l'ordre indiqué. Le temps consacré à vérifier le fonctionnement du limnigraphe et des autres instruments avant de quitter la station n'est pas du temps perdu car cela permet de réduire considérablement les pertes d'enregistrements.

En résumé :

1. Lire toutes les échelles ou noter le niveau de l'eau indiqué par un instrument. Consigner toute différence (réglage du style, hauteur à l'échelle ou niveau d'eau).
2. Purger les prises d'eau du puits du limnigraphe et vérifier qu'elles ne sont pas obstruées. Consigner toute différence qui peut apparaître après la purge.
3. Entretenir le limnigraphe.

4. Faire les réglages nécessaires sur le servomanomètre : régler l'interrupteur à flotteur, vérifier s'il y a des fuites de gaz, vérifier les positions des soupapes.
5. Vérifier le niveau de l'échelle ou des échelles, le cas échéant. Dans quelques régions, une vérification de niveau d'eau à l'extérieur est obligatoire.
6. Consigner toutes les observations faites jusqu'à maintenant.

REMARQUE : VÉRIFIER L'INDICATION DE L'ÉCHELLE, SOIT EN PURGEANT LES PRISES D'EAU, SOIT EN MESURANT LE NIVEAU D'EAU À L'EXTÉRIEUR.

4.2 ÉVALUATION DE L'ÉTAT DU COURS D'EAU

Il est nécessaire d'observer avec soin et de décrire les conditions qui modifient ou qui peuvent avoir modifié la relation hauteur-débit depuis la dernière visite à la station. Points à vérifier :

- présence de végétation aquatique dans la section de jaugeage ou sur le contrôle,
- présence de débris flottants ou accumulés près de l'échelle,
- signes d'activité d'un castor,
- dépôt de gravier ou banc de sable en formation à proximité de l'échelle,
- vents forts,
- affouillement.

Si possible, prendre des photographies en cas de conditions inhabituelles; les photographies peuvent souvent servir de références plus tard. Noter aussi toute construction au voisinage de l'échelle. Les détails facilitent l'interprétation des relevés et sont très utiles pour des études détaillées subséquentes. Consigner tous les renseignements préalables sur la page de couverture (voir la figure 2).

Dans certains cas, il convient, et il est conseillé, de renoncer à mesurer le débit à une station de jaugeage particulière. Par exemple, il est déconseillé d'essayer de faire une mesure complète lorsqu'il y a de la glace ou lorsque la rivière est encombrée de débris. Un agent de terrain (technicien) peut aussi sauter une station dans le but d'effectuer un jaugeage ou d'observer des conditions inhabituelles ou extrêmes à une autre station plus importante. Le technicien doit peser tous les facteurs susmentionnés et décider de l'opportunité d'effectuer un jaugeage.

NOTES D'INSPECTION HYDROMÉTRIQUE

Station: TURTLE C.K. @ MONCTON, Station ID: 0180003
 Date: 17 JUL 87, Opérateur: J. DOE
 Temp. Air: ... °C Eau: ... °C Largeur: ... m
 Niveau moyen: ... m Débit: ... m³/s
 Jaugeage commencé à: ... terminé à: ...
 Nivellement: N.E.O.S.

Lecture de l'échelle				Moulinet n° <u>1-156</u>
Heure	Partielle	Stylo	Extérieur	
<u>13:55</u>		<u>1400</u>	<u>1400</u>	Étalonné le <u>JUN 85</u>
				Moulinet fixé à: ... m
				Moulinet à: ... m
				Métrage: ... m
				Coef.:
				Nombre de lect. sur 1
				Angle de lecture:
				Observateur:
				Registre vérifié par:

ENREGISTREUR: Papier enroul. OUI NON (Rouveau suff. pour: 80 jours)
 Conditions atmosphériques: ENSOLEILLÉ Vent: NUL

JAUGEAGE: cadre aérien, embarcation, sous couvert de glace, côté amont, côté aval
 sur pont J.D. sur pont, en arrière sur le jauge

REMARQUES: notes l'état de l'équipement de la station

Complété par: ... Vérifié par: ...

067-8076A(F) (12/74)

Figure 2. Page de couverture partiellement remplie

5.0 JAUGEAGE À GUÉ

5.1 CHOIX DU MOULINET

Avant d'entreprendre un jaugeage à gué, il faut choisir le type de moulinet approprié. En général, on utilise le *moulinet Price 622*. Toutefois, ce moulinet ne convient que pour les profondeurs supérieures à 0.15 m car il surestime le débit si les godets sont partiellement immergés.

On utilise le *moulinet Pygmy* lorsque la section de mesure choisie est très étroite et peu profonde ou lorsque la profondeur est en général inférieure ou égale à 0.15 m.

5.2 ASSEMBLAGE ET ESSAI DU MATÉRIEL

Commencer par fixer le moulinet à la perche et par connecter le fil électrique de la perche à l'une des bornes de la boîte de contact du moulinet. Vérifier ensuite le circuit électrique en branchant les écouteurs, le téléavertisseur ou le compteur sur le réceptacle situé sur la poignée de la perche et faire tourner la roue à godets. Si vous utilisez un casque ou un téléavertisseur, vous devriez entendre une série de clics bien nets ou de bip-bip. Si vous utilisez un compteur, vous devriez voir les chiffres tourner dans la fenêtre.

Il peut y avoir perte de signal si la batterie est morte ou en mauvais état, s'il y a un mauvais contact électrique dans le moulinet, s'il y a un court-circuit ou si le circuit est ouvert. Ces problèmes et leurs remèdes ont été étudiés dans le cours n° 2. Revoir au besoin le manuel du cours n° 2. En cas d'urgence, le technicien peut compter le nombre de tours à l'oeil, si les conditions le permettent. Pour faciliter ce comptage, un des godets est peint en **rouge**.

Vous pouvez vérifier l'état du moulinet (arbre gauchi, pivot endommagé ou roue faussée) en faisant tourner lentement la roue. Vérifier l'équerrage du cadre de la roue et, en même temps, vérifier l'alignement de l'arbre. La roue devrait s'arrêter très progressivement. Un arrêt brusque signifie que les paliers ou le pivot sont en mauvais état ou que l'engrenage penta est tordu. Si le moulinet est endommagé, en utiliser un autre pour les mesures et l'envoyer réparer et réétalonner.

5.3 MESURES DE SÉCURITÉ

Le technicien doit décider si les conditions permettent le jaugeage à gué. La section de jaugeage et la hauteur d'eau maximale approximative permise pour le jaugeage à gué doivent être indiquées dans le carnet de terrain. Si le lit de la rivière est suffisamment ferme pour qu'il soit possible de marcher sans problème, le produit de la profondeur et de la vitesse doit être inférieur au produit correspondant aux conditions de sécurité. En d'autres termes, la profondeur de la rivière peut être correcte, mais la vitesse trop élevée. Si la rivière charrie des débris ou de la glace, il peut être impossible d'effectuer un jaugeage.

Porter les chaussures appropriées. Si la température de l'eau est près du point de congélation, porter des bottes fourrées étanches, des chaussettes ou des pantalons. Si le fond de la rivière est jonché de morceaux de verre ou d'autres matériaux dangereux, porter des bottes à semelles renforcées. Porter également un système de flottaison individuel.

Ne jamais essayer d'effectuer un jaugeage pendant un orage.

5.4 CHOIX DE LA SECTION ET POSE DU CÂBLE DE MESURAGE

Si la station fonctionne depuis un certain temps, le jaugeage à gué se fait habituellement dans un endroit déterminé. Cependant, il est conseillé d'inspecter le chenal immédiatement en amont et en aval de ce point pour vérifier qu'il s'agit bien du meilleur endroit. Voici certains des critères à considérer pour le choix d'une bonne section de jaugeage :

1. La section doit se trouver dans un bief où le lit et les rives sont droits et uniformes, sur une distance d'environ cinq fois la largeur de la section en amont et d'environ deux fois la largeur en aval.
2. La section transversale du lit doit être aussi uniforme que possible et exempte de végétation. Dans la mesure du possible, éviter les grosses roches et les obstacles en saillie tels que les piles de pont.
3. Les distances doivent être mesurées par rapport à un point initial bien défini sur la rive.
4. La section de jaugeage doit être perpendiculaire à la direction générale de l'écoulement.

Si possible, utiliser la même section de jaugeage pour toutes les mesures.

Pour commencer, tendre le câble de mesure en travers de la rivière. Normalement, la section devrait être décrite dans le carnet de terrain. Si le technicien ne connaît pas la section, il doit effectuer une traversée préliminaire avant de poser le câble. Fixer une extrémité du câble au point de départ, puis tendre le câble à travers la rivière, perpendiculairement à la direction du courant. S'aider de la perche pour traverser la rivière. Avant de commencer la traversée, remonter le moulinet et vérifier que la roue soit soulevée du pivot. Si la section est totalement inconnue, utiliser la perche sans le moulinet pour la première traversée. Il y a deux raisons à cela :

- premièrement, s'il est nécessaire de déplacer brusquement la perche à cause de l'irrégularité du lit, il y a des risques d'endommager le moulinet;
- deuxièmement, si le moulinet n'est pas sur la perche, la résistance est bien moins grande.

En traversant la rivière pour installer le câble de mesure, le technicien peut se faire une idée globale des profondeurs et des vitesses. C'est aussi une occasion de vérifier s'il y a des roches ou des débris qui pourraient être enlevés pour améliorer la section de jaugeage. Prendre bien garde, surtout dans les très petites rivières, que les roches enlevées ne soient pas des contrôles.

Après avoir tendu le câble, améliorer la section en enlevant les roches et les débris. Arracher les herbes sur une distance égale à trois fois la profondeur, en amont et en aval. Pour cela, on peut se servir d'un râteau de jardinage. Après avoir apporté ces modifications, attendre que les conditions se stabilisent avant de commencer le jaugeage. Vérifier également si ces modifications ont eu un effet sur l'indication de l'échelle.

Si le câble de mesure constitue un danger pour les personnes circulant en bateau ou en canoé, attacher un ruban fluorescent pour le rendre plus visible.

5.5 POINTS D'OBSERVATION

En général, la section devrait comporter au moins 20 à 25 verticales d'observation, en plus des 2 points qui définissent le chenal. La distance entre les verticales doit être supérieure au diamètre de la roue à godets du moulinet. Lorsque la section est étroite, ne pas espacer les verticales de moins de 0.15 m si c'est le moulinet Price 622 qui est utilisé. Dans les sections très étroites, se servir d'un moulinet Pygmy et rapprocher les verticales les unes des autres.

Il est bien commode, pour les calculs, d'avoir des verticales régulièrement espacées, mais cela n'est pas toujours possible. Répartir les verticales en fonction des profondeurs et des vitesses de façon que les inégalités du lit et les

variations importantes de la vitesse soient bien définies. Une telle situation est illustrée à la figure 3. Lorsque les profondeurs et les vitesses varient beaucoup, rapprocher les verticales de façon à pouvoir définir avec précision le débit dans chaque segment. Les intervalles peuvent être plus grands lorsque la profondeur et la vitesse varient graduellement entre les verticales. **À moins d'indication contraire, choisir au moins 20 verticales dans une section de jaugeage, quelle qu'elle soit.** Déterminer la distance entre deux verticales consécutives pour vérifier que le débit dans un panneau quelconque n'est pas supérieur à 5 % du débit total. Les 20 verticales et les 5 % du débit par panneau peuvent être des critères irréalistes dans des rivières très étroites. Pour obtenir un plus grand nombre de points d'échantillonnage, lorsque les distances entre les verticales sont inférieures à 0.15 m, utiliser un moulinet Pygmy à la place du moulinet Price 622 habituel. Le petit rotor répond mieux aux faibles vitesses, ce qui est aussi un avantage.

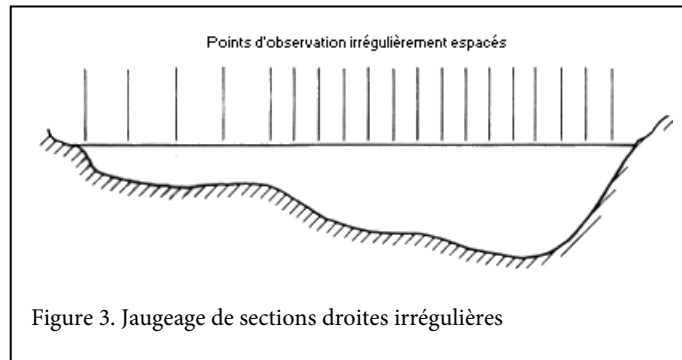


Figure 3. Jaugeage de sections droites irrégulières

La figure 4 représente une courbe des vitesses typique. Ce diagramme montre comment on se sert des profondeurs 0.2 et 0.8 pour calculer la vitesse moyenne sur une verticale. Lorsque les profondeurs sont égales ou inférieures à 0.75 m, on prend la profondeur 0.6. Dans les rivières peu profondes, avec les profondeurs 0.2 et 0.8, le moulinet est trop près de la surface de l'eau et du lit pour donner des résultats fiables.

Si le lit est très accidenté, irrégulier ou recouvert de végétation, la méthode des profondeurs 0.2 et 0.8 n'est pas entièrement satisfaisante. Les résultats pour la profondeur 0.8 sont, dans ces conditions, souvent erratiques. Pour obtenir des résultats plus sûrs, calculer la moyenne des vitesses aux profondeurs 0.2 et 0.8 et faire la moyenne avec la vitesse obtenue à la profondeur 0.6. La figure 5 montre comment les vitesses susmentionnées sont consignées et comment la vitesse moyenne résultante est calculée.

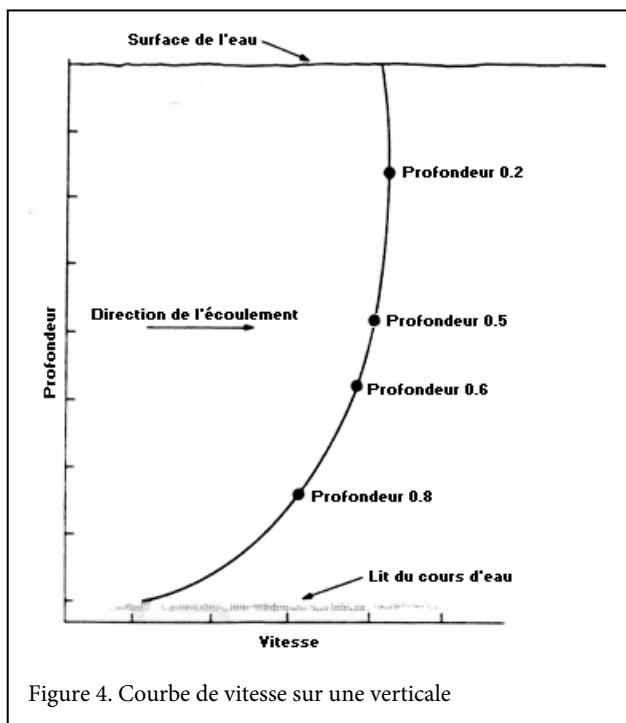


Figure 4. Courbe de vitesse sur une verticale

STATION									
Distance Au point initial	Largeur	Prof. sur le lit à cette station	Prof. sous le glacier de l'eau à cette station	Révis. station	Charges en sec.	VITESSE		Alte	Célon
						Local	Moyenne		
0	10	20	30	40	50	60	70	75	80
20	2.00	1.6	1.0	40	1.30	.434			
		.4	50	40	.357	.517			
		1.2	20	40	.350	.350			
MOYENNE DES VITESSES OBTENUES AUX PROFONDEURS 0.2 ET 0.8 :									
						.180	+ .357	= .517	
MOYENNE DE LA VITESSE CALCULÉE CHEZ (3) ET DE LA VITESSE OBTENUE À LA PROFONDEUR 0.6 :									
						.517	+ .350	= .434	

Figure 5. Calcul de la vitesse moyenne à l'aide des facteurs de profondeur 0.2, 0.8 et 0.6

5.6 UTILISATION DE LA PERCHE

Lire directement les profondeurs sur la perche à 2 cm près.

Pour expliquer comment faire la mesure à la profondeur 0.6, le mieux est de prendre un exemple. Si la profondeur sur une verticale est égale à 0.68 m, faire coïncider l'indication 0.6 sur la coulisse de la perche avec le 8 sur la poignée. Le moulinet est alors positionné sur la profondeur 0.6.

Pour des profondeurs supérieures à 0.75 m, utiliser la méthode des profondeurs 0.2 et 0.8. Pour positionner le moulinet à la profondeur 0.2, il suffit de doubler la valeur de la profondeur observée. Pour la profondeur 0.8, diviser la profondeur observée par deux. Par exemple, si la profondeur observée est de 0.96 m, régler la position sur la tige à 1.92 pour obtenir la profondeur 0.2 et à 0.48 pour obtenir la profondeur 0.8.

5.7 POSITION DU CORPS

Lors d'un jaugeage à gué, la position du technicien par rapport au moulinet est très importante.

Se placer à côté et en aval du moulinet pour ne pas interférer avec la vitesse à mesurer. Des études exhaustives ont montré que l'effet du corps du technicien est moindre lorsque le technicien fait face à l'une ou l'autre rive et se tient à au moins 0.4 m en aval du moulinet, à droite ou à gauche du moulinet.

5.8 MÉTHODES DE SONDAGE

Le sondage des lits extrêmement mous ou parsemés de roches demande beaucoup de soin. Il faut prendre garde de ne pas surestimer la profondeur. Lors du sondage ou de la mesure de la vitesse, faire attention de ne pas enfoncer la perche dans le matériau meuble. Lorsque le lit de la rivière est très accidenté, par exemple lorsqu'il y a de grosses roches, prendre le temps d'ajuster les profondeurs observées de façon qu'elles reflètent à la fois les profondeurs aux sommets des roches et entre les roches.

5.9 MESURE DE LA VITESSE

Lors de la mesure de la vitesse, la perche doit être tenue en position verticale et le moulinet doit être parallèle à la direction de l'écoulement. Si l'axe du moulinet n'est pas exactement vertical, la valeur obtenue sera inférieure à la vraie valeur. La figure 6 montre l'alignement vertical. Si la déviation par rapport à la direction de l'écoulement est supérieure à 10 degrés à gauche et à 15 degrés à droite, les erreurs seront supérieures à 1 %. La figure 7 illustre l'alignement horizontal.

Avant de commencer à mesurer la vitesse, attendre que le moulinet s'ajuste à la vitesse à mesurer. Le temps d'ajustement est de quelques secondes lorsque la vitesse est élevée, mais il peut être beaucoup plus long lorsque la vitesse est faible. La période d'ajustement est particulièrement importante avec les vitesses peu élevées (0.3 m/s ou moins). Si le technicien prend la mesure trop rapidement, la vitesse obtenue risque d'être erronée.

Mesurer la vitesse à 0.5 seconde près pendant au moins 40 secondes, de préférence pendant 50 à 70 secondes.

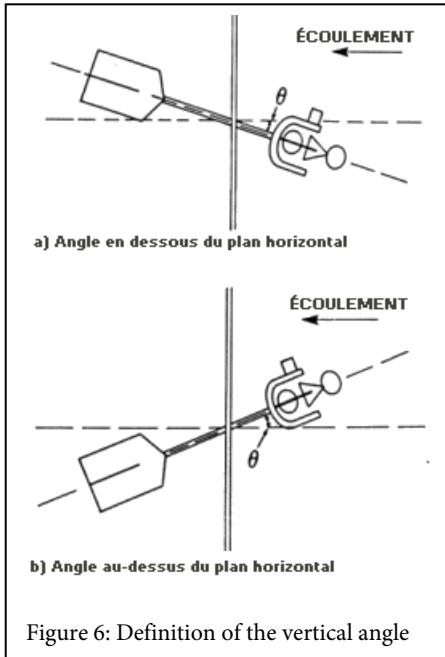


Figure 6: Definition of the vertical angle

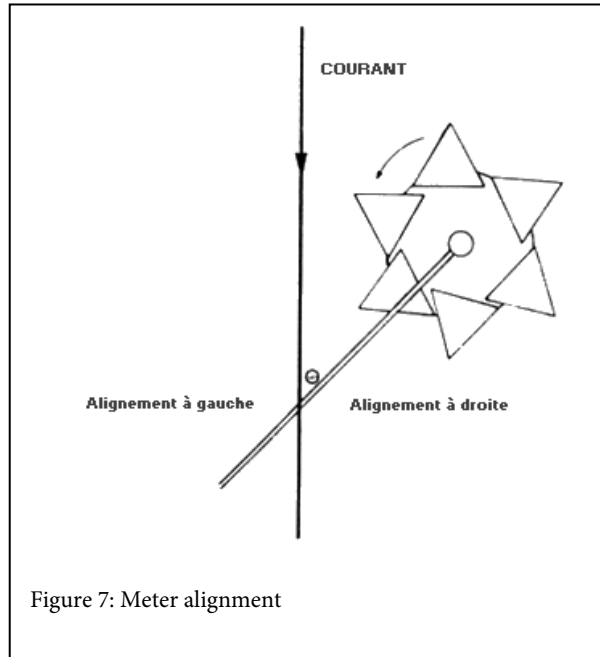


Figure 7: Meter alignment

5.10 MESURE DE L'ANGLE D'ÉCOULEMENT DANS LE PLAN HORIZONTAL

Le technicien doit vérifier à chaque verticale que l'écoulement est bien perpendiculaire au câble de mesure. Si ce n'est pas le cas, mesurer l'angle et corriger la vitesse (voir figure 8).

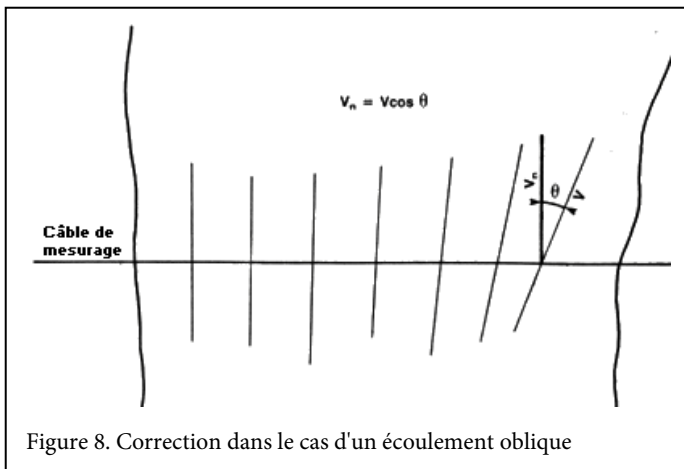


Figure 8. Correction dans le cas d'un écoulement oblique

Pour calculer le facteur de correction, se servir du formulaire de notes de jaugeage comme d'un rapporteur (figure 9). Lire directement le cosinus de l'angle sur la feuille. Quelquefois, il est possible de déterminer la direction de l'écoulement en observant des débris dans l'eau. Si la vitesse est élevée, déterminer la direction en observant les ailettes de la perche qui ont tendance à s'aligner avec l'écoulement.

Bon nombre de ces problèmes peuvent être évités si le câble

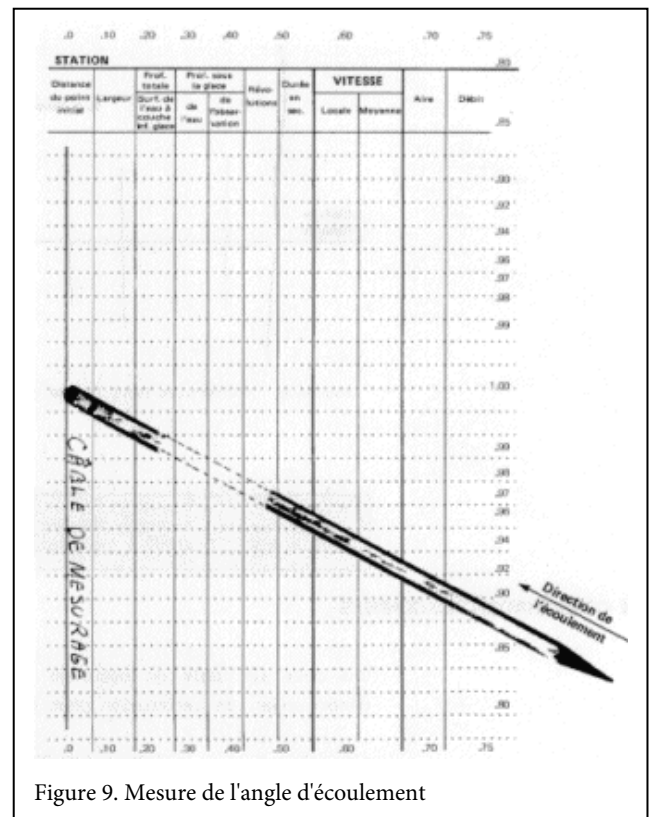


Figure 9. Mesure de l'angle d'écoulement

de mesurage est placé correctement.

5.11 CONSIGNATION DES DONNÉES

Une fois le câble de mesurage installé et les verticales déterminées, le technicien peut commencer le jaugeage.

Les rives de la rivière et les bords correspondants de l'eau sont toujours définis en termes de droite-gauche, l'observateur regardant vers l'aval : rive droite ou gauche (R.D./R.G.) ou bord de l'eau droit ou gauche (B.E.D./B.E.G.).

Commencer par noter l'heure et la rive de départ; par ex., B.E.D. à 10 h 30 HNA. Relever ensuite la distance sur le repère du câble de mesurage correspondant au bord de l'eau. S'il y a une dénivellation au bord de l'eau, mesurer aussi la profondeur et la vitesse. À l'emplacement choisi pour la verticale suivante, relever la distance indiquée sur le repère du câble de mesurage. Mesurer la profondeur et noter le résultat. Régler ensuite le moulinet à la profondeur appropriée pour mesurer la vitesse. Pour obtenir la vitesse, compter le nombre de révolutions effectué par le rotor pendant une période de 40 à 80 secondes. Mesurer la durée à 0.5 seconde près. **Pour utiliser les barèmes d'étalonnage du moulinet, le nombre total de révolutions calculé devrait être l'un des 13 nombres listés ci-dessous.** À partir des barèmes d'étalonnage, le technicien peut obtenir directement la vitesse en mètres par seconde correspondant à un nombre donné de tours pendant la période de temps requise.

Il y a 13 nombres de tours présélectionnés :

5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, 80, 100, 150, 200, 250 et 300.

Si le technicien n'utilise pas cette méthode, il doit interpoler à la fois le nombre de tours et le temps pour calculer la vitesse à partir du tableau. Recommencer ces mesures jusqu'à l'autre rive. Consigner l'heure d'arrivée sur l'autre rive.

La figure 10 montre comment consigner les données. Tous les renseignements sont inclus : chaînage, correction en cas d'écoulement oblique, profondeur, position du moulinet, nombre de tours et temps. Si vous faites une erreur en consignant une observation, rayez-la proprement et inscrivez la valeur correcte au-dessus. Les notes de jaugeage constituent des documents officiels et aucune observation ne peut donc être effacée.

La figure 11 montre comment choisir les verticales lorsque la section comporte des piles de pont ou des roches.

Station		0 10 20 30 40 50 60 70 75 80												
Distance de point à point	Largeur	Prof. totale	Prof. sous le glace	Prof. de l'eau à gauche	Prof. de l'eau à droite	Révol. du rotor	Durée en sec.	VITESSE		Alés	Élév.	25		
								Locale	Moyenne					
0	BORD DE L'EAU, R.G. À 14h00 HNA												30	
2	.2	.12	5	40								30		
4	.4	.24	10	42								30		
6	.6	.36	20	50								34		
8	.7	.42	30	40								36		
10	1.0	.20	30	40								37		
		.80	20	40								36		
12	1.2	.24	20	40								36		
		.46	20	50								36		
14	1.1	.22	20	45								36		
		.88	10	50								1.00		
16	.75	.45	30	50								36		
18	.6	.36	30	40								36		
20	.5	.30	20	40								36		
22	.7	.42	20	45								36		
24	.6	.36	30	48								37		
26	.6	.36	20	40								36		
28	.7	.42	20	45								34		
30	.5	.30	20	50								37		
32	.6	.36	15	40								37		
34	.7	.42	15	45								36		
36	.7	.42	10	50								36		
38	.6	.36	10	45								36		
40	.3	.18	5	42								36		
42	BORD DE L'EAU, R.G. À 14h30 HNA												30	

Figure 10. Notes de jaugeage

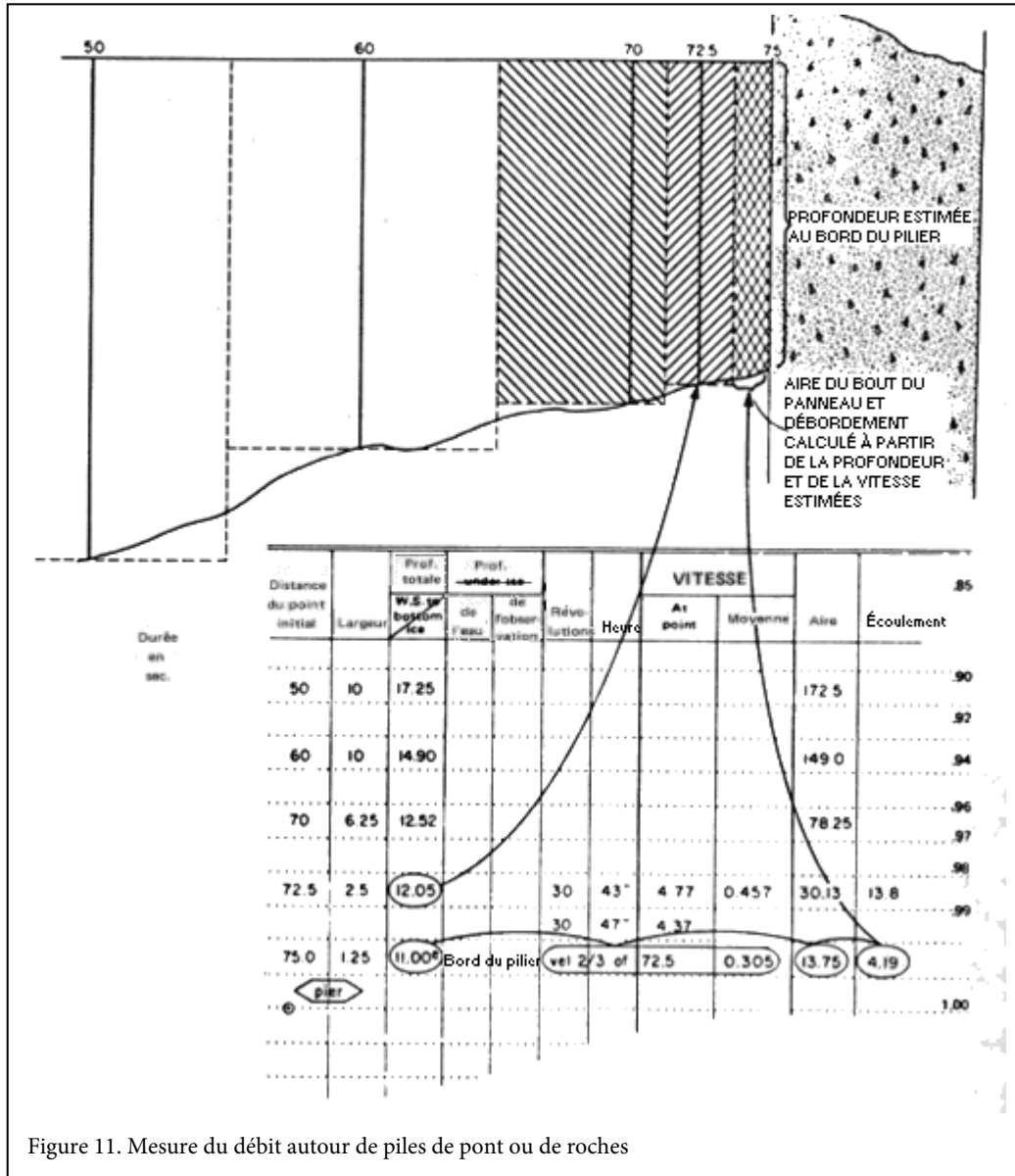


Figure 11. Mesure du débit autour de piles de pont ou de roches

Environnement Canada Service national d'étalonnage

Moulinet no 1-156 Date de l'étalonnage 15 juin 1985 Vitesse en mètres/secs = .686 X rev/sec + .0074

REV =>	P	5	10	15	20	30	40	50	60	80	100	150	200	250	REV <=
40	0,042	0,093	0,173	0,265	0,350	0,502	0,693	0,865	1,079	1,379	1,729	2,260	3,047	4,295	40
41	0,041	0,091	0,175	0,268	0,342	0,509	0,677	0,844	1,011	1,246	1,661	2,217	3,054	4,190	41
42	0,040	0,090	0,173	0,265	0,338	0,503	0,668	0,834	0,991	1,230	1,660	2,207	3,031	4,140	42
43	0,040	0,089	0,171	0,262	0,334	0,497	0,651	0,824	0,987	1,214	1,644	2,207	3,074	4,081	43
44	0,039	0,088	0,169	0,260	0,330	0,492	0,645	0,801	0,974	1,201	1,629	2,202	3,001	4,043	44
45	0,038	0,087	0,167	0,257	0,326	0,486	0,646	0,805	0,965	1,204	1,603	2,200	3,158	3,996	45
46	0,038	0,086	0,165	0,256	0,325	0,481	0,638	0,795	0,954	1,208	1,584	2,273	3,181	3,950	46
47	0,038	0,085	0,163	0,254	0,319	0,475	0,631	0,787	0,943	1,205	1,566	2,248	3,126	3,905	47
48	0,038	0,084	0,162	0,253	0,318	0,474	0,629	0,778	0,932	1,241	1,548	2,200	3,091	3,861	48
49	0,038	0,084	0,160	0,250	0,312	0,465	0,617	0,770	0,922	1,227	1,530	2,204	3,056	3,818	49
50	0,038	0,083	0,158	0,249	0,309	0,460	0,610	0,761	0,912	1,214	1,515	2,203	3,000	3,777	50
51	0,037	0,082	0,157	0,249	0,308	0,455	0,604	0,753	0,900	1,200	1,496	2,244	3,000	3,736	51
52	0,037	0,081	0,155	0,248	0,307	0,450	0,598	0,745	0,893	1,186	1,483	2,220	2,958	3,696	52
53	0,037	0,080	0,153	0,246	0,299	0,445	0,591	0,737	0,883	1,175	1,467	2,197	2,927	3,656	53
54	0,036	0,080	0,152	0,244	0,298	0,441	0,581	0,730	0,874	1,165	1,450	2,174	2,896	3,616	54
55	0,036	0,079	0,150	0,242	0,293	0,436	0,579	0,722	0,865	1,151	1,437	2,151	2,868	3,580	55
56	0,036	0,078	0,148	0,240	0,290	0,432	0,573	0,715	0,858	1,138	1,422	2,129	2,838	3,543	56
57	0,035	0,077	0,147	0,239	0,287	0,427	0,567	0,707	0,847	1,127	1,407	2,107	2,807	3,507	57
58	0,035	0,077	0,146	0,237	0,285	0,423	0,562	0,700	0,839	1,116	1,393	2,086	2,777	3,472	58
59	0,035	0,076	0,145	0,235	0,282	0,419	0,558	0,693	0,831	1,105	1,379	2,065	2,751	3,437	59
60	0,035	0,075	0,143	0,234	0,280	0,415	0,554	0,687	0,822	1,094	1,360	2,045	2,724	3,401	60
61	0,034	0,075	0,142	0,232	0,278	0,411	0,545	0,680	0,814	1,083	1,350	2,025	2,698	3,370	61
62	0,034	0,074	0,141	0,231	0,274	0,407	0,540	0,673	0,807	1,073	1,339	2,005	2,671	3,337	62
63	0,034	0,074	0,139	0,229	0,271	0,403	0,535	0,667	0,798	1,063	1,327	1,986	2,644	3,305	63
64	0,034	0,073	0,138	0,228	0,269	0,399	0,529	0,661	0,791	1,053	1,314	1,967	2,617	3,273	64
65	0,033	0,072	0,137	0,227	0,266	0,396	0,525	0,655	0,784	1,043	1,302	1,948	2,590	3,243	65
66	0,033	0,072	0,135	0,225	0,264	0,392	0,520	0,648	0,777	1,033	1,290	1,931	2,572	3,213	66
67	0,033	0,072	0,134	0,224	0,263	0,389	0,516	0,643	0,770	1,024	1,279	1,913	2,548	3,183	67
68	0,033	0,072	0,133	0,223	0,262	0,388	0,511	0,637	0,763	1,014	1,268	1,895	2,523	3,154	68
69	0,032	0,070	0,132	0,222	0,261	0,387	0,509	0,631	0,756	1,005	1,256	1,878	2,500	3,126	69
70	0,032	0,069	0,131	0,221	0,260	0,386	0,504	0,625	0,745	0,996	1,245	1,861	2,478	3,097	70
71	0,032	0,068	0,130	0,219	0,258	0,385	0,497	0,620	0,742	0,987	1,232	1,845	2,457	3,070	71
72	0,032	0,068	0,129	0,218	0,257	0,384	0,493	0,614	0,736	0,979	1,222	1,829	2,430	3,043	72
73	0,031	0,067	0,128	0,217	0,256	0,383	0,489	0,609	0,730	0,970	1,211	1,813	2,411	3,016	73
74	0,031	0,067	0,127	0,216	0,255	0,382	0,485	0,604	0,723	0,961	1,200	1,797	2,383	2,990	74
75	0,031	0,067	0,126	0,215	0,254	0,381	0,481	0,599	0,717	0,954	1,190	1,782	2,373	2,964	75
76	0,031	0,066	0,125	0,214	0,253	0,380	0,478	0,594	0,711	0,946	1,180	1,768	2,353	2,939	76
77	0,031	0,066	0,124	0,213	0,252	0,379	0,477	0,589	0,705	0,938	1,170	1,751	2,333	2,914	77
78	0,030	0,065	0,123	0,212	0,251	0,378	0,476	0,584	0,699	0,929	1,160	1,737	2,313	2,889	78
79	0,030	0,065	0,122	0,211	0,250	0,377	0,475	0,583	0,698	0,920	1,150	1,721	2,293	2,864	79
80	0,030	0,065	0,121	0,210	0,249	0,376	0,474	0,582	0,697	0,911	1,140	1,705	2,273	2,839	80
81	0,030	0,064	0,120	0,209	0,248	0,375	0,473	0,581	0,696	0,902	1,130	1,689	2,253	2,814	81
82	0,030	0,064	0,119	0,208	0,247	0,374	0,472	0,580	0,695	0,893	1,120	1,673	2,233	2,789	82
83	0,030	0,063	0,118	0,207	0,246	0,373	0,471	0,579	0,694	0,884	1,110	1,657	2,213	2,764	83
84	0,030	0,063	0,117	0,206	0,245	0,372	0,470	0,578	0,693	0,875	1,100	1,641	2,193	2,739	84
85	0,030	0,062	0,116	0,205	0,244	0,371	0,469	0,577	0,692	0,866	1,090	1,625	2,173	2,714	85
86	0,030	0,062	0,115	0,204	0,243	0,370	0,468	0,576	0,691	0,857	1,080	1,609	2,153	2,689	86
87	0,030	0,062	0,114	0,203	0,242	0,369	0,467	0,575	0,690	0,848	1,070	1,593	2,133	2,664	87
88	0,030	0,061	0,113	0,202	0,241	0,368	0,466	0,574	0,689	0,839	1,060	1,577	2,113	2,639	88
89	0,030	0,061	0,112	0,201	0,240	0,367	0,465	0,573	0,688	0,830	1,050	1,561	2,093	2,614	89
90	0,030	0,061	0,111	0,200	0,239	0,366	0,464	0,572	0,687	0,821	1,040	1,545	2,073	2,589	90
91	0,030	0,061	0,110	0,199	0,238	0,365	0,463	0,571	0,686	0,812	1,030	1,529	2,053	2,564	91
92	0,030	0,061	0,109	0,198	0,237	0,364	0,462	0,570	0,685	0,803	1,020	1,513	2,033	2,539	92
93	0,030	0,061	0,108	0,197	0,236	0,363	0,461	0,569	0,684	0,794	1,010	1,497	2,013	2,514	93
94	0,030	0,061	0,107	0,196	0,235	0,362	0,460	0,568	0,683	0,785	1,000	1,481	2,003	2,489	94
95	0,030	0,061	0,106	0,195	0,234	0,361	0,459	0,567	0,682	0,776	990	1,465	1,983	2,464	95
96	0,030	0,061	0,105	0,194	0,233	0,360	0,458	0,566	0,681	0,767	980	1,449	1,963	2,439	96
97	0,030	0,061	0,104	0,193	0,232	0,359	0,457	0,565	0,680	0,758	970	1,433	1,943	2,414	97
98	0,030	0,061	0,103	0,192	0,231	0,358	0,456	0,564	0,679	0,749	960	1,417	1,923	2,389	98
99	0,030	0,061	0,102	0,191	0,230	0,357	0,455	0,563	0,678	0,740	950	1,401	1,903	2,364	99
100	0,030	0,061	0,101	0,190	0,229	0,356	0,454	0,562	0,677	0,731	940	1,385	1,883	2,339	100

Type de moulinet PRICE 622 A.A. Propriétaire DIVISION DES LEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA Condition d'étalonnage RÉPARÉ Suspension TIGE DE SUSPENSION M-2, SAUMON 30 lb

Figure 13. Barème d'étalonnage du moulinet 1-156 (juin 1985)

6.3 GRAPHIQUES

Après avoir calculé la hauteur à l'échelle moyenne et le débit du cours d'eau, vérifier les résultats à l'aide de la courbe ou de la table hauteur-débit appropriée. Des écarts avec la courbe peuvent être dus à des raisons évidentes telles que la présence de végétation aquatique ou l'affouillement du lit ou des rives. Les mesures doivent aussi être en accord avec les écarts observés précédemment.

S'il y a un écart inexplicable, vérifier les mesures. Revérifier aussi le niveau de l'eau. S'il y a une incertitude ou un écart par rapport à la relation existante lorsque les résultats d'une mesure sont portés sur la courbe de terrain, effectuer un jaugeage de vérification.

Dans la mesure du possible, utiliser un moulinet différent pour la vérification. Chercher aussi une meilleure section sur le bief considéré. Si vous pensez que l'écart est dû à un mauvais fonctionnement du moulinet, renvoyez-le pour le faire étalonner « sur réception » et recommencez la mesure en utilisant le nouveau barème d'étalonnage.

Si le débit, faible ou élevé, mesuré est un record, effectuer un jaugeage de vérification. Il peut être utile de revenir à la station pour prendre une autre mesure à un niveau différent.

Station	Distance from local point	Width	Total depth	Depth under ice	Penetration	Time	Velocity	Area	Discharge
							At mean		
0	WATERS EDGE, LT. BK. @ 19:00 A.S.T.								
2	2	.2	12	5	40		.093	4	.037
4	2	.4	24	10	42		.171	8	.137
6	2	.6	36	20	50		.292	1.2	.338
8	2	.7	42	30	40		.522	1.4	.731
10	2	1.0	20	30	40	.522	.436	2.0	.872
12	2	1.2	24	20					

6.4 ENTRETIEN ET RANGEMENT DU MATÉRIEL

Si le jaugeage est le dernier de la journée ou si le moulinet a été utilisé dans un cours d'eau chargé de sédiments, nettoyez et huilez le moulinet avant de le ranger. Soulevez le rotor du pivot.

Pour éviter d'endommager le matériel et pour économiser du temps à la station suivante, rangez correctement les appareils tels que :

- le chronomètre,
- les écouteurs,
- la perche et
- le câble de mesurage.

Vérifiez que vous n'avez rien oublié. Il est arrivé plus d'une fois qu'un technicien arrive à une station et découvre que le matériel a été oublié à la station précédente. Au besoin, utilisez une liste de contrôle.

Rangez les notes dans un cartable; ne jamais les transporter à la station suivante dans le carnet de terrain.

7.0 FORMATION PRATIQUE SUR LE TERRAIN

Pour s'assurer que le technicien comprenne bien les techniques de jaugeage à gué, le formateur devrait l'emmener sur le site d'une station de jaugeage installée à proximité. Choisir de préférence une station où la section de mesure est mauvaise. Là, le participant devrait effectuer la mesure au complet, sous la supervision critique de l'instructeur.

Points à surveiller :

- Vérification de l'échelle, y compris une vérification extérieure du niveau d'eau, le cas échéant
- Consultation du carnet de terrain
- Choix du matériel (moulinet Pygmy ou Price 622)
- Choix du site
- Précautions (système de flottaison, si les conditions le requièrent)
- Emplacement du câble de mesurage
- Nombre de verticales choisi
- Position du corps
- Techniques de sondage (attention aux sondages exagérés)
- Position du moulinet sur la perche
- Mesure et enregistrement des angles
- Utilisation de la perche (la perche doit être bien verticale et alignée avec l'écoulement)
- Consignation des mesures
- Vérification de l'échelle après le jaugeage
- Calcul du débit, tracé du graphique et remplissage de la page de couverture
- Entretien et rangement du matériel .

Le formateur ou un technicien principal devrait accompagner le stagiaire lors d'une expédition régulière au cours de laquelle le stagiaire effectuera divers jaugeages à gué. Cette expédition devrait avoir lieu aussitôt que possible après la présentation théorique, de manière à consolider les connaissances.

8.0 RÉSUMÉ

Après avoir terminé ce cours, le technicien sera capable de réaliser une mesure de débit par jaugeage à gué ou à partir d'une passerelle, sans risque et en conformité avec les normes nationales. Il saura choisir le moulinet approprié et la section de jaugeage et il sera capable de calculer avec précision le débit d'un cours d'eau.

Dans ce cours, l'accent a été mis sur les points suivants :

1. Mesure d'un niveau d'eau extérieur pour confirmer l'indication de l'échelle.
2. Dangers associés au jaugeage à gué; précautions à prendre et équipement de sécurité.
3. Importance du choix de la section de jaugeage à gué.
4. Position du corps pendant le jaugeage à gué et méthodes de sondage.
5. Importance de consigner proprement et lisiblement les observations, sans rien effacer.
6. Importance de travailler conformément aux normes nationales.
7. Nécessité de bien entretenir le matériel :
 - nettoyage, transport et rangement.

9.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

9.1 MANUELS PRATIQUES

Terzi, R.A. 1982. Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau. 38 pp.

9.2 RÉFÉRENCES

Engel, Peter, et C. De Zeeuw. 1979. The Effect of Vertical Alignment on the Performance of the Price 622 AA Current Meter. Division de l'hydraulique, Institut national de recherche sur les eaux, Centre canadien des eaux intérieures, Burlington. (Cette étude a été réalisée sous la direction du personnel de la Division des relevés hydrologiques du Canada.)

United States Geological Survey. 1981. "Measurement and Computation of Streamflow: Volume 1, Measurement of Stage and Discharge". Water-Supply Paper 2175, Washington, D.C. 284 pp.



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 10.4 – Mesures de débit par téléphérique (équipement et procédés)

Roy J. Lane
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
Bureau de poste
Waggoner's Lane
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Canada E3B 2L4

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET ET CONTEXTE	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	INTRODUCTION	3
4.0	ÉQUIPEMENT DE MESURE PAR TÉLÉPHÉRIQUE	4
4.1	DÉVIDOIRS DE SONDAGE	4
4.1.1	Type A-55.....	4
4.1.2	Type B-50.....	4
4.1.3	Type B-56.....	5
4.2	CADRES DE MESURE	5
4.3	SUSPENTES DE PLOMBS DE SONDAGE	5
4.3.1	Barre de suspension M-2.....	5
4.3.2	Barre de suspension BC-1	6
4.4	ÉQUIPEMENT CONNEXE	6
5.0	PROCÉDURES AVANT MESURE	8
5.1	VÉRIFICATION DE STATION	8
5.2	ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE LA RIVIÈRE	8
5.3	LIVRE DES DONNÉES DE TERRAIN	8
5.4	INSPECTION DU TÉLÉPHÉRIQUE.....	8
5.5	SÉLECTION DES PLOMBS DE SONDAGE.....	9
5.6	RÉCUPÉRATION ET INSTALLATION DE LA NACELLE	9
5.7	PROCÉDURES DE CHARGEMENT DE LA NACELLE	9
5.8	CHAÎNAGE STANDARD.....	10
6.0	PROCÉDURES DE MESURE	11
6.1	CONDITIONS NORMALES	11
6.2	CONDITIONS PARTICULIÈRES	13
6.2.1	Techniques spéciales de sondage	13
6.2.2	Mesures lors de changements rapides de niveau ou lorsque la vitesse d'écoulement est élevée....	15
7.0	PROCÉDURES À APPLIQUER APRÈS LA MESURE.....	17
8.0	PROCÉDURES DE SÉCURITÉ ET PRÉCAUTIONS À OBSERVER	18
9.0	SORTIE SUR LE TERRAIN.....	19
10.0	SOMMAIRE.....	20
11.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	21
11.1	MANUELS DE SERVICE	21
11.2	RÉFÉRENCES.....	21
	ANNEXE 1 - TABLES DE CORRECTION DE DÉRIVE DE CÂBLE SEC ET DE CÂBLE IMMERGÉ.....	22

1.0 OBJET ET CONTEXTE

Les mesures par téléphérique sont prises toute l'année dans certaines stations, en particulier les stations où le courant est important. Dans d'autres cas, le téléphérique n'est utilisé que pendant les périodes de crue, lorsqu'il est impossible de procéder à des jaugeages à gué. Généralement, les mesures par téléphérique sont préférables aux mesures prises à partir de bateaux ou à partir de ponts comportant des piles.

Toute erreur de mesure de crue peut avoir un effet sur la précision des données publiées pendant un certain nombre d'années. Il est donc extrêmement important de suivre les procédures appropriées. Ces procédures exigent que l'agent en territoire fasse preuve de bon jugement pour sélectionner les plombs de sondage et pour établir quelles sont les techniques les mieux adaptées pour obtenir des mesures de profondeur correctes, en particulier pendant les périodes de crues. Le technicien doit également tenir compte des débris qui peuvent endommager des équipements de mesure coûteux, ou présenter des risques sur le plan de la sécurité.

2.0 OBJECTIFS

Les types d'équipement qui peuvent être nécessaires pour obtenir des mesures de débit à partir des téléphériques seront décrits dans le cours : dévidoirs de sondage, plombs de sondage, suspentes de plombs de sondage et équipement connexe. Les méthodes de montage de l'équipement et la préparation d'une liste de vérification seront également abordées.

Les critères de mesure seront étudiés. Cela comprend :

- la répartition des intervalles,
- le marquage des distances,
- la sélection des plombs de sondage,
- l'angle d'écoulement, et
- les corrections de dérive de câble sec et de câble immergé.

Les processus particuliers utilisés dans les cas d'écoulement à haute vitesse seront décrits en détail. Les questions de sécurité seront mises en évidence, et l'accent sera mis sur les conditions de crue.

Les méthodes à observer pour rédiger les observations de jaugeage et pour calculer les débits feront l'objet d'une brève description; cela comprendra l'établissement du niveau moyen pour effectuer les mesures, et la façon de remplir les feuilles de mesure. On trouvera une description plus complète dans le cours n° 10.3.

3.0 INTRODUCTION

Les téléphériques ont plusieurs *avantages* :

- a. ils demandent moins de temps de préparation que les mesures à partir de bateaux ou certaines mesures prises à partir des ponts;
- b. ils permettent d'éviter les déformations de modèle d'écoulement causées par les piles des ponts;
- c. le technicien peut voir des débris qui arrivent;
- d. ils éliminent les dangers et les dérangements causés par la circulation routière.

Les téléphériques ont aussi des *inconvénients* :

- a. ils ont besoin d'inspections régulières et d'entretien pour éviter les défaillances structurelles;
- b. ils connaissent des situations de risque créées par les glaces et les débris à la dérive.

Il y a des nacelles qui ont des sièges, d'autres n'en ont pas. Les nacelles sans siège sont utilisées sur les téléphériques de longue portée, lorsqu'on se sert de plombs de sondage de 100 lb ou plus. Elles sont également utilisées dans de nombreux sites où l'on procède à l'étude des sédiments. Les nacelles avec siège sont utilisées sur les téléphériques de courte portée, ou lorsqu'on se sert de plombs de sondage plus légers.

Les nacelles sont fabriquées en aluminium ou en bois et acier. Les structures de soutien des câbles sont des cadres triangulaires ou des pilônes, dont la hauteur peut varier de 1 m à 10 m ou plus. Le câble porteur est ancré par des boulons à roche, des blocs de béton ou des plaques métalliques enterrées.

Le cours n° 11 donne plus de détails sur les téléphériques et sur les questions de sécurité de téléphérique.

4.0 ÉQUIPEMENT DE MESURE PAR TÉLÉPHÉRIQUE

4.1 DÉVIDOIRS DE SONDAGE

Les descriptions de dévidoirs qui suivent sont extraites du Manuel d'équipement hydrométrique.

4.1.1 *Type A-55*

Le dévidoir de type A-55 sert à la manipulation des plombs pesant jusqu'à 100 lb, et le tambour de câble peut recevoir 24 m de câble de $1/10$ po. Il peut être monté sur une grue de type A, sur une structure de pont ou sur une planche de mesure, sur une structure de nacelle ou sur une nacelle à siège ou sans siège équipée d'étriers de montage.

Le dévidoir a une manivelle fixe, un rochet avec cliquet, un indicateur de profondeur, des connexions électriques pour câble coaxial, et une poulie fileté pour permettre au câble de s'enrouler sans difficulté sur le tambour, sans « s'empiler » sur lui-même. Il est fait principalement d'aluminium, pour être plus léger, et il s'accompagne d'un boîtier de transport en aluminium ou en acier.

Le dévidoir ne comporte pas de frein ni de démultiplicateur. Pour faire descendre l'ensemble composé du moulinet hydrométrique et du plomb, le technicien débloque le cliquet du rochet, puis se sert d'une manivelle amovible pour contrôler la descente. Pour remonter le moulinet, ou pour le maintenir à une profondeur désirée, il faut embrayer le cliquet et le rochet. À mesure que le moulinet monte ou descend, sa profondeur est donnée par l'indicateur de profondeur.

4.1.2 *Type B-50*

Le dévidoir B-50 est utilisé avec une structure de nacelle spéciale, ou fixé directement sur une nacelle à siège ou sans siège équipée d'étriers de montage.

Il comprend une manivelle à deux positions (9 po et 12 po), un embrayage (frein), un indicateur de profondeur, une poulie fileté permettant d'enrouler le câble sans difficulté sur le tambour sans « l'empiler » sur lui-même, des connexions électriques pour câbles à deux conducteurs, et un rochet avec cliquet pour maintenir l'ensemble composé du moulinet hydrométrique et du plomb à la profondeur désirée.

Le dévidoir peut contenir environ 45 m de câble de $1/10$ po, ou 36 m de câble de $1/8$ po. Pour ce dernier diamètre, il faut utiliser une poulie guide et une vis de guidage différentes; sinon, le câble risque de « s'empiler » sur le tambour et les chiffres de l'indicateur de profondeur sont alors faussés.

Avec le dévidoir B-50, le technicien peut contrôler la descente du moulinet et du plomb. Pour débloquer l'embrayage, il faut d'abord vérifier que le cliquet soit en place pour empêcher le rochet de se dérouler, puis tourner légèrement la manivelle dans le sens anti-horaire, pour relâcher la pression de l'embrayage et permettre au tambour du dévidoir de se dérouler. Pour arrêter la rotation du tambour (dans le sens horaire), tournez légèrement la manivelle afin de réengager l'embrayage et provoquer un freinage. Pour remonter le plomb, engagez l'embrayage en tournant la manivelle.

La manivelle étant dans la position de 12 po, une force de 10,5 kg est requise pour faire monter un poids de 45 kg. On peut utiliser avec ce dévidoir aussi bien les indicateurs de profondeur à affichage numérique que ceux à cadran. Les connexions électriques et les indicateurs de profondeur se trouvent sur l'étrier de gauche.

4.1.3 Type B-56

Le dévidoir de type B-56 (figure 1) est un dévidoir de type B modifié, qui peut fonctionner à moteur ou en mode manuel. Le mouvement est appliqué à un arbre de réduction par l'intermédiaire d'une poulie trapézoïdale double. Une démultiplication par engrenage se trouvant entre l'arbre de réduction et le tambour de câble donne un rapport de 5 à 1. Le tambour de câble a une circonférence de 0,45 m et peut recevoir 44 m de câble de 1/10 po ou de 1/8 po. On doit utiliser la poulie guide appropriée pour que le câble s'enroule sans difficulté sur le tambour, sans « s'empiler » sur lui-même.

Le dévidoir est équipé d'un rochet avec cliquet; ce dernier doit être engagé pour maintenir en place l'équipement de mesure ou d'échantillonnage. L'engrenage de l'arbre de réduction reste engagé à tout moment. Lorsque le dévidoir est utilisé avec un moteur, ce dernier permet de monter ou descendre l'équipement.

Une manivelle à deux positions (à levier de 9 po ou 12 po) permet un fonctionnement manuel de ce dévidoir identique à celui du dévidoir B-50.

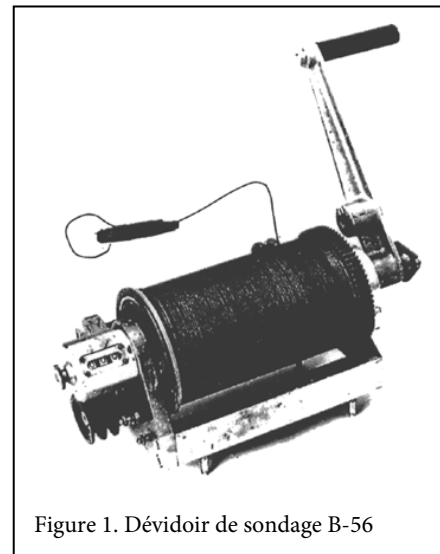


Figure 1. Dévidoir de sondage B-56

4.2 CADRES DE MESURE

Le cadre de mesure permet de soutenir un dévidoir de sondage. Il permet également de suspendre un ensemble composé d'un moulinet hydrométrique et d'un plomb, à partir d'une nacelle équipée d'un étrier de montage. Il existe plusieurs types de cadres, en bois et en métal. Les cadres de mesure de pont ne sont généralement pas utilisés pour supporter des poids de plus de 50 lb, bien que les modèles en métal puissent supporter jusqu'à 100 lb.

Certains modèles sont réglables et comportent une perche extensible, le dévidoir étant monté au centre du cadre ou à l'une des extrémités. Des cadres spéciaux pour nacelle avec siège ont été fabriqués pour permettre de soutenir de gros dévidoirs et des plombs de sondage lourds à partir d'une nacelle à siège. Ces cadres sont normalement entreposés aux sites de jaugeage, pour être disponibles lorsqu'on en a besoin.

Le [cours n° 10.5](#) donne des renseignements plus complets sur les cadres de mesure.

4.3 SUSPENTES DE PLOMBS DE SONDAGE

Des suspentes en acier inoxydable permettent de fixer le moulinet hydrométrique et le plomb de sondage à un connecteur se trouvant à l'extrémité d'un câble de sondage ou d'une ligne manuelle. Les deux types d'usage courant sont :

- la M-2 et • la BC-1.

4.3.1 Barre de suspension M-2

La barre de suspension M-2 mesure 12⁵/₈ po x 5/8 po x 1/8 po et est utilisée pour les plombs allant jusqu'à 100 lb inclus. Un trou de 5/16 po se trouvant à une extrémité de la barre s'adapte au connecteur; à l'autre extrémité, un trou fileté permet de loger la cheville de suspension, qui peut être une cheville courte ou une cheville longue de 3/8 po.

Deux trous de 1/4 po servant à assurer le positionnement du moulinet sont situés à 180 mm et 260 mm au-dessus de la cheville de la suspenste. Lorsqu'on utilise un plomb de 15 ou 30 lb, on devra placer le moulinet sur le trou inférieur, qui est estampé avec les chiffres « 15 » et « 30 ». Cette position place le moulinet à 0,21 m et 0,22 m au-dessus du bas du plomb de 15 lb ou de 30 lb respectivement. Lorsqu'on utilise un plomb de 50, 75 ou 100 lb, on doit placer le moulinet dans le trou supérieur. Ceci place le moulinet à 0,31 m, 0,32 m et 0,33 m respectivement au-dessus du plomb.

Le numéro de modèle de la suspente, M-2, est estampé sur le corps de la suspente.

4.3.2 Barre de suspension BC-1

La barre de suspension BC-1 est plus grande que le modèle M-2, et s'utilise pour les plombs de 100 lb ou plus. La barre mesure $21\frac{5}{8}$ po x $\frac{3}{4}$ po x $\frac{1}{8}$ po. Elle comporte un trou de $\frac{3}{8}$ po à un bout pour fixer le connecteur et un trou fileté de $\frac{3}{8}$ po à l'autre bout, pour la cheville de la suspente.

Deux trous de $\frac{7}{32}$ po permettant d'assurer le positionnement du moulinet sont situés à 10,3 po et 19,5 po respectivement au-dessus de la cheville de la suspente. Lorsqu'il est monté à la position inférieure, le moulinet se trouve à environ 1 pi au-dessus du bas du poids de 100 lb. À la position supérieure, la distance qui le sépare du bas du plomb est d'environ 1,8 pi. En position inférieure, on doit utiliser un étalonnage particulier pour le moulinet hydrométrique. L'équivalent métrique de cette barre de suspension n'a pas encore été mis au point.

4.4 ÉQUIPEMENT CONNEXE

Le câble de sondage sert à suspendre l'ensemble qui comprend le moulinet hydrométrique. Il s'agit d'un câble conducteur simple électromécanique (coaxial). Le circuit électrique branché sur le moulinet hydrométrique est conduit par l'âme de cuivre isolée et par la gaine extérieure double en acier inoxydable du câble. Selon la dimension du plomb à suspendre, on pourra utiliser un câble de $\frac{1}{10}$ po ou de $\frac{1}{8}$ po. Normalement, ce dernier n'est nécessaire que pour les plombs dont le poids est supérieur à 100 lb. La figure 2 illustre la composition de ce câble.

Les connecteurs servent de lien entre le câble de sondage et la barre de suspension. Ils sont conçus pour fixer de façon sûre le câble sans affaiblir ni endommager la gaine extérieure ou l'âme à l'intérieur. Le joint se trouvant entre le fil du moulinet et l'âme isolée en cuivre peut être isolé de l'eau et en sécurité dans les cavités internes de ces connecteurs. Les figures 3, 4 et 5 illustrent la façon dont ces connecteurs sont fixés aux câbles de sondage.

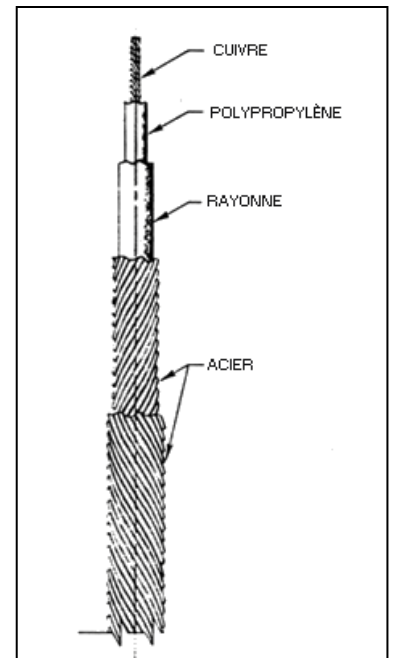


Figure 2. Câble de sondage coaxial

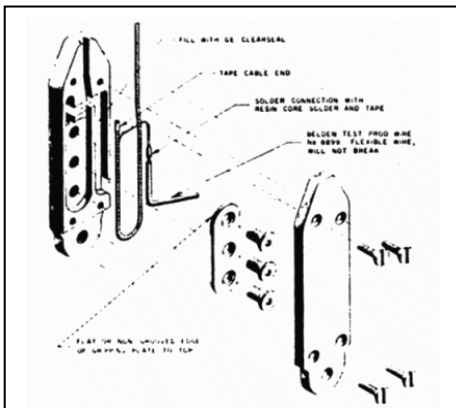


Figure 3. Connecteur Canfield

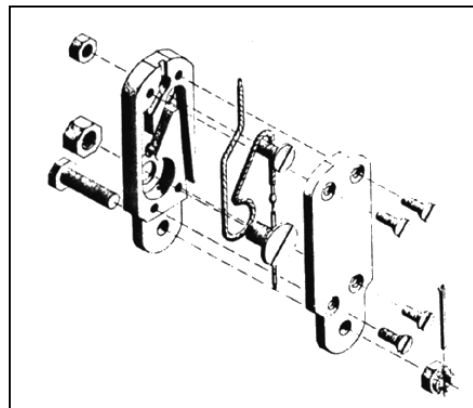


Figure 4. Connecteur Mark

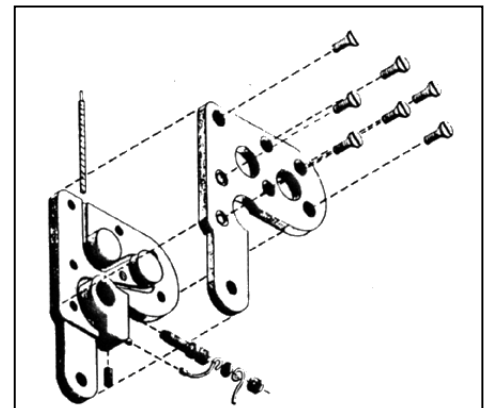


Figure 5. Connecteur Mark 2

L'équipement supplémentaire nécessaire pour les mesures par téléphérique comprend un moulinet hydrométrique à ailettes Price 622 AA, des écouteurs, avec un compte-tours numérique ou à avertisseur, un chronomètre conventionnel ou numérique, un plomb de sondage (de 15, 30, 50, 75 ou 100 lb); un instrument de halage de type réglable à vis ou non réglable, des cisailles obliques, des lunettes de sécurité, un livre des données de terrain, un formulaire de notes pour moulinet hydrométrique, un crayon, un barème d'étalonnage de moulinet, un thermomètre, un vêtement de flottaison individuel approuvé, un fil de montage pour brancher les écouteurs sur le dévidoir, un récupérateur de nacelle, une corde de freinage, un tournevis, un casque de sécurité et de l'insectifuge si nécessaire.

L'instrument de halage non réglable ne peut être utilisé que sur un câble de $\frac{3}{4}$ po, alors que le type réglable à vis peut être utilisé sur des câbles de diamètres divers.

Les cisailles servent à couper le câble de sondage en cas d'urgence, par exemple, si le moulinet hydrométrique est pris dans des débris ou dans de la glace.

5.0 PROCÉDURES AVANT MESURE

5.1 VÉRIFICATION DE STATION

Vérifiez la station hydrométrique avant d'effectuer le jaugeage. Vérifiez la mesure donnée par la jauge, soit en rinçant l'orifice d'admission, soit en obtenant un niveau d'eau extérieur. Prenez note de toute différence qui pourrait se produire après le rinçage. Réglez le servo-manomètre, si la station en a un.

Si la station est équipée d'un limnigraphe, retirez alors l'enregistrement de niveau obtenu.

Effectuez toutes les notes d'observation sur la première page du formulaire de mesure.

5.2 ÉVALUATION DE L'ÉTAT DE LA RIVIÈRE

Évaluez l'état de la rivière. Observez la rivière avec attention et prenez les notes nécessaires, en décrivant les conditions qui ont un effet ou qui peuvent avoir eu un effet sur la relation niveau-débit depuis la dernière visite à la station. Observez et décrivez les conditions suivantes :

- débris flottants ou coincés près de la jauge,
- érosion des berges de la rivière,
- dépôt de gravier ou formation de bancs de sable à proximité de la jauge et
- inondation des berges.

S'il est possible, obtenez des photographies de toute condition inhabituelle, en particulier si la rivière est en état de crue.

Avant de tenter d'effectuer une mesure par téléphérique en période de crue, le technicien doit évaluer l'état du débit, en particulier en ce qui concerne les débris flottants ou la glace. Si les conditions ne sont pas sûres, ne pas essayer d'effectuer la mesure.

5.3 LIVRE DES DONNÉES DE TERRAIN

Le technicien doit maintenant consulter le livre des données de terrain pour établir s'il est nécessaire ou non d'effectuer une mesure. Un agent en territoire peut décider de ne pas effectuer de mesure à une station particulière, pour obtenir une mesure à une autre station de plus haute priorité.

Le livre des données de terrain peut contenir de l'information sur la section du téléphérique, comme par exemple la distance entre les repères et le poids approprié des plombs.

5.4 INSPECTION DU TÉLÉPHÉRIQUE

Inspectez brièvement les éléments suivants :

1. Ancrages et bases — vérifiez s'il y a un mouvement quelconque
2. Supports du câble porteur — vérifiez si les cadres triangulaires ou les pylônes sont d'aplomb
3. Câble porteur — vérifiez son état général; vérifiez la flèche, et réglez s'il est nécessaire
4. Accessoires du câble — vérifiez s'il y a eu des décalages au niveau des connecteurs et des serre-câbles; vérifiez si les écrous sont bien serrés; vérifiez également les boucles de sécurité

5. Nacelles — vérifiez leur état général; vérifiez si les écrous sont bien serrés et si les systèmes de freinage fonctionnent correctement
6. Autres éléments — vérifiez les dangers potentiels, tels que les arbres déracinés ou les lignes électriques.

Cette procédure est particulièrement importante sur les sites susceptibles de vandalisme, ou après une période de crue, lorsque les ancrages ont été submergés.

5.5 SÉLECTION DES PLOMBS DE SONDAGE

L'information résultant des mesures antérieures peut figurer sur le livre des données de terrain, et peut servir de guide pour établir la dimension des plombs requis à divers niveaux. Si cette information n'est pas disponible, utilisez les formules suivantes comme règles de base :

$$m = 5vd$$

où m = masse du plomb en kg

v = vitesse moyenne en m/s

d = profondeur en m.

Si les vitesses sont élevées et les profondeurs sont importantes, il peut être nécessaire de commencer avec un échantillonnage d'essai, avant de choisir la bonne dimension du plomb.

Pour obtenir des sondages directs convenables, le plomb doit être suffisamment lourd pour empêcher le moulinet hydrométrique d'être déplacé par le courant.

5.6 RÉCUPÉRATION ET INSTALLATION DE LA NACELLE

Le niveau de sécurité des nacelles peut varier selon les régions. Dans certains cas, les nacelles sont enchaînées et verrouillées sur le cadre triangulaire ou sur l'ancrage. On peut également utiliser des dispositifs de verrouillage de nacelle en aluminium.

Dans les secteurs où le vandalisme pose un problème, les nacelles sont quelquefois laissées au milieu du câble, volontairement par l'agent en territoire, ou par des vandales. Récupérez la nacelle, en utilisant un instrument de halage.

La région de l'ouest et la région du nord ont mis au point une nacelle repliable en aluminium, qui peut être entreposée dans l'abri de jaugeage, ou transportée dans un véhicule, afin d'éliminer les problèmes de récupération ou de vandalisme.

Une autre solution pour assurer la sécurité de la nacelle consiste à installer une poulie amovible. En enlevant la poulie, on immobilise la nacelle, qui ne peut plus rouler sur le câble.

5.7 PROCÉDURES DE CHARGEMENT DE LA NACELLE

Installez tout d'abord le dévidoir. Ensuite, une fois que le dévidoir de sondage est installé, déroulez une longueur suffisante de câble pour permettre de fixer l'ensemble comprenant le moulinet hydrométrique et le plomb à l'extrémité du câble, en restant sur la terre ferme. Fixez le plomb et le moulinet. Pour éviter toute perte d'équipement, assurez-vous que la cheville de la barre de suspension est complètement insérée dans le trou.

Ne pas essayer de monter sur une échelle d'accès ou sur une plate-forme de nacelle en portant des plombs de sondage lourds.

Descendez l'ensemble de la roue à godets sur le pivot, et faites tourner le moulinet pour vérifier son bon fonctionnement.

Prenez note de la dimension du plomb et de la position du moulinet au-dessus du bas du plomb.

Vérifiez que l'on dispose de tout l'équipement nécessaire :

1. chronomètre,	2. écouteurs/avertisseur,
3. cisailles,	4. carnet de notes,
5. crayons (2),	6. instrument de halage,
7. frein (corde),	8. bande de freinage le cas échéant,
9. fil de montage,	10. lunettes de sécurité,
11. casque de sécurité,	12. barème d'étalonnage de moulinet,
13. calculatrice de poche.	

Portez un vêtement de flottaison individuel approuvé.

Actionnez la manivelle pour faire monter le moulinet, et vérifiez le circuit électrique.

5.8 CHAÎNAGE STANDARD

Situez le point de départ des mesures par téléphérique sur l'un des pylônes. Pour éviter toute confusion, sélectionnez toujours le pylône ou l'ancrage de la rive gauche pour le point initial. Cela est pratique lorsque l'agent en territoire doit reporter sur un graphique les profils de chenal à la section de mesure, parce que les profils sont normalement préparés en orientation vers l'aval.

Marquez clairement le point initial, parce qu'il s'agit de la référence pour toutes les distances et toutes les observations de profondeur et de vitesse. Marquez sur le pylône la distance entre les repères marqués à la peinture sur le câble porteur. L'agent en territoire doit consigner cette information dans le livre des données de terrain.

6.0 PROCÉDURES DE MESURE

6.1 CONDITIONS NORMALES

Dans des conditions de débit normal, respectez la procédure suivante pour effectuer une mesure de débit à partir d'un téléphérique :

1. Pour commencer la mesure, montez sur la nacelle et allez jusqu'à la rive gauche de la rivière. La figure 6 illustre la façon d'utiliser une corde de freinage pour contrôler le mouvement de la nacelle et pour obtenir une descente lente et contrôlée.
2. Notez la distance allant du point initial au bord de l'eau, l'heure du commencement des mesures et la berge sur laquelle la mesure est commencée.
3. Se rendre à la première verticale, et effectuez l'étalonnage à zéro du compteur. La procédure est illustrée par la figure 7. Amenez le moulinet à la surface de l'eau, la moitié inférieure de la roue à godets étant submergée et la section horizontale de la queue étant à la surface de l'eau. Le moulinet hydrométrique étant dans cette position, l'indicateur se trouvant sur le dévidoir est mis à zéro. On peut maintenant laisser descendre l'ensemble jusqu'à ce que le plomb touche le lit de la rivière. Lisez le chiffre donné par l'indicateur sur le dévidoir, puis y ajoutez la distance séparant le moulinet du bas du plomb. Cela donne le sondage adéquat. Prenez note du sondage, à 2 cm près.
4. À chaque verticale, effectuez la procédure 3 pour effectuer un étalonnage à zéro. Ensuite, observez et notez les sondages à 2 cm près, à chaque verticale. Ne pas faire de mesure excessive. Bien vérifiez que le plomb de sondage ne s'enfonce pas dans un fond mou ou instable.

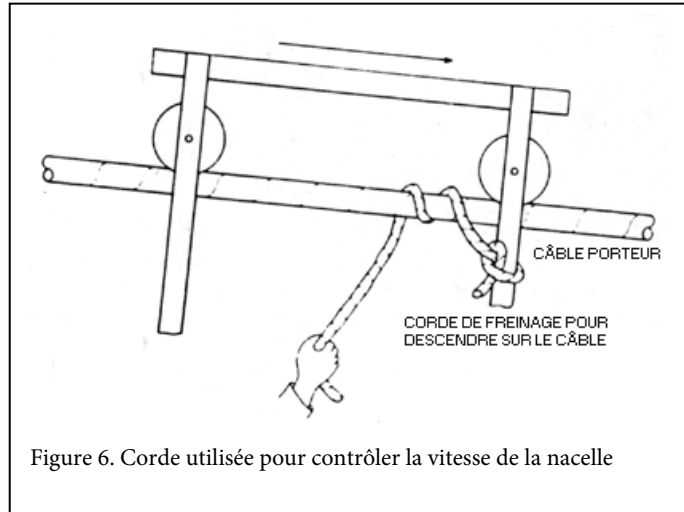


Figure 6. Corde utilisée pour contrôler la vitesse de la nacelle

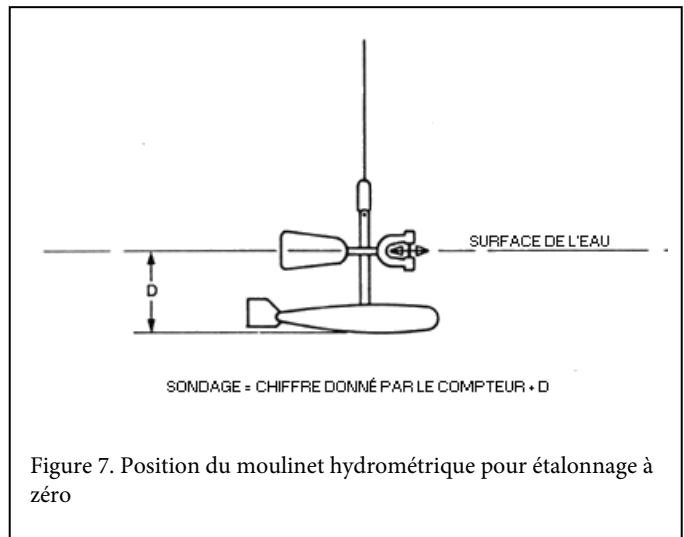


Figure 7. Position du moulinet hydrométrique pour étalonnage à zéro

Certains câbles peuvent onduler à cause du mouvement de traction nécessaire pour déplacer la nacelle d'une verticale à la suivante, ou à cause des mouvements de manivelle lorsqu'on utilise des plombs de sondage très lourds. Attendez l'arrêt de ces ondulations avant de commencer les observations de profondeur et de vitesse. Cela est particulièrement important lorsqu'on mesure des vitesses inférieures à 0,75 m/s, parce que les effets d'un mouvement vertical sur le moulinet hydrométrique sont alors très importants.

Pour éviter toute blessure sur les mains et les doigts, **ne jamais toucher le câble porteur.**

Pour immobiliser la nacelle pendant la mesure, prenez la bande fixée au système de halage, et coincez-la sous l'une des poulies de la nacelle. La figure 8 présente une autre méthode qui utilise une petite corde. Certaines nacelles sont équipées de leur propre mécanisme de freinage.

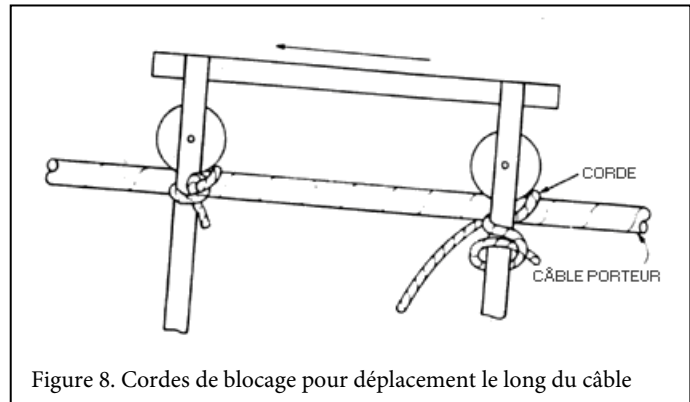


Figure 8. Cordes de blocage pour déplacement le long du câble

- Calculez la profondeur à laquelle le moulinet hydrométrique doit être placé pour observer la vitesse d'écoulement de l'eau. Inscrivez le chiffre sur le formulaire de mesure. Le minimum des profondeurs de positionnement du moulinet hydrométrique avec la barre de suspension M-2 est donnée dans la table ci-dessous en fonction des divers plombs. Une fois que l'on a obtenu le sondage et le réglage appropriés, observez et notez l'heure et la vitesse de rotation du rotor du moulinet. S'il est nécessaire, consultez le [cours n° 10.3](#), qui donne une description des procédures d'observation et d'enregistrement.

Plomb de sondage	Méthode de profondeur 0,6	Méthode de profondeur 0,2 et 0,8
15 et 30 lb	0,55 m	1,15 m
50, 75 et 100 lb	0,80 m	1,60 m

Le technicien doit vérifier le compteur fréquemment, et enlever tout débris qui peut avoir un effet sur l'étalonnage.

Les téléphériques sont généralement placés de façon à éliminer les angles d'écoulement obliques. Cependant, dans certains cas, il peut y avoir des angles obliques qui doivent être mesurés et enregistrés. Cette procédure, illustrée à la figure 9, est expliquée dans le [cours n° 10.3](#).

- Lorsque la mesure est terminée, notez l'heure à laquelle elle a été terminée, ainsi que toute remarque appropriée permettant d'identifier le bord du chenal. Notez toute information pertinente qui peut avoir eu un effet sur le résultat des mesures.
- Ensuite, pour éviter tout dommage, dégagez l'ensemble du rotor du pivot.
- Ramenez la nacelle au point de départ. Ne rien décharger jusqu'à ce que la mesure ait été calculée et reportée sur la courbe de relation niveau-débit dans le livre des données de terrain.

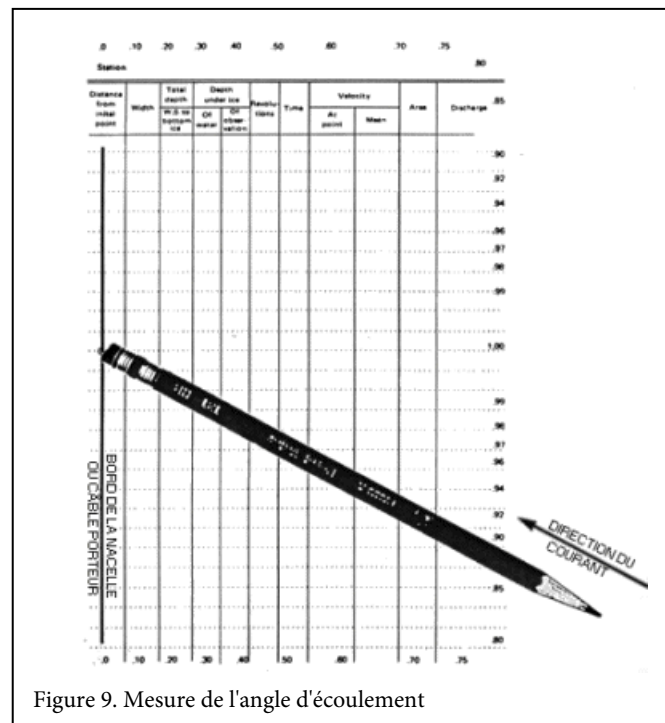


Figure 9. Mesure de l'angle d'écoulement

9. Si les résultats de la mesure sont satisfaisants, déchargez la nacelle de la façon suivante :
(Avant de débarquer, bien fixez la nacelle sur le cadre triangulaire ou sur l'ancrage.)
 - i. Faites descendre l'ensemble du moulinet hydrométrique jusqu'au niveau du sol en utilisant le dévidoir
 - ii. Retirez l'ensemble du moulinet hydrométrique du câble de sondage
 - iii. Enlevez le dévidoir et tout le reste du matériel de la nacelle
 - iv. Effectuez toute opération d'entretien requise sur le moulinet, et rangez tout l'équipement dans son contenant, pour éviter les dommages. On trouvera dans le cours n° 14 plus d'information concernant l'entreposage d'équipement dans les véhicules.

6.2 CONDITIONS PARTICULIÈRES

Pour les rivières en état de crue, la précédente description des procédures de mesure par téléphérique ne peut pas toujours s'appliquer. Les vitesses élevées et l'augmentation des profondeurs peuvent rendre impossible toute observation de sondage direct, même avec les plombs les plus lourds.

Le technicien doit vérifier et corriger toute flèche du téléphérique pour éviter l'immersion de la nacelle une fois chargée en période de crue.

Les débris flottant dans la rivière peuvent empêcher le recours aux procédures standard pour l'observation de profondeur et des débits. D'autre part, les changements rapides de niveau pendant la durée du temps nécessaire pour la réalisation d'une mesure standard peuvent enlever toute signification aux résultats.

Utilisez les procédures suivantes pour obtenir des résultats satisfaisants dans les situations de crue :

- a. Techniques spéciales de sondage
- b. Techniques de mesure lors de changements rapides de niveau ou lorsque la vitesse d'écoulement est élevée.

6.2.1 *Techniques spéciales de sondage*

En situation de crue, utilisez les méthodes suivantes pour effectuer les sondages :

1. Sondage sans moulinet hydrométrique
Enlevez le moulinet et effectuez un sondage à chaque verticale. Utilisez seulement le plomb, pour réduire l'entraînement par le courant. Bien souvent, cela suffit pour obtenir des mesures de profondeur assez précises. Une fois que les profondeurs ont été établies, remettez le moulinet en place et effectuez la mesure.
2. Sondages standard
Certaines rivières ont des chenaux toujours stables. Pour établir les profondeurs requises au cours d'une mesure de débit dans ce genre de situation, utilisez les sondages standard obtenus à des niveaux correspondant à des situations plus acceptables.
3. Marquage du câble de sondage
Au lieu d'utiliser la méthode qui vient d'être décrite pour corriger les profondeurs observées, établissez la

profondeur réelle en utilisant des serpentins fixés au câble de sondage. Placez une série de serpentins courts sur le câble, à des intervalles pratiques, au-dessus du moulinet hydrométrique ou du bas du plomb. Utilisez des serpentins de couleurs différentes pour reconnaître facilement les intervalles de mesure. Fixez les serpentins avec un ruban adhésif, ou soulevez un ou deux torons du câble de sondage, puis coinciez le serpentin entre les torons.

Après que le plomb ait touché le lit de la rivière pendant l'opération de sondage, relevez l'ensemble jusqu'à ce que le premier serpentin atteigne la surface de l'eau.

La distance requise pour amener le serpentin jusqu'à la surface est ajoutée à la distance connue séparant le serpentin du moulinet hydrométrique ou du bas du plomb. On peut également utiliser cette méthode pour positionner le moulinet hydrométrique pour des observations de vitesse d'écoulement.

L'erreur de sondage sera mineure si la distance allant jusqu'à la surface de l'eau n'est pas trop grande et que le changement de l'angle vertical du câble est mineur lorsqu'on relève le câble de sondage pour établir la distance jusqu'au premier serpentin. La figure 10 illustre ces facteurs.

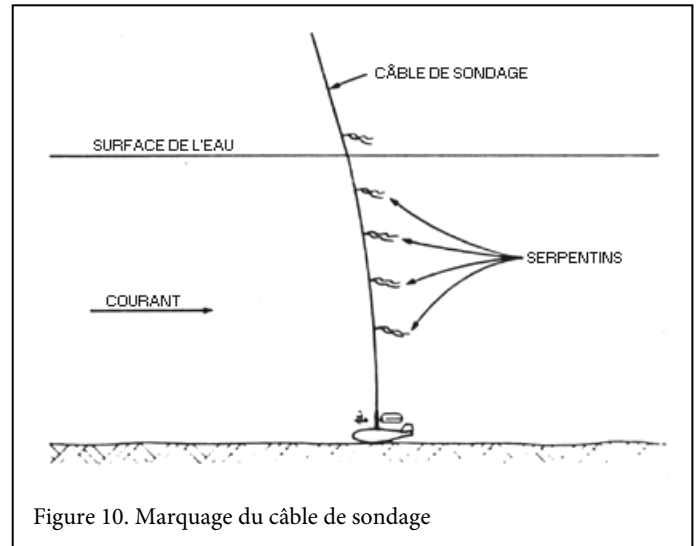


Figure 10. Marquage du câble de sondage

4. Méthode de correction de la profondeur calculée

Pour appliquer la méthode de correction de profondeur calculée, la nacelle doit être équipée d'un rapporteur pour établir l'angle de traînée et donc la correction requise pour l'excédent de sondage. La procédure à observer est la suivante :

- i. Mesurez et notez la distance séparant le rapporteur de la surface de l'eau. Cette distance varie à chaque verticale.
- ii. Obtenez et notez le sondage.
- iii. Lorsque l'ensemble de mesure est immergé, observez et notez l'angle vertical du câble de suspension au niveau du rapporteur.
- iv. Obtenez la correction de câble sec à partir de la table de câble sec (voir [Annexe 1](#)), et appliquez la correction à la profondeur donnée par le sondage. L'erreur de câble sec est illustrée à la figure 11.
- v. Lisez la correction de câble immergé sur la table de câble immergé (voir [Annexe 1](#)), et appliquez la correction à la profondeur corrigée de câble sec. L'erreur de câble immergé est montrée à la figure 11.

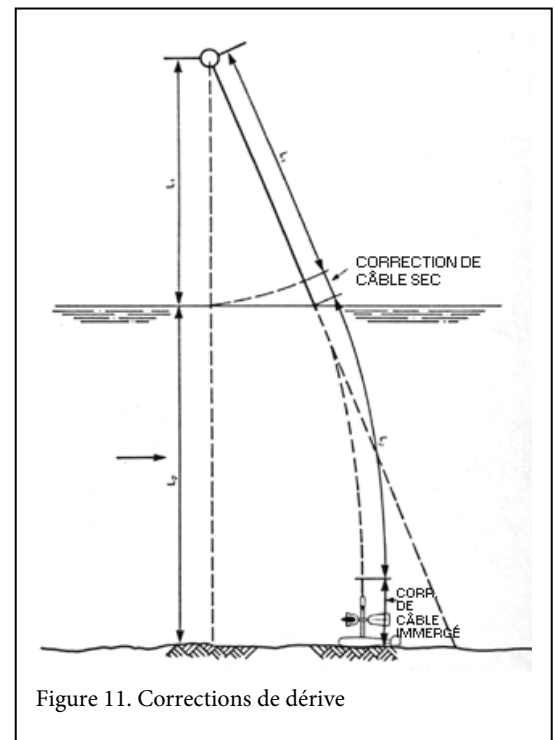


Figure 11. Corrections de dérive

- vi. Relevez le moulinet hydrométrique à 0,8 de la profondeur verticale, et notez la vitesse d'écoulement observée.
- vii. Remontez le moulinet hydrométrique jusqu'à 0,2 de la profondeur verticale, et notez la vitesse d'écoulement observée.

L'exemple qui suit illustre la façon d'enregistrer les données. Veuillez consulter la figure 12.

- i. Supposons que, à une verticale à chaînage de 40 m, la distance séparant le rapporteur de la surface de l'eau soit 21,34 m.
- ii. La profondeur mesurée à la section 40 est 11,70 m et l'angle vertical observé du câble de sondage est de 16 degrés (l'angle est observé alors que le plomb est sur le lit de la rivière, mais entièrement soutenu par le câble).
- iii. La correction de câble sec pour 21,34 m à un angle de 16 degrés est donnée par la table de câble sec, et appliquée au sondage : **11,70 m - 0,86 m = 10,84 m**
- iv. La correction pour la profondeur de câble immergé de 10,84 m est obtenue à partir de la table de câble immergé. La profondeur corrigée est maintenant : **10,84 m - 0,14 m = 10,70 m**
- v. Les profondeurs observées à 0,2 et 0,8 sont calculées à partir de ce chiffre. Il peut également être nécessaire d'utiliser des corrections de dérive de câble sec et de câble immergé lors du positionnement du moulinet hydrométrique.

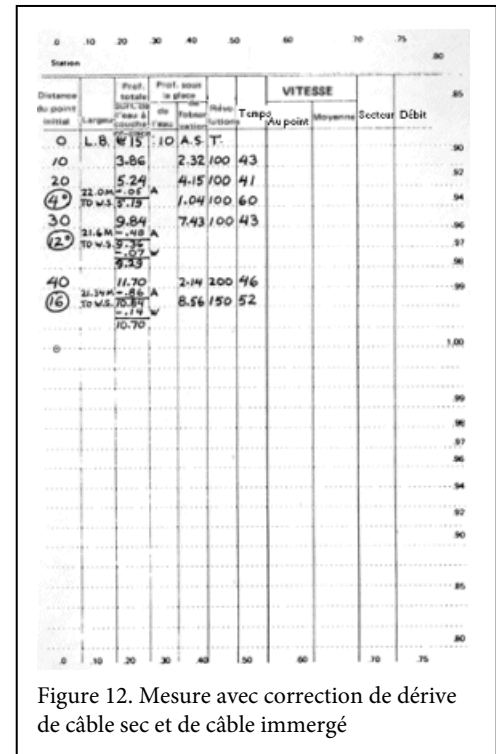


Figure 12. Mesure avec correction de dérive de câble sec et de câble immergé

6.2.2 Mesures lors de changements rapides de niveau ou lorsque la vitesse d'écoulement est élevée

Lorsqu'on mesure le débit de rivières en crue ou lorsque le niveau s'élève ou baisse rapidement, il est souvent impossible d'obtenir des sondages exacts et donc des mesures exactes.

Dans ces conditions, si les profondeurs ou les vitesses d'écoulement sont trop grandes pour la dimension des plombs disponibles, il est nécessaire d'utiliser l'une des deux méthodes suivantes.

1. Méthode de la profondeur 0,2

Utilisez la méthode de la profondeur 0,2 si le lit de la rivière est stable, si on dispose d'un profil de la section de mesure et s'il est possible d'établir des sondages approximatifs. Observez les vitesses d'écoulement à la profondeur 0,2 à des verticales sélectionnées le long de la traversée de la rivière. Le temps requis pour les mesures doit être tel que les changements de niveau sont minimes. S'il est nécessaire, obtenez une mesure en 15 à 20 min, en faisant environ 15 observations courtes qui durent 20 à 30 sec.

Effectuez une mesure complète le plus vite possible après avoir obtenu une mesure de 0,2. Utilisez les résultats pour corriger les profondeurs estimées s'il n'y a pas de sondage standard disponible pour la mesure partielle. Ensuite, établissez la relation entre la vitesse d'écoulement à la profondeur 0,2 et la vitesse d'écoulement moyenne à chaque endroit où les observations ont été faites lors de la mesure

précédente. Utilisez cette relation pour convertir en vitesse d'écoulement moyenne les observations de vitesse de profondeur 0,2 de la mesure partielle. Calculez la mesure de la façon habituelle.

Lorsqu'il n'est pas possible d'obtenir une mesure de suivi, appliquez la méthode suivante pour calculer le débit. Faites les calculs en utilisant les mesures antérieures et la vitesse d'écoulement à la profondeur 0,2 au lieu de la vitesse d'écoulement moyenne. Reportez la relation sur un graphique, en utilisant comme coordonnées le nouveau calcul des débits de profondeur 0,2 et les débits réels. Après avoir reporté les résultats, tracez la courbe de la relation. Il s'agit souvent d'une ligne droite. Le débit réel pour la mesure partielle peut être établi à partir de ce graphique.

Il convient d'être prudent lorsqu'on utilise cette méthode alors que des renvois d'eau causent des changements de répartition du courant, ou lorsqu'il y a des changements rapides de débit, car dans ces conditions, la relation n'est pas valable.

2. Méthode de la vitesse de surface

Pendant les crues, la dérive de débris rend souvent les observations impossibles aux profondeurs 0,2 et 0,8 à toutes les sections au travers de la rivière. Cependant, le technicien peut obtenir les vitesses d'écoulement en surface à beaucoup de ces sections autrement non mesurables, en plaçant les moulinets hydrométriques à 0,5 m au moins au-dessous de la surface de l'eau. Cela permet d'obtenir des vitesses d'écoulement qui ne subissent pas les effets des dérangements de surface.

Obtenez une mesure de débit complète dès que la dérive des débris a diminué. Obtenez les vitesses de surface, de même que les observations à la profondeur 0,2 et 0,8 pour chaque section pour laquelle seules les vitesses de surface ont été observées au cours de la mesure précédente. Les valeurs de surface obtenues servent de sondages standard et les coefficients calculés sont appliqués à la portion de la mesure antérieure pour laquelle seules les vitesses de surface ont été mesurées. S'il y a peu d'écart, un coefficient seulement est nécessaire pour toute la section, sinon, un coefficient distinct doit être appliqué aux valeurs de chaque section.

Encore une fois, il est important de préciser que ces techniques ont leurs limites. Il n'est pas possible de les appliquer lorsque l'instabilité du lit de la rivière ne permet pas d'obtenir des sondages fiables.

7.0 PROCÉDURES À APPLIQUER APRÈS LA MESURE

Prenez et notez les températures de l'air et de l'eau. Lisez la jauge et calculez la hauteur moyenne correcte de la jauge. Remplissez la première page du formulaire de mesure. Calculez la mesure et reportez les résultats sur le graphique de la relation niveau-débit.

S'il y a une incertitude quelconque ou un écart par rapport à la relation existante lorsque les résultats d'une mesure sont reportés sur le graphique, obtenez une mesure de vérification. Si possible, utilisez un autre moulinet hydrométrique pour effectuer la mesure de vérification.

Démontez et huilez l'équipement, avant de l'entreposer correctement.

Faites attention à ne pas oublier d'équipement.

Le [cours n° 10.3](#) décrit plus en détail les procédures à appliquer après mesure, en particulier celles qui concernent l'établissement de la hauteur de jauge moyenne et le calcul de la mesure.

8.0 PROCÉDURES DE SÉCURITÉ ET PRÉCAUTIONS À OBSERVER

Observez les procédures de sécurité suivantes :

1. Inspectez avec attention tous les câbles, la nacelle, les cadres triangulaires, les ancrages et les serre-câbles avant d'utiliser le téléphérique.
2. Portez des bottes de sécurité avec semelles anti-dérapantes et un casque de sécurité.
3. Portez des vêtements appropriés (p.ex., vêtements imperméables, parka, etc.). Ne pas oublier que les mouvements sont limités et que l'on peut être exposé pendant une heure ou plus aux intempéries.
4. Faites attention lorsqu'on porte des vêtements lâches ou lorsqu'on porte des objets qui peuvent se prendre dans le dévidoir (p.ex., chronomètres, livres de relevés, etc.).
5. Portez un vêtement de flottaison individuel. Ne pas l'utiliser comme coussin.
6. Faites bien attention lorsqu'on doit monter sur les échelles ou marcher sur les plate-formes de chargement.
7. Fixez le câble de sondage sur le moulinet hydrométrique au niveau du sol.
8. Portez des lunettes de sécurité comme protection contre les fragments d'acier ou les saletés qui peuvent être délogées du câble porteur ou des poulies.
9. Si les conditions le permettent, deux personnes devraient participer aux mesures par téléphérique.
10. Contrôlez la vitesse de la nacelle à tout moment. Utilisez le frein. Si la mesure est une mesure de hauteur record pour cette station, il est possible que la nacelle, une fois chargée, touche la surface de l'eau! Bien réglez le câble porteur en vérifiant la flèche. **NE PAS** élever le câble au-dessus de la flèche minimale autorisée.
11. Ne jamais laisser les mains sur le câble porteur!
12. Bien vérifiez que le cliquet de verrouillage du dévidoir de sondage est entièrement engagé et qu'il fonctionne correctement.
13. Faites bien attention aux débris qui peuvent s'emmêler avec le câble de sondage.
14. Portez des cisailles de bonne qualité pour couper les câbles de sondage qui peuvent s'emmêler dans des débris et créer un danger pour la structure. S'il est nécessaire de couper le câble, prenez note du chaînage pour faciliter la récupération de l'équipement perdu lorsque les eaux seront basses. S'il faut couper le câble de sondage, faites attention au choc en retour.

9.0 SORTIE SUR LE TERRAIN

Une sortie supervisée sur le terrain pour observer une station hydrométrique proche équipée d'un téléphérique permettra de renforcer les concepts du présent cours. À la station, le technicien devra effectuer toute la procédure de mesure.

Cela doit comprendre les opérations suivantes :

1. Bonne vérification de la jauge, y compris une vérification du niveau d'eau extérieur.
2. Consultation du dossier de terrain.
3. Sélection des bons plombs.
4. Procédures de sécurité appropriées (port de vêtement de flottaison individuel).
5. Utilisation de l'équipement de récupération de la nacelle.
6. Montage de l'équipement de mesure, et application des procédures correctes de chargement.
7. Vérification de l'espacement des repères de câble.
8. Utilisation d'une corde pour « freiner ». Utilisation du frein de la nacelle si elle est ainsi équipée. Utilisation correcte du dispositif de halage de la nacelle.
9. Établissement du bord de l'eau, par utilisation d'un chaînage standard.
10. Bonnes techniques de sondage, incluant l'étalonnage à zéro du moulinet et l'enregistrement du sondage corrigé.
11. Établissement correct des points de vitesse, par l'utilisation des tables et des calculs manuels.
12. Mesure et enregistrement corrects des angles obliques d'écoulement, le cas échéant.
13. Bonnes procédures d'observation de vitesse d'écoulement et enregistrement des données.
14. Procédures correctes pour finir la mesure et décharger la nacelle.
15. Vérification de jauge après la mesure.
16. Calcul de la hauteur de jauge moyenne correcte.
17. Calcul et report sur le graphique de la mesure de débit, et remplissage de la première page du formulaire de mesure.
18. Bon entretien et entreposage de l'équipement de mesure.

10.0 SOMMAIRE

Les structures de téléphérique sont utilisées régulièrement par les techniciens de la *Division des relevés hydrologiques du Canada* pour obtenir des mesures de débit des rivières pour lesquelles le débit ne peut pas être mesuré à gué. Le technicien doit donc être au courant des problèmes et des techniques particuliers de ce type de mesure.

Le présent cours a décrit les types d'équipement requis pour les mesures de débit effectuées à partir de téléphériques, ce qui comprend les dévidoirs de sondage, les plombs de sondage, les barres de suspension et tout équipement connexe. Les procédures de montage de l'équipement ont également été montrées.

Les procédures spéciales requises pour les mesures par téléphérique dans les cas de courant à haute vitesse ont également été étudiées en insistant sur les aspects de sécurité. On a également mis l'accent sur la documentation de terrain qui a été étudiée.

Tout au long de ce cours, les points suivants ont été soulignés :

1. L'importance d'un niveau d'eau extérieur pour confirmer la mesure donnée par la jauge.
2. Les dangers que comporte la mesure par téléphérique, tels que les débris ou la glace venant en contact avec le câble de sondage, les défaillances structurelles et les blessures dues à des chutes ou à une mauvaise manipulation des plombs de sondage. Il est important d'insister sur les procédures de sécurité suivantes :
 - port d'un vêtement de flottaison individuel approuvé,
 - inspection attentive de la structure du téléphérique,
 - application des bonnes procédures de chargement et déchargement,
 - procédures d'urgence en cas de contact entre des débris et le câble de sondage ou en cas de défaillance structurelle et
 - bonne utilisation des systèmes de freinage.
3. Les sources d'erreur des mesures par téléphérique, telles que les angles obliques d'écoulement, les sondages excessifs dus à une mauvaise sélection de plomb pour des mesures à grande vitesse, et les débris en contact avec le moulinet hydrométrique.
4. L'importance du respect des normes nationales, telles qu'elles sont exposées dans les manuels d'instruction.
5. L'entretien de l'équipement de mesure, par les procédures appropriées de nettoyage et d'entreposage.

Pour devenir parfaitement compétent dans les procédures de mesure par téléphérique, un technicien doit disposer d'une pratique considérable.

11.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

11.1 MANUELS DE SERVICE

Environnement Canada. (1984). Guide de sécurité – Construction et exploitation des transporteurs aériens pour le jaugeage des cours d'eau. Direction générale des eaux intérieures, Division des relevés hydrologiques du Canada, Ottawa, 17 p.

Environnement Canada. (1987). Guide d'inspection des stations de jaugeage. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, 20 p.

Terzi, R.A. (1982). Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, 38 p.

11.2 RÉFÉRENCES

Environment Canada. (1972). Hydrometric Equipment Handbook Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa.

Rantz, S.E. et al. (1982). “Measurement and Computation of Streamflow: Volume 1. Measurement of Stage and Discharge”, United States Geological Survey, Water – Supply Paper 2175, Washington, D.C.

ANNEXE 1 - TABLES DE CORRECTION DE DÉRIVE DE CÂBLE SEC ET DE CÂBLE IMMERGÉ

Table I-2. Wet-line correction table

WET-LINE TABLE, GIVEN DIFFERENCE IN METRES, BETWEEN WET-LINE LENGTH AND VERTICAL
DEPTH FOR VERTICAL ANGLES BETWEEN 4 AND 36 DEGREES

VERTICAL LENGTH (METRES)	4	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	VERTICAL LENGTH (METRES)
1.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	1.0
2.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	2.0
3.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	3.0
4.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	4.0
5.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	5.0
6.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	6.0
7.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	7.0
8.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	8.0
9.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	9.0
10.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	10.0
11.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	11.0
12.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	12.0
13.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	13.0
14.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	14.0
15.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	15.0
16.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	16.0
17.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	17.0
18.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	18.0
19.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	19.0
20.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	20.0
21.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	21.0
22.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	22.0
23.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	23.0
24.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	24.0
25.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	25.0
26.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	26.0
27.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	27.0
28.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	28.0
29.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	29.0
30.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	30.0
31.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	31.0
32.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	32.0
33.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	33.0
34.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	34.0
35.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	35.0
36.0	0.0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1.0	1.1	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6	36.0

Table 1-1. Table de correction de câble sec



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 10.5 – Mesure du débit à partir d'un pont

Roy J. Lane
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
Bureau de poste
Waggoner's Lane
Fredericton (Nouveau-Brunswick)
Canada E3B 2L4

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	BUT ET REMARQUES GÉNÉRALES	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	MATÉRIEL POUR LE JAUGEAGE À PARTIR D'UN PONT	3
3.1	CHÂSSIS POUR TREUIL.....	3
	3.1.1 <i>Châssis Mark 4</i>	3
	3.1.2 <i>Châssis en bois</i>	3
3.2	GRUES.....	4
3.2	GRUES.....	4
	3.2.1 <i>Grue de type A</i>	4
	3.2.2 <i>Grue de type E</i>	4
3.3	TREUILS.....	4
	3.3.1 <i>Treuil de type E-53</i>	5
3.4	LIGNES MANUELLES.....	5
3.5	MATÉRIEL CONNEXE.....	6
4.0	PRÉPARATION	7
4.1	VÉRIFICATION DE LA STATION.....	7
4.2	ÉVALUATION DE L'ÉTAT DU COURS D'EAU	7
4.3	CARNET DE TERRAIN	7
4.4	CIRCULATION ROUTIÈRE.....	7
4.5	CHOIX DU SAUMON	7
4.6	ESPACEMENT DES VERTICALES.....	8
4.7	ASSEMBLAGE DU MATÉRIEL DE SUSPENSION	8
5.0	MÉTHODES DE JAUGEAGE.....	9
5.1	CONDITIONS NORMALES	9
5.2	COURS D'EAU EN CRUE.....	10
6.0	MESURES DE SÉCURITÉ.....	11
7.0	TÂCHES À EFFECTUER APRÈS LE JAUGEAGE	12
8.0	FORMATION PRATIQUE SUR LE TERRAIN	13
9.0	RÉSUMÉ.....	14
10.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	15
10.1	MANUELS PRATIQUES.....	15

1.0 BUT ET REMARQUES GÉNÉRALES

Les ponts nous permettent de mesurer le débit de cours d'eau lorsque le courant rend le jaugeage à gué impossible.

Il existe différents types de matériel de suspension que nous pouvons utiliser pour effectuer un jaugeage à partir de ponts :

- grue de type A, montée sur un socle à trois roulettes ou sur un chariot à quatre roues,
- châssis pour treuil,
- ligne manuelle.

La grue de type A peut être équipée d'un treuil A-55 ou B-50 ou de treuils plus lourds tels que les treuils de type B-56 ou E-53. Le châssis est équipé d'un treuil A-55 ou B-50.

Les méthodes de jaugeage sont les mêmes que celles utilisées avec les câbles aériens. Toutefois, les différents types de pont peuvent poser des problèmes au technicien. Très souvent, les garde-fous des ponts sont assez larges pour que l'on puisse y installer les systèmes de suspension classiques. Dans certains cas, des travaux sur les treillis peuvent être une source de problèmes.

Une mesure de débit erronée peut nuire à la précision des données publiées pendant plusieurs années. Par conséquent, le technicien doit connaître les techniques de mesure des débits et il doit être au courant des problèmes possibles. Par exemple :

- Les courants obliques ne sont pas rares.
- Il est souvent nécessaire d'ajouter des verticales pour définir le courant autour de structures telles que des piles de pont.

Lorsqu'il mesure le débit depuis un pont, le technicien doit aussi tenir compte des facteurs suivants :

- Présence de débris dans le cours d'eau
- Navigation sur le cours d'eau
- Circulation sur le pont (véhicules ou piétons).

2.0 OBJECTIFS

À la fin du cours, les techniciens seront capables de décrire :

- le type de matériel utilisé pour mesurer le débit d'un cours d'eau à partir d'un pont, soit :
 - les châssis pour treuil installés sur le pont
 - les châssis en bois
 - les grues
 - les treuils
 - les saumons
 - les tiges de suspension.
- les méthodes d'assemblage du matériel.
- les critères de mesure, soit :
 - les repères de distance
 - la turbulence autour des piles de pont
 - les corrections de câble immergé et de câble exondé
 - l'angle d'écoulement
 - la glace et les débris flottants
 - l'augmentation ou la baisse rapide du niveau d'eau.
- les précautions à prendre lors de la mesure des débits à partir des ponts :
 - crues
 - trafic routier ou piétonnier.
- les méthodes de consignation des données et de calcul des débits pour estimer la vitesse et la profondeur autour des piles de pont.
- les méthodes de détermination de la hauteur à l'échelle moyenne pour les mesures et pour remplir les formulaires de relevés (pages de couverture).

3.0 MATÉRIEL POUR LE JAUGEAGE À PARTIR D'UN PONT

3.1 CHÂSSIS POUR TREUIL

3.1.1 Châssis Mark 4

Le châssis Mark 4 à installer sur le pont (figure 1) a été conçu pour porter les treuils de types A et B. Ce châssis ne comporte pas de poulie ni de guide-câble fileté car les treuils A et B sont normalement équipés d'un dispositif d'enroulement uniforme.

Le châssis est conçu pour être utilisé avec des poids de 50 livres. Un câble de sondage peut être suspendu à partir d'un point situé à environ 0.5 m du garde-fou. Le châssis mesure 1 m de longueur et 0.3 m de largeur à l'endroit où le treuil est installé. Un angle en acier vissé sous le châssis empêche le châssis de basculer du garde-fou. Une chaîne ou une corde attachée à l'arrière du châssis sert à assujettir l'ensemble au pont.

Il est possible que le châssis Mark 4 ordinaire ne convienne pas à certains types de ponts, en particulier si le garde-fou est relativement large. Dans ce cas, on peut utiliser une extension. L'extension permet d'éloigner le rouet du câble de façon que le technicien puisse soulever et abaisser sans danger l'ensemble saumon-moulinet. L'extension s'installe rapidement et facilement sur le châssis et elle s'enlève aisément. La figure 2 représente une extension utilisée en Saskatchewan. D'autres types d'extension sont utilisés ailleurs au Canada.

3.1.2 Châssis en bois

Le châssis illustré sur la figure 3 est en bois. Des trous permettent de fixer un treuil A-55 en trois endroits différents. Le châssis est léger, polyvalent et il peut être utilisé aussi bien pour les sondages à partir d'un garde-fou de pont que pour les sondages à partir de téléphériques ou d'embarcations.

Ce châssis est normalement utilisé avec des saumons pesant jusqu'à 50 livres. Il est déconseillé de l'utiliser constamment avec des saumons supérieurs à 50 livres. Il est possible d'allonger la potence de façon à avoir une portée entre le treuil et l'extrémité de la potence de 0.74 m à 1.14 m. Si vous devez utiliser le châssis avec des saumons plus lourds, n'allongez pas la flèche.

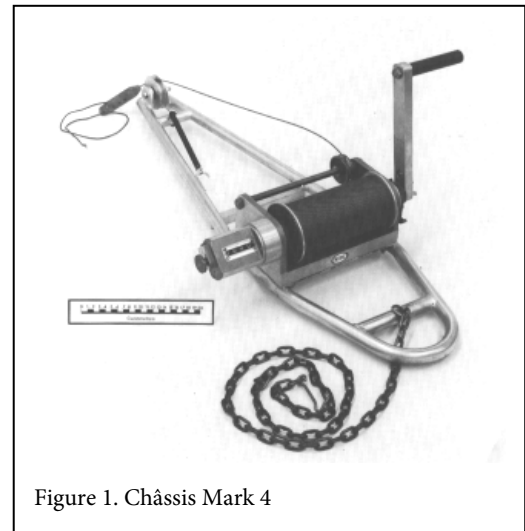


Figure 1. Châssis Mark 4

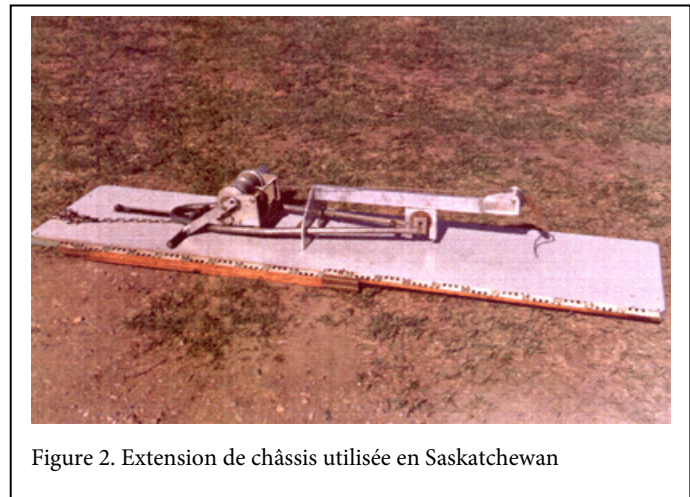


Figure 2. Extension de châssis utilisée en Saskatchewan

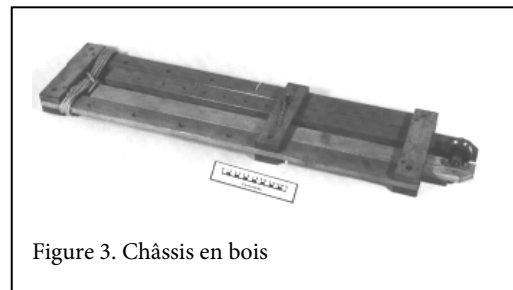


Figure 3. Châssis en bois

3.2 GRUES

Pour mesurer le débit à partir d'un pont, on utilise les grues de **type A** et de **type E**.

3.2.1 Grue de type A

La grue de type A (figure 4) supporte des poids pouvant atteindre 150 livres. La flèche extensible de la grue permet de suspendre ou de retirer le matériel de jaugeage à partir du garde-fou d'un pont. La flèche a une portée d'environ 0.7 m à partir du bord intérieur du garde-fou.

Un indicateur d'angle est fixé à l'extrémité extérieure de la flèche. Cet appareil permet de mesurer l'angle avec la verticale de l'ensemble moulinet-saumon lorsque ce dernier est entraîné par le courant.

On peut utiliser indifféremment deux types de treuil avec la grue A :

- **type A**
- **type B.**

La grue de type A peut être installée sur un socle à trois roues ou sur un chariot à quatre roues. Normalement, avec des poids de 50 livres ou moins, on utilise le socle à trois roues. Placer deux des roues près du garde-fou, parallèlement à ce dernier. La troisième roue est posée loin du garde-fou. Lorsque la flèche bascule au-dessus du garde-fou, la troisième roue se soulève. Le garde-fou du pont supporte donc une partie de la charge soutenue par la grue.

On ne fait pas appel au garde-fou lorsque la grue est installée sur un chariot à quatre roues. Une simple tringlerie entre la grue et le chariot allonge la flèche au-delà du garde-fou ou la retire, le chariot restant immobile. Les deux roues les plus éloignées du garde-fou s'ajustent pour compenser les bords de trottoir adjacents au garde-fou.

La grue de type A se monte, se démonte et se transporte facilement.

3.2.2 Grue de type E

La grue de type E est légèrement plus grosse et plus lourde que la grue de type A. Elle est aussi plus robuste. On l'utilise avec des poids pouvant atteindre 200 livres et elle est toujours installée sur un chariot à quatre roues. La grue de type E peut supporter n'importe quelle charge qui ne dépasse pas la résistance (1 500 livres) des câbles à deux conducteurs les plus lourds habituellement utilisés sur les treuils. La flèche de la grue comporte un indicateur d'angle qui donne l'angle de traînée du câble.

3.3 TREUILS

Pour effectuer un jaugeage à partir d'un pont, on peut utiliser divers types de treuil. Le treuil contient le câble auquel sont accrochés le saumon et le moulinet.

Les différents types de treuil sont les treuils :

- A-55
- B-50
- B-56
- E-53.

Les trois premiers ont été décrits dans le cours n° 10.4. Nous exminerons ici le treuil E-53.

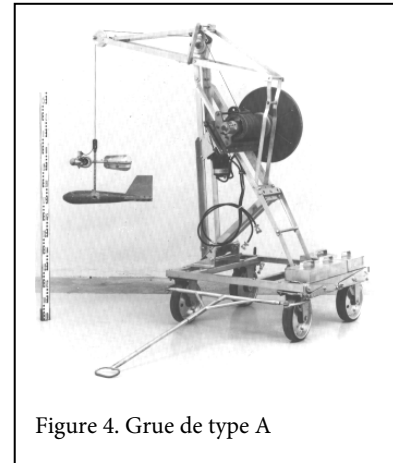


Figure 4. Grue de type A

3.3.1 Treuil de type E-53

Le treuil E-53 (figure 5) est utilisé avant tout pour les gros travaux et convient parfaitement aux poids et échantillonneurs les plus lourds dont on se sert pour les jaugeages. Le treuil est mû par un arbre de réduction qui fournit un rapport d'entraînement final de 7.7 à 1. La circonférence efficace du tambour est d'environ 0.6 m. Le treuil peut contenir 50 m de câble de 1/8 po ou 60 m de câble de 1/10 po.

Le treuil E-53 ne comporte pas de roue à rochet avec cliquet; le positionnement du moulinet est assuré par le mécanisme de levage et par un frein à friction situé à l'extrémité de l'arbre de réduction près de la poulie d'entraînement à double « V ». Le frein est commandé par une manivelle fixée en permanence au côté droit du treuil. Une manivelle peut être ajoutée à l'arbre, du côté de la poulie, pour remonter l'équipement en cas de panne du moteur. L'indicateur de profondeur et les contacts électriques sont placés sur le côté droit de la base du treuil.

On utilise le treuil E-53 avec les grues A ou E pour mesurer le débit à partir de ponts ou de cabines de téléphérique à position debout. Ce treuil convient très bien pour les mesures à partir du pont d'un bateau ou d'un catamaran lorsqu'on utilise des poids et des échantillonneurs lourds.

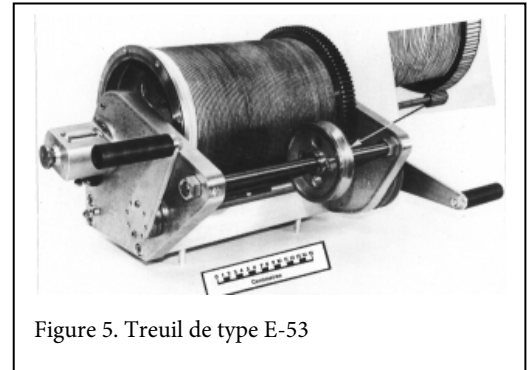


Figure 5. Treuil de type E-53

3.4 LIGNES MANUELLES

La ligne manuelle constitue une méthode simple et efficace pour suspendre un moulinet et un saumon. Elle est légère, compacte et facile à utiliser. Ainsi, elle est particulièrement utile en hiver, lorsqu'il est souvent nécessaire de parcourir de longues distances avant d'atteindre la section de jaugeage. Normalement, le technicien utilise la ligne manuelle pour mesurer le débit à partir d'un pont et à travers la glace, mais il peut aussi s'en servir lorsque le matériel habituel est brisé. Les limites pratiques de la ligne manuelle sont les grandes profondeurs, les vitesses excessives et les poids très lourds.

On peut fabriquer une ligne manuelle à l'aide de 15 m, ou moins, de fil électrique à gaine de caoutchouc de calibre 16. La ligne manuelle comporte une broche Cinch-Jones à une extrémité et une cosse de câble à l'autre. Un connecteur à embout en « U » est fixé sur la cosse. Des repères en ruban adhésif sont placés à intervalles de 0.1 m le long du câble. On peut adopter le système de repérage suivant :

1. une bande pour les intervalles de 0.1 m,
2. deux bandes pour les intervalles de 0.5 m et
3. trois bandes pour les intervalles de 1 m.

On peut aussi fabriquer une ligne manuelle en enroulant du fil d'automobile isolé de calibre 16 ou 18 autour d'un câble d'aéronef galvanisé de 1/16 po. L'enroulement en spirale permet au câble d'aéronef de supporter le poids de l'ensemble saumon-moulinet. Le fil et le câble sont ensuite enroulés sur toute leur longueur dans un ruban de type chatterton. Le câble d'aéronef est raccordé à un connecteur à embout en « U » et le fil d'automobile est raccordé au câble du moulinet. La tige de suspension et le câble galvanisé constituent le conducteur de retour.

Enfin, on peut utiliser du kevlar à la place du câble d'aéronef pour fabriquer une ligne manuelle. Toutefois, le kevlar n'étant pas conducteur, il faut employer du fil automobile bifilaire pour transmettre le signal électrique.

3.5 MATÉRIEL CONNEXE

Certains instruments utilisés pour effectuer des jaugeages à partir de ponts sont aussi utilisés pour les jaugeages à partir de trilles téléphériques. Ces instruments, décrits dans le cours n° 10.4, sont les suivants : câble de sondage, connecteurs électriques; tiges de suspension; moulinet; écouteurs, téléavertisseur ou compteur électrique; chronomètre analogique ou numérique; saumons (15, 30, 50, 75, 100, 150 ou 300 lb); cisailles; carnet de terrain et bloc de papier; fil métallique pour fixer les signaux au treuil; thermomètre; tournevis.

Le technicien aura aussi besoin de systèmes de protection : gilet fluorescent, panneaux signalisateurs et signaux lumineux de détresse. Ces articles seront examinés plus loin.

4.0 PRÉPARATION

Avant de procéder au jaugeage, on doit effectuer certaines tâches préliminaires qui permettront de recueillir les données avec le plus de précision et le moins de risques possible.

4.1 VÉRIFICATION DE LA STATION

La marche à suivre pour vérifier une station hydrométrique avant un jaugeage est expliquée dans le cours n° 10.3. Le technicien peut vérifier l'indication de l'échelle :

- en purgeant la prise d'eau ou
- en mesurant le niveau d'eau à l'extérieur.

Ainsi, le technicien est sûr que le niveau d'eau enregistré est bien le niveau réel.

4.2 ÉVALUATION DE L'ÉTAT DU COURS D'EAU

Les marches à suivre pour évaluer l'état du cours d'eau avant un jaugeage à gué ou à partir d'une traille téléphérique sont expliquées dans les cours 10.3 et 10.4. En plus des vérifications indiquées, il faut évaluer avec soin les dangers présentés, en aval du pont, par des blocs de glace ou des débris flottants ou encore par des embarcations.

4.3 CARNET DE TERRAIN

Le technicien doit maintenant consulter le carnet de terrain pour déterminer si un jaugeage est nécessaire. Il peut avoir à passer une station pour effectuer un jaugeage à une station plus importante.

Le carnet de terrain peut contenir des renseignements sur la section du pont, tels que la distance entre les repères et la taille du saumon appropriée.

4.4 CIRCULATION ROUTIÈRE

Des précautions particulières doivent être prises si la circulation routière présente des risques pour le technicien. Porter un gilet fluorescent et installer des panneaux signalisateurs et des cônes fluorescents pour avertir les conducteurs des véhicules qui traversent le pont. On peut aussi utiliser des signaux lumineux de détresse. Si le pont comporte un trottoir, les risques sont beaucoup moins grands. Toutefois, s'il y a beaucoup de piétons, faire attention lors du déplacement du matériel de suspension sur le trottoir.

4.5 CHOIX DU SAUMON

Le technicien doit tenir compte de plusieurs facteurs importants dans le choix du saumon en vue du jaugeage à partir d'un pont. Par exemple, les vitesses du courant autour des piles du pont peuvent être très élevées. La distance entre le pont et la surface de l'eau peut être suffisamment grande pour entraîner un écart de ligne sèche non négligeable. Habituellement, des renseignements sur les masses des saumons nécessaires pour différents niveaux d'eau sont indiqués dans le carnet de terrain. Si ce n'est pas le cas, utiliser la formule suivante :

$$m = 5vd$$

où m = masse du saumon (kg)

v = vitesse moyenne (m/s)

d = profondeur (m).

Dans certains cas, le technicien devra faire des essais pour déterminer la masse du saumon appropriée.

4.6 ESPACEMENT DES VERTICALES

Choisir un point de départ pour les mesures. Ce point devrait être la culée du pont située sur la rive gauche du cours d'eau, comme dans le cas des jaugeages par téléphérique. Décrire le point de départ et indiquer la distance entre les verticales dans le carnet de terrain. Quelquefois, il est permis d'inscrire des repères sur le garde-fou du pont. Ces repères doivent être peints proprement sur la face extérieure (vers le cours d'eau) du garde-fou de façon à ne pas défigurer le pont. S'il est impossible de peindre des repères sur le pont, tendre un câble de mesurage le long du pont, entre le point de départ et la culée opposée pour obtenir les distances entre les verticales.

Choisir les verticales de façon que les sections situées sur les bords soient aussi petites que possible, en particulier autour des piles et des culées du pont. Les intervalles entre les verticales doivent être tels que l'écoulement dans chaque panneau soit égal à environ 5 % de l'écoulement total.

4.7 ASSEMBLAGE DU MATÉRIEL DE SUSPENSION

Suivant la structure du pont et l'état du cours d'eau, vous déciderez si vous avez besoin d'une ligne manuelle, d'un châssis ou d'une grue. Vous devez être capable d'assembler tous les types de matériel de suspension.

5.0 MÉTHODES DE JAUGEAGE

5.1 CONDITIONS NORMALES

Pour effectuer un jaugeage à partir d'un pont dans des conditions normales d'écoulement, procéder de la façon suivante :

1. Commencer les mesures sur la rive gauche du cours d'eau.
2. Noter la distance entre le point de départ et le bord de l'eau ainsi que l'heure à laquelle les mesures commencent.
3. Passer à la première verticale et mettre le compteur du dispositif de mesure à « zéro ». La méthode est décrite dans le cours n° 10.4; la revoir si c'est nécessaire. Remettre le compteur à « zéro » pour chaque verticale.
4. Effectuer le sondage et observer les vitesses de la manière décrite pour le jaugeage à partir d'un téléphérique. Revoir au besoin la marche à suivre.

Souvent, lorsque vous mesurez le débit à partir d'un pont, l'écoulement n'est pas perpendiculaire à la ligne de sondage. Le technicien doit mesurer les angles d'écoulement en utilisant le formulaire de notes de jaugeage pour déterminer le cosinus des angles (voir les cours 10.3 et 10.4).

Les piles de pont peuvent causer des variations de vitesse, un écoulement oblique, un affouillement et des dépôts, ce qui rend le jaugeage difficile. Faire très attention lorsqu'on mesure les profondeurs et les vitesses à proximité des piles et des culées de pont. S'il y a un risque d'endommager le moulinet contre la pile ou la culée, il est préférable d'estimer les profondeurs et les vitesses plutôt que d'effectuer un sondage. De même, s'il y a des risques que des débris se soient accumulés autour de la pile ou de la culée, il convient de faire une estimation du débit dans le panneau adjacent à la pile. Pour cela, le technicien estimera la profondeur en se basant sur la profondeur mesurée à la verticale précédente. La vitesse sera un pourcentage de la vitesse mesurée à la verticale précédente. La méthode est illustrée à la figure 6.

La technique décrite dans le paragraphe précédent s'applique aussi aux endroits où la profondeur change brusquement. Le point auquel le changement se produit doit être traité comme le bord d'une pile. La distance à la verticale doit être indiquée deux fois. Mesurer la profondeur et la vitesse juste avant et juste après le point de changement. Les observations effectuées des deux côtés de ce point doivent être traitées séparément. Celles faites avant le point de changement s'appliquent à une largeur réelle égale à la moitié de

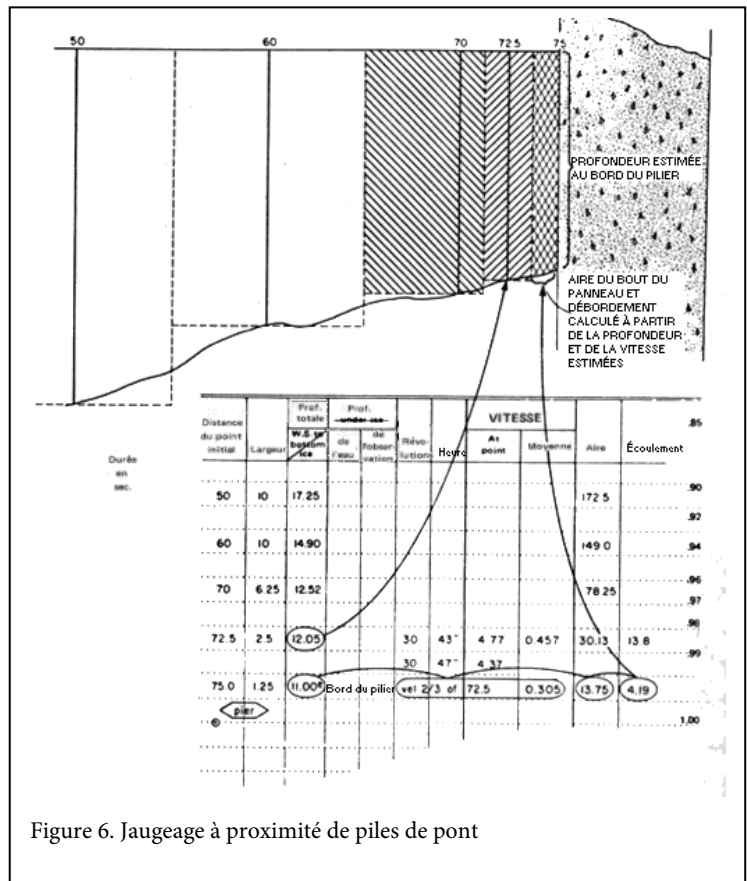
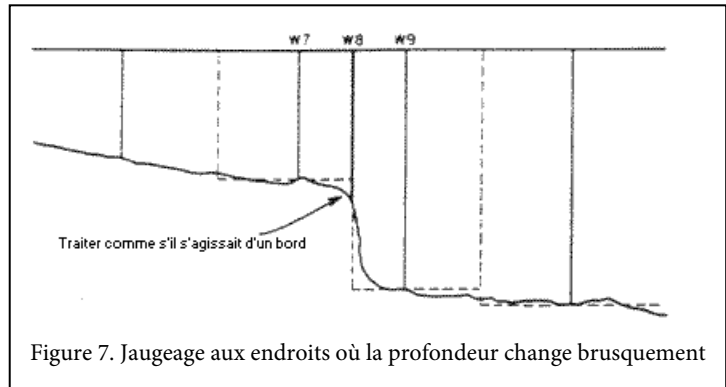


Figure 6. Jaugeage à proximité de piles de pont

la distance à la verticale précédente. Celles faites après le point de changement s'appliquent à une largeur réelle égale à la moitié de la distance à la verticale suivante. Cette technique est illustrée sur la figure 7.

À la fin du jaugeage, noter l'heure et décrire le bord du chenal. Consigner toute information pertinente qui pourrait avoir une incidence sur les résultats des mesures. Retirer alors l'ensemble saumon-moulinet et le remonter sur le tablier du pont.



Soulever la roue à godets du pivot pour éviter de l'endommager.

Calculer ensuite les débits et porter les résultats sur la courbe hauteur-débit. Si les résultats ne concordent pas avec la courbe de référence, effectuer un jaugeage de vérification, si possible avec un autre moulinet.

5.2 COURS D'EAU EN CRUE

Les méthodes de jaugeage à partir d'un pont dans des conditions normales ne s'appliquent pas toujours aux cours d'eau en crue. Il se peut qu'il soit impossible de mesurer directement les vitesses et les profondeurs, si ces dernières sont trop grandes, même avec le plus gros saumon. Par ailleurs, les débris qui flottent dans la rivière peuvent vous empêcher de mesurer les profondeurs et les vitesses par les méthodes ordinaires. Enfin, le niveau peut changer rapidement pendant la période normale de jaugeage. Vous risquez donc d'avoir des résultats incorrects.

Pour toutes ces raisons, on a mis au point des méthodes spéciales permettant de déterminer les débits pendant les périodes de crue. Ces méthodes sont décrites en détail dans le [cours n° 10.4](#), consacré au jaugeage par téléphérique. Revoir ces méthodes.

6.0 MESURES DE SÉCURITÉ

Lors des jaugeages à partir de ponts, le technicien doit prendre les précautions suivantes :

1. S'il n'y a pas de trottoir sur le pont :
 - i. installer des panneaux ou des feux de signalisation, ou les deux, aux deux extrémités du pont pour avertir les conducteurs; on peut aussi utiliser des cônes fluorescents;
 - ii. porter un gilet fluorescent;
 - iii. se placer du côté du matériel de suspension exposé au trafic;
 - iv. surveiller les véhicules qui s'approchent et garder un contact visuel avec les conducteurs;
 - v. ne pas essayer d'effectuer des jaugeages si la visibilité est mauvaise (brouillard, neige ou heure tardive) ou si la surface du pont est glissante.
2. S'il y a un trottoir, faire attention aux piétons.
3. Choisir un matériel de suspension adéquat et l'assembler correctement. (L'effondrement soudain d'une grue « A » peut provoquer de graves blessures aux mains, aux doigts ou aux pieds.)
4. Faire très attention si les surfaces sont glissantes.
5. Porter des chaussures renforcées.
6. S'il y a un danger quelconque de tomber du pont, porter un gilet de sauvetage ou un système de flottaison individuel.
7. Surveiller les débris, surtout pendant les périodes de montée des eaux ou de débâcle.
8. Se faire aider, suivant les conditions de travail. Quelquefois, un autre technicien peut jouer le rôle d'assistant ou il peut être nécessaire d'engager un employé intérimaire.
9. Si le matériel se coince dans les débris, il faudra couper le câble. Si c'est le technicien qui doit le faire, il doit noter la distance pour faciliter la récupération du matériel pendant l'étiage.
10. Avant de déplacer la grue « A », vérifier que le saumon soit le plus bas possible pour éviter que la grue bascule.
11. Lors de la manipulation des saumons, se tenir correctement pour éviter les blessures au dos.
12. Ne pas effectuer de jaugeage pendant un orage.
13. Surveiller les bateaux sur la rivière.

7.0 TÂCHES À EFFECTUER APRÈS LE JAUGEAGE

Une fois le jaugeage terminé :

1. mesurer et consigner les températures de l'air et de l'eau;
2. lire l'échelle limnimétrique, calculer la hauteur à l'échelle moyenne correcte et remplir la page de couverture du formulaire d'enregistrement des observations;
3. démonter ensuite les instruments, les huiler et les ranger correctement.

Ne rien laisser derrière soi.

8.0 FORMATION PRATIQUE SUR LE TERRAIN

Pour s'assurer que le technicien comprend bien les techniques de jaugeage à partir d'un pont, le formateur doit organiser une expédition sur le site d'une station où l'on effectue ce type de jaugeage.

Là, le technicien réalisera un jaugeage au complet, sous la supervision de le formateur.

Points à surveiller :

1. Vérification de l'échelle, y compris une vérification extérieure du niveau d'eau
2. Consultation du carnet de terrain
3. Choix du matériel (grue « A », châssis pour treuil, etc.)
4. Choix du saumon
5. Précautions en ce qui concerne la circulation routière (panneaux signalisateurs, cônes, signaux lumineux, etc.)
6. Assemblage du matériel
7. Vérification de l'espacement des verticales
8. Détermination du bord de l'eau, en utilisant le chaînage ordinaire
9. Techniques de sondage, y compris le calage du compteur et la consignation des résultats corrigés
10. Détermination des points de mesure de la vitesse à l'aide de tables ou de calculs manuels
11. Mesure et consignation des angles d'écoulement, le cas échéant
12. Mesure de la vitesse et consignation des données
13. Tâches à effectuer après les mesures
14. Calcul du débit et représentation graphique
15. Démontage et rangement du matériel
16. Relevé des températures de l'air et de l'eau
17. Vérification de l'échelle limnimétrique après le jaugeage
18. Calcul de la hauteur à l'échelle moyenne
19. Consignation des données sur la page de couverture.

Le formateur ou un technicien principal devrait accompagner le stagiaire lors d'une expédition régulière pendant laquelle le stagiaire effectuera plusieurs jaugeages à partir d'un pont. Cette expédition devrait avoir lieu le plus tôt possible après le cours théorique.

9.0 RÉSUMÉ

Les techniciens de la *Division des relevés hydrologiques du Canada* se servent souvent des ponts pour effectuer des jaugeages de cours d'eau où le jaugeage à gué est impossible. Le technicien doit donc connaître les techniques et les problèmes particuliers associés à ce type de mesure.

Le présent cours contient une description du matériel nécessaire pour effectuer des jaugeages à partir de ponts : châssis à installer sur le pont, châssis en bois, treuils et grues. Les méthodes d'assemblage du matériel ont aussi fait l'objet d'une démonstration.

Les techniques particulières qui s'appliquent au jaugeage à partir de ponts ont été examinées, en particulier les mesures de sécurité et les sources d'erreurs. L'importance des séances pratiques sur le terrain a aussi été soulignée.

Seule la pratique permettra au technicien de bien maîtriser les techniques de jaugeage à partir de ponts. L'instructeur devrait faire en sorte que le technicien ait la possibilité d'acquérir cette compétence.

10.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

10.1 MANUELS PRATIQUES

Terzi, R.A. (1982). Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa. 38 p.



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 10.6 – Jaugeage du débit depuis une embarcation

Scott McDonald
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
Bureau de poste
C.P. 2970
Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)
Canada X1A 2R2

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET ET CONTEXTE	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	MÉTHODE DE JAUGEAGE DEPUIS UNE EMBARCATION.....	3
3.1	DESCRIPTION DU MATÉRIEL.....	3
3.1.1	<i>Embarcations et moteurs</i>	3
3.1.2	<i>Câbles de mesure et dévidoirs</i>	5
3.1.2.1	<i>Dévidoirs</i>	5
3.1.2	<i>Câbles de mesure et dévidoirs</i>	6
3.1.2.1	<i>Dévidoirs</i>	6
3.1.2.2	<i>Câbles de mesure</i>	7
3.1.3	<i>Châssis pour sondage</i>	7
3.1.4	<i>Dévidoirs pour sonde</i>	9
3.1.5	<i>Matériel de mesure des distances</i>	10
3.2	SÉCURITÉ ET LOGISTIQUE.....	10
3.3	MÉTHODES DE JAUGEAGE À L'AIDE DE CÂBLES DE MESURE PORTATIFS	12
3.3.1	<i>Choix de la section de jaugeage</i>	12
3.3.2	<i>Assemblage du matériel</i>	12
3.3.3	<i>Mise sous tension du câble de mesure</i>	13
3.3.4	<i>Mise en position de l'embarcation au moyen d'un câble de mesure</i>	14
3.3.5	<i>Préparation du matériel de jaugeage</i>	15
3.3.6	<i>Jaugeage</i>	16
3.3.7	<i>Récupération du câble de mesure</i>	17
3.4	MÉTHODES DE JAUGEAGE À L'AIDE DE CÂBLES DE MESURE FIXES.....	18
3.5	MÉTHODES DE JAUGEAGE SANS CÂBLES DE MESURE (À L'AIDE D'INSTRUMENTS)	18
3.5.1	<i>Mise en position de l'embarcation – Méthode de mesure électronique des distances</i>	18
3.5.2	<i>Mise en position de l'embarcation – Méthode du théodolite</i>	19
3.5.3	<i>Mise en position de l'embarcation – Méthode du pivot</i>	20
3.5.4	<i>Mise en position de l'embarcation – Méthode du sextant</i>	20
3.5.5	<i>Méthode de l'embarcation en mouvement</i>	22
3.6	CONDITIONS PARTICULIÈRES	23
4.0	FORMATION SUR LE TERRAIN.....	24
4.1	MATÉRIEL ET LOGISTIQUE.....	24
4.2	SÉCURITÉ	24
4.3	MISE EN PRATIQUE DES TECHNIQUES	24
5.0	RÉSUMÉ.....	26
6.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	27
6.1	MANUELS PRATIQUES.....	27

6.2	RÉFÉRENCES.....	27
ANNEXE A.	AJUTS, NOEUDS ET ÉPISSURES.....	28

1.0 OBJET ET CONTEXTE

D'ordinaire, on a recours au jaugeage du débit d'un cours d'eau depuis une embarcation uniquement en l'absence de téléphériques et de ponts, ou lorsque ces derniers ne peuvent être utilisés.

Les embarcations peuvent constituer le seul moyen d'effectuer le jaugeage d'un cours d'eau quand une section sous un pont ou un téléphérique est obstrué par des débris, lorsque ces installations sont inutilisables pour une quelconque raison, ou encore pendant les périodes de crue ou de marée haute.

Le jaugeage depuis une embarcation nécessite, en règle générale, une longue période de préparation, de même que de la main-d'oeuvre supplémentaire pour manoeuvrer l'embarcation et pour transporter ou entretenir le matériel additionnel.

Il existe plusieurs façons de mettre une embarcation en position afin d'effectuer des sondages et de déterminer la vitesse de passage de l'eau. Voici une liste des méthodes les plus fréquemment employées par les techniciens de *Relevés hydrologiques du Canada*.

1. La mise en position de l'embarcation au moyen d'un câble de mesure tendu en travers du cours d'eau avant chaque jaugeage.
2. Sa mise en position au moyen d'un câble de mesure fixe.
3. Sa mise en position au moyen d'instruments.

Les techniques de jaugeage depuis une embarcation présentées dans ce cours sont utilisées partout au Canada. Elles peuvent varier selon l'état des cours d'eau, la disponibilité du matériel et les préférences des techniciens d'une région donnée. Le formateur doit réviser toutes les techniques et mettre en relief celles qui s'appliquent le mieux au lieu de travail du technicien.

Avant de commencer le présent cours, les techniciens doivent réviser les sujets suivants abordés dans des cours précédents : l'entretien, l'utilisation, la manutention des dispositifs de jaugeage et de lestage, ainsi que les principes sur lesquels s'appuie le jaugeage du débit.

2.0 OBJECTIFS

- I. Le présent cours porte sur les méthodes de jaugeage du débit depuis une embarcation, l'utilisation et l'entretien du matériel nécessaire à cette fin et les techniques de mise en position de l'embarcation.
- II. Il renferme une description des dispositifs que nécessite le jaugeage au moulinet du débit d'un cours d'eau depuis une embarcation, des câbles de mesure, des dévidoirs de câbles de mesure, des lests de sonde, des crochets, etc.
- III. Sont également abordés l'assemblage du matériel et la préparation d'une liste de vérification.

Le choix d'une section de jaugeage, la répartition des verticales, l'angle d'écoulement, la correction de ligne immergée et les facteurs ayant une incidence sur le choix de la méthode de mise en position d'une embarcation sont autant de critères du jaugeage qui sont examinés, tout comme la mise en position d'une embarcation ainsi que l'installation et la mise sous tension d'un câble de mesure à l'aide de bornes d'alignement et d'appareils de levé. Enfin, l'utilisation et l'entretien des théodolites et des sextants sont également étudiés.

Le présent cours vise plus particulièrement à rendre le technicien capable :

1. de dresser la liste du matériel nécessaire au jaugeage depuis une embarcation;
2. d'assembler et d'entretenir le matériel en question;
3. de décrire les méthodes de mise en position d'une embarcation au moyen de théodolites, de sextants et d'autres instruments de jalonnage;
4. de décrire les méthodes permettant d'obtenir des lectures précises sans encourir de risques;
5. de décrire les méthodes permettant de s'assurer de l'exactitude des données;
6. d'effectuer le jaugeage du débit depuis une embarcation de façon sûre et précise;
7. de prendre des notes sur place de façon concise et fiable.

La manoeuvre, le chargement et le remorquage d'une embarcation, ainsi que les mesures de sécurité afférentes feront l'objet d'un cours ultérieur qui traitera aussi des méthodes de signalisation nautique.

3.0 MÉTHODE DE JAUGEAGE DEPUIS UNE EMBARCATION

3.1 DESCRIPTION DU MATÉRIEL

3.1.1 *Embarcations et moteurs*

Sont décrits dans cette section les types et les dimensions de différentes embarcations, ainsi que leur rendement sous diverses conditions. On y trouve aussi une description des combinaisons de moteurs et de bateaux.

Embarcations en aluminium à étrave en « V »

- La longueur de ce type d'embarcation varie de 4,9 à 5,5 m (figure 1).
- Ses dimensions (en particulier sa profondeur et sa largeur) la rendent stable dans les cours d'eau à écoulement libre rapide. La forme en « V » de l'étrave aide à maintenir l'embarcation perpendiculaire au courant.
- La puissance maximale du moteur hors-bord pouvant être utilisé avec ce type d'embarcation est de 35 HP (voir la fiche technique de l'embarcation pour connaître la puissance appropriée à chacune).
- Le conducteur doit faire preuve de prudence dans les écoulements turbulents. Si l'étrave est trop chargée, l'embarcation aura tendance à être ballotée par les courants turbulents.

Embarcations en aluminium à fond plat

- La longueur de ce type d'embarcation varie de 4,9 à 5,5 m (figure 2).
- Sa largeur et sa longueur la rendent stable dans les courants rapides.
- Son fond plat en assure une meilleure gouverne dans les courants turbulents.
- Son plat-bord bas assure un franc-bord moins élevé au-dessus de la surface de l'eau.
- La puissance maximale du moteur hors-bord pouvant être utilisé avec ce type d'embarcation est de 35 HP (voir la fiche technique de l'embarcation).

Canots pneumatiques

- La longueur de ce type d'embarcation varie de 3,7 à 4,9 m (figure 3).
- En général, on considère que cette embarcation est la plus sûre dans la plupart des situations.
- Son faible tirant d'eau en assure une bonne gouverne et une grande stabilité, ce qui en fait un moyen de transport sûr dans les situations où on rencontre un clapotis, un écoulement turbulent et des courants rapides.
- La puissance maximale du moteur hors-bord pouvant être utilisé avec ce type de bateaux est de 35 HP (voir la fiche technique de l'embarcation).
- À pleine vitesse (embarcation en plané), les techniciens doivent prendre les précautions nécessaires pour ne pas être projetés par-dessus bord. Le moindre changement de cap fera zigzaguer le canot.
- Au moment de l'accostage, les techniciens doivent prendre garde de ne pas perforer le bateau sur des débris ou des roches.



Figure 1. Embarcation en aluminium à étrave en «V»



Figure 2. Embarcation en aluminium à fond plat



Figure 3(a) Canot pneumatique



Figure 3(b) Canot pneumatique

Canoës

- Ils sont rarement utilisés en raison de leur grande instabilité.
- Ils sont difficiles à manipuler et à gouverner.
- Dans certaines régions, on utilise un canoë de charge de 5,5 m.
- Si on doit recourir à des canoës plus petits, les techniciens doivent attacher solidement deux canoës côte à côte de façon à former un catamaran, s'assurant ainsi d'une stabilité accrue.

Embarcations de plus grandes dimensions

Au Canada, on trouve différents types de bateaux et de catamarans en aluminium et en fibre de verre présentant de plus grandes dimensions que celles des embarcations énumérées ci-devant. Voici un bref aperçu des caractéristiques de quelques-uns de ces bateaux.

Le Yukon River

- Longueur : 7,9 m; coque en aluminium.
- Moteur hors-bord de 125 HP à propulsion par réaction.
- On l'utilise sur les cours d'eau larges et peu profonds où l'écoulement est rapide.

Le Mackenzie River

- Longueur : 7,3 m; coque en aluminium (figure 4).
- Moteur en-bord de 205 HP.
- On l'utilise sur le delta du Mackenzie et sur le fleuve Mackenzie.



Figure 4(a) Embarcation en aluminium de type Mackenzie River



Figure 4(b) Embarcation en aluminium de type Mackenzie River

Le Niagara River

- Longueur : 6,1 m; coque en aluminium.
- Moteurs hors-bord jumelés de 80 HP.
- On l'utilise dans le cadre du programme de prise de mesures multiples de la rivière Niagara.

Le Fraser River

- Il s'agit d'un catamaran de 10 m muni d'un moteur hors-bord ou en-bord de 125 HP.
- Il est utilisé dans le cadre du calibrage des modèles permettant l'étude de l'écoulement et de la sédimentation.
- Un pilote et deux techniciens doivent prendre place dans ce type de bateau.
- Il est muni d'un dévidoir électrique et de poids n° 150 C.

Le Saskatchewan River

- Il s'agit d'un catamaran de 6,2 m muni d'un panneau de type ponton en métal.
- On l'amarre à un câble fixe en travers du cours d'eau.

Entretien du bateau et du moteur

Les techniciens doivent avoir une connaissance de base du moteur hors-bord. En outre, ils doivent être en mesure de détecter les pannes de moteur qui peuvent survenir, de vérifier l'état des bougies, de régler le carburateur et de remplacer l'hélice et la corde de lancement. Les techniciens peuvent aussi être obligés de réparer de petits trous dans la coque du bateau en se servant d'un nécessaire de réparation pour le caoutchouc, d'une pièce en aluminium et de rivets, ou de résine de fibre de verre.

3.1.2 Câbles de mesure et dévidoirs

3.1.2.1 Dévidoirs

Dévidoir de câble de mesure Mark 1

Ce dévidoir (figure 5) peut être utilisé pour tendre un câble d'aéronef jalonné de 0,002 m ou une corde en Kevlar en travers d'un cours d'eau étroit ayant un débit lent et pouvant être traversé à gué. Ce dévidoir n'est pas muni d'un dispositif de freinage ou d'embrayage. Les techniciens doivent dérouler la corde avec précaution afin que celle-ci ne se défile pas trop rapidement et qu'elle ne s'accroche pas subitement à quelque chose. S'ils utilisent une embarcation, les techniciens doivent fixer les deux extrémités du câble de mesure à des arbres au moyen de colliers de serrage ou de pinces d'accrochage de type « buffalo ».

3.1.2 Câbles de mesure et dévidoirs

3.1.2.1 Dévidoirs

Dévidoir de câble de mesure Mark 1

Ce dévidoir (figure 5) peut être utilisé pour tendre un câble d'aéronef jalonné de 0,002 m ou une corde en Kevlar en travers d'un cours d'eau étroit ayant un débit lent et pouvant être traversé à gué. Ce dévidoir n'est pas muni d'un dispositif de freinage ou d'embrayage. Les techniciens doivent dérouler la corde avec précaution afin que celle-ci ne se défile pas trop rapidement et qu'elle ne s'accroche pas subitement à quelque chose. S'ils utilisent une embarcation, les techniciens doivent fixer les deux extrémités du câble de mesure à des arbres au moyen de colliers de serrage ou de pinces d'accrochage de type « buffalo ».

Ce dévidoir (figure 6) ne doit être utilisé que dans le cas de cours d'eau étroits présentant une vitesse d'écoulement lente. Son mode de fonctionnement est similaire à celui du dévidoir Mark 1.

Ce dévidoir (figure 7) s'utilise avec un câble d'aéronef de 4 mm. Il doit être fixé solidement à une plate-forme horizontale ou à un arbre robuste avec des chaînes. Ce dévidoir est muni d'un frein, ce qui permet, avec l'expérience, de tendre le câble plus facilement tout en diminuant le risque d'échapper et d'accrocher la portion défilée du câble. Lorsqu'on laisse filer le câble, la poignée du dévidoir doit être enlevée afin de diminuer les risques de blessure. Ce dévidoir est lourd et encombrant; sa poignée d'embrayage et la manivelle de son tambour de tirage le rendent en outre difficile à transporter et à manier. Si on utilise un câble de mesure en Kevlar, on peut utiliser un autre type de dévidoir offrant une efficacité supérieure.

Nous suggérons de remplacer le dévidoir Mark 2 par le dévidoir à tambour et à arbre (« Flying Saucer ») (figure 8). Celui-ci est légèrement plus gros que le Mark 2, mais il est plus léger et plus facile à transporter. Son dispositif à tambour et à arbre offre un grand choix de positions de fonctionnement pouvant convenir à tous les types de terrains. Il s'adapte particulièrement bien aux régions sans arbres. On peut enfoncer l'arbre dans le sol ou parmi les galets (à la verticale), puis y placer le tambour (à la verticale). (Cette caractéristique le différencie du modèle Mark 2 qui nécessite une plate-forme fixe spéciale.) Le tambour est en acier et de grand diamètre. Ce genre de tambour s'adapte facilement aux nouveaux câbles de mesure en matière synthétique (Kevlar), même si le tambour d'origine utilisé pour les câbles métalliques présente des dimensions et un poids un peu gênants. Un

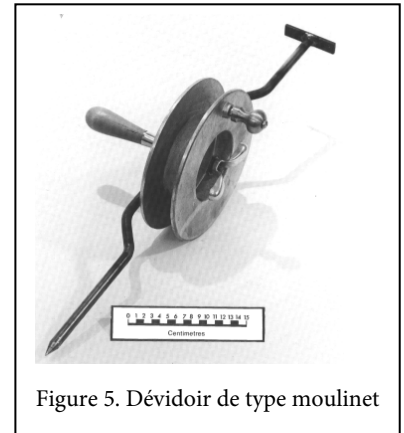


Figure 5. Dévidoir de type moulinet

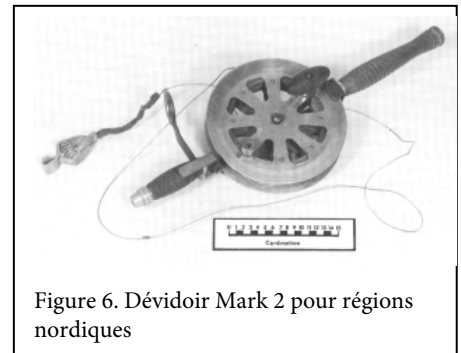


Figure 6. Dévidoir Mark 2 pour régions nordiques

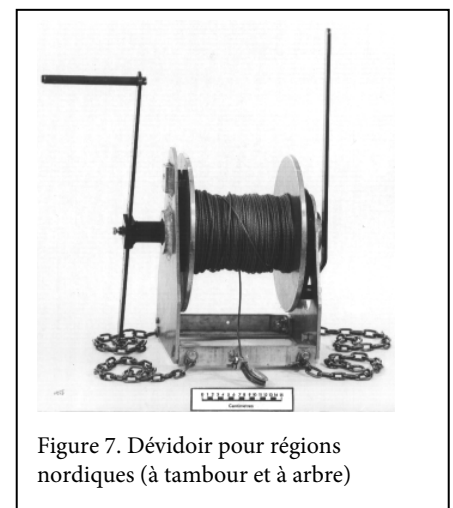


Figure 7. Dévidoir pour régions nordiques (à tambour et à arbre)

tambour en aluminium est aussi disponible (voir ci-après). Les deux types de dévidoirs, offerts en plusieurs formats, peuvent être commandés par l'entremise du Centre national de distribution du matériel.

Ce dévidoir ressemble au dévidoir pour régions nordiques à arbre et à tambour, à l'exception de son tambour qui est en aluminium et dont le diamètre est plus petit, ce qui le rend plus léger et moins encombrant. Cette caractéristique est particulièrement intéressante si on travaille depuis un hélicoptère. Ce dévidoir peut être utilisé soit avec un câble d'aéronef de 2 mm, soit avec un câble en Kevlar.

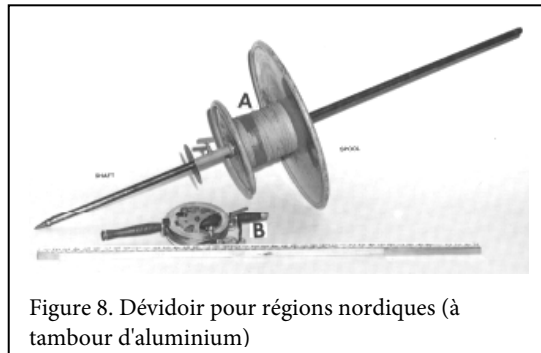


Figure 8. Dévidoir pour régions nordiques (à tambour d'aluminium)

3.1.2.2 Câbles de mesure

Câbles d'aéronef (4 mm)

Ce type de câbles, utilisé avec le dévidoir Mark 2, présente une grande résistance et une grande durabilité. Par contre, c'est le câble le plus lourd utilisé en hydrométrie, caractéristique qui rend son emploi difficile au-dessus des cours d'eau larges. Il coule rapidement au fond de l'eau où il risque de s'accrocher. Ses repères de longueur en cuivre rendent son rembobinage difficile.

Câble d'aéronef (2 mm)

On utilise ce câble avec des tambours tant en aluminium qu'en acier. Sa résistance convient à la plupart des situations de jaugeage hydrométrique. Cependant, dans le cas de cours d'eau larges et rapides, les techniciens peuvent avoir besoin d'embarcations motorisées pour tendre ce câble, même si celui-ci est beaucoup plus léger que le câble de 4 mm et, par le fait même, plus facile à tendre en travers d'un cours d'eau et à garder hors de l'eau. Il peut toutefois couler au fond de l'eau et s'accrocher. Ce câble est doté de gouttes de soudure qui tiennent lieu de repères de longueur, ce qui facilite son rembobinage.

Câble en Kevlar

Le câble en Kevlar (connu aussi sous le nom de « Braided Spectra Cable ») est offert en diamètres de 2 ou 4 mm. Les deux grosseurs présentent une grande légèreté, ce qui en facilite l'installation en travers d'un cours d'eau. En outre, il ne coule pas et, par le fait même, ne s'accrochera pas au fond de l'eau. Le câble de 2 mm présente une résistance à la rupture de 365 kg, tandis que celle du câble de 4 mm est de 730 kg. Les deux types de câbles peuvent s'étirer légèrement si une charge trop élevée leur est appliquée. Le câble est constitué de brins toronnés et recouverts de nylon. Lorsqu'il rembobine le câble de mesure, le technicien doit veiller à ce que le recouvrement de nylon ne se déchire pas contre les roches ou qu'il ne s'y frotte pas, ce qui pourrait entraîner une détérioration du toron et une diminution de la résistance du câble. Quand un noeud est fait sur un câble en Kevlar, il se produit une rupture vis-à-vis du noeud (à cause du resserrement des ondulations des fibres). On peut cependant atténuer le problème en faisant des noeuds à boucles et des demi-clefs (voir [annexe A](#)).

Le câble en Kevlar ne doit pas être soumis à une tension pouvant entraîner sa rupture car, lorsque celui-ci se rompt, il réagit comme un élastique. L'extrémité où s'est produite la rupture revient alors brusquement vers le point d'attache, constituant ainsi un risque de blessure pour le technicien.

Les câbles en Kevlar nécessitent un entretien annuel afin de les protéger contre l'usure. On doit aussi marquer de nouveau les repères de longueur avec un marqueur feutre, et appliquer une cire sur le revêtement de nylon.

3.1.3 Châssis pour sondage

Les châssis pour sondage servent de support au dévidoir et au câble pour sondage. Ils jouent aussi le rôle de guide

pour la descente du dispositif d'entraînement et de lestage attaché à la ligne du dévidoir pour sonde. Ces cadres sont conçus pour supporter le dévidoir et le moulinet lorsque des jaugeages sont effectués par-dessus le garde-fou d'un pont ou le plat-bord d'un bateau, ou depuis un téléphérique. Les châssis pour sondage décrits dans le présent ouvrage peuvent tous être utilisés depuis une embarcation; certains peuvent aussi l'être depuis un pont ou un téléphérique.

Châssis pour sondage en bois

Le châssis pour sondage en bois (figure 9) offre plus de confort que les autres types de châssis quand on s'assoit dessus pour travailler. Par ses dimensions, il convient bien au travail en hélicoptère. En outre, il est plus léger que le châssis à flèche, et il offre assez de place pour y déposer un carnet de mesures.

Le châssis de pont Mark 4 est utilisé sur les embarcations dont la longueur varie de 3,7 à 6,5 m. Il repose sur le plat-bord latéral, et il supporte le matériel de jaugeage suspendu par-dessus bord. Il est maintenu en place par une corde ou une chaîne attachée au siège central ou arrière du bateau. Étant donné que le châssis est fixé à l'embarcation et que le câble pour sondage est attaché au châssis, il est important de garder un coupe-fils à portée de la main afin de couper le câble si ce dernier (ou l'instrument de jaugeage) devait s'accrocher à un débris flottant ou à un bloc de glace. Ce type de châssis (voir figure 10) est lourd et difficile à transporter. Il convient mieux aux embarcations de petite et de moyenne taille.

Le châssis pour sondage tubulaire est employé principalement sur les petites embarcations ou sur les canots pneumatiques. Il ne convient pas au jaugeage depuis un hélicoptère. Il est léger et maniable. Il est monté en travers de l'embarcation, d'un plat-bord à l'autre, ou sur le siège dans le cas d'embarcations trop larges. Dans les cours d'eau rapides, le châssis peut glisser sur les plats-bords ou sur le siège. On peut remédier à cette situation en plaçant le châssis par-dessus les tolets, ou en l'attachant à la toletière à l'aide d'une petite corde ou d'un fil métallique. Cette mesure neutralisera l'effet de la traction engendrée par le courant. Les techniciens peuvent aussi s'asseoir sur le châssis pour le maintenir en place, mais celui-ci est moins confortable que le châssis en bois. En outre, il n'offre pas de place pour déposer le carnet de mesures.

N'attachez pas le châssis à l'embarcation à moins que ce ne soit nécessaire. Les techniciens doivent toujours avoir un coupe-fils à portée de la main. Un châssis pour sondage tubulaire est illustré à la figure 11.

Le châssis pour sondage à flèche réglable (figure 12) est doté d'un support en « T » fixé au plat-bord opposé au moyen de deux serre-joints en « C » installés en permanence. Il est aussi doté d'une flèche tubulaire réglable en acier. La flèche est résistante, et elle peut supporter jusqu'à 45 kg; elle est toutefois très lourde, et elle ne constitue pas un siège confortable. Le châssis ne comporte pas de surface plane où puisse être déposé un carnet de mesures. Les techniciens doivent être prudents quand la flèche est solidaire de l'embarcation; ils doivent toujours avoir un coupe-fils à portée de la main pour couper le câble si celui-ci devait s'accrocher à des débris. L'embarcation pourrait chavirer si des débris ou des glaces à la dérive accrochaient le câble ou le moulinet relié à la flèche.

Les techniciens de *Relevés hydrologiques du Canada* utilisent la technique de jaugeage

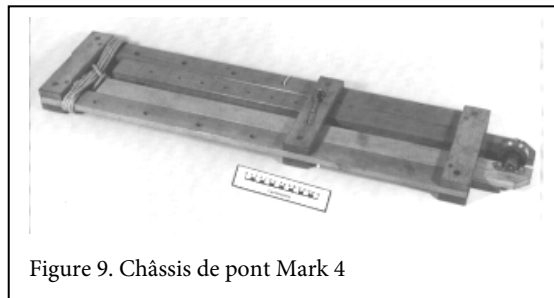


Figure 9. Châssis de pont Mark 4

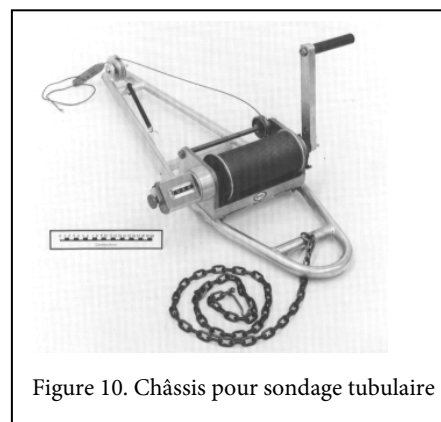


Figure 10. Châssis pour sondage tubulaire

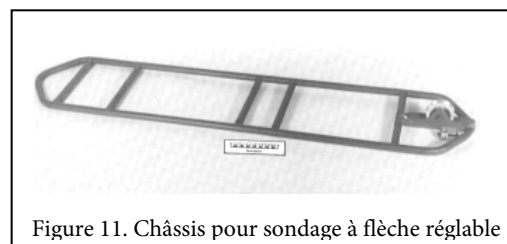


Figure 11. Châssis pour sondage à flèche réglable

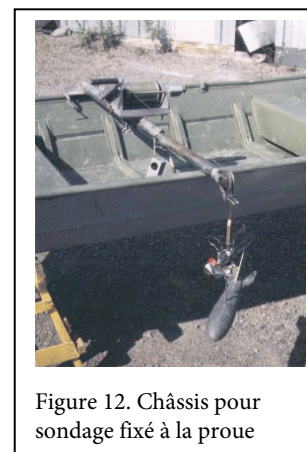


Figure 12. Châssis pour sondage fixé à la proue

du débit depuis la proue (l'avant) d'un bateau dans plusieurs régions du pays. On utilise plusieurs types de châssis pour sondage fixés à la proue. Ceux-ci retiennent à la fois le dévidoir, le moulinet et le câble de mesure.

Bien que chaque type de châssis pour sondage fixé à la proue fasse appel au même concept de base, on trouve toute une variété de châssis d'une région à l'autre. Cette situation découle des différentes conditions que présentent les cours d'eau et des diverses embarcations qui y sont utilisées. Ce type de châssis est constitué d'une structure tubulaire en acier. Il est fixé à la proue du bateau, et il occupe environ le tiers avant de ce dernier. Il est en outre attaché aux deux plats-bords. Le dévidoir pour sonde est placé sur ce châssis. On peut aussi y enfiler et y attacher le câble de mesure.

On peut voir ce type de châssis fixé à une embarcation de type Saskatchewan à la figure 13. Le câble de mesure est enfilé dans le châssis, et il y est attaché. Un coupe-fils ou coupe-câbles doit être gardé à portée de la main pour couper le câble pour sondage ou le câble de mesure au besoin.



Figure 13. Châssis pour sondage fixé à la proue d'une embarcation de type Saskatchewan

3.1.4 Dévidoirs pour sonde

On utilise une grande variété de dévidoirs pour sonde. Le choix d'un type de dévidoir particulier est fonction :

- de la largeur du cours d'eau,
- de sa profondeur,
- de sa vitesse d'écoulement et
- du poids du dispositif de lestage.

Le technicien doit :

1. voir à l'entretien régulier des dévidoirs pour sonde;
2. procéder à un examen régulier du câble pour sondage;
3. remplacer les câbles endommagés;
4. s'assurer que le cliquet de verrouillage est bien engagé avant de relâcher la poignée de la manivelle du tambour de tirage;
5. s'assurer, avant de faire fonctionner le dévidoir, qu'aucune pièce mobile n'est en contact avec lui;
6. éviter de porter des vêtements lâches, ou d'accrocher à son cou un chronomètre ou un carnet de notes au moment où il se sert d'un dévidoir (ces articles pouvant être happés par les nombreuses pièces mobiles à découvert);
7. éviter d'engager ou de désengager l'embrayage trop rapidement (dans le cas des dévidoirs munis de ce dispositif), car il pourrait en résulter un bris du matériel, une blessure infligée à son utilisateur, ou bien un battement du câble pour sondage.

La rupture d'un câble pour sondage peut endommager le matériel et infliger des blessures aux techniciens.

En cas d'urgence, les techniciens peuvent être obligés de couper le câble. Afin de réduire les risques de battement, on doit couper le câble près du tambour.

Il faut toujours utiliser des câbles pour sondage et des raccords de tige de suspension de grosseur appropriée, comme il est indiqué dans le tableau ci-après.

Câbles :	Câble de 1/10 po et dévidoir A Câble de 1/8 po et dévidoir B Câble de 1/8 po et dévidoirs D ou E Câble de 1/16 po et dévidoirs Canfield	Lest (lb) 0–100 100–150 150–300 0–50
Raccords :	Utiliser des raccords lourds avec des lests de câble pesant plus de 100 lb, et des raccords légers avec les autres lests.	

3.1.5 Matériel de mesure des distances

On dénote divers types de matériel de mesure des distances pouvant être affectés au jaugeage du débit depuis une embarcation. Une description de ces matériels est présentée dans les sections suivantes.

3.2 SÉCURITÉ ET LOGISTIQUE

Les techniciens de *Relevés hydrologiques du Canada* utilisent deux types d'embarcations, soit des bateaux à coque solide et des canots pneumatiques. Tous deux sont d'ordinaire propulsés par des moteurs hors-bord. Le ministère des Transports a établi des limites de charge particulières pour les bateaux et des recommandations concernant la puissance des moteurs pouvant les propulser. Ces limites de charge sont inscrites sur une plaque métallique fixée sur l'arcaste arrière du bateau. Les techniciens doivent s'y conformer lorsqu'ils utilisent une embarcation. S'il s'agit d'un canot pneumatique, ils doivent se servir du manomètre fourni avec l'embarcation afin que celle-ci soit gonflée selon les recommandations du fabricant.

Les règlements sur les petits bâtiments ont pour objectif de fournir au navigateur des lignes directrices standard relatives aux embarcations, à leur fonctionnement et à la sécurité nautique. Selon ces règlements, chaque personne se trouvant à bord d'un bateau doit porter un gilet de sauvetage ou un coussin de sauvetage. Ce dernier doit être approuvé par le ministère des Transports. En outre, il doit toujours être porté par quiconque prend place à bord d'un bateau.

Chaque embarcation doit être munie de deux pagaies ou de deux avirons, de tolets ainsi que d'une écope ou d'une pompe manuelle. Les bateaux munis d'un réservoir à essence fixe doivent être dotés d'un extincteur de type B1.

Tout bateau à moteur ne doit pas se mettre dans le trajet des voiliers, des embarcations à rames et des canoës.

Voici une liste des obligations et des interdictions qui régissent la navigation et la circulation navale. Chaque technicien doit s'y conformer.

OBLIGATIONS

- Ralentir en cas de virages serrés et lorsque la température n'est pas clémente.
- Veiller à ce que l'embarcation soit dotée d'une ancre et d'un câble d'ancrage solide d'une longueur suffisante; n'ancrer qu'à la proue.
- Connaître les limites de son embarcation et agir en conséquence.
- S'il y a risque de tempête, mettre le cap vers le mouillage sûr le plus près ou gagner la rive.
- Prêter secours aux occupants d'un bateau en détresse.
- Garder le fond de cale propre, exempt d'huile et d'essence.

INTERDICTIONS

- Se tenir debout ou changer de siège dans une petite embarcation.
- Se tenir debout au moment du démarrage d'un moteur hors-bord.
- Naviguer près des nageurs ou des plongeurs.
- Essayer de nager jusqu'à la rive après avoir chaviré; il faut s'accrocher à l'embarcation jusqu'à ce qu'on vous repêche.
- Naviguer à grande vitesse près des petits bateaux, ce qui peut provoquer une forte houle.

Le technicien doit être très prudent lorsqu'il fixe un moteur hors-bord à une embarcation. Au moment du démarrage, le moteur doit être placé dans l'axe du bateau et son embrayage doit être au point mort. Si le moteur est orienté vers le côté du bateau et qu'il démarre alors qu'il est embrayé, celui-ci peut tourner subitement et chavirer.

Lorsqu'on utilise un câble de mesure sur les cours d'eau où circulent d'autres bateaux, il faut veiller à ce que le câble soit muni de drapeaux. Il faut toujours surveiller les bateaux qui s'approchent du câble et en avvertir le conducteur. Dans les régions où la circulation est très dense, des bateaux et du personnel supplémentaires postés en amont et en aval du câble de mesure peuvent être nécessaires afin d'avertir les conducteurs des autres bateaux.

Dans les régions où la circulation nautique est importante, il est recommandé de marquer le câble avec des drapeaux (une fois celui-ci tendu en travers du cours d'eau) de sorte qu'il puisse être vu d'un bateau. On suggère d'utiliser en guise de drapeau un morceau de plastique ondulé pour les parties de cours d'eau où la circulation est dense. On peut se procurer ce type de matériau chez la plupart des marchands de bois d'oeuvre, sous la forme de feuilles de 4 pi sur 8 pi. Très léger, il flotte, et il est offert en diverses couleurs vives. Il peut être découpé en drapeaux d'un pied carré. Les drapeaux doivent être attachés au câble de mesure avec du fil métallique et placés en nombre suffisant pour qu'ils puissent être remarqués.

Les techniciens doivent planifier chaque visite. Ils doivent notamment élaborer une liste de contrôle de la marche à suivre et du matériel. Des renseignements supplémentaires concernant la logistique de la visite sont présentés dans le cours n° 15.

Liste de contrôle de la marche à suivre et du matériel (jaugeage depuis une embarcation)	
Rubrique	Éléments
État de fonctionnement du matériel	<ul style="list-style-type: none">• Moteur hors-bord, moulinets, dévidoir pour sonde, générateur d'impulsions, véhicule, dispositif de mesure électronique des distances ou sextant.
Dotation en matériel	<ul style="list-style-type: none">• Bateau à moteur, réservoir à essence/carburant, avirons, écope, pièces de rechange, gilets de sauvetage, câble, ancre.• Théodolite, trépied et tringles.• Moulinets (2), générateurs d'impulsions (2), chronomètres (2), tables de barèmes d'étalonnage, carnet de notes.• Dévidoir pour sonde, châssis de bateaux, lests de sondage, tiges de suspension.• Dévidoir du câble de mesure, tringle, barre d'armature, câbles d'ancrage.• Coupe-fils, couteau, fil métallique (à collet).• Trousse de premiers soins, extincteur.

Marche à suivre	<ul style="list-style-type: none"> • Élaborer le plan de la visite avec le surveillant. • Vérifier l'état du cours d'eau en amont et en aval de la section de jaugeage. • Prendre les points de niveau. • Procéder à une révision de la jauge. • Assembler le matériel et l'appareil. • Calculer les mesures et les reporter sur le graphique. • Vérifier le niveau. • Démonter le matériel et le câble de mesure.
-----------------	--

3.3 MÉTHODES DE JAUGEAGE À L'AIDE DE CÂBLES DE MESURE PORTATIFS

Pour effectuer le jaugeage du débit d'un cours d'eau depuis une embarcation, il faut, dans la plupart des cas, utiliser un câble de mesure (câble ou ligne graduée) tendu en travers du cours d'eau. La mise sous tension de ce câble nécessite de la dextérité, de la coordination et de la prudence. Cette opération présente non seulement des risques, mais il faut aussi tenir compte du fait qu'elle se déroule très souvent à des endroits éloignés, ce qui pourrait aggraver un accident. **SOYEZ DONC PRUDENTS!**

Le câble de mesure n'est tendu que pendant le jaugeage du débit du cours d'eau. Il doit être enlevé par la suite. Ce câble est en métal et son diamètre peut varier de 1,5 à 4,5 mm. Il peut aussi s'agir d'un câble en Kevlar de 2,0 à 4,0 mm de diamètre. La mise sous tension du câble est d'ordinaire réalisée à l'aide d'un dévidoir placé sur la rive, ou parfois dans le bateau. Les dévidoirs utilisés sur les bateaux présentent le plus souvent un petit diamètre (0,3 m), et ils sont maintenus à l'aide d'un bâton ou d'un tournevis jouant le rôle d'un arbre que l'on retient entre ses mains. **NE FIXEZ PAS** le dévidoir au bateau. S'il survient des problèmes (câble qui s'accroche au fond du cours d'eau ou qui s'emmêle dans le dévidoir), jetez immédiatement le dévidoir par-dessus bord. D'ordinaire, on peut le repêcher par la suite.

3.3.1 *Choix de la section de jaugeage*

La profondeur du cours d'eau vis-à-vis de la section de jaugeage doit être suffisante pour permettre au bateau d'atteindre les rives sans échouer le moteur. Les deux rives doivent être exemptes de débris et de galets afin de permettre l'accostage du bateau à l'aide du moteur. Elles doivent en outre être hautes, et on doit y trouver des arbres, des roches ou des tiges installées à l'avance afin d'attacher le câble de mesure. Si l'eau est peu profonde vis-à-vis d'une berge, le technicien doit laisser filer le câble depuis cette berge et accoster de côté afin de réduire les risques d'endommager le moteur.

La section de jaugeage doit être droite, et l'écoulement doit y être rapide et régulier. Évitez les zones présentant des remous, des clapotis ou un écoulement turbulent, un écoulement saccadé, des îles, des barres de rivière ou des lits rocheux. Vous devez prévoir une distance exempte de dangers qui soit suffisante en aval pour que vous puissiez reprendre les choses en main si le câble de mesure se rompt, si le moteur cale ou si le moulinet s'accroche au fond.

3.3.2 *Assemblage du matériel*

Lorsque les techniciens arrivent à la station, ils doivent effectuer les tâches suivantes avant de procéder au jaugeage du débit depuis une embarcation.

- Relever le niveau de l'eau.
- Procéder à la vérification et à l'entretien du limnigraphe.

- Vérifier les conditions régnant sur le cours d'eau en amont, en aval et sur les rives vis-à-vis de la section (rives érodées ou obstruées), en contrôler l'écoulement (haute vitesse d'écoulement, turbulence) et s'assurer qu'il est exempt d'obstacles artificiels (embâcles, débris, barrages de castors).

Préparation de l'embarcation et du matériel afférent

1. Préparer l'embarcation en vue de sa mise à l'eau depuis la remorque, descendre l'embarcation du support de toit du véhicule ou gonfler et assembler un canot pneumatique.
2. Attacher le moteur hors-bord à l'embarcation avec une chaîne ou une corde.
3. Raccorder la canalisation d'essence du réservoir au moteur hors-bord (le réservoir doit être rempli d'un mélange essence-huile approprié) et veiller à ce que le reniflard soit ouvert.
4. Charger le reste de l'équipement : avirons (2), écope, pièces de rechange et outils, câbles de proue et de poupe, gilets de sauvetage. Si le bateau a plus de 5,0 m, ajouter des fusées éclairantes et un extincteur.
5. Mettre l'embarcation à l'eau.
6. Amarrer l'embarcation au rivage ou au quai.

Le dévidoir du câble de mesure doit être installé aussi haut que possible sur la rive du cours d'eau. Les modes d'installation et d'ancrage du dévidoir dépendent du type de dévidoir utilisé et des conditions observées sur la rive (présence d'arbres, de roches ou d'obstacles). Sur la rive opposée, il doit y avoir un arbre, une grosse roche ou une tige ancrée dans le roc afin d'y attacher le câble. Dans le cas de cours d'eau larges, un câble (ou une corde) d'ancrage, attaché à un arbre ou à une grosse roche, doit être soigneusement installé jusqu'au rivage. Une pince ou un crochet doivent être fixés à l'extrémité du câble d'ancrage afin de pouvoir attacher le câble de mesure de façon sûre, rapide et facile pour ensuite le tendre en travers du cours d'eau.

3.3.3 *Mise sous tension du câble de mesure*

Il faut beaucoup d'adresse et de minutie pour tendre un câble de mesure de façon sûre et efficace. Les risques liés à la mise sous tension de ces câbles augmentent avec la largeur du cours d'eau, la vitesse du courant et selon la topographie du site. Les objets contenus dans le bateau doivent être bien rangés pendant la mise sous tension du câble de mesure.

Au cours de cette opération, le technicien doit, dans la mesure du possible, garder le câble hors de l'eau. Non seulement cette mesure réduira-t-elle l'effet d'entraînement du courant sur le câble, mais elle éliminera aussi les risques d'accrochage du câble au fond du cours d'eau. Cependant, **NE VOUS METTEZ PAS** debout dans le bateau pour empêcher le câble de toucher à l'eau! Vous augmenteriez alors les risques d'être projeté par-dessus bord à la suite d'un accrochage subit du câble de mesure ou à la suite d'un mouvement du bateau.

L'étape suivante consiste à passer le câble en travers du cours d'eau. Il faut d'ordinaire trois personnes pour effectuer cette opération.

1. Une personne reste sur la rive et commande le dévidoir ainsi que la vitesse de défilement du câble.
2. La deuxième personne pilote le bateau.
3. La troisième, quant à elle, tient le câble, ancre le bateau au besoin lorsqu'elle atteint la rive opposée, et attache le câble de mesure au câble d'ancrage, à un arbre ou à une tige d'ancrage.

Aux endroits où l'écart entre les deux rives n'est pas trop grand, on peut utiliser un câble de petit diamètre. Pendant la traversée, le câble peut être retenu manuellement grâce à un anneau en métal fixé à l'extrémité de celui-

ci. **N'ATTACHEZ PAS** le câble de mesure au bateau au moment de sa mise sous tension. Afin de tendre le câble correctement, le technicien doit maintenir une vitesse de croisière régulière pendant la traversée du cours d'eau. Le bateau doit traverser le cours d'eau en biais (figure 14). Cette méthode permet de contrebalancer l'effet de descente engendré par le courant et de traverser ainsi perpendiculairement le cours d'eau pour arriver à l'endroit voulu. Le câble de mesure doit être déroulé du dévidoir avec précaution. La personne tenant l'extrémité du câble dans le bateau doit se tenir prête à lâcher l'anneau dès que survient un problème. Le câble peut être repêché et on peut alors effectuer une autre tentative d'installation. On doit garder à portée de la main un coupe-fils en bon état afin de couper le câble s'il s'accroche ou s'il s'enroule autour du moteur. Une fois sur l'autre rive, le technicien doit glisser le câble dans le crochet (ou dans la pince) attaché au câble d'ancrage. La mise sous tension du câble de mesure constitue une technique de travail méthodique nécessitant une bonne préparation et un travail d'équipe.

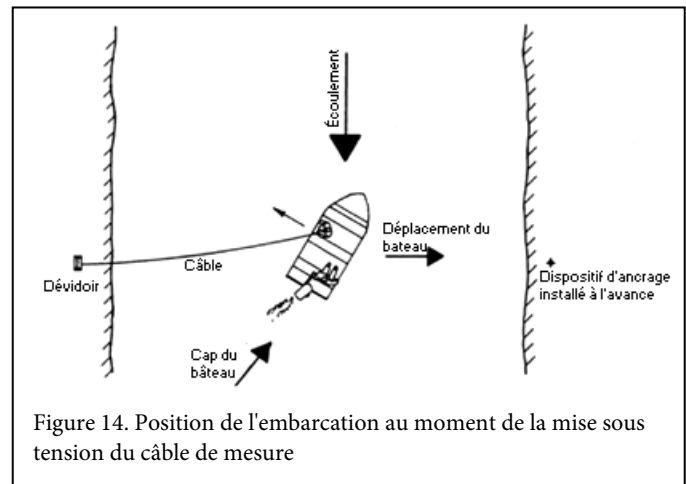


Figure 14. Position de l'embarcation au moment de la mise sous tension du câble de mesure

Dans le cas de cours d'eau larges ou présentant une grande vitesse d'écoulement, on doit utiliser un câble de plus grand diamètre. Celui-ci est toutefois plus difficile à tendre puisque la traction exercée sur le câble peut être trop forte pour qu'une personne puisse le retenir. Par conséquent, le technicien peut avoir besoin d'aide supplémentaire. Voici deux méthodes qui pourront vous être utiles dans une telle situation.

1. Enrouler le câble autour d'un aviron (ou d'une branche) à environ un tiers de sa longueur à partir du bas. Le technicien responsable du câble doit par la suite placer le tiers inférieur de l'aviron (ou de la branche) contre l'avant du siège se trouvant à peu près au centre du bateau, du côté opposé à celui où est assis le pilote. Tandis que le bateau traverse le cours d'eau, il doit tenir la partie supérieure de l'aviron (ou de la branche). La partie inférieure de l'aviron appliquera la majeure partie de la pression sur le siège. En cas d'urgence (accrochage du câble), jeter par-dessus bord le câble et l'aviron en prenant soin de les lancer de côté afin d'éviter que le pilote soit atteint par l'aviron.
2. Si le bateau est muni d'un châssis permettant d'effectuer le jaugeage depuis la proue, on peut se servir du support du châssis situé au centre du bateau pour tendre le câble de mesure. Au cours de cette opération, tout le matériel de jaugeage, y compris le dévidoir pour sonde, doit être retiré du bateau. Le technicien responsable du câble doit enrouler de 2 à 3 mètres de câble au fond du bateau. En doublant le câble de mesure, celui-ci effectue un tour avec le câble autour de la partie du châssis pour sondage située au centre du bateau de façon que l'extrémité du câble retenue par le technicien se resserre sur la section du câble de mesure provenant du dévidoir à mesure que le bateau traverse le cours d'eau. Une fois sur l'autre rive, le surplus de câble enroulé dans le bateau peut être utilisé pour attacher le câble de mesure sur la rive avant de défaire la boucle sur le châssis du bateau. Les deux rives doivent présenter des zones d'accostage adéquates. Avant de tendre le câble, il faut préparer des points d'attache solides pour celui-ci (arbre, corde, collier, etc.). Si le câble de mesure s'accroche au moment de sa mise sous tension, le technicien peut lâcher la prise. Le câble se détachera alors du châssis du bateau, le libérant ainsi de toute contrainte.

Lorsqu'on emploie l'une ou l'autre de ces méthodes, il faut s'assurer que le câble de mesure se trouve en amont du bateau et qu'il se défile par le côté afin de pouvoir jeter le câble par-dessus bord sans qu'il ne heurte le pilote.

3.3.4 Mise en position de l'embarcation au moyen d'un câble de mesure

Voici des méthodes employées pour traverser une section en bateau et pour maintenir ce dernier perpendiculaire

au câble de mesure.

1. Au moyen d'un guide de câble de mesure, le technicien chargé du jaugeage déplace le bateau le long du câble et y attache le bateau vis-à-vis de chaque verticale. On ne peut utiliser cette méthode qu'avec les câbles de mesure de type aéronef car les nouveaux câbles en Kevlar ne peuvent résister à l'usure et à la pression engendrée par les guides de câble de mesure.
2. Le technicien s'assoit sur le siège avant, de dos ou face au courant. Il (ou elle) retient le câble de mesure avec ses mains en les écartant d'un mètre. Le bateau et le courant exercent une pression contre ses mains. Le technicien déplace le bateau d'une verticale marquée à l'autre. Il peut maintenir celui-ci perpendiculaire au câble en poussant ou en tirant sur le câble. Si le courant ou le vent sont trop forts, on peut utiliser le moteur hors-bord pour garder le bateau collé au câble de mesure et pour diminuer la pression s'exerçant sur ce dernier.
3. Le technicien tient le câble de mesure et pousse le bateau le long de celui-ci, d'une verticale à l'autre, déplaçant ainsi le bateau jusqu'à l'emplacement de jaugeage voulu. On peut aussi se servir du moteur hors-bord pour déplacer le bateau d'une verticale à l'autre. Cependant, lorsqu'on utilise le moteur, il faut veiller à ne pas dépasser l'emplacement de jaugeage, ce qui entraînerait une pression latérale trop forte sur le bateau ou sur le technicien qui retient le câble de mesure. Il faut aussi éviter de remonter le courant, ce qui provoquerait un étirement vers l'amont du câble de mesure.

3.3.5 Préparation du matériel de jaugeage

Mis à part les châssis pour sondage conçus spécialement pour s'adapter aux divers types de bateaux, le matériel de sondage et de jaugeage utilisé à bord d'un bateau est le même que celui utilisé depuis un pont ou un téléphérique. Il existe de nombreuses méthodes permettant d'attacher les divers types de châssis de bateaux aux différents bateaux. Voici deux méthodes de base pouvant être utilisées.

1. La mise en place du châssis par-dessus le bord du bateau (figure 15). Cette méthode est considérée comme étant la plus simple et la plus sûre. Elle est en outre employée avec des lests de câble pesant jusqu'à 100 lb. Le châssis pour sondage est installé depuis le centre du bateau selon la taille de celui-ci, les conditions prévalant sur le cours d'eau et le nombre de techniciens nécessaires à bord du bateau. Le technicien s'assoit en travers du châssis de façon à le maintenir en place.

Le châssis pour sondage ne doit pas être attaché au bateau afin de pouvoir jeter celui-ci rapidement par-dessus bord s'il s'accroche à un débris ou à un morceau de glace.

Il peut cependant être accroché au bateau si de forts courants le déplacent, ou si le technicien est seul pour manoeuvrer le bateau et le matériel de jaugeage.

Si le châssis pour sondage est attaché au siège du bateau par une corde, par une chaîne ou un collet, ou s'il est fixé au plat-bord, on doit garder à portée de la main un coupe-fils ou un couteau bien aiguisé afin de couper au besoin le câble pour sondage ou la corde.

Grâce à ce dispositif latéral, il est plus facile d'attacher le dispositif de jaugeage au-dessus de la poulie du châssis. Pendant la mise en place du lest et du moulinet, un technicien doit se placer de l'autre côté du



Figure 15. Dispositif de jaugeage latéral

bateau afin d'y rétablir l'équilibre. Le technicien assis le plus près du moulinet peut facilement enregistrer la profondeur zéro, l'écoulement angulaire et la correction de câble immergé. L'accès au moulinet est aussi plus facile si celui-ci est accroché par des glaces flottantes ou par des débris. Ce dispositif permet en outre de maintenir le lest vers l'arrière du bateau, ce qui assure une liberté de manoeuvre pendant les changements de cap.

2. La mise en place du châssis pour sondage à la proue (figure 16). Lorsqu'on a recours à cette méthode, on utilise d'ordinaire un châssis pour sondage muni d'un guide de câble de mesure. Le châssis pour sondage est attaché aux deux plats-bords et à la proue du bateau où est monté un guide de câble pour sondage distinct. Le guide du câble de mesure est doté, à ses deux extrémités, de guides de poulies et d'un dispositif de serrage servant à amarrer le bateau au câble de mesure. Le technicien peut ainsi glisser le bateau le long du câble d'une verticale à l'autre et y amarrer celui-ci pour effectuer une vérification. Un dispositif de largage rapide monté sur le guide permet de libérer le câble de mesure rapidement, en cas d'urgence. Un coupe-câbles approprié doit être maintenu à portée de la main afin de couper au besoin le câble pour sondage ou le câble de mesure.



Figure 16. Dispositif de jaugeage fixé à la proue

La position du châssis pour sondage permet au technicien de faire face au courant, ce qui lui assure une surveillance plus facile des glaces ou des débris descendant le cours d'eau.

Ce dispositif est bien adapté aux grands bateaux de plus de 5,0 m de long. Il peut aussi être monté sur des bateaux plus petits utilisés sur des cours d'eau présentant des vitesses d'écoulement lentes ou modérées. Dans le cas des cours d'eau où l'écoulement est rapide et turbulent, cette méthode peut entraîner une surcharge de la proue qui rendrait alors le bateau difficile à maîtriser. En outre, les relevés pourraient être imprécis.

Le dévidoir pour sonde, le moulinet et les lests sont montés et préparés pour effectuer le jaugeage selon la même méthode que celle présentée aux cours n° 10.4 (Mesure du débit depuis un téléphérique) et n° 10.5 (Mesure du débit depuis un pont).

3.3.6 Jaugeage

Les techniques de base reliées au jaugeage sont présentées aux cours n° 10.4 et n° 10.5. Les techniques décrites ci-après ne s'appliquent qu'au jaugeage depuis une embarcation.

- Méthode de mise à zéro du moulinet. Le bateau doit être de niveau dans l'eau au moment où le technicien se penche par-dessus bord pour régler le moulinet à zéro. Pour ce faire, l'autre technicien peut se pencher par-dessus le bord opposé pendant que le premier règle l'instrument à zéro à la surface de l'eau.
- Prise de la profondeur totale (sondage). La prise des angles et la correction de câble immergé s'effectuent comme dans le cas du jaugeage depuis un téléphérique ou un pont. Le mouvement des vagues peut occasionner des résultats inexacts.
- Le moteur du bateau peut être utilisé pour réduire la pression s'exerçant sur le câble de mesure. Maintenez le bateau contre le câble, déplacez-le d'une verticale à l'autre, et esquivez les débris et les glaces descendant le courant. La méthode de jaugeage depuis le côté du bateau permet au technicien d'effectuer le jaugeage tout en pilotant le bateau. Si on a recours à un bateau de dimensions supérieures dans des situations de courant rapide ou de marée haute, on peut avoir besoin d'une personne supplémentaire pour maintenir le bateau contre le câble de mesure.

- Quand le technicien installé à la proue retient le câble de mesure, le technicien s'occupant du jaugeage doit surveiller les débris et les glaces descendant le courant. Il doit en outre maintenir le bateau parallèle au courant et perpendiculaire au câble de mesure.
- D'ordinaire, la personne qui est assise à l'avant et qui tient le câble de mesure se charge des relevés de jaugeage. Dans le cas d'écoulements rapides ou turbulents, ou lorsqu'il y a de forts vents latéraux, celle-ci ne doit s'occuper que du câble de mesure, la personne affectée au jaugeage se chargeant alors des relevés de jaugeage.
- Si le lest s'accroche au fond de l'eau, déplacez le bateau vers l'amont et essayez de le dégager. Faites attention de ne pas trop faire pencher le bateau. Si cette manoeuvre présente trop de risques, coupez le câble pour sondage.

3.3.7 Récupération du câble de mesure

Après avoir effectué le jaugeage, on doit récupérer le câble de mesure. Cependant, avant d'enlever le câble, il faut exécuter les tâches suivantes :

- Accostez le bateau sur la plage ou à un quai, calculez les résultats à partir des données de jaugeage et inscrivez-les sur la courbe de niveau-débit avant de démonter le matériel. Il peut être nécessaire de vérifier de nouveau les verticales spécifiques ou d'effectuer un deuxième jaugeage.
- Avant d'enlever le câble de mesure, débarquez le moulinet du bateau, serrez les godets du moulinet sur le pivot, puis démontez tout le matériel de jaugeage ainsi que le châssis et débarquez-les de l'embarcation.

Il existe de nombreuses méthodes pour démonter le câble de mesure. En voici quatre.

1. Si une troisième personne est postée sur la rive, du côté où se trouve le dévidoir, celles se trouvant sur le bateau accosté sur l'autre rive peuvent détacher le câble. Pendant que la troisième personne récupère le câble, celles qui sont à bord du bateau peuvent embarquer le moulinet et retourner sur la rive où se trouve le dévidoir.
2. Si l'équipe de jaugeage n'est composée que de deux personnes, l'une d'elles doit rester sur la rive. L'autre embarque le moulinet dans le bateau, puis retourne à la rive où est placé le dévidoir. La personne restée sur la rive où est attaché le câble détache celui-ci, tandis que la seconde personne l'enroule sur le dévidoir, puis retourne chercher son compagnon sur l'autre rive.
3. S'il n'y a que deux personnes, toutes deux peuvent retourner à la rive de départ. Elles débarquent le matériel et l'une d'entre elles reste sur cette rive. L'autre personne retourne à la rive opposée, détache le câble, puis retourne à la rive de départ pendant que la personne y étant restée enroule le câble.
4. Cette méthode s'applique aux équipes de trois personnes. Elle est utilisée dans le cas de cours d'eau très larges nécessitant l'emploi de gros câbles de mesure. Cette méthode est semblable à celle présentée au n° 1 sauf que les techniciens entassent rapidement l'extrémité libre du câble à la proue du bateau pendant que le troisième récupère le câble sur la rive où se trouve le dévidoir. Lorsque le bateau arrive à cette rive, on l'accoste. **NE lancez PAS** le câble sur la rive car il pourrait s'emmêler. Laissez le câble dans le bateau et laissez-le filer à mesure qu'il s'enroule sur le dévidoir. Cette méthode permet d'enrouler le câble plus facilement sur le dévidoir que si on laissait celui-ci dans l'eau sur toute sa longueur et qu'on essayait de l'enrouler. Elle permet aussi de diminuer les risques d'accrocher le câble au fond de l'eau. Par contre, elle n'est pas employée pour récupérer les nouveaux câbles de mesure en Kevlar.

Si le câble de mesure s'accroche au fond de l'eau, voici ce qu'il faut faire.

- Pendant qu'une personne s'occupe du dévidoir, une ou deux personnes à bord du bateau suivent le câble jusqu'à l'endroit où il est accroché. Avec un peu de ballant provenant du dévidoir, déplacez le bateau vers l'aval, vers l'amont ou perpendiculairement au cours d'eau afin de dégager le câble de l'obstacle. Ne tirez pas trop sur le câble. Ne relâchez pas le câble trop rapidement, car vous pourriez passer par-dessus bord ou remplir le

bateau d'eau. Si les conditions de navigation sont dangereuses (glaces flottantes, vagues ou très fort courant), suivez le câble de mesure jusqu'à l'endroit où il est accroché et coupez-le. Récupérez le reste du câble et remplacez la section coupée.

3.4 MÉTHODES DE JAUGEAGE À L'AIDE DE CÂBLES DE MESURE FIXES

Le câble de mesure fixe est d'ordinaire un câble de plus fort diamètre installé en permanence au moment de la construction de la station. Il peut aussi être installé au cours des mois d'hiver au moment où on peut le traîner sur la surface glacée.

Le câble doit être surélevé à l'aide de tours situées sur les deux rives afin qu'il n'entrave pas la circulation nautique. Les tours sont munies d'un dispositif de poulies permettant d'élever ou d'abaisser le câble. On peut ainsi abaisser le câble de mesure à la hauteur voulue et l'amarrer en place sur les deux tours. Un câble secondaire, muni de cônes marqueurs, est tendu en permanence en travers de la section et au-dessus du câble de mesure.

Le câble de mesure peut aussi être attaché à des tiges amarrées dans le roc. Le bateau (ou le catamaran) est attaché au câble à l'aide d'un dispositif de mesure à poulies semblable à celui décrit à la [section 3.3.5](#). Il peut alors se déplacer le long du câble de mesure à l'aide du moteur. Rendu à l'emplacement de jaugeage, le bateau est mis en position sur le cours d'eau, puis amarré au câble de mesure en utilisant le frein du guide. Le pilote surveille les débris flottants et la circulation nautique tandis que le technicien procède au jaugeage.

On trouve généralement ce dispositif aux stations situées sur les cours d'eau larges qui nécessitent l'utilisation de grands bateaux ou de catamarans. Il est adapté à l'utilisation de matériel lourd destiné au mesurage hydrométrique, au mesurage de la sédimentation et à l'évaluation de la qualité de l'eau.

3.5 MÉTHODES DE JAUGEAGE SANS CÂBLES DE MESURE (À L'AIDE D'INSTRUMENTS)

Dans certains cas (selon le cours d'eau ou la situation), il est impossible de tendre un câble de mesure portatif ou d'installer un câble de mesure fixe, comme par exemple les cours d'eau très larges et les portions où la circulation est dense. On doit alors recourir à des instruments de détermination de la distance afin d'effectuer le jaugeage sous de telles conditions.

Il existe quatre méthodes de base pour effectuer le jaugeage à l'aide d'instruments. La mesure électronique des distances (MED) est la méthode recommandée. Les autres méthodes mettent en jeu des théodolites, des sextants et des pivots. On peut en outre procéder au jaugeage du débit d'un cours d'eau en utilisant la méthode du « bateau en mouvement » (laquelle sera étudiée dans un cours spécial).

3.5.1 *Mise en position de l'embarcation – Méthode de mesure électronique des distances*

On préfère la méthode de mesure électronique des distances (MED) parce qu'elle est plus rapide, parce qu'elle nécessite moins de personnel et parce que ses résultats sont d'ordinaire plus précis. Outre les quelques indications données ci-après, des renseignements détaillés concernant les caractéristiques de l'instrument et ses principes de fonctionnement de base pourront être trouvés dans le mode d'emploi de l'instrument.

- Cette méthode met en jeu l'utilisation d'un instrument de mesure électronique des distances pour placer le bateau vis-à-vis de la verticale voulue, celle-ci se trouvant sur la section d'un cours d'eau.
- Le technicien doit choisir, à l'intérieur de la section, des bornes repères sur les deux rives du cours d'eau (voir figure 17).

- Installez l'organe asservi (composant qui n'est pas commandé par le technicien) de l'instrument de MED sur l'une des rives de la section, puis alignez-le sur les bornes d'alignement de l'autre rive.
- L'organe pilote de l'instrument de MED (composant commandé par le technicien) est placé sur le bateau, puis raccordé à une source d'alimentation en courant continu de 12 volts et réglé à la même fréquence que l'organe asservi.
- Pour procéder au jaugeage, déplacez le bateau jusqu'à la rive où se trouve l'organe asservi et relevez la distance (entre l'organe asservi et l'organe pilote) affichée sur l'organe pilote. Par la suite, traversez la section en immobilisant le bateau vis-à-vis chaque verticale et en y mesurant le débit. La dernière mesure de distance doit être prise sur la rive où sont situées les bornes d'alignement.
- Le jaugeage peut être effectué par deux ou trois techniciens. Un technicien s'occupe du moteur, maintient le bateau aligné par rapport aux bornes repères et surveille le dispositif de MED afin de garder une distance adéquate. Le deuxième technicien s'occupe du jaugeage et relève les données de jaugeage. Le troisième technicien jette l'ancre (si celle-ci est utilisée pour maintenir le bateau aligné) et surveille les débris. Dans la plupart des cas, le jaugeage depuis une embarcation s'effectue sans qu'on ait recours à l'ancre. L'espacement entre les verticales et l'alignement sur la section sont assurés à l'aide du moteur et en tirant profit de la vitesse d'écoulement du cours d'eau.

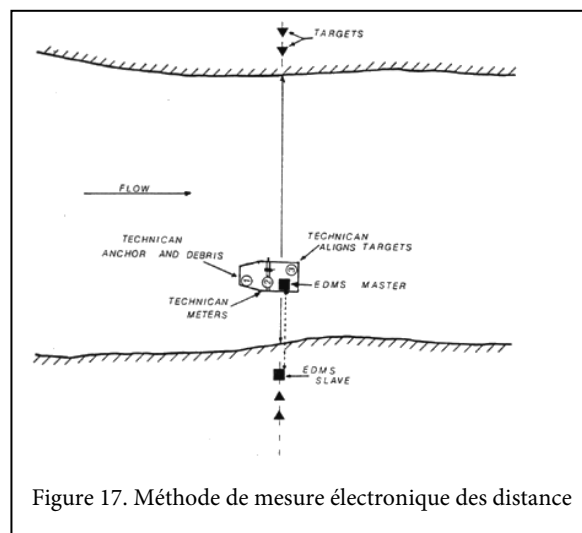


Figure 17. Méthode de mesure électronique des distance

En l'absence de matériel de MED, voici trois méthodes qui vous permettront d'effectuer le jaugeage du débit d'un cours d'eau.

3.5.2 Mise en position de l'embarcation – Méthode du théodolite

Après avoir choisi une section donnée, érigez sur une rive du cours d'eau deux bornes d'alignement ou plus en les alignant dans l'axe de la section. Elles doivent être faciles à voir et à aligner depuis n'importe quel point situé sur la section. En outre, leur espacement doit être adéquat de manière à permettre un alignement précis du bateau. Dans le cas de cours d'eau présentant des rives escarpées, il peut être nécessaire d'ériger une série de bornes d'alignement pour mener à bien cette méthode de mise en position.

Choisissez une ligne de référence (figure 18) se dirigeant vers l'amont ou vers l'aval à partir de la section et chaînez-la. Sa longueur doit correspondre à au moins la moitié de la longueur de la section. Installez un piquet à l'extrémité de la ligne de référence. De cet endroit, les angles d'intersection avec la section ne doivent pas être inférieurs à 25 degrés. Placez-y un théodolite qui servira à mettre le bateau en position aux points voulus sur la section.

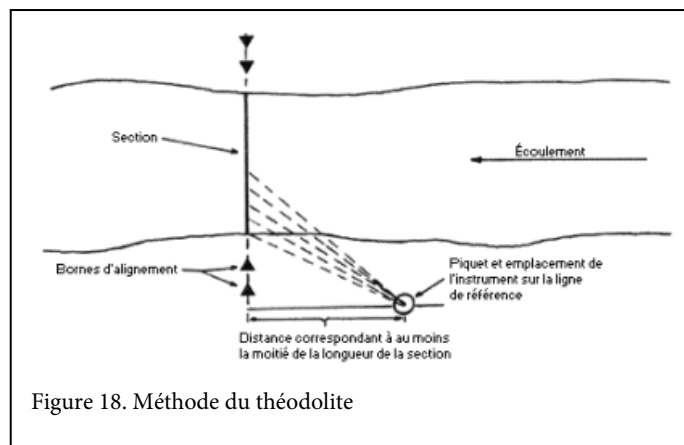


Figure 18. Méthode du théodolite

L'équipage place le bateau aux points de mesure voulus sur la section en alignant le bateau d'après les bornes d'alignement et en se basant sur les renseignements que lui transmet le préposé au théodolite. La personne chargée du théodolite et l'équipage communiquent d'habitude par radio, mais la communication se fait parfois par signaux manuels conventionnels. Le bateau doit être mis en position en le manoeuvrant avec le moteur et le gouvernail. On se sert aussi de la poussée du moteur pour maintenir le bateau sur la section. On élimine ainsi le processus d'ancrage qui constitue une manoeuvre risquée et peu expéditive. On peut aussi recourir à cette technique avec la méthode du pivot (étudiée ci-après) et, dans certains cas, avec la méthode du sextant.

3.5.3 Mise en position de l'embarcation – Méthode du pivot

Cette méthode peut être utilisée avec des bornes d'alignement et un pont ou tout autre ouvrage enjambant le cours d'eau près de la section. On peut aussi recourir à une série de bornes d'alignement situées sur la rive (figure 19).

La mise en place des bornes d'alignement de la section s'effectue de la même façon que dans le cas de la méthode du théodolite. Choisissez ensuite un point pivot sur la rive. Ce point peut être situé en avant ou en arrière de l'ouvrage enjambant le cours d'eau. Il doit cependant en être assez éloigné pour ne pas occasionner d'erreurs de visée. Calculez la largeur du cours d'eau vis-à-vis de la section par mesure stadimétrique, par triangulation, par chaînage ou par voie électronique.

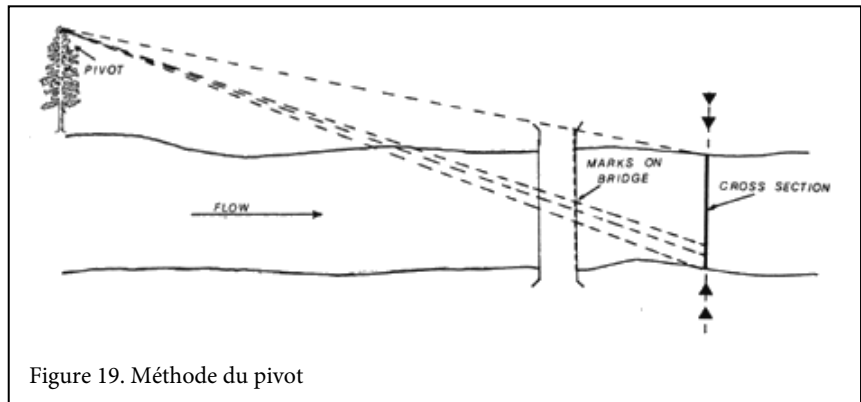


Figure 19. Méthode du pivot

À partir de l'une des rives de la section, déterminez l'endroit où la ligne de visée croise l'ouvrage entre le point de repère et vous. Tracez une marque sur l'ouvrage à cet endroit. Répétez cette opération en vous plaçant sur l'autre rive. Par la suite, déterminez le nombre de verticales de jaugeage requises, divisez la largeur entre les deux marques faites sur l'ouvrage par le nombre de verticales et tracez des marques sur l'ouvrage en les espaçant conformément au résultat de la division.

Pendant le jaugeage du débit, le bateau est maintenu sur la section en se servant des bornes d'alignement situées sur les rives. Il est mis en position vis-à-vis de chaque verticale en alignant le point pivot et la marque sur l'ouvrage.

3.5.4 Mise en position de l'embarcation – Méthode du sextant

L'installation des bornes d'alignement et la détermination de la ligne de référence se font de la même façon que dans le cas de la méthode du théodolite. Installez une borne de vérification directement sur le piquet situé à l'extrémité de la ligne de référence. La ligne de référence doit être suffisamment longue pour qu'on puisse observer, à l'aide du sextant, des angles supérieurs à 25 degrés. Si les angles sont inférieurs à 25 degrés, les résultats de mesure ne seront pas précis. En outre, installez une série de bornes d'alignement sur la rive opposée afin de ne pas avoir à observer des angles sur une courte distance, ce qui constitue une autre source d'imprécision. Orientez les bornes de vérification de façon qu'elles soient tournées vers le centre de la section et qu'elles soient facilement visibles depuis n'importe quel point de la section. L'installation de bornes de vérification en amont de la section est plus pratique, bien qu'elles puissent aussi être installées en aval de la section.

Déterminez la distance entre le point de départ et le bord de l'eau en vous alignant sur les bornes installées sur la rive opposée. Réglez le sextant selon l'angle déterminé d'avance pour la première verticale d'observation. Déplacez

le bateau le long de la section. Vérifiez le déplacement du bateau avec le sextant et, au moment où les bornes coïncideront, déplacez le bateau vers l'amont, jetez l'ancre et laissez le bateau dériver en aval jusqu'à la section. Faites à nouveau le point avec le sextant et relevez la mesure. Si celle-ci indique que le bateau est à moins de quelques pieds de la position déterminée d'avance, procédez au sondage et à la mesure de la vitesse d'écoulement. Au moment où vous dépassez le milieu de la section, alignez-vous sur les autres bornes de vérification d'alignement jusqu'à ce que le jaugeage soit complété. Plus grande sera la distance entre vous et les bornes d'alignement, plus grande sera la précision.

Utilisation du sextant — Les tableaux 1 et 2 présentent les résultats de quelques essais sur le terrain et indiquent les degrés de précision relatifs à la mise en position d'un bateau à l'aide d'un sextant. Différentes personnes observant un angle fixé sur leur propre sextant ont obtenu des lectures légèrement différentes à cause du parallaxe produit par le vernier et l'index du sextant. Le plus grand écart enregistré a été d'environ 0°03'. Les calculs effectués aux tableaux 1 et 2 tiennent compte d'une marge de réglage et de lecture de plus ou moins 0°03'. Un essai sur le terrain mené par deux personnes effectuant un parcours triangulaire a indiqué que la marge de réglage et de lecture combinée ne devrait pas excéder 03', même si les conditions sont mauvaises. On peut voir aux tableaux 1 et 2 que les angles mesurés avec un sextant doivent être supérieurs à 25 degrés.

Mise en position de l'embarcation à l'aide d'un sextant

Tableau 1
(La ligne de référence mesure 304,8 m, et elle est perpendiculaire à la section)

Angle mesuré avec un sextant depuis le bateau	Distance depuis la borne d'alignement jusqu'au bout de la section	Écart de +0° 03' donne un écart de distance de
63°26'06"	152,4 m	±0,34 m
45°00'00"	304,8 m	±0,52 m
33°41'24"	457,2 m	±0,85 m
26°33'54"	609,6 m	±1,34 m
21°48'05"	762,0 m	±1,92 m
19°01'32"	883,9 m	±2,50 m

Dans le cas de lignes de référence de longueur différente, l'erreur est proportionnelle.

Tableau 2
(La ligne de référence mesure 304,8 m, et elle est perpendiculaire à la section)

Angle mesuré avec un sextant depuis le bateau	Distance depuis la borne d'alignement jusqu'au bout de la section	Écart de $\pm 0^{\circ} 03'$ donne un écart de distance de
95°00'	143,9 m	$\pm 0,21$ m
85°00'	188,4 m	$\pm 0,21$ m
75°00'	234,4 m	$\pm 0,24$ m
65°00'	285,3 m	$\pm 0,27$ m
55°00'	345,0 m	$\pm 0,34$ m
45°00'	421,5 m	$\pm 0,49$ m
35°00'	531,0 m	$\pm 0,67$ m
25°00'	714,1 m	$\pm 1,25$ m
20°00'	868,4 m	$\pm 1,89$ m

3.5.5 Méthode de l'embarcation en mouvement

La méthode de jaugeage du débit d'un cours d'eau depuis une embarcation en mouvement a été élaborée :

- pour les cours d'eau très larges,
- pour les zones de circulation nautique dense,
- pour les conditions de marée haute ou de débâcle, ou encore
- lorsqu'il y a des débris emportés par le courant.

Cette méthode de jaugeage est enseignée dans le cadre d'un programme d'entraînement spécialisé.

Le jaugeage du débit d'un cours d'eau depuis une embarcation en mouvement s'effectue en traversant le cours d'eau selon une trajectoire perpendiculaire au courant déterminée d'avance. Il faut deux personnes pour effectuer le jaugeage : un pilote et une personne chargée des instruments. On enregistre les formes géométriques du canal ainsi que la combinaison de la vitesse du bateau et de la vitesse d'écoulement du cours d'eau. Ces dernières sont ensuite séparées par des opérations vectorielles effectuées par le matériel informatique de jaugeage en mouvement. Les données sont compilées selon des tranches choisies d'avance afin d'obtenir une vitesse d'écoulement moyenne et la largeur des tranches. La vitesse moyenne, la largeur et la profondeur moyenne de chacune des tranches sont combinées pour donner un débit par tranche. Ce débit est additionné et corrigé selon la largeur et la vitesse moyenne afin d'obtenir le débit total du cours d'eau. Il est question de cette méthode de jaugeage dans un cours spécialisé. Elle est aussi entièrement décrite dans un guide d'Environnement Canada (1985).

3.6 CONDITIONS PARTICULIÈRES

On peut aussi être obligé de recourir au jaugeage depuis une embarcation lorsque se présentent des conditions inhabituelles. En voici quelques-unes.

- La présence de marées très fortes dans des régions où on effectue d'ordinaire le jaugeage depuis un pont ou un téléphérique, ou tout simplement à gué.
- Dans le cadre de programmes d'évaluation de projets spécifiques (études hydrologiques ou de dérivation).
- Lorsque des études sur le terrain effectuées sur de longues périodes dans des régions éloignées ou semi-éloignées coïncident avec la crue printanière.
- Lorsqu'il faut une personne dans le bateau pour tendre les câbles de mesure.

On notera — des méthodes de jaugeage depuis une embarcation particulières ou indirectes peuvent être présentées par des formateurs spécialisés

4.0 FORMATION SUR LE TERRAIN

4.1 MATÉRIEL ET LOGISTIQUE

Avant de partir en excursion, le technicien doit élaborer une liste de contrôle du matériel. Les points suivants doivent être minutieusement planifiés :

- le mode de transport (avion, hélicoptère, véhicule);
- la durée prévue de l'excursion;
- l'accessibilité aux services d'urgence;
- le classement des plans de voyage;
- le nombre de personnes requises pour effectuer le travail (on peut être obligé de prévoir de l'aide supplémentaire);
- l'hébergement et la nourriture (au besoin);
- les conditions météorologiques et l'état des routes.

4.2 SÉCURITÉ

Passez en revue toutes les mesures de sécurité vues dans le cadre de l'enseignement scolaire. Il peut être nécessaire de recourir à du personnel expérimenté supplémentaire afin de s'assurer que la formation sur le terrain se déroulera en toute sécurité.

Arrêtez-vous à chaque étape de la formation sur le terrain et examinez les éléments de sécurité relatifs à cet aspect du travail.

4.3 MISE EN PRATIQUE DES TECHNIQUES

1. Expliquez l'agencement des pièces d'équipement ainsi que leur fonctionnement.
2. Expliquez aussi les caractéristiques du matériel ayant trait à la sécurité, y compris le dispositif d'arrêt d'urgence du moteur hors-bord.
3. Traitez aussi des soins requis par les instruments spéciaux (moulinet, chronomètre, générateur d'impulsions, niveau).
4. Démontez le matériel et faites-le remonter par les participants. Faites-leur aussi décrire le procédé d'assemblage.

Procédez, en compagnie des techniciens, au démarrage d'un moteur hors-bord et à la manoeuvre d'un bateau sous diverses conditions telles des vagues, un clapotis fin, un fort courant, un remous, des rapides et des zones peu profondes. Pratiquez aussi les techniques de mise à l'eau et d'accostage du bateau. **LORSQUE VOUS ÊTES À BORD D'UN BATEAU, VOUS DEVEZ PORTER EN TOUT TEMPS UN DISPOSITIF DE SAUVETAGE APPROUVÉ.**

Lorsque les techniciens se sont familiarisés avec la manoeuvre d'un bateau, ils doivent mettre en pratique diverses méthodes de mise sous tension du câble de mesure et effectuer différentes opérations comme :

- la commande du dévidoir,
- la tenue de l'extrémité du câble de mesure au moment de son déroulement,
- le pilotage du bateau et
- la récupération du câble de mesure.

Chaque participant doit décrire toutes les opérations exécutées (choix de la section de jaugeage, mise sous tension

du câble de mesure, préparation du matériel et jaugeage).

Procédez à des exercices de jaugeage et de manoeuvre du bateau :

- moteur arrêté et sorti de l'eau;
- moteur arrêté, le pied descendu dans l'eau;
- moteur en marche et embrayé.

Simulez autant de conditions nautiques que vous le pouvez en déplaçant la section en amont ou en aval, là où l'écoulement peut être rapide ou lent, ou encore aux endroits présentant des turbulences ou des remous.

Tout au long de la saison des eaux libres, il faudra du temps supplémentaire pour expliquer et mettre en pratique les techniques adaptées aux exigences relatives aux conditions et aux emplacements.

Tous les éléments vus dans le cadre de l'enseignement scolaire doivent être étudiés méthodiquement, expliqués et mis en pratique sur le terrain.

5.0 RÉSUMÉ

- I. Ce cours a pour objet de former le technicien afin qu'il puisse procéder au jaugeage du débit d'un cours d'eau depuis une embarcation.
- II. Il constitue aussi une révision des techniques de jaugeage et de la terminologie décrites dans les cours nos 10.1 à 10.5.
- III. Le matériel spécialisé utilisé pour effectuer le jaugeage de l'écoulement d'un cours d'eau, les domaines d'utilisation et le fonctionnement des divers types de bateaux et de moteurs, le choix d'un emplacement de jaugeage ainsi que les techniques de jaugeage sont étudiés, expliqués et mis en application dans ce cours.
- IV. Une attention toute particulière est accordée aux mesures de sécurité qui doivent être prises près de l'eau, dans les bateaux, au moment de la mise sous tension des câbles de mesure et du jaugeage comme tel.
- V. Une bonne compréhension des méthodes de mise en position d'un bateau à des fins de jaugeage sans câble de mesure est importante. Cependant, il se peut que ces méthodes ne puissent être mises en pratique dans certaines régions. On doit alors réviser la logistique.

Un entraînement suivi doit être assuré pour permettre au technicien d'acquérir toute la compétence voulue.

6.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

6.1 MANUELS PRATIQUES

Environnement Canada. (1985). Manuel de levés hydrométriques : méthode des mesures de débit – Système de mesure automatisé au moyen du bateau mobile. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa.

Terzi, R.A. (1982). Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Direction des ressources en eau, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

6.2 RÉFÉRENCES

Holinshead, P. (1983). Manual of Tricks of the Trade. Direction des ressources en eau, Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Calgary.

Rantz, S.E. et coll. (1982). Measurement and Computation of Streamflow : Vol. 1, Measurement of Stage and Discharge. U.S. Geol. Survey Water Supply Paper 2175.

Transports Canada, Garde côtière canadienne. (1986). Safe Boating Guide. Ottawa.

Relevés hydrologiques du Canada. (1989). Hydrometric Equipment Handbook. Direction générale des eaux intérieures, Environnement Canada, Ottawa.

ANNEXE A. AJUTS, NOEUDS ET ÉPISSURES

(d'après l'ouvrage de Holinshead, 1983)

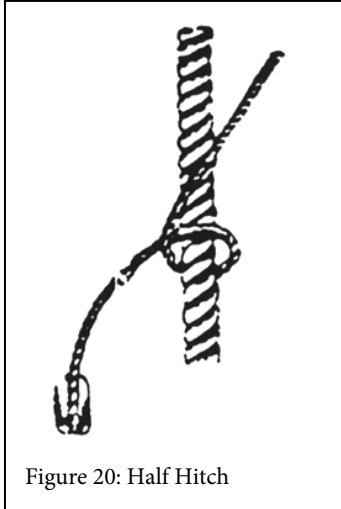


Figure 20: Half Hitch

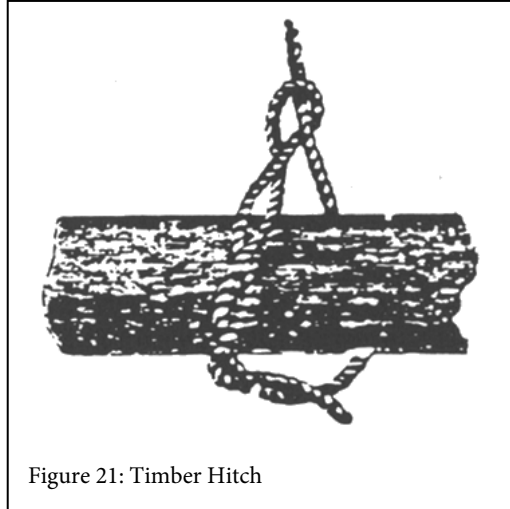


Figure 21: Timber Hitch

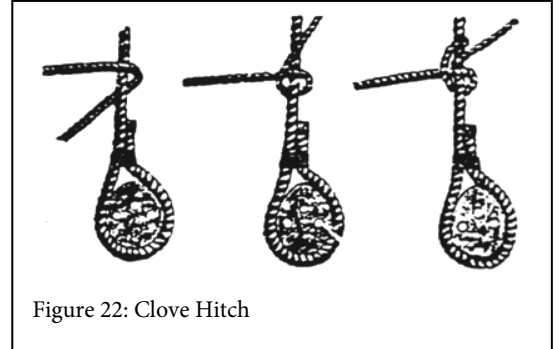


Figure 22: Clove Hitch

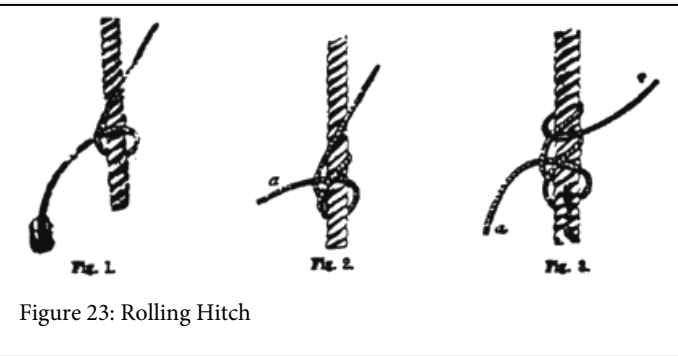


Figure 23: Rolling Hitch

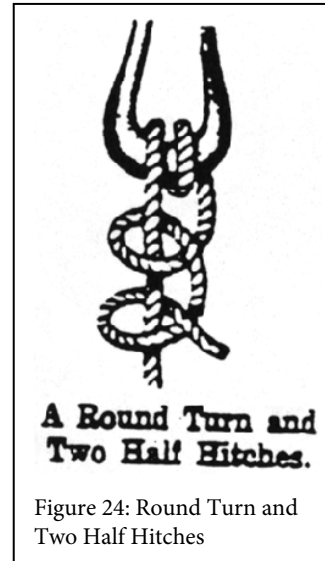


Figure 24: Round Turn and Two Half Hitches

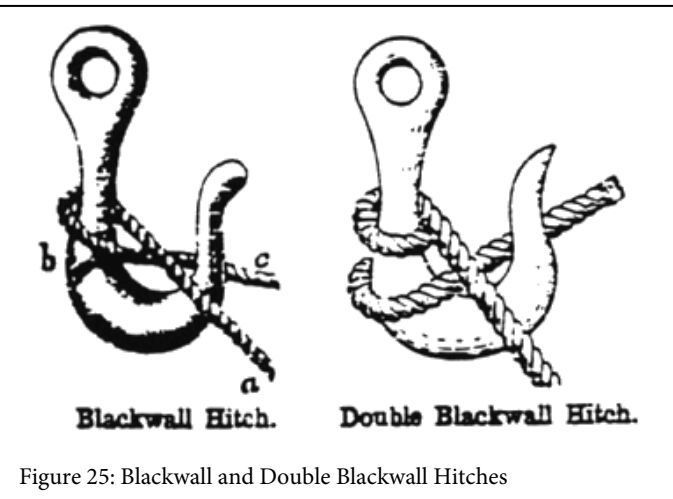


Figure 25: Blackwall and Double Blackwall Hitches

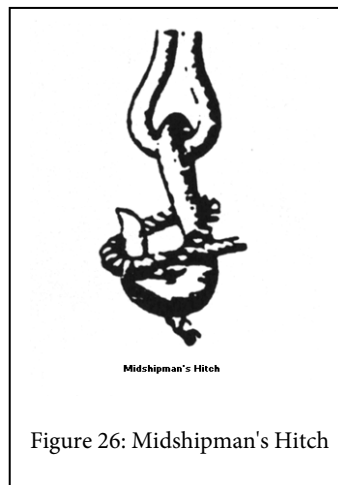


Figure 26: Midshipman's Hitch

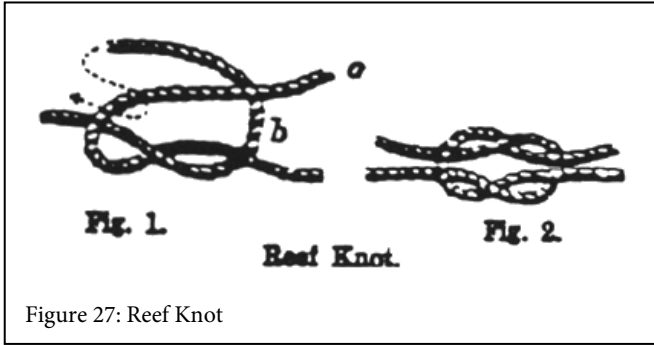


Figure 27: Reef Knot

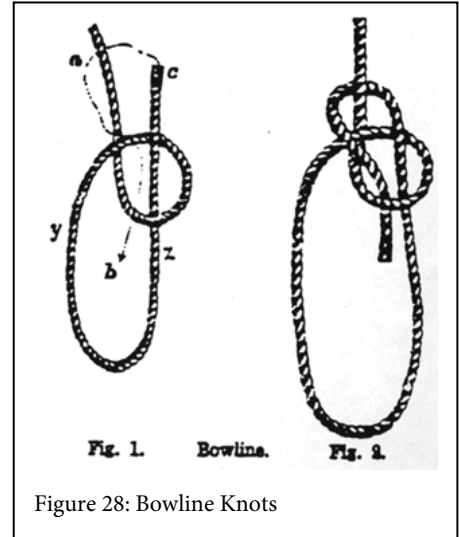


Figure 28: Bowline Knots

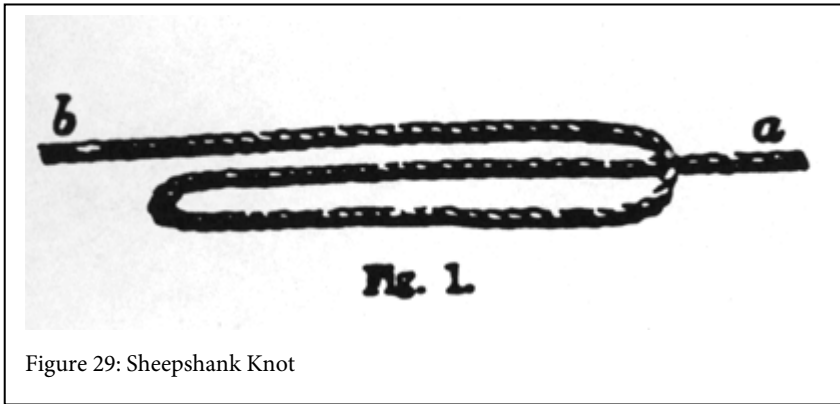


Figure 29: Sheepshank Knot

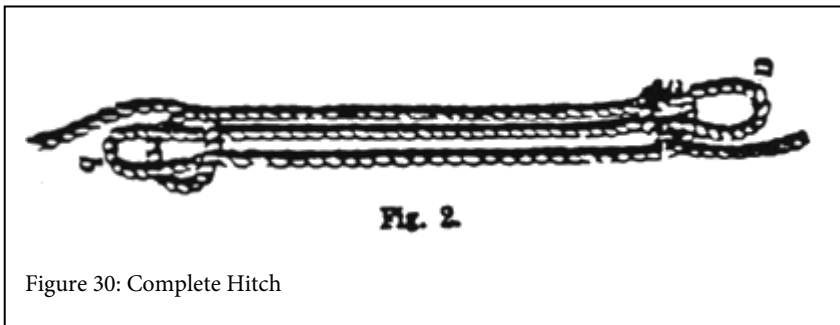


Figure 30: Complete Hitch

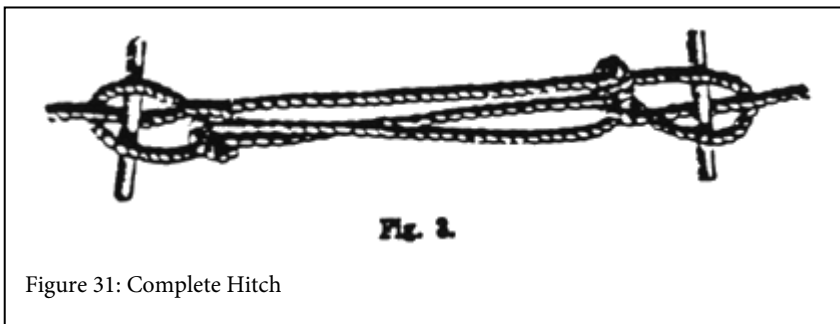


Figure 31: Complete Hitch

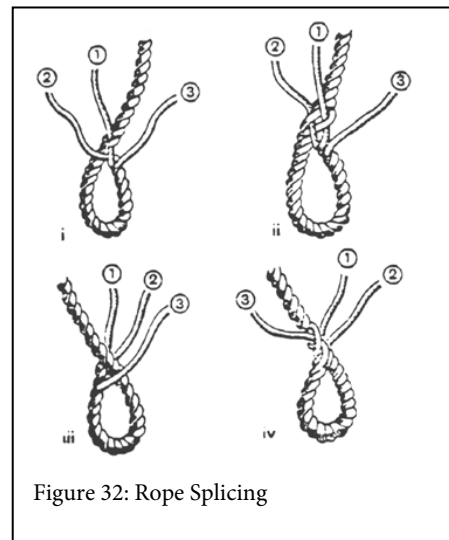


Figure 32: Rope Splicing



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 10.7 – Mesure de débit (matériel et méthodes) à partir de la couverture de glace

Scott McDonald
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
Post Office Building
C.P. 2970
Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)
Canada X1A 2R2

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	BUT ET REMARQUES GÉNÉRALES	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	DESCRIPTION DU MATÉRIEL	3
4.0	SÉCURITÉ ET LOGISTIQUE.....	9
4.1	MATÉRIEL ET VÊTEMENTS.....	9
4.2	TYPES DE GLACE	9
4.3	SÉCURITÉ SUR LA GLACE.....	10
4.4	LOGISTIQUE	11
5.0	CHOIX DE LA SECTION DE JAUGEAGE.....	14
6.0	PERÇAGE DES TROUS.....	15
7.0	TECHNIQUES DE JAUGEAGE.....	17
7.1	ASSEMBLAGE DU MATÉRIEL.....	17
7.2	MÉTHODES DE JAUGEAGE	17
7.3	TÂCHES À EFFECTUER APRÈS LE JAUGEAGE.....	21
7.4	CONDITIONS PARTICULIÈRES	22
8.0	FORMATION PRATIQUE SUR LE TERRAIN	23
8.1	MATÉRIEL ET LOGISTIQUE.....	23
8.2	SÉCURITÉ	23
8.3	TRAVAUX PRATIQUES	23
9.0	RÉSUMÉ.....	24
10.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	25
10.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	25
10.1	MANUELS PRATIQUES.....	25
10.2	RÉFÉRENCES.....	25

1.0 BUT ET REMARQUES GÉNÉRALES

Dans de nombreuses régions du Canada, le jaugeage des cours d'eau s'effectue en hiver. Étant donné que la plupart des cours d'eau sont, soit partiellement, soit complètement couverts de glace, les techniciens doivent apprendre à réaliser les jaugeages à travers le manteau de glace. Ils doivent comprendre et savoir résoudre les problèmes associés à ce type de jaugeage. Le but du présent cours est d'enseigner aux techniciens les techniques de jaugeage conformes aux normes nationales. Parallèlement, l'information présentée permettra de réduire les dangers inhérents au jaugeage sous la glace.

Ce cours fait partie d'une série consacrée au jaugeage des cours d'eau. Normalement, les techniciens ont déjà assisté aux cours consacrés à la théorie du jaugeage et aux instruments de jaugeage. Il est aussi souhaitable que les participants aient également une connaissance générale des instruments et méthodes utilisés par la *Division des relevés hydrologiques du Canada*.

Les techniques de jaugeage sous la glace présentées dans ce cours sont utilisées dans tout le Canada. Cependant, les techniques peuvent varier d'une région à une autre suivant l'état du cours d'eau et les préférences.

2.0 OBJECTIFS

Ce cours vise à enseigner au nouveau technicien les méthodes utilisées pour effectuer un jaugeage sous la glace et pour consigner les résultats des mesures. À la fin de la session, le technicien sera capable de :

1. Donner une liste du matériel nécessaire pour effectuer un jaugeage sous la glace.
2. Assembler, utiliser et entretenir correctement le matériel.
3. Décrire les précautions à prendre pour travailler sur la glace par temps froid.
4. Décrire les méthodes de jaugeage.
5. Décrire les techniques utilisées pour faire en sorte que les données recueillies dans des conditions météorologiques rigoureuses soient précises.
6. Préparer des notes de terrain concises et fiables.

3.0 DESCRIPTION DU MATÉRIEL

La présente section porte sur le matériel utilisé par la *Division des relevés hydrologiques du Canada* pour effectuer des jaugeages sous la glace.

La figure 1 représente la foreuse à glace utilisée couramment par la *Division des relevés hydrologiques du Canada*. Cette foreuse est habituellement employée avec le moteur Stihl n° 8 et l'accessoire de fixation de la mèche (tenu par une personne) n° 4309. Consulter le guide d'utilisation et d'entretien fourni par le fabricant. Il existe plusieurs longueurs de mèche (figure 2). On peut se procurer les mèches de foreuse auprès du Centre national de distribution du matériel (CNDM) d'Environnement Canada, à Ottawa.

Il existe deux modèles de tête coupante :

1. La tête coupante Brolin comporte des dents et une pointe fixes. Les dents peuvent être en carbure de tungstène. Cette tête coupante est très efficace, mais elle s'émousse rapidement sur les rochers et elle est difficile à aiguiser sur le terrain.
2. Le second modèle de tête coupante comporte des dents et une pointe amovibles. Elle est très efficace, mais la tête peut se coincer dans le trou si elle n'est pas alignée correctement. Les dents se changent aisément sur le terrain, mais elles se brisent facilement sur les rochers.

Les deux types de tête coupante sont illustrés à la figure 3.

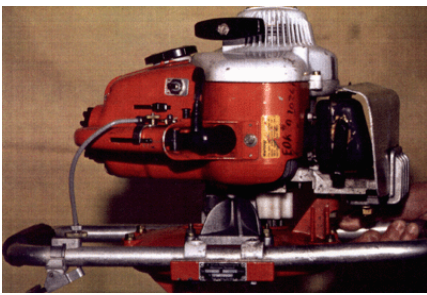


Figure 1. Tête motorisée Stihl de la foreuse et accessoire de fixation de la mèche



Figure 2. Mèche de foreuse

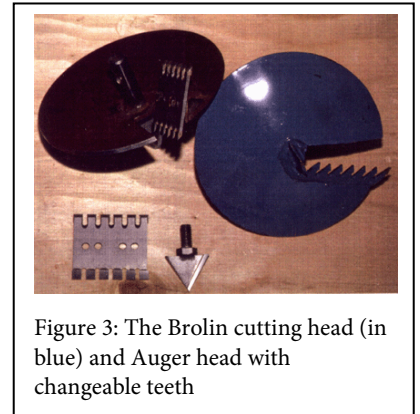


Figure 3: The Brolin cutting head (in blue) and Auger head with changeable teeth

Il existe plusieurs types de tarières manuelles. Ces dernières sont utiles lorsque le technicien a besoin d'un seul trou pour mesurer les niveaux d'eau. Ces tarières permettent de percer des trous d'environ 20 cm de diamètre.

Les ciseaux à glace (figures 4 et 5) sont utilisés pour :

- vérifier l'épaisseur de la glace,
- couper la glace le long d'un bord d'eau libre,
- percer des trous isolés pour mesurer les niveaux d'eau,
- creuser des trous pour effectuer un jaugeage si l'épaisseur de glace est assez faible et
- élargir le trou si la tarière se brise.



Figure 4. Ciseau à glace et pic à glace (vue complète)

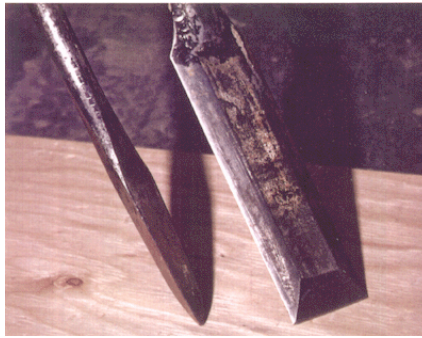


Figure 5. Ciseau à glace et pic à glace (bords coupants)

Il existe plusieurs types de ciseaux à glace. La largeur des lames varie de 8 mm à 12 mm; les manches peuvent être tubulaires ou pleins en acier ou en bois, de différentes longueurs. Les manches tubulaires ou en bois doivent être lestés près de la lame. M. Alford (un ancien employé de la *Division des relevés hydrologiques du Canada* à Whitehorse) a mis au point un ciseau à glace qui a été utilisé avec succès. Ce ciseau est biseauté, avec des bords coupants sur la lame et sur les côtés. Le technicien peut aussi utiliser un pic à glace (figures 4 et 5) pour creuser des trous isolés destinés à la mesure du niveau de l'eau ou pour casser la glace le long d'un bord d'eau libre. Un pic à glace est une barre pleine en acier comportant un bord coupant à trois faces qui se termine en pointe fine.

Lors d'un jaugeage sous la glace, le technicien peut avoir besoin d'une tarière à gadoue (figure 6), d'une échelle de jaugeage sous la glace (figure 7) ou d'un ensemble extracteur de gadoue-échelle de jaugeage sous la glace (figures 8 et 9). On utilise une tarière à gadoue pour ouvrir un passage dans la gadoue formé à la base du trou creusé dans la glace, afin de faire passer le moulinet. On utilise une échelle de jaugeage sous la glace pour mesurer l'épaisseur de la glace. L'ensemble extracteur de gadoue-échelle de jaugeage remplit ces deux fonctions. Le matériel à utiliser dépendra des caractéristiques de la gadoue et de la saison.



Figure 6. Tarière à gadoue

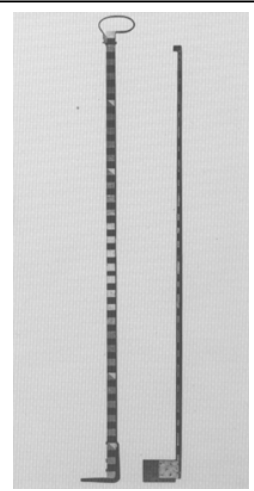


Figure 7. Échelles de jaugeage sous la glace

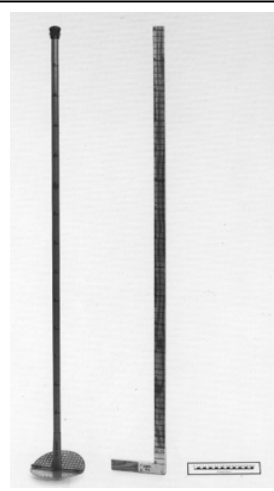


Figure 8. Ensemble extracteur de gadoue-échelle de jaugeage

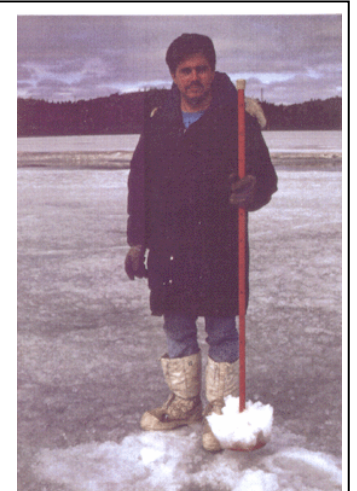


Figure 9. Utilisation de l'extracteur de gadoue

La perche d'hiver (figure 10) est utilisée pour effectuer des sondages sous la glace et pour maintenir le moulinet d'hiver en place lors de la mesure de la vitesse du courant sous la glace. La figure 11 illustre une perche d'hiver modifiée qui est plus facile à démonter. La perche d'hiver comporte aussi un socle, ou un pied, (figure 12) qui protège le moulinet lorsque ce dernier est abaissé ou relevé dans la glace. Le socle permet aussi de garder le moulinet au-dessus du lit du cours d'eau dans les cours d'eau peu profonds. Le socle est en bronze ou en aluminium. Il convient de noter que l'aluminium est fragile. L'assemblage de la perche d'hiver est illustré à la figure 13.

Afin de faciliter le démontage de la perche, utiliser des goupilles à oeillet pour assembler les deux sections de la perche. Utiliser l'oeillet de la goupille pour tenir le câble de transmission et pour indiquer la position du moulinet sous l'eau. Percer des trous dans la perche de façon que l'oeillet de la goupille pointe vers l'amont lorsque le moulinet est fixé à la perche.

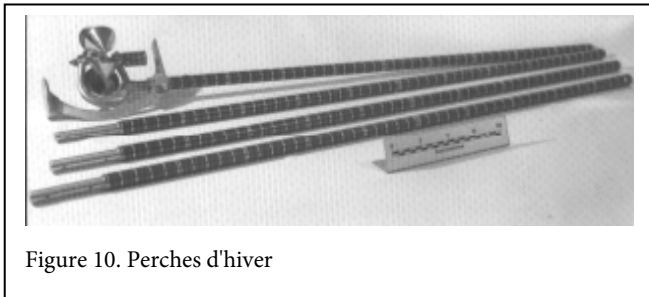


Figure 10. Perches d'hiver



Figure 12. Perche d'hiver avec un socle en bronze

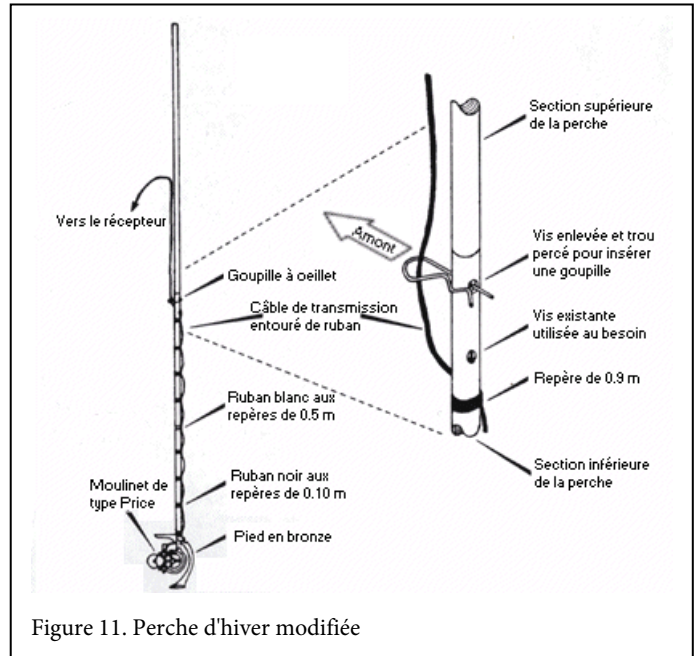


Figure 11. Perche d'hiver modifiée



Figure 13. Perche d'hiver assemblée et prête à l'emploi

On peut à l'occasion utiliser des perches de jaugeage à gué pour effectuer des jaugeages pendant l'hiver. Ces perches sont décrites en détail dans le cours n° 10.3.

La corde à main (figures 14, 15 et 16) est un système léger de suspension du moulinet. Le technicien utilise la corde à main pour effectuer des jaugeages lorsqu'il faut parcourir de longues distances à pied pour rejoindre une section de jaugeage ou lorsqu'il est difficile d'employer une perche d'hiver. Le CNDM possède maintenant des cordes à main en kevlar avec fil électrique isolé (figure 17).

Dans plusieurs régions, les techniciens utilisent le traîneau de jaugeage ou la caisse chaude (figures 18, 19 et 20). Ce matériel permet d'éviter que le moulinet gèle pendant le transport d'un trou à un autre. La caisse chaude est chauffée à l'aide d'un petit réchaud catalytique ou d'une chaufferette au propane. Faire attention avec le gaz propane.

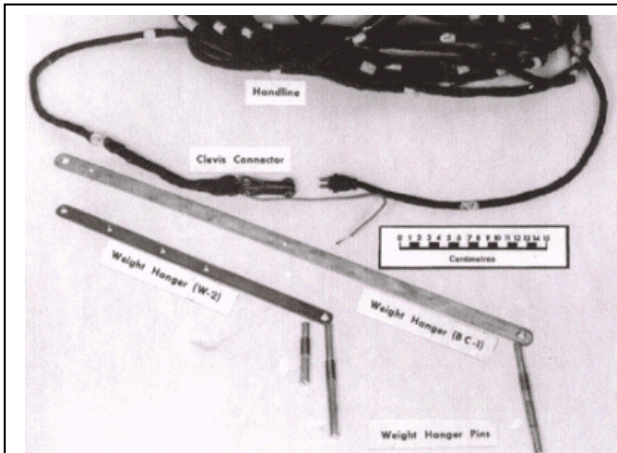


Figure 14. Tiges de suspension du moulinet utilisées avec une corde à main

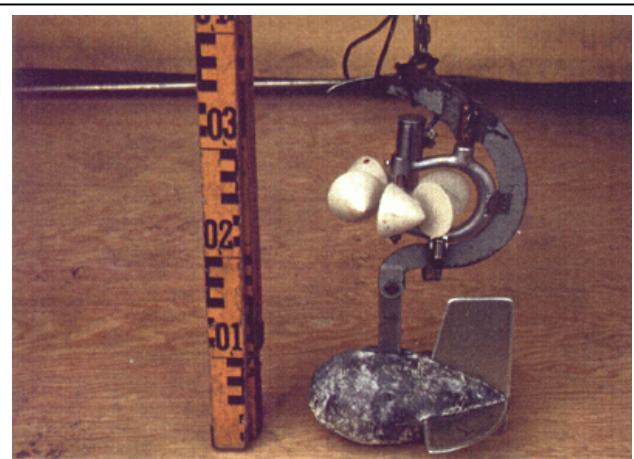


Figure 15. Fixation du saumon et du moulinet à une corde à main



Figure 16. Corde à main prête à l'emploi



Figure 17. Corde à main en kevlar avec le saumon et le moulinet



Figure 18. Traîneau de jaugeage – vue complète

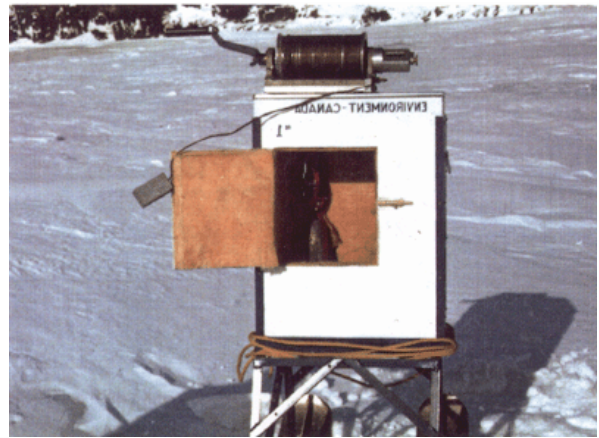


Figure 19. Traîneau de jaugeage avec la porte de la caisse chaude ouverte



Figure 20. Isolation et réchaud catalytique à l'intérieur de la caisse chaude

Pour effectuer les jaugeages pendant l'hiver, on utilise un treuil, tel que le A-55, en conjonction avec la caisse chaude. Les treuils sont décrits en détail dans le cours n° 10.4.

Divers types de saumons ont été conçus spécialement pour les jaugeages d'hiver. Ce sont :

- le saumon Slush-N-All (figure 21),
- le saumon cylindrique (figure 22) et
- le saumon compact NACA (figure 15).

L'utilisation de chaque type de saumon est expliquée dans l'Hydrometric Equipment Handbook.

Le moulinet d'hiver ordinaire utilisé par la *Division des relevés hydrologiques du Canada* est illustré à la figure 23. Ce moulinet comporte un rotor métallique et un mamelon fileté sur le dessus du bâti pour fixer facilement le moulinet à la perche d'hiver. On évalue actuellement un nouveau type de rotor en plastique solide qui pourrait remplacer le rotor en métal ordinaire. Le rotor en plastique répond mieux aux faibles vitesses et il est moins sujet à l'accumulation de glace et de sorbet. Le rotor en plastique est illustré sur la figure 24.

Pour les jaugeages sous la glace, le technicien peut aussi avoir besoin de matériel autre que le matériel hydrométrique :

- | | |
|----------------------------------|--------------------------------|
| 1. harnais et corde de sécurité, | 2. radiotéléphone, |
| 3. motoneige, | 4. raquettes, |
| 5. skis et traîneau, | 6. vêtements d'hiver spéciaux. |

Ce matériel est examiné plus en détail, du point de vue de la sécurité, dans la section suivante.

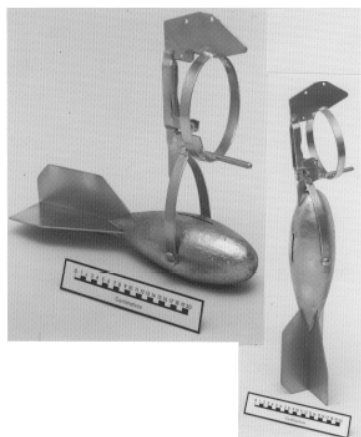


Figure 21. Saumon Slush-N-All



Figure 22. Saumon cylindrique et son étui

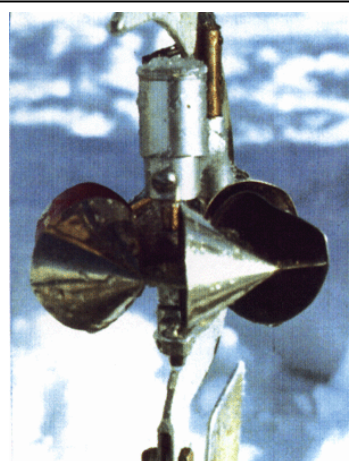


Figure 23. Moulinet à rotor en métal

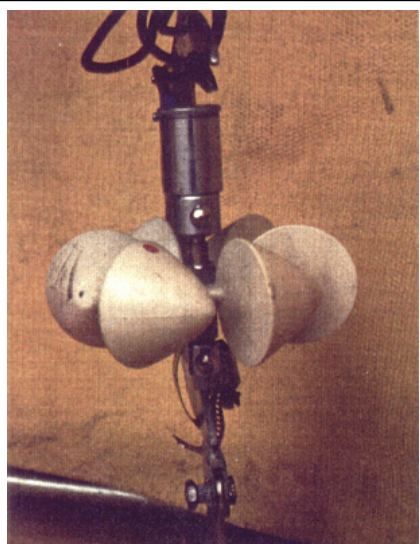


Figure 24. Moulinet à rotor en plastique solide

4.0 SÉCURITÉ ET LOGISTIQUE

4.1 MATÉRIEL ET VÊTEMENTS

Lors des essais de glace, le technicien qui marche en tête devrait être attaché, à l'aide d'un harnais et d'une corde, à un autre technicien qui se tient à une bonne distance derrière (environ 30 m). Dans les situations plus risquées, lorsqu'il y a à la fois de la glace et de l'eau libre, utiliser cette corde comme câble de sauvetage.

Les techniciens devront parfois disposer de radiotéléphones ou de radios. Vérifier que ces appareils fonctionnent correctement avant une expédition sur le terrain.

Pour les jaugeages d'hiver, les techniciens devront souvent utiliser des raquettes, des skis de fond, des motoneiges et des traîneaux. Ils doivent donc savoir utiliser et entretenir ce matériel.

Faites très attention lorsque vous utilisez les foreuses à glace. Ne portez pas de vêtements lâches à proximité des pièces en mouvement. Lorsque vous mettez la foreuse en marche, tenez-vous à distance de l'arbre de la foreuse et de la tête coupante. Pendant le forage, tenez-vous suffisamment près de façon à ne pas avoir à étendre les bras et prenez garde aux contrecoups du moteur.

Les vêtements appropriés dépendant des conditions climatiques, les exigences peuvent varier d'une région à une autre. Voici cependant quelques règles fondamentales. Dans la mesure du possible, utilisez la méthode des couches de vêtements. Vous pouvez facilement enlever des couches pour éviter d'avoir trop chaud et de transpirer lorsque vous vous déplacez dans un véhicule ou lorsque vous dépensez beaucoup d'énergie (perçage des trous, transport du matériel ou marche sur de longues distances). De même, vous pouvez enfiler d'autres vêtements si la température baisse, si le vent se lève ou si le travail est moins dur (par exemple, lors de l'enregistrement des données ou de l'arpentage).

Par temps froid, il est très important de conserver sa chaleur et de rester au sec. Lorsque vous effectuez un jaugeage ou que vous percez des trous dans de la gadoue ou sur de la glace inondée, les vêtements suivants sont indispensables : bottes d'hiver imperméabilisées au besoin avec un produit tel que l'« Aerosol Fillers Inc. » ou bottes imperméables doublées, pantalons imperméables, chaussons de feutre de rechange pour les bottes d'hiver, gants en caoutchouc doublés et mitaines en laine.

Pour garder votre corps au sec, portez des sous-vêtements qui absorbent la sueur. La laine, qui conserve ses propriétés isolantes et sa chaleur lorsqu'elle est humide, est excellente pour les mitaines, les sous-vêtements et les pantalons. Les vêtements en duvet et en « Holo-Fill » sont moins satisfaisants. Le duvet est chaud lorsqu'il est sec. Cependant, une fois mouillé, il perd toutes ses qualités isolantes. Par contre, l'« Holo-Fill » conserve 50 % de ses qualités isolantes lorsqu'il est mouillé.

Le Gortex est recommandé pour les vestes et les pantalons coupe-vent. Ce matériau protège du vent, est imperméable et respire (permettant ainsi à l'humidité chaude du corps de s'échapper). Il faut éviter les vêtements en denim (jeans) qui isolent très mal du froid et qui deviennent très lourds lorsqu'ils sont mouillés.

Remarque — Le technicien doit toujours avoir avec lui une trousse de premiers soins et une trousse de survie.

4.2 TYPES DE GLACE

Le technicien appelé à travailler sur la glace ou à proximité de la glace doit connaître les différents types de glace et leur résistance. Voici les types de glace que le technicien risque de rencontrer :

- I. La glace bleue se forme lorsque les conditions de gel sont bonnes. C'est généralement la plus sûre car il est facile de repérer les points faibles.
- II. La glace blanche ou gadoue se forme lorsqu'il gèle pendant une chute de neige ou lorsque l'eau est aspirée par la neige sur la glace et gèle. Elle n'est pas aussi solide que la glace bleue. Il faut faire très attention lorsqu'on travaille sur ce type de glace car les points faibles sont difficiles à repérer.
- III. La glace en aiguilles se forme au printemps. Le réchauffement entraîne une perte de résistance et une désintégration dans des colonnes verticales de la couche de glace. Il se forme alors de longues « aiguilles » de glace. Lorsque la désintégration atteint toute la couche de glace, l'eau remonte à la surface à travers les aiguilles de glace, donnant à la surface une apparence de « glace noire ». La glace en aiguilles ayant absorbé de l'eau, elle a perdu sa cohésion et elle est devenue dangereuse. Il faut éviter ce type de glace.
- IV. La glace noire se forme au printemps lorsque l'eau monte par capillarité dans la glace en aiguilles. La glace a alors une couleur très sombre. Elle est très dangereuse et instable, **À ÉVITER**.
- V. La glace de rivière varie en épaisseur en raison du courant sous la glace. Il faut faire attention lorsqu'il y a de la neige sur la glace car la neige isole la glace du froid et la glace est alors plus fine. Attention, il arrive souvent qu'il n'y ait pas de glace sous les bancs de neige le long de la rive (ponts de neige). Le technicien doit aussi savoir qu'il peut se former des cavernes lorsque le niveau de l'eau baisse. Il reste alors des couches de glace suspendues (ponts de glace).
- VI. La glace de lac a habituellement une épaisseur plus uniforme. Cependant, les courants peuvent donner lieu à des points faibles dans les passages étroits ou entre les îles.
- VII. La glace stratifiée se forme lorsque de l'eau s'écoule sur une couche de glace et gèle pour former une seconde couche de glace. Ce type de glace peut être assez dangereux et il vaut mieux éviter de circuler dessus en camion ou en avion.

4.3 SÉCURITÉ SUR LA GLACE

Il convient de faire preuve de bon sens lorsqu'on marche sur un cours d'eau gelé. Étant donné que la glace change continuellement, il faut l'essayer avec soin avant d'entreprendre une mesure quelconque. Il arrive souvent qu'une couche de neige fraîche cache un danger qui, autrement, serait évident.

La meilleure façon de vérifier la solidité d'une couche de glace consiste à utiliser un ciseau à glace. Lorsque vous effectuez une traversée, frappez d'un bon coup la glace tous les trois ou quatre pas. En cas de doute, prenez le temps de faire une vérification approfondie. S'il y a des sections d'eau libre près du site de mesure ou si le ciseau à glace pénètre facilement dans la glace, abandonnez cette section de jaugeage et essayez-en une autre.

UN TECHNICIEN NE DOIT JAMAIS ESSAYER D'EFFECTUER

UN JUGEAGE AU RISQUE DE SA VIE.

Le tableau suivant donne les charges admissibles sur la glace claire, la glace bleue et la glace de lac. Il est extrait de *Suspect Safety Bits and Pieces*, publié en février 1975 par l'Information Branch, Safety Program Development Section, du ministère des Richesses naturelles de l'Ontario. Il convient de noter que la glace de rivière est moins solide que la glace claire de lac et que la gadoue est deux fois moins solide. De plus, le passage répété sur la glace réduit sa résistance.

Tableau 1. Capacité portante de la glace en fonction de l'épaisseur		
Épaisseur de la glace		Charge admissible
Pouces	Centimètres	
Moins de 2	Moins de 5,1	Non sécuritaire
2	5,1	Une personne à pied
3	7,6	Groupe en file indienne
7,5	19	Camion 2 tonnes (voiture, motoneige)
8	20	Camion 2,5 tonnes
10	25	Camion 2,5 tonnes
12	30	Camion 8 tonnes

Ce tableau donne les capacités portantes sûres de la glace; toutefois, le technicien doit être conscient du fait que la traversée des rivières et des lacs gelés présente certains risques, surtout avec un véhicule.

Des niveaux d'eau qui fluctuent rendent les conditions dangereuses. Une baisse du niveau de l'eau causera un « pont de glace » : la glace reste attachée à la rive, mais sans le support de l'eau. Une hausse du niveau d'eau causera une inondation; il se formera alors une ou plusieurs couches de glace relativement minces sur le manteau sous-jacent.

Lorsqu'on utilise un véhicule sur la glace, il faut conduire très lentement. Il se crée en effet une vague hydrodynamique sous la glace, qui, ajoutée à la tension causée par le véhicule, peut faire céder la glace. La tension est d'autant plus grande que la profondeur de l'eau sous la glace est faible. Ce problème est particulièrement critique près de la rive car la glace subit en plus la réflexion de la vague hydrodynamique.

Pour circuler en motoneige en toute sécurité, le technicien doit connaître l'épaisseur de la glace, la stabilité de la motoneige, la vitesse sécuritaire, la façon de soulever la motoneige pour libérer la chenille et les précautions à prendre avec les parties mobiles. Il est aussi important de savoir arrêter une motoneige emballée avec un régulateur gelé en utilisant le coupe-circuit.

4.4 LOGISTIQUE

Une expédition d'hiver doit être planifiée longtemps à l'avance. Préparer l'itinéraire et une liste de contrôle du matériel (voir un exemple dans le tableau 2). À l'aide de la liste, préparer le matériel et vérifier que tout est en parfait état. Rassembler et emballer tous les outils et toutes les pièces de rechange.

Organiser le voyage : affrètement d'avions, réservation des chambres d'hôtel, entretien et réparation des véhicules, etc. Longtemps avant la date de départ prévue, vérifier les conditions météorologiques et l'état des routes. Calculer la durée du voyage et examiner l'itinéraire avec des collègues. Revoir les mesures de sécurité et vérifier le matériel de secours.

Tableau 2. Exemple de liste de contrôle pour une expédition d'hiver

Catégorie	Article
Transport	Véhicule du gouvernement – essence, huile, outils/pièces, matériel de secours
	Motoneige – carburant, pièces/outils
	Raquettes
	Skis
Matériel	Foreuse – combustible, bougies, lanceur
	Mèche de foreuse – mèche, connecteurs
	Têtes coupantes – dents/pointe de rechange, lime
	Moulinets (2), barèmes d'étalonnage
	Téléavertisseurs (2), chronomètres (2)
	Carnet de relevés, papier et crayons
	Saumons – compact NACA, Slush-N-All, cylindrique
	Cordes à main (2)
	Perches d'hiver, pied, support
	Ciseau à glace, pic à glace, hache
	Pelle, échelles de jaugeage pour la glace et la gadoue
	Caisse chaude, propane et réchaud
	Treuil A
	Outils, dégivreur
	Grand récipient, réchaud Coleman, combustible
	Ruban à mesurer, ruban/latte pour repères
	Matériel pour le jaugeage à gué – bottes
Radiotéléphone	
Trousses de premiers soins et de survie	
Vêtements	Parka, bottes/chaussettes, mitaines, tuque
	Veste légère, pantalons coupe-vent
	Chaussettes, mitaines, bottes de rechange
Tâches	Remettre le plan de l'expédition au superviseur
	Vérifier l'épaisseur de la glace

Localiser le bord de l'eau
Définir et marquer les verticales
Assembler la foreuse, creuser les trous
Vérifier les niveaux, entretenir l'échelle limnimétrique
Vérifier la présence de gadoue, noter les épaisseurs de glace et l'état de la glace
Assembler le matériel de jaugeage
Vérifier la présence de gadoue, les angles, l'épaisseur de la glace
Calculer les débits et les porter sur un graphique
Vérifier l'échelle limnimétrique
Démonter le matériel
Ranger la roue à godets du moulinet
Marquer les trous pour la prochaine visite

5.0 CHOIX DE LA SECTION DE JAUGEAGE

Le soin apporté au choix d'une section de jaugeage en hiver est aussi important que celui apporté au choix d'une section libre. Bien que cela ne soit pas toujours possible, essayer de choisir la section à un endroit raisonnablement accessible. L'économie de temps et d'efforts dépensés pendant les mois d'hiver en vaut la peine. Avant la prise de la glace, choisir et étudier le chenal ainsi que les conditions d'écoulement à plus d'un endroit. Si, plus tard, les conditions s'avèrent défavorables, il y aura d'autres emplacements pour lesquels on possèdera déjà une information de base. Un mauvais manteau de glace, une accumulation de gadoue ou un accès difficile sont autant de raisons pour abandonner une section satisfaisante à d'autres points de vue.

Dans le choix d'un endroit, rechercher un bief de rivière relativement droit où l'eau reste dans un chenal et où le chenal est bien défini. Choisir de préférence une section comportant une bonne distribution des vitesses car il y a de grandes chances qu'elle reste ainsi après la formation du manteau de glace. Éviter les biefs en aval des sections habituellement libres de glace durant l'hiver. Il se formera souvent à ces endroits une grande concentration de sorbet de glace. Ces conditions peuvent ajouter considérablement à la complexité et à la difficulté des jaugeages en hiver.

Par contre, des sections d'eau libre sur les rivières traversables à gué fournissent souvent de bonnes sections de jaugeage d'hiver. Il suffit d'enlever une quantité minimale de glace, habituellement le long d'une des deux rives. Prendre soin de situer la section bien en aval du manteau de glace pour éviter les turbulences dans la vitesse de surface. Si l'on doit enlever de la glace à la section de jaugeage, laisser assez de temps s'écouler pour que les conditions se stabilisent avant de commencer le jaugeage. Il se créera un embâcle dans les chenaux, ce qui entraînera encore plus de remous, probablement temporairement.

Lors de l'évaluation avant le gel, il est souvent possible de déterminer la forme approximative de la section de jaugeage d'hiver. Des diagrammes simples dans le carnet de terrain, accompagnés de notes sur les conditions d'écoulement, constituent un outil précieux pour choisir l'espacement des verticales de mesure. On peut aussi utiliser comme guide les jaugeages d'hiver des années antérieures. Une bonne description de la station devrait contenir des indications sur l'emplacement de la section de jaugeage d'hiver normale.

Une fois la section de jaugeage choisie, on peut commencer les préparatifs pour le jaugeage.

6.0 PERÇAGE DES TROUS

En général, pour percer des trous dans le manteau de glace, on commence au milieu de la section. Un ou deux trous exploratoires entre le milieu et une des berges aideront à déterminer s'il y a de la gadoue et si l'on doit tenter le jaugeage à l'une des sections de remplacement. Il est bon aussi de connaître le profil du fond; on réduit ainsi les risques d'endommager la foreuse. La section présentant le moins de gadoue sera normalement choisie pour le jaugeage. Les trous seront distribués le long de la section de jaugeage de façon que le débit dans n'importe quel segment n'excède pas environ 5 % du total. (Voir les critères de jaugeage.)

S'il a été impossible de choisir et d'évaluer la section de jaugeage avant le gel, déterminer d'abord l'emplacement des bords à chaque rive. Pour cela, percer un trou à un quart de la section, puis percer des trous en direction de la rive. Utiliser le ciseau à glace si la glace est relativement fine et la foreuse si la glace est épaisse. Une fois le bord du chenal localisé, percer des trous également espacés en travers du chenal. Utiliser un câble de mesurage ou un ruban à mesurer pour repérer les verticales. Quelques essais indiqueront où se trouvent les plus grandes profondeurs et les plus grandes vitesses. Percer ensuite des trous supplémentaires pour assurer un bon espacement entre les verticales.

Si la même section peut être réutilisée, placer des repères sur la rive et à chaque verticale. Lors des visites subséquentes, percer de nouveaux trous 1 m ou 2 m en amont des trous précédents. Faire attention de bien jauger toute la rivière; il peut y avoir plusieurs chenaux dus à la présence de barres de sable, d'accumulation de gadoue ou de glace épaisse. Lorsque la rivière est large et que la surface de la glace est irrégulière, poser un repère à la verticale et ouvrir un chemin dans la glace à l'aide du ciseau pour déplacer la « caisse chaude » ou le matériel le long de la section.

Dans les régions où le climat est modéré, commencer par percer tous les trous et par noter l'épaisseur de la glace. Dans les régions où le climat est plus rigoureux, les trous ont tendance à regeler avant qu'on ait le temps d'effectuer toutes les mesures. Dans ce cas, percer les trous au fur et à mesure.

Remarque — Le perçage des trous à l'aide de la foreuse sera examiné dans la section consacrée au travail sur le terrain.

Pour percer un trou dans 1.00 m de glace ou plus :

1. Percer les trous avec une seule mèche de 1 m, puis ajouter une deuxième et une troisième mèches pour percer dans les couches très épaisses.
2. Déplacer périodiquement la foreuse de haut en bas pour débarrasser le trou des copeaux de glace.
3. Percer le trou verticalement pour faciliter l'introduction et la sortie du moulinet et pour éviter les erreurs dans la détermination de la profondeur.
4. Au moment de percer la glace, utiliser une grande vitesse de rotation de façon que la foreuse puisse extraire la gadoue lourde et pleine d'eau du trou. Si la vitesse est trop faible, la foreuse peut se coincer et caler. Il y a alors des risques que l'arbre de la foreuse gèle dans le trou.
5. Lorsque la foreuse perce la glace, écarter les pieds de façon à éviter les éclaboussures sur les bottes et les vêtements.
6. **ARRÊTER** le moteur de la foreuse une fois que le trou est débarrassé de la gadoue. Retirer ensuite la foreuse du trou. Si l'épaisseur de la glace est supérieure à 1.5 m, il faut empoigner l'arbre de la foreuse près de la surface de la glace pour sortir cette dernière du trou. C'est évidemment impossible si l'arbre tourne toujours.

7. Démontez l'arbre de la foreuse et la tête coupante le plus tôt possible après que tous les trous sont percés pour éviter que les raccords gèlent.

Les figures 25 et 26 illustrent une partie du matériel et des techniques utilisés pour percer des trous.

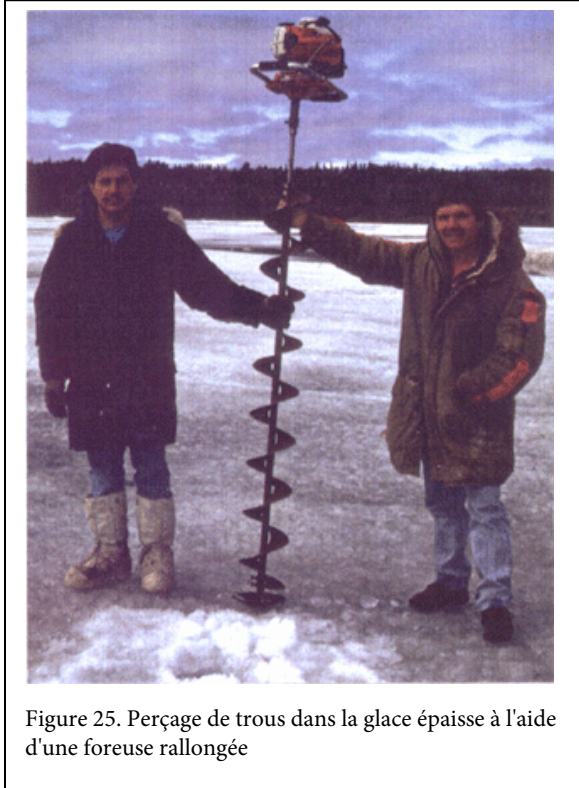


Figure 25. Perçage de trous dans la glace épaisse à l'aide d'une foreuse rallongée



Figure 26. Perçage des trous – technique à deux personnes

7.0 TECHNIQUES DE JAUGEAGE

7.1 ASSEMBLAGE DU MATÉRIEL

Perches d'hiver

- assembler un nombre suffisant de sections pour que la perche dépasse de 1,0 m à la surface de la glace à la verticale où la profondeur est maximale.
- vérifier que le moulinet et le pied sont fixés solidement et que le moulinet fonctionne correctement. Vérifier aussi que le câble électrique isolé soit bien connecté et bien mis à la terre; vérifier la distance entre le pied et le moulinet.
- fixer, le cas échéant, les perches d'hiver à la tige de suspension.
- connecter le téléavertisseur ou les écouteurs au câble électrique; avant de commencer les mesures, vérifier l'intensité du signal.

Corde à main

- vérifier que le moulinet et le saumon soient solidement attachés à la corde. Vérifier aussi le moulinet ainsi que la connexion et la mise à la terre du câble électrique isolé.
- connecter le téléavertisseur ou les écouteurs au câble électrique; avant de commencer les mesures, vérifier l'intensité du signal.
- vérifier l'exactitude des graduations sur la corde à main (sans étirer) et vérifier la distance entre la base du saumon et le centre des godets.
- les vitesses élevées et les grandes profondeurs peuvent provoquer un effet de « bourdonnement » sur les câbles à main de gros diamètre (0,010 m). Pour réduire cet effet de « bourdonnement », utiliser un câble en Kevlar de 0,002 m de diamètre avec un conducteur central à deux ou quatre fils. S'il y a toujours un effet de « bourdonnement », essayer d'utiliser un saumon plus lourd ou un saumon et un treuil « A » et « B ».

Traîneau de (Caisse chaude)

- s'assurer que le moulinet et le saumon soient bien attachés à la corde. Vérifier le moulinet ainsi que la connexion et la mise à la terre du câble électrique isolé.
- connecter le téléavertisseur ou les écouteurs au treuil A et vérifier l'intensité du signal.
- allumer le réchaud et vérifier qu'il soit bien installé. Il ne doit pas être trop près du moulinet, sinon les godets risquent de fondre.

7.2 MÉTHODES DE JAUGEAGE

Les méthodes de jaugeage sous la glace sont bien expliquées dans les pages 16 à 20 du Manuel pratique de relevés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Le texte qui suit est une adaptation du manuel.

On peut faire des jaugeages à travers le manteau de glace au moyen de divers assemblages d'équipement. Les plus communément utilisés sont le jeu de perches d'hiver et le traîneau de jaugeage. On utilise des cordes à main aux

endroits où l'accès à la station est difficile et où les profondeurs sont trop grandes pour le jeu de perches d'hiver. On trouve divers saumons qui passeront dans des trous de 0,24 m percés à la foreuse à glace et qui peuvent être utilisés soit avec le traîneau de jaugeage, soit avec la corde à main.

Pour les jaugeages à partir d'un manteau de glace, il est nécessaire de déterminer la profondeur utile, c'est-à-dire la distance entre la base de la couche de glace ou du paquet de gadoue et le fond du cours d'eau. Cette distance est illustrée à la figure 27.

Lorsqu'on entreprend un jaugeage à une verticale choisie, la première étape consiste à mesurer la distance de la surface de l'eau à la base de la glace. Pour cela, on emploie une échelle de mesurage telle que celle illustrée à la figure 28a. Avec le jeu de perches, on utilise plutôt la protubérance du pied de la perche et les repères sur la perche (figure 28b). Pour définir l'horizon de la glace (l'interface entre la gadoue et l'eau libre), abaisser le moulinet à travers la glace et la gadoue jusqu'à ce que la roue à godets se mette à tourner librement. Le soulever ensuite lentement jusqu'à ce que la roue s'arrête de tourner (figure 28c). La distance du compteur à la surface de l'eau est alors égale à l'épaisseur combinée de la gadoue de glace et de la glace de surface.

Inscrire cette mesure dans la troisième colonne du formulaire de relevés, sous le titre « Profondeur totale/surface de l'eau à la glace de fond ». Mesurer ensuite la profondeur totale et inscrire la mesure dans la même colonne, au-dessus de la valeur de l'épaisseur de la glace (voir figures 29 ou 30).

La « profondeur utile » est égale à la différence entre ces deux observations. Inscrire cette valeur dans la quatrième colonne. La profondeur à laquelle le moulinet doit être placé est la somme du pourcentage (0,2 ou 0,8) de cette valeur et de la distance entre la surface de l'eau et la base de la glace. Avec la méthode des 0,2 et 0,8, observer d'abord la vitesse à la profondeur 0,8. Ces étapes sont illustrées à la figure 30.

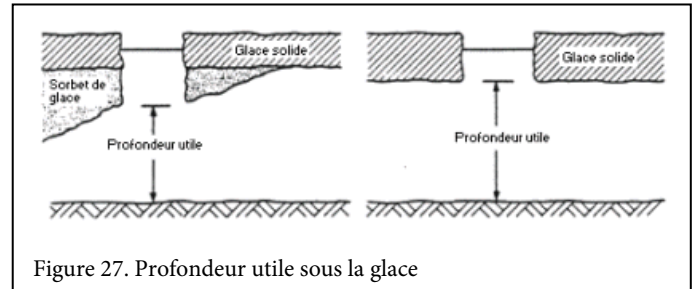


Figure 27. Profondeur utile sous la glace

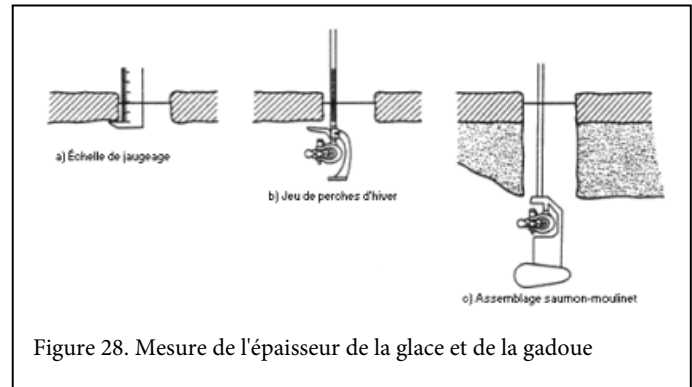


Figure 28. Mesure de l'épaisseur de la glace et de la gadoue

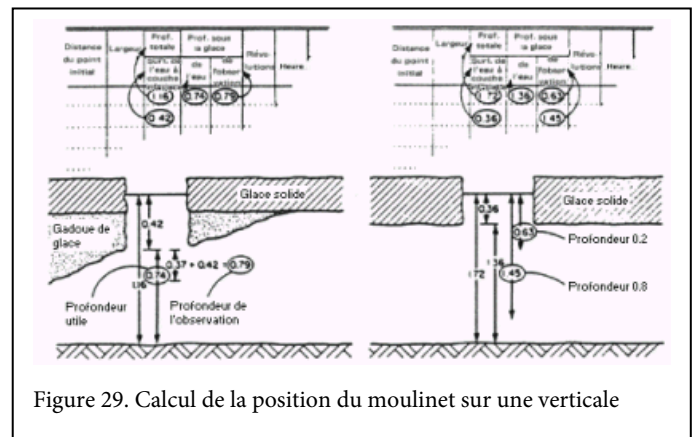


Figure 29. Calcul de la position du moulinet sur une verticale

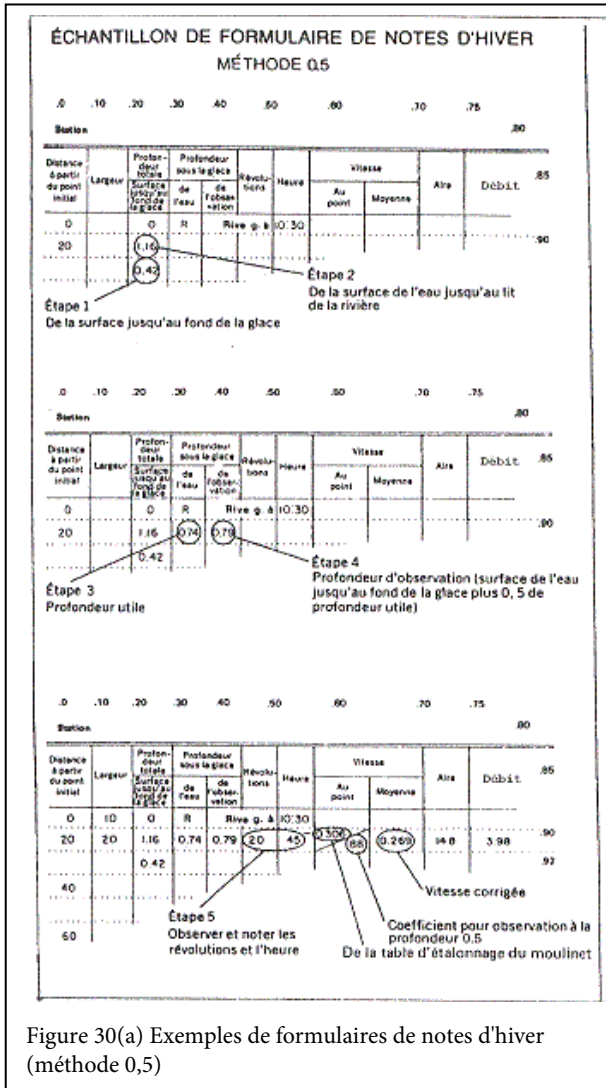


Figure 30(a) Exemples de formulaires de notes d'hiver (méthode 0,5)

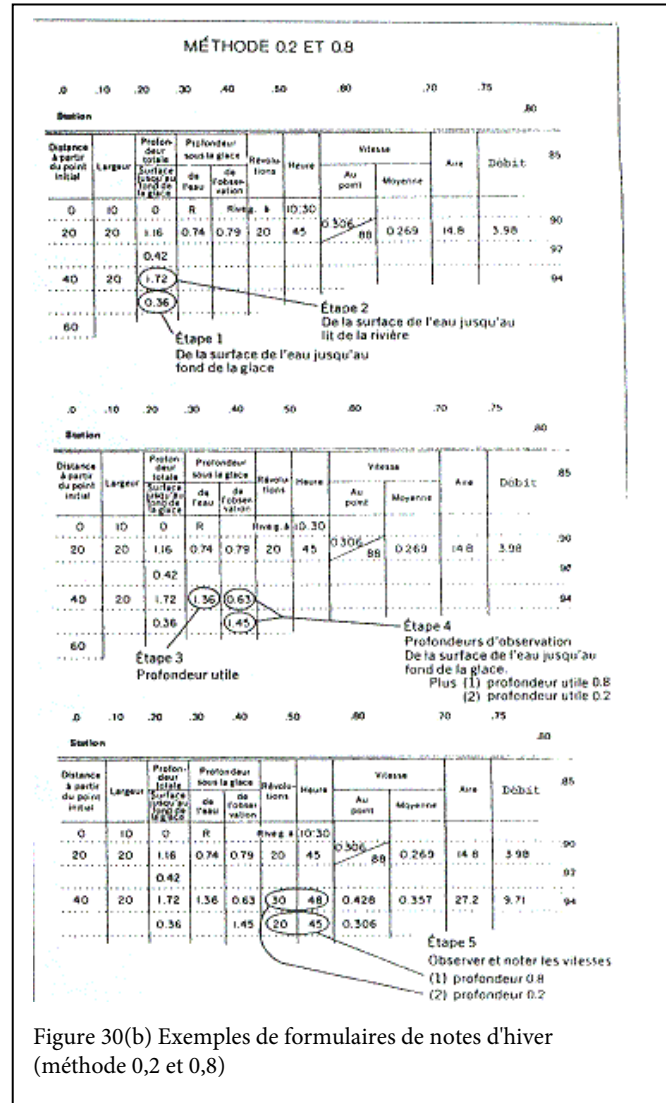


Figure 30(b) Exemples de formulaires de notes d'hiver (méthode 0,2 et 0,8)

Avec le jeu de perches d'hiver, il est recommandé d'utiliser la méthode des profondeurs 0,2 et 0,8 lorsque les profondeurs utiles sont égales ou supérieures à 0,75 m. Utiliser la méthode du 0,5 pour les profondeurs inférieures à 0,75 m. Avec l'ensemble saumon-moulinet, utiliser la méthode des profondeurs 0,2 et 0,8 seulement si la profondeur est égale ou supérieure à 1,3 m car le moulinet se trouve à 0,24 m au-dessus de la base du saumon.

Le profil des courbes de vitesse pour l'eau s'écoulant sous la glace diffère de celui obtenu lorsque l'eau s'écoule librement. Malgré ces différences, on peut utiliser la méthode des 0,2 et 0,8 si la profondeur est suffisante. Lorsque la profondeur est insuffisante, on doit utiliser la méthode du 0,5 avec un coefficient de 0,88 ou la méthode du 0,6 avec un coefficient de 0,92.

Il faut, à l'occasion, effectuer des jaugeages à des endroits où une grosse masse de gadoue de glace est logée sous le manteau de glace. Utiliser alors une longue perche d'aluminium équipée d'une série de disques fixés à la première section pour aménager un passage à travers la couche de gadoue. À défaut d'une perche d'aluminium, on peut utiliser un arbre élancé qu'on aura ébranché, mais ce n'est là qu'une mesure de dépannage. Si l'accumulation de gadoue constitue un problème connu ou permanent, on devrait peut-être songer à déplacer la section de jaugeage.

Il n'est pas toujours possible d'éviter les conditions de gadoue. Quelquefois, l'horizon de gadoue excède les

profondeurs que le technicien peut facilement dégager avec les perches. Dans ce cas, on recommande d'utiliser le saumon Slush-N-All.

Il n'est pas rare d'observer des pulsations verticales de l'eau dans les trous percés dans le manteau de glace. Lorsqu'on sonde et qu'on met le moulinet en position pour mesurer la vitesse, il est important de déterminer avec soin la moyenne de ces pulsations pour réduire au minimum les erreurs de sondage et de positionnement. Tenir la perche de suspension ou le câble du moulinet aussi près que possible du bord amont du trou de façon à réduire tout effet que les pulsations pourraient avoir sur le moulinet si ce dernier doit être placé près de l'interface eau-glace.

Lors des déplacements d'une verticale à une autre, essayer d'exposer le moins possible le moulinet au gel. Si de la glace a pu se former sur le moulinet durant son exposition à l'air, laissez-le « tremper » un court instant dans l'eau courante avant de mesurer la vitesse. Cela permet à l'eau de réchauffer le moulinet et d'éliminer toute couche de glace peu importante.

Dans les cas où les températures et les distances entre les verticales sont telles que la formation de glace constitue un problème, il peut être nécessaire d'utiliser une chaufferette portative, une torche ou de l'eau chaude pour faire fondre la glace du moulinet. Utiliser de préférence l'eau chaude. Tremper le saumon et le moulinet dans un seau d'eau chaude ou verser l'eau chaude sur le moulinet pour faire fondre toute trace de glace ou de frazil sur le rotor et le pivot. Cette précaution est essentielle si les verticales sont très éloignées les unes des autres. On peut éventuellement remplacer l'eau chaude par un thermos de café ou de thé ou encore, en cas d'urgence, par le contenu d'une vessie bien pleine. Sur les grandes rivières et dans l'Arctique, on peut se servir d'une tente à montage rapide (figures 31 et 32) ou d'une petite tente similaire comme abri pour se réchauffer, effectuer les réparations indispensables et faire chauffer de l'eau.



Figure 31. Tente à montage rapide utilisée pour s'abriter et réparer le matériel



Figure 32. Tente à montage rapide utilisée pour faire chauffer de l'eau

Enlever toute accumulation de glace sur les perches de sondage en frappant la section couverte de glace avec une clé ou un tournevis.

Noter l'épaisseur totale moyenne de glace dure (gadoue exclue) sur le formulaire. Pour être sûr que le moulinet pointe vers l'aval, placer un repère sur les perches montrant l'orientation du moulinet. Pour garder les mains libres avec un câble à main, faire descendre le moulinet à la profondeur appropriée et poser les pieds sur le câble.

Le jaugeage à l'aide d'un traîneau se fait de la même façon qu'à partir d'un téléphérique ou d'un bateau. Placer le traîneau au-dessus du trou et faire descendre le moulinet au fond à l'aide du treuil. Une deuxième personne peut être nécessaire pour guider le saumon dans le trou. Noter les vitesses à toutes les profondeurs désirées, puis relever le saumon et le moulinet dans la caisse chaude avant de passer à la verticale suivante.

S'il est nécessaire d'effectuer un jaugeage à gué, choisir un endroit où les vitesses ne sont plus soumises à l'effet du manteau de glace. Cette distance est approximativement égale à trois fois la profondeur (voir figure 33).

Nous allons maintenant décrire les techniques de jaugeage dans une section couverte de glace partiellement libre. S'il est possible de traverser la rivière à gué, enfilez des cuissardes avant d'entrer dans l'eau. Pour préparer la glace, utiliser un ciseau à glace jusqu'à ce que la glace soit trop épaisse; percer alors des trous dans la section solide de la glace. Noter sur les feuilles de relevé la distance à laquelle se termine la section glacée (arrêter d'appliquer le coefficient à ce point). Utiliser des perches d'hiver ou, de préférence, une perche de jaugeage à gué dans la section ouverte. Inscrivez les numéros des moulinets lorsqu'on utilise deux systèmes (figure 33).

Si la rivière est trop profonde pour être traversée à gué, utiliser un bateau. Vérifier soigneusement la solidité de la glace avec un ciseau jusqu'au bord de l'eau avant de mettre le bateau à l'eau. Utiliser un harnais et une corde de sécurité et garder en tout temps une distance suffisante entre les deux personnes. Glisser le bateau dans l'eau, puis pagayer ou utiliser le moteur pour atteindre la rive éloignée ou le bord de la glace. **PORTER UN SYSTÈME DE FLOTTAISONS INDIVIDUEL APPROUVÉ.**

Après avoir traversé une section d'eau libre avec le bateau, il faut faire attention pour débarquer du bateau. Maintenir le bateau tout près de la glace pendant que l'un des techniciens vérifie la solidité de la glace à l'aide d'un ciseau à glace jusqu'à ce qu'il trouve une section solide. Une fois sur la glace, tendre le câble en utilisant la méthode susmentionnée. Percer des trous dans la glace solide et noter le bord de la glace. Utiliser un câble à main ou un jeu de perches d'hiver à partir du côté ou de l'extrémité du bateau.

On observe habituellement une inondation sur la glace au printemps, sur les cours d'eau qui gèlent partiellement ou complètement jusqu'au fond. Il peut être alors très dangereux de marcher sur la glace. Utiliser des crampons sous les bottes en caoutchouc. Si la vitesse du courant rend la traversée dangereuse, abandonner la mesure. S'il est possible de traverser, effectuer un jaugeage à gué (cours n° 10.3). Ajouter la valeur de la vitesse déterminée lors du dernier jaugeage effectué avant le début de l'inondation. Si cela se produit souvent, faire en sorte d'effectuer un jaugeage juste avant que l'eau commence à envahir la glace.

7.3 TÂCHES À EFFECTUER APRÈS LE JAUGEAGE

À la dernière verticale, sortir immédiatement le moulinet de l'eau. Démontez ensuite le saumon et le moulinet de la façon suivante : soulever le rotor du pivot, détacher le saumon du câble ou détacher le moulinet de la perche d'hiver, dévisser les sections de la perche d'hiver (si elle est gelée, utiliser de l'eau chaude ou les gaz d'échappement du moteur de la foreuse ou d'un véhicule), détacher le moulinet du saumon (s'il est gelé, faire fondre la glace à l'aide d'eau chaude, de la chaleur d'un réchaud Herman Nelson ou d'une torche au propane).

Vérifier à nouveau que le matériel de mesure du niveau de l'eau fonctionne correctement. Ranger tout le matériel dans le véhicule. Vérifier que le matériel soit bien attaché sur le traîneau ou la motoneige, le cas échéant.

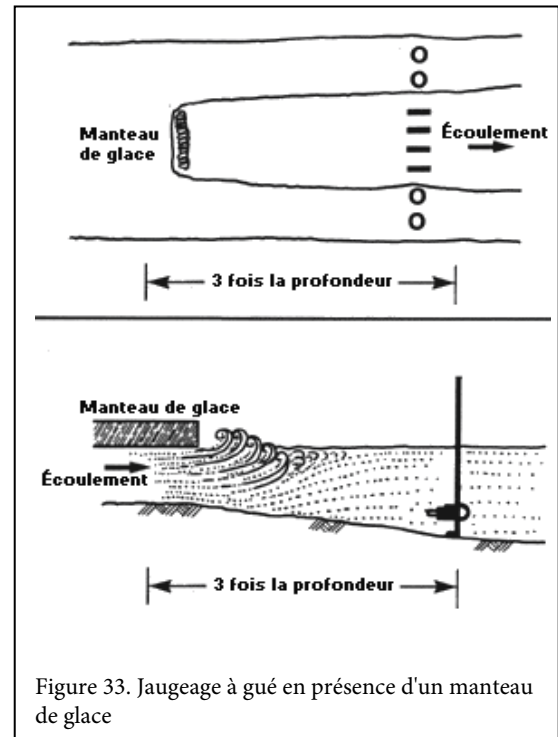


Figure 33. Jaugeage à gué en présence d'un manteau de glace

7.4 CONDITIONS PARTICULIÈRES

Plusieurs conditions de jaugeage particulières peuvent se présenter à l'occasion. Il s'agit principalement de l'écoulement stratifié, de l'effet artésien et de l'effet d'aspiration de l'eau d'inondation.

- Il y a écoulement stratifié lorsque de l'eau s'écoule entre deux ou plusieurs couches de glace. Mesurer la vitesse de l'eau entre les différentes couches et noter les épaisseurs des couches de glace solide. Indiquer sur la page de couverture que les mesures sont de mauvaise qualité en raison d'un écoulement stratifié. Quelquefois, les mesures sont impossibles. Essayer alors de trouver un autre site.
- Un effet artésien peut se produire lorsqu'il y a un accroissement de la pression sous l'effet d'une série de rapides en amont ou d'une restriction ou d'un blocage de l'écoulement en aval. Dans ce cas, il est impossible de mesurer le débit ou le niveau de l'eau.
- Il y a aspiration de l'eau d'inondation lorsque l'eau d'inondation en amont envahit le trou de jaugeage. Cela se produit lorsque le niveau d'eau à la section de mesure est inférieur au niveau d'eau en amont. Dans ce cas, seul le niveau d'eau peut être mesuré. Indiquer clairement ces conditions d'écoulement sur la page couverture.

8.0 FORMATION PRATIQUE SUR LE TERRAIN

8.1 MATÉRIEL ET LOGISTIQUE

Préparez le matériel : matériel de jaugeage, matériel de forage, équipement de survie et trousse de premiers soins. Il faut aussi préparer le matériel de transport (traîneau, motoneige, etc.) et les accessoires.

Points à considérer :

- moyen de transport (camion, avion, hélicoptère)
- temps requis
- provisions de secours
- notification du lieu de l'expédition
- nombre suffisant de personnes pour que le travail se fasse en toute sécurité
- logement et nourriture, au besoin
- conditions météorologiques

Utilisez une liste de contrôle pour ne rien oublier.

8.2 SÉCURITÉ

8.3 TRAVAUX PRATIQUES

Toutes les techniques examinées en classe seront revues et pratiquées sur le terrain.

9.0 RÉSUMÉ

Ce cours a été consacré aux méthodes de jaugeage sous la glace. Le technicien devrait maintenant être capable d'utiliser tous les types d'appareils de mesure et le matériel connexe employés en hiver. On s'est attardé à présenter les variations mineures observées dans chaque région en fonction des conditions climatiques et géographiques locales.

Les méthodes de jaugeage et la façon de consigner les données ont été expliquées en détail; une formation pratique sur le terrain a permis d'affermir les connaissances théoriques. L'accent a été mis sur les précautions à prendre lorsqu'on travaille par temps extrêmement froid ou sur des cours d'eau complètement ou partiellement gelés. Seule une pratique continue permettra au nouveau technicien de maîtriser complètement les techniques présentées dans ce cours.

10.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

10.1 MANUELS PRATIQUES

Strilaeff, P.W., et J.H. Wedel (1970). Measurement of Discharge Under Ice Cover. Environnement Canada, DGEI, Bulletin technique n° 29, Winnipeg.

Terzi, R.A. (1981). Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Environnement Canada, DGEI, Direction des ressources en eau, Ottawa. 37 p.

10.2 RÉFÉRENCES

Holinshead, P. (1983). Manual of Tricks of the Trade. Environnement Canada, DGEI, Direction des ressources en eau, Calgary.

United States Geological Survey (1982). Measurement and Computation of Streamflow: Volume 1, Measurement of Stage and Discharge. Water Supply Paper 2175, Washington, D.C. 284 p.



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 11 – Sécurité des téléphériques

K. Barker
Division des relevés
hydrologiques du Canada
Environnement Canada
1251-12th Street
Kamloops (Colombie- Britannique)
Canada V2B 3C8

D. Burns
Division des relevés
hydrologiques du Canada
Environnement Canada
224 Esplanade Ouest
Vancouver Nord (Colombie- Britannique)
Canada V7M 3H7

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET ET CONTEXTE	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	COMPOSANTS DES TÉLÉPHÉRIQUES	3
3.1	SUPPORTS.....	3
3.1.1	<i>Cadres triangulaires</i>	4
3.1.2	<i>Pylônes</i>	4
3.1.3	<i>Câbles d'ancrage en flanc de colline</i>	4
3.1.4	<i>Poteaux</i>	4
3.1.5	<i>Câbles de traile</i>	5
3.2	CÂBLES.....	5
3.3	NACELLES.....	5
3.3.1	<i>Nacelle avec siège</i>	5
3.3.2	<i>Nacelle légère sans siège</i>	6
3.3.3	<i>Nacelle lourde sans siège</i>	6
3.3.4	<i>Nacelles motorisées</i>	6
3.4	ACCESSOIRES DE NACELLES	6
3.4.1	<i>Instruments de halage</i>	6
3.4.2	<i>Systèmes de freinage</i>	6
3.4.3	<i>Poulies</i>	7
3.4.4	<i>Dévidoirs de sondage</i>	7
4.0	LES NACELLES ET LEUR FONCTIONNEMENT.....	8
4.1	INSTRUMENTS DE HALAGE.....	8
4.2	LISTE DE CONTRÔLE GÉNÉRALE DE SÉCURITÉ DES NACELLES.....	8
4.3	MATÉRIEL DE SÉCURITÉ DE TÉLÉPHÉRIQUE	9
4.4	NACELLE AVEC SIÈGE	9
4.5	NACELLE LÉGÈRE SANS SIÈGE.....	9
4.6	NACELLE LOURDE SANS SIÈGE	10
4.7	NACELLE MOTORISÉE	10
4.7.1	<i>Liste de contrôle des nacelles motorisées</i>	10
4.8	CÂBLE DE TRAILLE ET NACELLE	11
4.9	CHARGEMENT DES NACELLES.....	11
5.0	COMPOSANTS ET ACCESSOIRES DE NACELLES.....	12
5.1	INSTRUMENTS DE HALAGE.....	12
5.1.1	<i>Type réglable à vis</i>	12
5.1.2	<i>Type non réglable</i>	12
5.1.3	<i>Considérations de sécurité relatives aux instruments de halage</i>	13
5.2	SYSTÈMES DE FREINAGE	13

5.2.1	<i>Système de halage avec bande de freinage</i>	13
5.2.2	<i>Cordes de freinage</i>	14
5.2.3	<i>Système de freinage mécanique</i>	15
5.3	POULIES	15
5.4	DÉVIDOIRS DE SONDAGE	15
5.4.1	<i>Câbles de sondage et connecteurs</i>	16
5.5	PLOMBS DE SONDAGE ET SONDÉS D'ÉCHANTILLONNAGE.....	16
5.6	DISPOSITIFS DE RÉCUPÉRATION DES NACELLES	17
5.6.1	<i>Grappin et corde</i>	17
5.6.2	<i>Récupérateur de nacelle à accrochage automatique</i>	17
5.6.3	<i>Chaise de gabier et corde</i>	18
6.0	INSPECTION DU CÂBLE TÉLÉPHÉRIQUE	19
6.1	SUPPORTS.....	19
6.1.1	<i>Cadres triangulaires et pylônes en bois</i>	19
6.1.2	<i>Cadres triangulaires et pylônes en acier</i>	20
6.1.3	<i>Poteaux</i>	20
6.1.4	<i>Trépieds</i>	20
6.1.5	<i>Ancrages en flanc de colline</i>	21
6.2	BASES	21
6.2.1	<i>Bases en acier</i>	21
6.2.2	<i>Bases en béton</i>	21
6.2.3	<i>Bases en bois</i>	21
6.3	ANCRAGES	21
6.3.1	<i>Ancrages à gravité</i>	21
6.3.2	<i>Ancrages enterrés</i>	22
6.3.3	<i>Ancrages dans le roc</i>	22
6.3.4	<i>Ancrages en flanc de colline</i>	23
6.3.5	<i>Installations à ancrages multiples</i>	23
6.4	CÂBLES	23
6.4.1	<i>Détermination des dimensions appropriées du câble porteur</i>	23
6.4.2	<i>Câble de balisage pour aéronefs</i>	24
6.4.3	<i>Critères relatifs au câble de balisage pour aéronefs</i>	24
6.4.4	<i>Problème-exemple de câble téléphérique</i>	26
6.4.4.1	<i>Flèche du câble</i>	26
6.4.4.2	<i>Effets de la variation de température</i>	26
6.5	PIÈCES DE MONTAGE DES CÂBLES TÉLÉPHÉRIQUES	27
6.5.1	<i>Exigences générales</i>	27
6.5.2	<i>Serre-câbles</i>	27
6.5.3	<i>Douilles</i>	28
6.5.4	<i>Tendeurs à vis</i>	29

6.6	ÉCHELLES ET PLATES-FORMES	29
6.6.1	<i>Échelles</i>	29
6.6.2	<i>Plates-formes</i>	29
6.6.3	<i>Systèmes de protection contre les chutes</i>	30
6.7	RAPPORT ANNUEL D'INSPECTION DE TELÉPHÉRIQUE.....	31
7.0	SOMMAIRE.....	36
8.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	37
8.1	MANUELS DE SERVICE	37
8.2	RÉFÉRENCES.....	37

1.0 OBJET ET CONTEXTE

L'objet du présent cours est d'informer le personnel de la *Division des relevés hydrologiques du Canada* des risques inhérents à l'exploitation et l'entretien d'un téléphérique. Il suggère des procédures qui réduisent les risques de blessure et la perte de temps et de matériel.

Le Conseil du Trésor du Canada a exprimé l'importance des normes élevées de sécurité :

« La politique du gouvernement consiste à s'assurer que le personnel travaille dans un environnement sécuritaire et sain et qu'il ait accès aux services nécessaires de santé au travail ».

Tous les gestionnaires et les employés de la *Division des relevés hydrologiques du Canada* doivent utiliser des méthodes de travail sécuritaires. Chaque gestionnaire et chaque employé devra se procurer un exemplaire du Manuel du C.T.C. et le lire attentivement. Dans le contexte du présent cours, une attention particulière doit être portée à la section TB SID 3-14, Normes de sécurité relatives à l'équipement de protection du personnel, pages 147 à 156.

Ce cours doit être enseigné aux techniciens en hydrométrie au cours des 12 premiers mois dans leur travail. Il fait partie d'une série de cours considérés comme essentiels dans le cadre du *programme de développement de carrière*.

2.0 OBJECTIFS

L'objectif du présent cours est de rendre les techniciens conscients de leur sécurité et d'améliorer leur compétence et leur confiance en eux-mêmes.

- I. À la fin de ce cours, les techniciens auront acquis la connaissance des composants principaux des téléphériques, y compris les systèmes de support de câble, les câbles, les nacelles, les instruments de halage, les systèmes de freinage et les poulies.
- II. L'importance des méthodes d'exploitation et des mesures de sécurité relatives aux téléphériques sera accentuée tout au long de ce cours.
- III. Les techniciens devront pouvoir effectuer une inspection complète de tous les types de téléphériques et de déterminer l'entretien nécessaire.

Une bonne connaissance des mesures de sécurité et d'exploitation est nécessaire pour :

1. éviter de se blesser
2. ne pas perdre de temps durant le travail en raison de blessures
3. éviter la perte et l'endommagement du matériel
4. rendre le personnel conscient de sa sécurité et développer sa confiance durant toutes les phases de son travail.

3.0 COMPOSANTS DES TÉLÉPHÉRIQUES

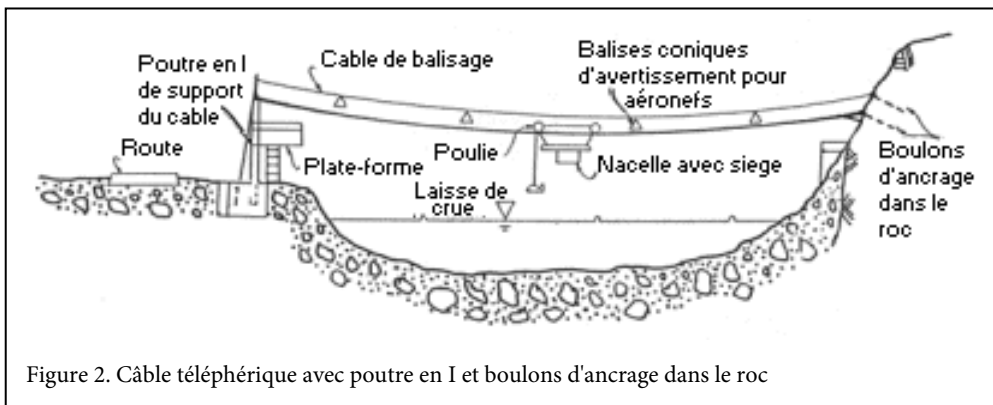
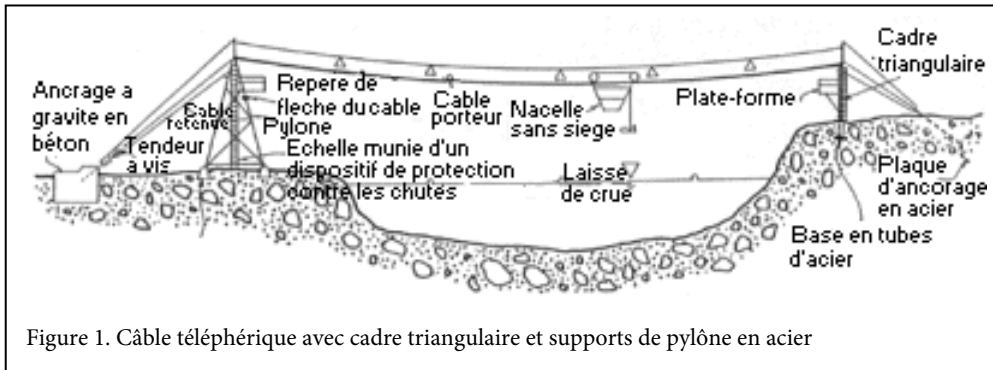
Ce chapitre comprend une description des composants d'un téléphérique. Le système de support sert à fixer le câble et à le maintenir à une hauteur de sécurité au-dessus de la surface de l'eau. Le câble supporte une nacelle et constitue une voie de transport au-dessus d'une rivière ou d'un cours d'eau. La nacelle peut traverser la rivière sur le câble et supporte le technicien, le matériel de mesure et de prélèvement d'échantillons, ainsi que les accessoires nécessaires au déplacement et au positionnement de la nacelle.

3.1 SUPPORTS

Il existe cinq types principaux de supports de câble téléphérique :

1. cadres triangulaires
2. pylônes
3. câbles d'ancrage en flanc de colline (voir [section 6.3.4](#))
4. poteaux
5. câbles de traîlle.

À chacun de ces systèmes sont associées des considérations d'exploitation et de sécurité spécifiques. Le choix du système dépend des exigences particulières de chaque station. Les figures 1 et 2 illustrent les composants principaux d'un téléphérique.



3.1.1 Cadres triangulaires

Les cadres triangulaires constituent le système de support le plus courant des câbles téléphériques. Ils sont utilisés sur toutes les distances et avec diverses nacelles. La figure 3 illustre un système avec cadre triangulaire supportant une nacelle légère sans siège.

3.1.2 Pylônes

Les pylônes (figure 4) sont généralement utilisés dans le cas de rivières larges ou lorsqu'une hauteur libre est nécessaire. Une nacelle lourde sans siège est normalement employée pour les mesures de débit.

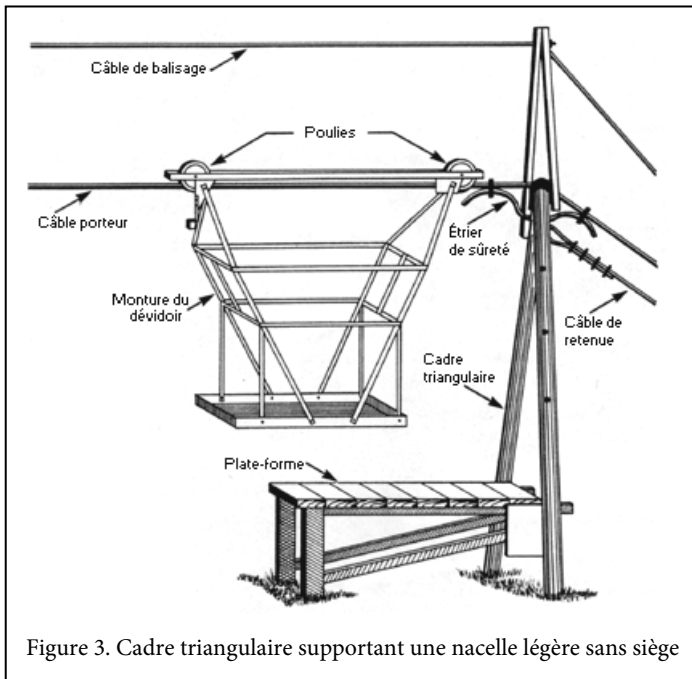


Figure 3. Cadre triangulaire supportant une nacelle légère sans siège

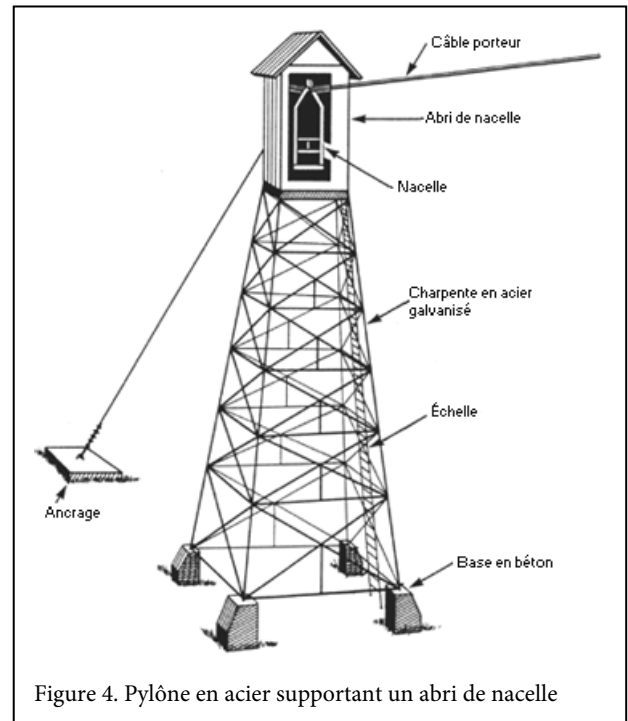


Figure 4. Pylône en acier supportant un abri de nacelle

3.1.3 Câbles d'ancrage en flanc de colline

Les câbles d'ancrage en flanc de colline (figure 5) peuvent être utilisés lorsque la rive est suffisamment élevée pour permettre une hauteur libre adéquate au-dessus du niveau de crue. Ces systèmes de support conviennent à toutes les largeurs de rivières et à tous les types de nacelles.

3.1.4 Poteaux

D'autres types de supports, comme les poteaux en porte-à-faux ou haubanés, peuvent être utilisés pour supporter les câbles téléphériques courts lorsqu'il n'y a pas suffisamment d'espace pour l'installation de câbles de retenue (figure 6).

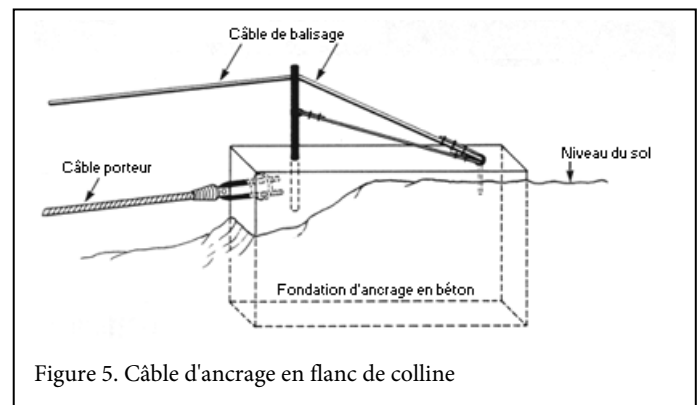


Figure 5. Câble d'ancrage en flanc de colline

3.1.5 Câbles de traîlle

Les câbles de traîlle «par réaction» sont utilisés dans certaines situations, avec l'autorisation du responsable du traversier (figure 7). Toutefois, l'emploi de ce système n'est pas recommandé, car le bloc de traîlle peut perturber l'exploitation du téléphérique.

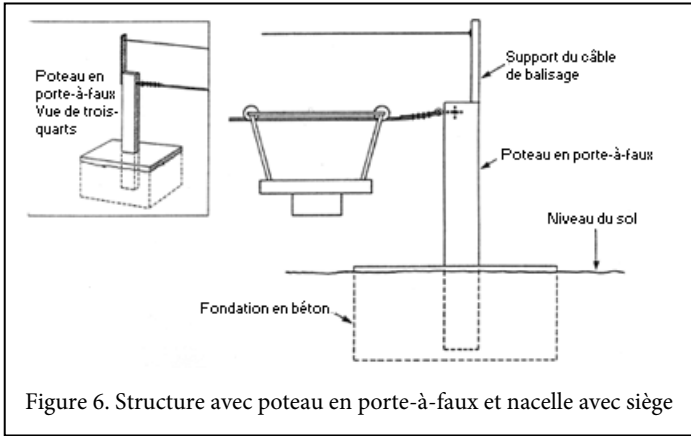


Figure 6. Structure avec poteau en porte-à-faux et nacelle avec siège

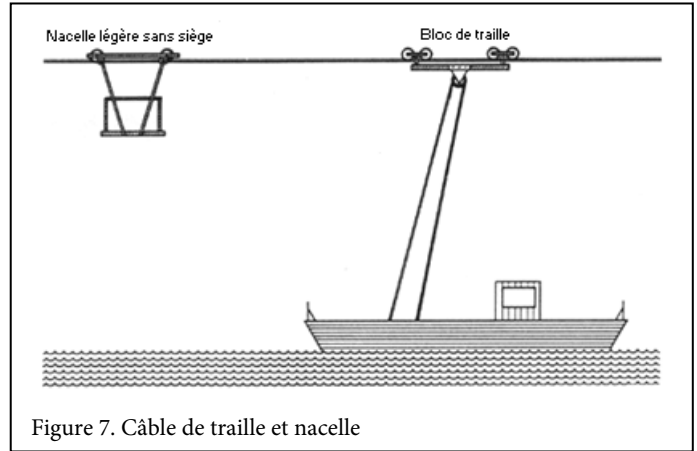


Figure 7. Câble de traîlle et nacelle

3.2 CÂBLES

Il existe trois types différents de câbles :

1. câble porteur sur lequel la nacelle se déplace
2. câble de balisage qui supporte les repères d'avertissement pour aéronefs
3. câble de retenue fixé à la partie supérieure du support du câble porteur et à l'ancrage. Son rôle est de contrebalancer la force horizontale du câble porteur. La figure 8 illustre les trois principaux types de câble.

3.3 NACELES

3.3.1 Nacelle avec siège

Les nacelles avec siège (figure 9) sont généralement employées sur les câbles téléphériques utilisant des plombs pesant moins de 100 lb. Le freinage y est habituellement effectué à l'aide de cordes. Un instrument de halage ordinaire et un dévidoir de type A ou B peuvent être employés.

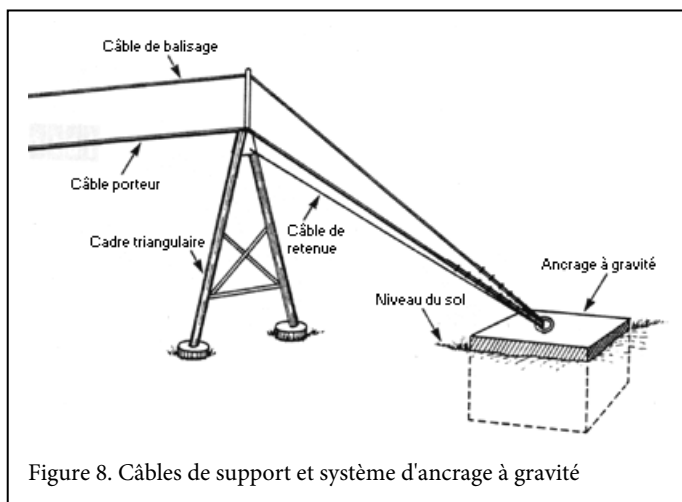


Figure 8. Câbles de support et système d'ancrage à gravité

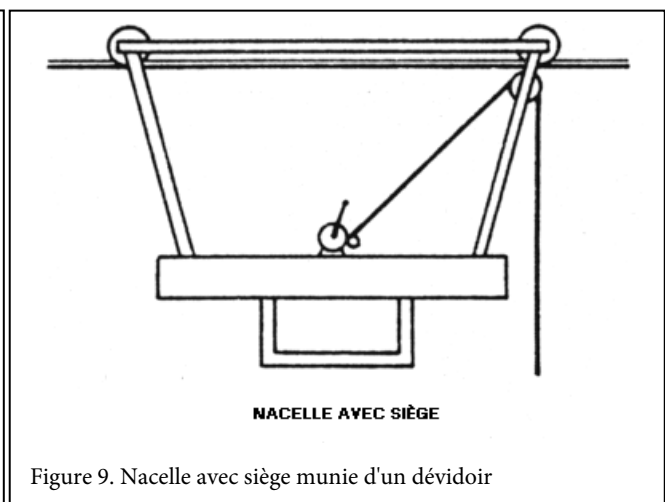


Figure 9. Nacelle avec siège munie d'un dévidoir

3.3.2 Nacelle légère sans siège

Les nacelles légères sans siège (figure 3) sont employées sur les câbles de toutes longueurs utilisant des plombs pesant jusqu'à 100 lb ou des sondes de sédiment. Ces nacelles sont légères et suffisamment spacieuses pour l'utilisation de bouteilles de sédiment. Un dévidoir de type A ou B peut être employé.

3.3.3 Nacelle lourde sans siège

La nacelle lourde sans siège est employée sur les câbles utilisant des plombs de sondage et des sondes pesant plus de 100 lb. Cette nacelle est construite de façon similaire à la nacelle légère sans siège, mais possède des membres plus lourds.

3.3.4 Nacelles motorisées

Les nacelles motorisées sont employées sur les câbles de grande envergure utilisant des plombs ou des sondes très lourds. Des dévidoirs motorisés sont souvent utilisés dans ce type de nacelle.

3.4 ACCESSOIRES DE NACELLES

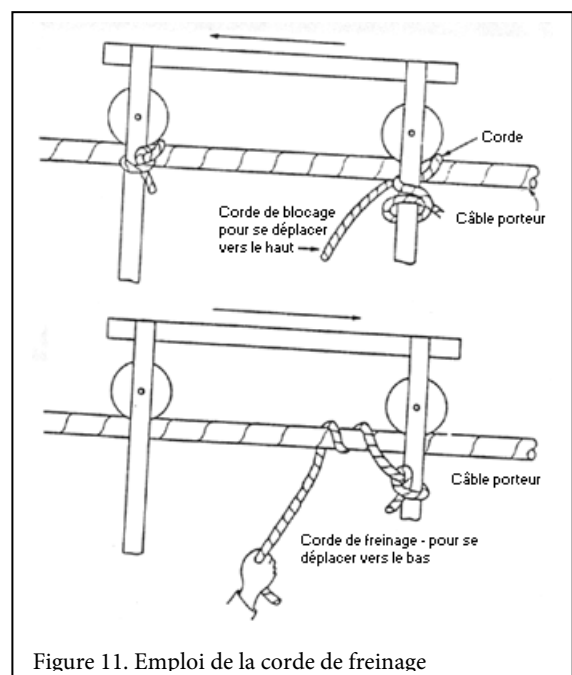
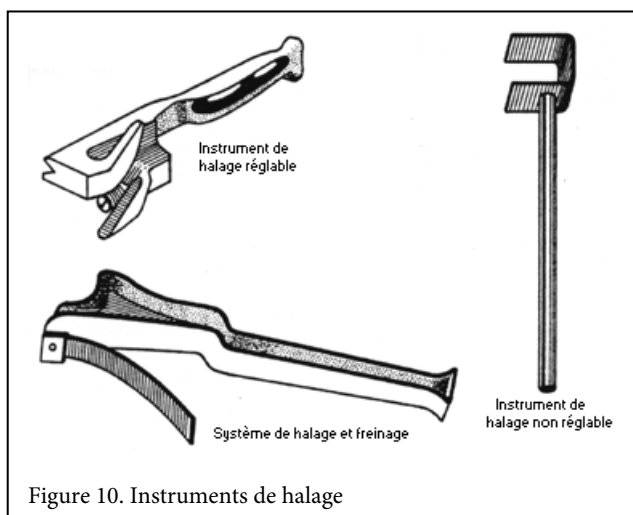
3.4.1 Instruments de halage

Des instruments de halage de différentes formes et dimensions sont disponibles (figure 10). Leur choix dépend des préférences personnelles et des exigences d'exploitation. (Ces instruments sont illustrés plus en détail aux figures 20–22).

3.4.2 Systèmes de freinage

Les systèmes de freinage permettent de varier la vitesse de la nacelle et d'immobiliser celle-ci pour la mesure ou l'échantillonnage. Les systèmes de freinage courants comprennent :

- le système de halage avec bande de freinage (figure 10),
- les cordes de freinage ordinaires (figure 11) et
- le système de freinage mécanique (figure 12).



3.4.3 Poulies

Les poulies sont les roues supportant les nacelles (figure 13). Elles sont normalement fabriquées en aluminium ou en acier. Les poulies en aluminium les plus récentes possèdent des roulements permettant de faciliter le déplacement sur le câble. Les poulies comportent une arête coupante qui se forme au point de contact avec le câble. Le technicien peut se blesser grièvement s'il place ses mains à proximité de cette arête coupante. Pour cette raison, **NE PAS TOUCHER AU CÂBLE AVEC LES MAINS.**

3.4.4 Dévidoirs de sondage

Plusieurs types différents de dévidoirs sont disponibles. Leur choix dépend des dimensions du cours d'eau et du plomb de sondage utilisé. Voyez le cours n° 10.4 pour plus de détails sur le fonctionnement et l'utilisation des dévidoirs de sondage.

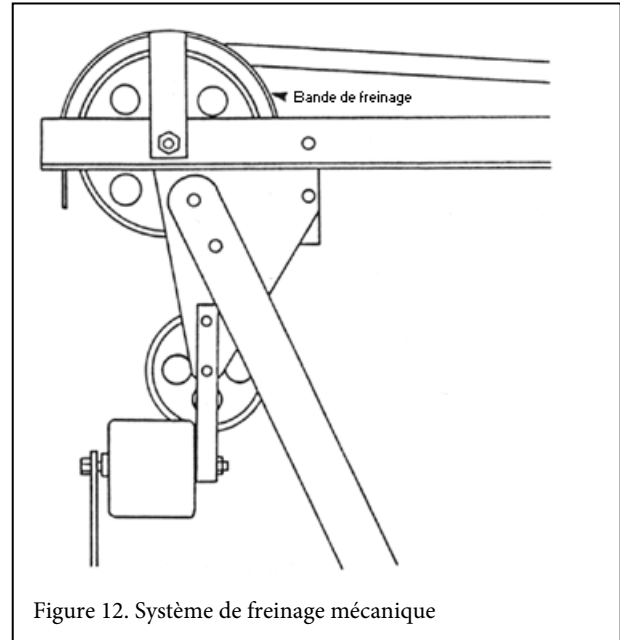


Figure 12. Système de freinage mécanique

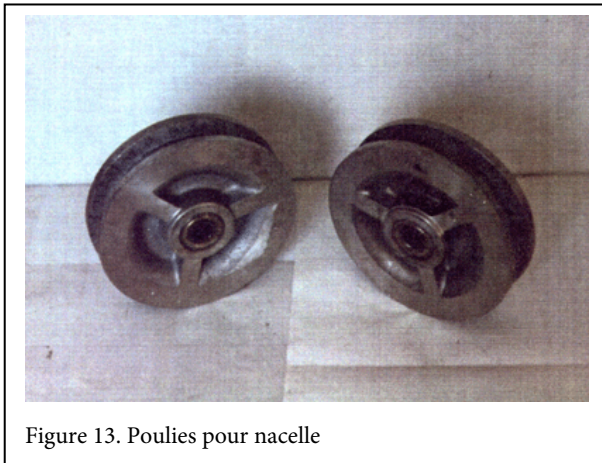


Figure 13. Poulies pour nacelle

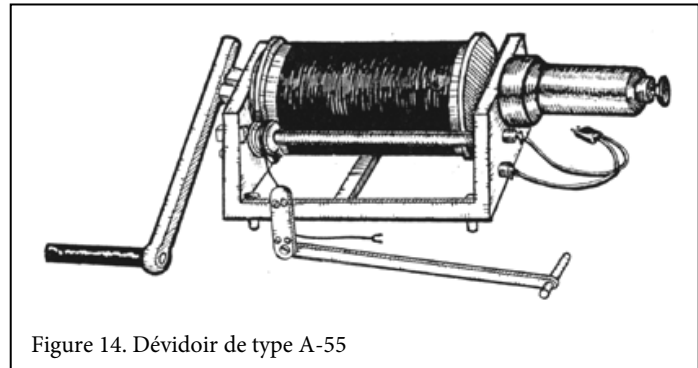


Figure 14. Dévidoir de type A-55

4.0 LES NACELLES ET LEUR FONCTIONNEMENT

4.1 INSTRUMENTS DE HALAGE

Le choix du type de nacelle approprié dépend :

- du poids maximal des plombs de sondage requis,
- de la largeur du cours d'eau et
- de l'exécution d'échantillonnage de sédiment.

Quels que soient le type et les dimensions de la nacelle, le technicien doit inspecter celle-ci attentivement avant chaque utilisation afin de s'assurer que tous les écrous et les boulons sont en place et suffisamment serrés. Les nacelles comportant des poulies munies de douilles en bronze plutôt que de roulements scellés doivent être régulièrement lubrifiées avec une huile peu visqueuse de bonne qualité. Le bois employé doit être traité par pression, si possible avec de l'arséniate de cuivre chromaté, et peint périodiquement.

4.2 LISTE DE CONTRÔLE GÉNÉRALE DE SÉCURITÉ DES NACELLES

Avant d'utiliser une nacelle, celle-ci doit être inspectée en suivant la liste de contrôle ci-dessous :

1. Assurez-vous que le matériel de sécurité approprié est disponible (voir la liste du matériel de sécurité de téléphérique à la [section 4.3](#)).
2. Inspectez la plate-forme et assurez-vous de son bon état.
3. Examinez les poulies de la nacelle et la suspension aérienne; lubrifiez toutes les pièces en mouvement au besoin, et inspectez le châssis de la nacelle.
4. Si un système de freinage mécanique est utilisé, assurez-vous de son bon état.
5. Assurez-vous que l'instrument de halage de dimension appropriée est installé, et qu'il est en bon état.
6. Assurez-vous que le câble ne comporte aucune obstruction (ligne de pêche, hameçons, branches, etc.).
7. Gardez les deux mains libres en montant sur l'échelle.
8. Ne pas relâcher la nacelle du support en lui permettant de se déplacer librement. Utilisez une corde de freinage ou une corde fixée au cadre triangulaire ou au support du câble.
9. Pour protéger les yeux contre les particules tombant du câble porteur, portez des lunettes protectrices pendant que la nacelle est en mouvement.
10. Utilisez un dispositif de freinage pour immobiliser la nacelle.
11. À bord de la nacelle, portez un vêtement de flottaison individuel autorisé.
12. Portez des gants de cuir en utilisant l'instrument de halage.
13. Ne pas toucher le câble porteur avec les mains.
14. Possédez en tout temps des pinces à tranchant latéral pour couper le câble de sondage en cas d'urgence. Un tel cas peut se produire si le matériel de mesure s'enchevêtre dans les débris et ne peut pas être dégagé. Effectuez les mesures durant les crues ou immédiatement après afin d'éviter les concentrations de débris, et vérifiez la présence de bateaux.
15. Prévoyez une méthode de rechange pour rejoindre la rive en cas de perte ou d'endommagement de l'instrument de halage.
16. Respectez les procédures de sécurité en chargeant ou en manipulant les plombs ou les sondes de poids élevé.

17. Bien verrouillez la nacelle s'il existe des problèmes de vandalisme. Des poulies et des nacelles démontables sont disponibles.
18. En cas de doute sur la sécurité des installations ou des procédures, consultez le superviseur.

4.3 MATÉRIEL DE SÉCURITÉ DE TÉLÉPHÉRIQUE

En plus de la connaissance des procédures de sécurité adéquates s'appliquant à l'exploitation des téléphériques, le technicien doit également être bien informé de l'emploi du matériel de sécurité autorisé. Le matériel de sécurité nécessaire aux diverses tâches relatives au téléphérique comprend :

1. un vêtement de flottaison individuel autorisé
2. des lunettes protectrices
3. des gants de cuir
4. un instrument de halage de réserve de dimensions appropriées
5. un harnais de sécurité autorisé
6. un dispositif de protection contre les chutes, soit de type coulissant, soit à câble rétractable
7. des pinces à tranchant latéral pour couper le câble de sondage en cas d'urgence
8. des appareils ou dispositifs de chargement mécanique pour équipement lourd
9. une ligne de récupération
10. une trousse de premiers soins autorisée.

4.4 NACELLE AVEC SIÈGE

Les nacelles avec siège sont utilisées en position assise et sont fabriquées en bois, en acier ou en aluminium (figure 15). Ces nacelles ne sont généralement pas munies d'un système de freinage mécanique. Des cordes doivent être utilisées pour le freinage et pour varier la vitesse (voir [section 5.2.2](#)). Les nacelles comportant un dévidoir de sondage fixé à un panneau latéral en bois doivent être inspectées avant d'être utilisées. Ce panneau supporte le poids complet du matériel de sondage. Remplacez immédiatement le panneau s'il présente des signes de détérioration.

Nota–Pour changer de position dans une nacelle avec siège, assurez-vous que la nacelle est bien ancrée, puis changez de position prudemment. Une autre méthode consiste à rejoindre la plate-forme opposée, ancrer la nacelle, et changer de position avant de continuer.

4.5 NACELLE LÉGÈRE SANS SIÈGE

Les nacelles légères sans siège sont utilisées en position debout (figure 16). Elles sont plus spacieuses et plus mobiles que les nacelles avec siège. Les nacelles légères sans siège sont généralement fabriquées à l'aide de tiges angulaires en aluminium léger. Elles peuvent être munies d'un système de freinage mécanique se composant habituellement d'une barre de levier et d'un coussin de freinage en tissu résistant qui se coince contre la poulie. Pour que le frein fonctionne convenablement, les coussins doivent être en bon état, et la bande de métal courbée à laquelle ils sont fixés ne doit pas être déformée. Le frein mécanique sert uniquement à immobiliser la nacelle, et non à en varier la vitesse.

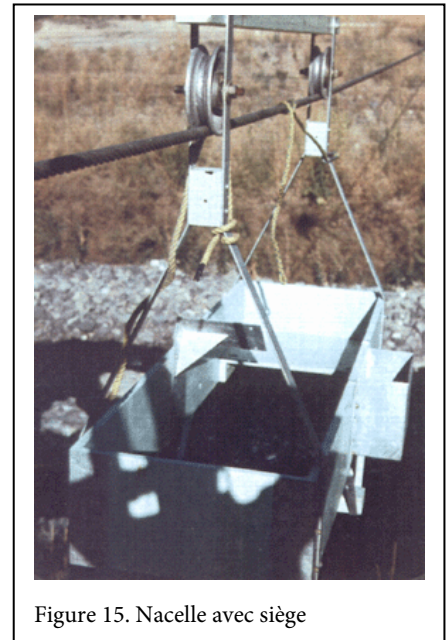


Figure 15. Nacelle avec siège

4.6 NACELLE LOURDE SANS SIÈGE

Ce type de nacelle est conçu pour accommoder des plombs et des dispositifs d'échantillonnage qui exerceraient une contrainte excessive sur une nacelle légère sans siège (figure 17).

Le principal inconvénient de ces nacelles est leur poids. Avant de libérer ces nacelles sur le câble, des instruments de halage appropriés et en bon état doivent y être installés. Les opérateurs doivent vérifier la liste de contrôle et s'assurer que le poids total du matériel et de la nacelle leur permettent de déplacer la nacelle.

4.7 NACELLE MOTORISÉE

Les nacelles motorisées (figure 18) sont généralement utilisées sur des longues distances, lorsque des plombs lourds sont requis ou que des échantillons de sédiments sont prélevés.

Il existe différents types de nacelles motorisées :

- les nacelles USGS,
- les nacelles lourdes sans siège modifiées et
- les nacelles fabriquées sur demande pour les installations particulières.

Ces nacelles peuvent être électriques, électriques avec transmission hydraulique ou actionnées mécaniquement par moteur à gaz. Les utilisateurs de nacelle motorisée doivent lire attentivement le manuel d'exploitation du fabricant et effectuer tout l'entretien conformément aux instructions.

Avant chaque utilisation d'une nacelle motorisée, le technicien doit vérifier soigneusement le mécanisme d'entraînement et le système de freinage au complet. Il doit également s'assurer que toutes les connexions électriques sont en bon état, que la lubrification a été effectuée et que tous les écrous et les boulons sont serrés.

Plusieurs types de nacelles motorisées sont utilisées par la *Division des relevés hydrologiques du Canada*. Les types individuels de nacelles ne feront pas l'objet d'une description dans le présent document. Toutefois, pour des raisons de sécurité et d'exploitation, les techniciens doivent respecter les précautions énumérées ci-dessous. Celles-ci s'appliquent à presque tous les types de nacelles motorisées.

4.7.1 Liste de contrôle des nacelles motorisées

1. Consultez les listes de contrôle générales de sécurité des nacelles et la liste du matériel de sécurité des téléphériques.
2. Connaissez le fonctionnement, la commande et les limites de charge avant d'utiliser la nacelle.



Figure 16. Nacelle légère sans siège

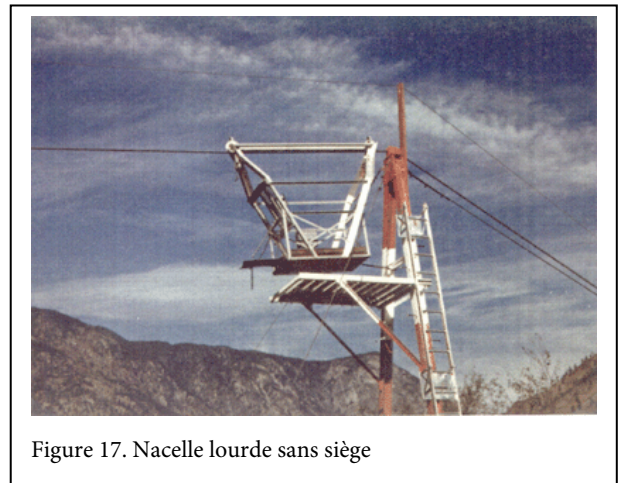


Figure 17. Nacelle lourde sans siège

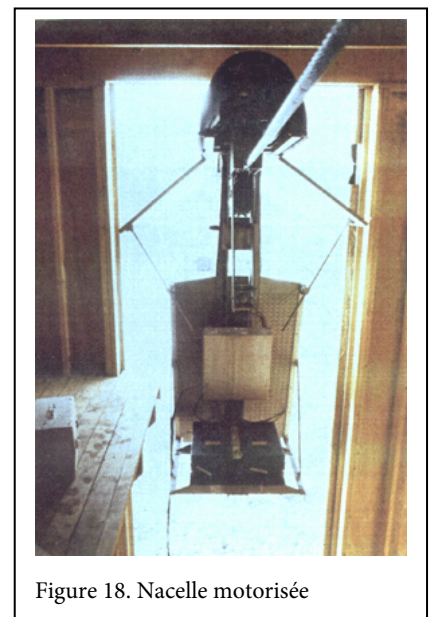


Figure 18. Nacelle motorisée

3. Recouvrez tous les engrenages, les pignons et les chaînes mobiles.
4. Ne pas porter de vêtements amples et ne pas accrocher d'objet autour du cou.
5. Gardez les tuyaux d'échappement du moteur à essence à l'écart de tout objet, en raison de la chaleur développée durant le fonctionnement.
6. Assurez-vous que l'entretien périodique est effectué. En cas d'impossibilité d'exécuter l'entretien, demandez à un technicien qualifié ou à un mécanicien de l'effectuer.
7. En tout temps, disposez d'un système de réserve pour déplacer la nacelle en cas de panne du moteur.

4.8 CÂBLE DE TRAILLE ET NACELLE

L'utilisation d'un câble de traîlle pour la mesure doit être effectuée en dehors des heures d'exploitation du traversier (figure 19). Les opérateurs doivent s'assurer d'éviter le bloc de traîlle du traversier.

L'entretien de ces câbles est la responsabilité d'un organisme responsable et non de la *Division des relevés hydrologiques du Canada*. Par conséquent, il est essentiel de contacter l'organisme extérieur. L'opérateur doit porter une attention particulière à l'inspection du câble, car la vibration de ce dernier, créée par le mouvement du transbordeur, peut desserrer les pièces de fixation de la nacelle.

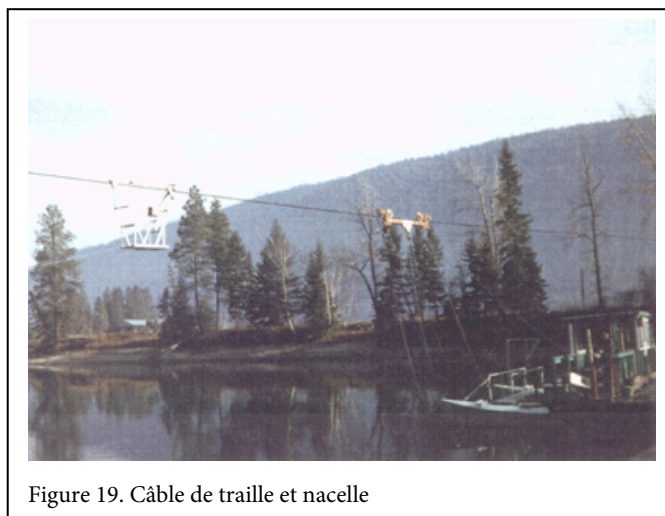


Figure 19. Câble de traîlle et nacelle

4.9 CHARGEMENT DES NACELLES

L'instruction et l'expérience réduisent les risques inhérents au chargement de matériel lourd ou encombrant dans une nacelle. Durant le chargement d'une nacelle, les points suivants doivent être pris en considération :

1. La plate-forme doit toujours être inspectée avant de charger la nacelle.
2. Dans les cas pertinents, utilisez un harnais de sécurité et un dispositif de protection.
3. Ne pas tenter de déplacer manuellement des plombs ou des sondes très lourds. Utilisez un dispositif de chargement adéquat tel qu'une corde ou un treuil pour hisser le matériel lourd sur la plate-forme. Portez un sac à dos pour le transport des petits articles afin de garder les mains libres en montant sur l'échelle.
4. En soulevant des objets, employez les techniques appropriées. « *Le matériel, les articles ou les objets devant être soulevés, transportés ou déplacés manuellement doivent être soulevés, transportés ou déplacés en employant les méthodes, les précautions et les dispositifs de sécurité, y compris les méthodes d'entraînement, les vêtements de protection et les appareils mécaniques, appropriés afin que le processus ne présente aucun risque à la santé et à la sécurité de tout travailleur* ». Workers' Compensation Board of British Columbia, Industrial Health and Safety Regulations, règ. 8.24 (8).
5. En cas de problème de vandalisme, les plombs et les sondes peuvent être entreposés sur la plate-forme dans des boîtes fermées à clé.
6. Assurez-vous que tout le matériel est bien fixé avant de libérer la nacelle.

7. Ne pas dépasser les poids de nacelle et de suspension recommandés.
8. Durant les périodes de crue, redoublez de vigilance. Gardez à l'esprit que la hauteur d'un câble chargé est considérablement inférieure à celle d'un câble non chargé.
9. Ne jamais tenter d'excéder sa propre capacité physique.

5.0 COMPOSANTS ET ACCESSOIRES DE NACELLES

5.1 INSTRUMENTS DE HALAGE

Le choix de l'instrument de halage dépend des préférences personnelles et des exigences d'exploitation.

5.1.1 Type réglable à vis

L'instrument de halage réglable à vis (figure 20) est moulé en aluminium. Une vis réglable constitue une partie intégrante de la mordache inférieure. Ces instruments sont disponibles en deux longueurs : 330 mm (13 po) et 530 mm (21 po). Ils peuvent être utilisés sur des câbles de 19 mm (0,75 po) à 25 mm (1 po).

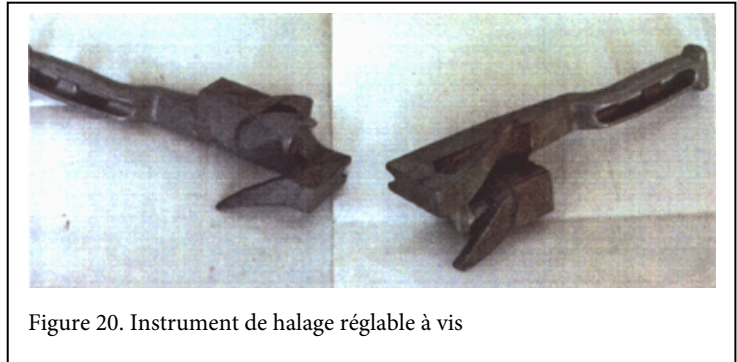


Figure 20. Instrument de halage réglable à vis

Contrairement aux instruments de halage standard, ce dispositif présente l'avantage de permettre le serrage des vis à mesure que les mordaches s'usent afin d'améliorer la prise. Cette procédure peut être répétée plusieurs fois jusqu'à ce que la surface supérieure de la vis de réglage soit complètement usée.

Cet instrument peut également servir de frein en y installant une bande. Les instruments de halage à vis fonctionnent de la même façon que les types non réglables.

5.1.2 Type non réglable

Les instruments de halage non réglables (figure 21) sont fabriqués en acier ou moulés en aluminium. Les diverses dimensions de leurs mordaches leur permettent d'être utilisés sur des câbles de différents calibres. Certains modèles possèdent des blocs remplaçables en nylon ou en revêtement approprié. Les blocs sont fixés aux mordaches aux points de contact avec le câble.

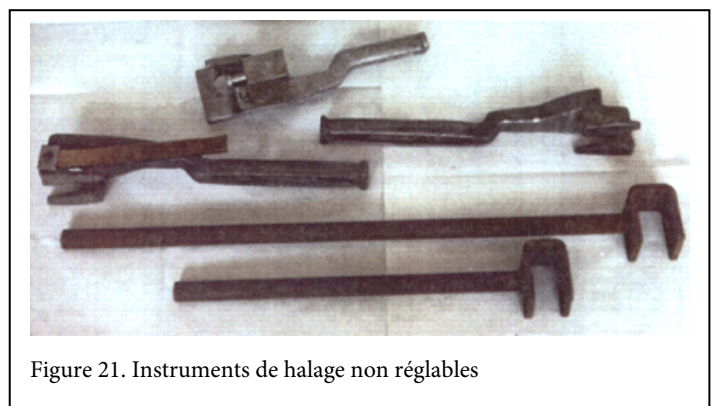


Figure 21. Instruments de halage non réglables

Ce type d'instrument doit être fixé sur le câble entre les deux poulies supportant la nacelle. Lorsque la poignée est tirée vers le bas, les mordaches s'accrochent au câble, et en tirant sur la poignée, la nacelle peut être déplacée. Les instruments en aluminium sont installés sur le câble de façon à ce que l'extrémité de la poignée soit orientée dans le sens de déplacement de la nacelle. L'instrument de halage illustré au bas de la figure 21 est en acier. Ce dernier est retenu au câble à l'aide d'une goupille ou d'un boulon inséré dans les trous percés à proximité des orifices des mordaches.

5.1.3 *Considérations de sécurité relatives aux instruments de halage*

Le technicien doit respecter les mesures de sécurité ci-dessous relatives aux instruments de halage :

1. S'assurer que l'instrument de halage est du format approprié.
2. Examiner l'instrument de halage afin de vérifier son bon état. S'assurer que l'instrument n'est pas fêlé ou trop usé. Remplacer tout instrument défectueux.
3. Utiliser tous les dispositifs des instruments de halage de façon appropriée. Ces dispositifs peuvent comprendre une bande de freinage et une goupille.
4. Enlever toute graisse ou saleté accumulée sur l'instrument de halage avant de l'utiliser. En utilisant l'instrument, saisir son manche des deux mains. Maintenir une bonne prise sur l'instrument en tout temps. Le port de gants est fortement recommandé afin d'assurer une bonne prise. Un instrument qui glisse accidentellement peut occasionner des blessures.
5. Ne pas accrocher un instrument de halage sur le câble lorsque la nacelle est en mouvement. Utiliser une corde de freinage pour varier la vitesse de la nacelle.
6. En utilisant un système de halage avec bande de freinage, s'assurer que l'extrémité libre de la bande est orientée vers la pente ascendante du câble. Ainsi, la nacelle peut rouler sur la bande et coincer la tête de l'instrument contre la poulie et le câble.
7. Transporter en tout temps un instrument de halage de réserve de format approprié en cas de perte ou d'endommagement de l'instrument original.
8. Garder les mains à l'écart du câble et des poulies.

5.2 **SYSTÈMES DE FREINAGE**

Les systèmes de freinage servent à varier la vitesse et à immobiliser les nacelles, pour permettre d'effectuer les mesures ou le sondage. Les trois principaux systèmes de freinage sont :

1. le système de halage avec bande de freinage,
2. les cordes de freinage ordinaires et
3. le système de freinage mécanique.

Ne jamais faire fonctionner une nacelle sans système de freinage.

5.2.1 *Système de halage avec bande de freinage*

Durant les mesures, le technicien doit immobiliser la nacelle en coinçant la bande fixée à l'instrument de halage sous l'une des poulies (voir figure 22).

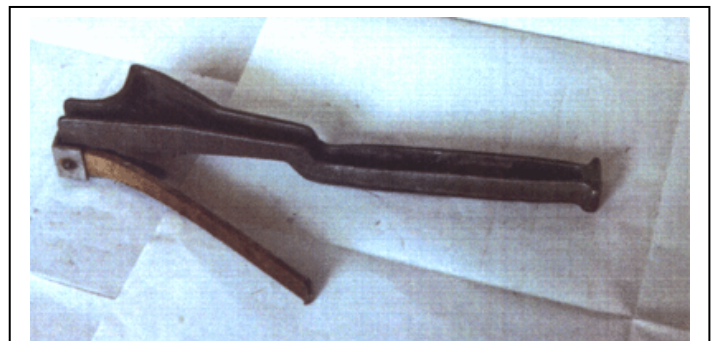


Figure 22. Système de freinage avec bande

1. Assurez-vous que l'extrémité libre de la bande est orientée vers la pente ascendante du câble, de façon à ce que la nacelle puisse reculer sur la bande et coincez la tête de l'instrument contre la poulie et le câble.
2. Maintenez la bande en bon état, et remplacez-la lorsqu'elle est usée.
3. Utilisez la corde de freinage pour varier la vitesse de la nacelle.
4. Lorsque la nacelle est en mouvement, ne pas accrocher l'instrument de halage sur le câble.

5.2.2 Cordes de freinage

Les cordes constituent la méthode de freinage la plus couramment utilisée. Elles sont particulièrement utiles en raison de leur remplacement facile et de leur faible coût. Il existe plusieurs grosseurs de câbles, mais l'expérience permet de déterminer le calibre approprié à une situation donnée. La corde en chanvre, d'un diamètre de 12 mm (0,5 po) à 25 mm (1 po), est la plus communément employée.

Pour empêcher la corde de se décorder (s'effiloche) et de s'emmêler dans les poulies de la nacelle, enrubanez ou épissez 50 mm (2 po) à 75 mm (3 po) aux extrémités de chaque section de corde.

Les cordes doivent toujours être inspectées avant leur utilisation. Les cordes usées ou trop abîmées par les intempéries doivent être remplacées. Les cordes de freinage sont fixées à une traverse verticale à chaque extrémité de la nacelle. Les figures 11, 23 et 24 illustrent l'emploi correct d'une corde de freinage.

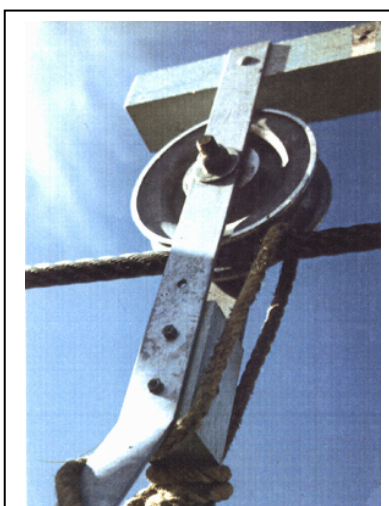


Figure 23. Corde de freinage employée de façon à immobiliser la nacelle



Figure 24. Corde de freinage employée de façon à varier la vitesse

Pour empêcher la corde de s'entasser, enroulez la corde dans le sens opposé de l'enroulement du câble. En utilisant des cordes de freinage, gardez les mains à l'écart du câble et des poulies et utilisez le matériel de sécurité disponible.

5.2.3 Système de freinage mécanique

Un avantage important du système de freinage mécanique (figures 12 et 25) est qu'il permet au technicien de ne pas poser ses mains à proximité du câble ou des poulies. Par contre, une forte charge peut provoquer un glissement du frein, et ce type de système ne fonctionne pas aussi bien que les autres. Ce système est plus efficace avec des poids légers.

Le bras de commande du système mécanique actionne un pivot qui applique la bande de freinage dans la direction désirée. Pour freiner une nacelle en descendant le câble, déplacez le bras de commande vers l'avant. Pour freiner la nacelle en montant le câble, déplacez le bras de commande vers l'arrière.

Vérifiez le système de freinage avant de l'utiliser. Pour assurer un freinage efficace, maintenez la bande en bon état et remplacez toute bande usée. En cas de défaillance de ce système durant son utilisation, le technicien peut se retrouver sans frein. Il peut alors utiliser une corde de freinage comme solution de rechange, mais il doit l'employer avec une grande précaution, en raison de la proximité des mains avec les poulies. Un entretien périodique réduit le risque de défaillance du système.

Ce type de frein doit uniquement être utilisé pour maintenir la position de la nacelle immobilisée; il ne doit jamais être employé pour ralentir une nacelle en mouvement.

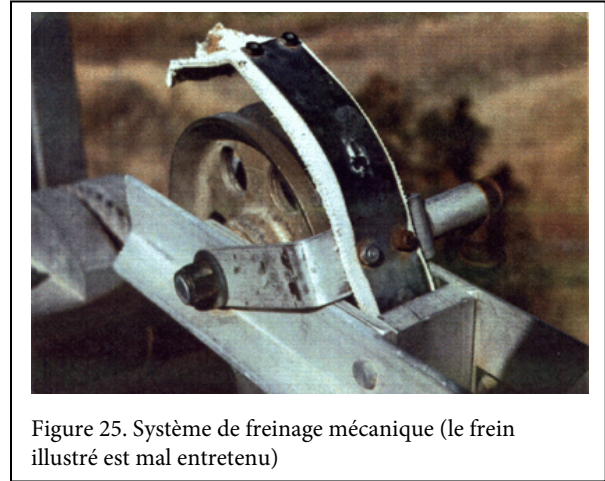


Figure 25. Système de freinage mécanique (le frein illustré est mal entretenu)

5.3 POULIES

Avant l'utilisation, inspectez les poulies de la nacelle, en particulier le contre-écrou. Assurez-vous que ce dernier est intact et qu'il n'a pas été manipulé. Lubrifiez les poulies non munies de roulements scellés. Aucun entretien supplémentaire n'est requis. L'emploi de poulies non métalliques est actuellement à l'étude.

Au point où la poulie est en contact avec le câble, une arête coupante est formée. Celle-ci peut blesser grièvement toute personne ayant la négligence de placer ses mains à proximité des poulies. Ne pas toucher au câble avec les mains.

5.4 DÉVIDOIRS DE SONDAGE

Il existe plusieurs types de dévidoirs de sondage disponibles. Les dimensions du cours d'eau et le plomb utilisés déterminent le type de dévidoir approprié.

Pour assurer le bon fonctionnement des dévidoirs, effectuez l'entretien périodique requis.

Assurez-vous que le cliquet d'arrêt est complètement enclenché avant de lâcher la manivelle.

Avant de faire fonctionner le dévidoir, le technicien doit s'assurer que ses vêtements ainsi que tout le matériel sont bien à l'écart de toutes les pièces en mouvement. En outre, il ne doit pas porter de vêtements amples ou attacher un chronomètre ou un carnet autour de son cou. Ces articles

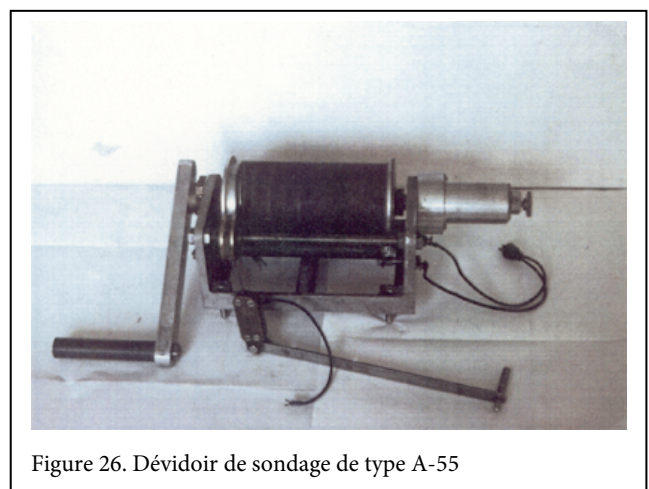


Figure 26. Dévidoir de sondage de type A-55

peuvent s'enchevêtrer dans les nombreuses pièces en mouvement exposées du dévidoir.

En utilisant un dévidoir à embrayage, ne pas embrayer ou débrayer trop rapidement. Ces erreurs peuvent endommager le matériel ou blesser l'opérateur. Elles peuvent également produire un jeu dans le câble et entraîner le rebondissement du câble. La meilleure façon d'éviter les problèmes consiste à faire fonctionner le dévidoir de façon responsable, en prenant les précautions nécessaires.

5.4.1 Câbles de sondage et connecteurs

Une attention particulière doit être portée au câble de sondage et aux connecteurs (figure 27). Ces éléments constituent probablement le point le plus faible du système de sondage. Le câble de sondage peut exercer une force sur le connecteur, créant ainsi un point faible dans le câble. Par conséquent, une inspection périodique du joint entre le connecteur et le câble doit être effectuée.

Une défaillance du câble de sondage peut entraîner une perte d'équipement et blesser le technicien. Si le câble se rompt brusquement, un « coup de fouet » peut se produire dans le câble.

Examinez le câble régulièrement et remplacez-le au besoin. Les câbles et les connecteurs de dimensions appropriées, indiqués dans le tableau ci-dessous doivent toujours être utilisés.

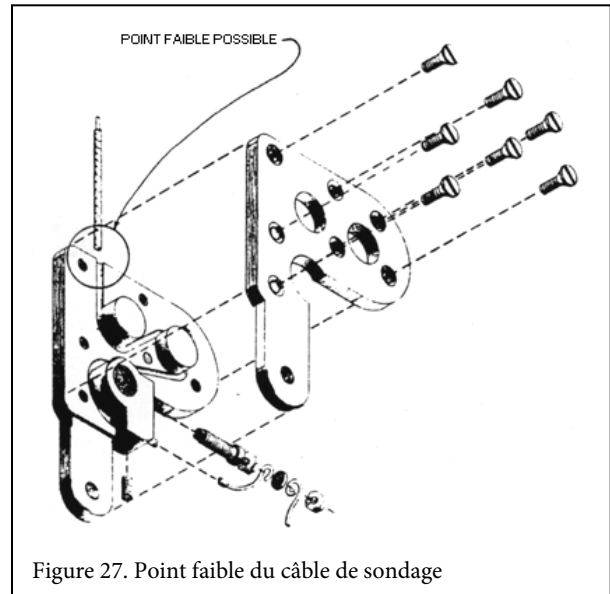


Figure 27. Point faible du câble de sondage

Tableau 1. Câbles porteurs, connecteurs et plombs		
		Plomb (lb)
Câbles	Câble de 1/10 po et dévidoir A	0 – 100
	Câble de 1/8 po et dévidoir B	100 – 150
	Câble de 1/8 po et dévidoirs D et E	150 – 300
	Câble de 1/16 po et dévidoir Canfield	0 – 50
Connecteurs	Utilisez des connecteurs légers si les plombs pèsent moins de 100 lb. Employez des connecteurs lourds si les plombs normalement utilisés pèsent 100 lb ou plus.	

5.5 PLOMBS DE SONDAGE ET SONDES D'ÉCHANTILLONNAGE

Le technicien doit faire preuve de bon sens et de jugement en manipulant les plombs, qui peuvent peser jusqu'à 300 lb. Si un problème de vandalisme existe, les plombs et les sondes peuvent être rangés dans des boîtes fermées à clé sur la plate-forme. Dans les régions éloignées, dissimulez le matériel à la base du pylône ou du cadre triangulaire. La figure 28 illustre plusieurs types courants de plombs de sondage (15 lb, 50 lb, 100 lb, 150 lb) utilisés par la *Division des relevés hydrologiques du Canada*.



Figure 28: Typical sounding weights

5.6 DISPOSITIFS DE RÉCUPÉRATION DES NACELLES

Les systèmes de récupération de nacelles sont utilisés pour récupérer les nacelles n'étant pas directement accessibles à partir de la rive.

Ne jamais tenter de grimper sur le câble porteur ou sur le câble de balisage pour récupérer une nacelle située au milieu du câble. Les systèmes recommandés de récupération comprennent :

1. grappin et corde
2. récupérateur de nacelle à accrochage automatique
3. chaise de gabier et corde.

5.6.1 Grappin et corde

Pour les câbles téléphériques courts et de faible hauteur, les nacelles peuvent être récupérées en lançant un grappin fixé à une corde légère (figure 29) de façon à l'accrocher sur la nacelle, puis de tirer la nacelle jusqu'à la plate-forme à l'aide de la corde.

ATTENTION! Prenez toutes les précautions nécessaires en lançant le grappin. Se tenir d'un côté de la nacelle, et non directement sous celle-ci.

5.6.2 Récupérateur de nacelle à accrochage automatique

Ce système convient uniquement aux nacelles avec siège. Ce type de récupérateur est muni de deux poulies et d'un grappin (figure 30). Il doit être poussé le long du câble porteur de façon à s'accrocher sur le châssis de la nacelle. La nacelle peut ensuite être récupérée en tirant sur la corde fixée au dispositif. Un poids suffisant (50 lb) doit être fixé au récupérateur pour permettre à ce dernier d'avancer sur le câble.

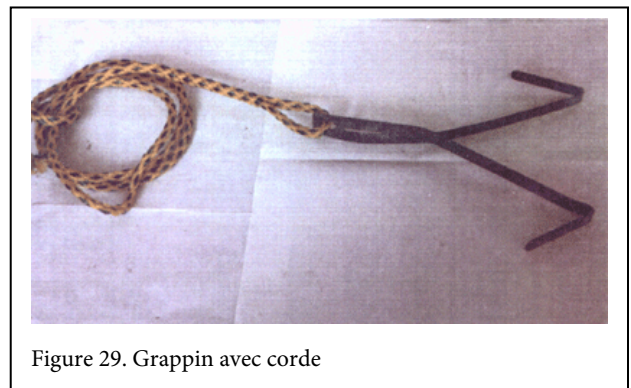


Figure 29. Grappin avec corde

5.6.3 Chaise de gabier et corde

Si les autres systèmes de récupération ne fonctionnent pas, il peut s'avérer nécessaire de recourir à une chaise de gabier (figure 31). Ce système doit être utilisé avec une grande prudence.

La chaise de gabier est essentiellement une chaise pour une seule personne facilement fixée au câble téléphérique. Les procédures et précautions de sécurité ci-dessous doivent être respectées :

1. Deux personnes sont toujours requises pour faire fonctionner une chaise de gabier : un opérateur qui monte sur la chaise et un assistant.
2. Fixez la chaise de gabier au câble et assurez-vous que l'assistant a une bonne prise sur la corde attachée à la chaise.
3. En s'assoiant sur la chaise, assurez-vous que celle-ci est solidement attachée.
4. Assurez-vous que le harnais de sécurité est solidement fixé à la chaise.
5. L'opérateur doit porter un vêtement de flottaison individuel autorisé, un harnais de sécurité, des gants de cuir et des lunettes protectrices. Il est également nécessaire d'attacher une corde de récupération à la chaise de gabier. Le harnais de sécurité doit être solidement fixé à la chaise.
6. L'assistant doit rester au sol, sous la plate-forme, et tenir la corde fixée à la chaise de gabier. De cette position, l'assistant est en mesure de ramener l'opérateur sur la plate-forme.
7. Approchez de la nacelle lentement, car celle-ci peut rouler dans la direction de la chaise de gabier. L'assistant de l'opérateur peut ralentir la chaise en relâchant la corde lentement.
8. Lorsque l'opérateur atteint la nacelle, il doit attacher une extrémité de la ligne de récupération à la nacelle. L'autre extrémité de la ligne est tenue par l'assistant et peut être attachée au cadre triangulaire.
9. L'assistant peut ensuite récupérer la chaise de gabier et l'opérateur à l'aide de la corde.
10. La nacelle peut ensuite être récupérée à l'aide de la ligne de récupération.

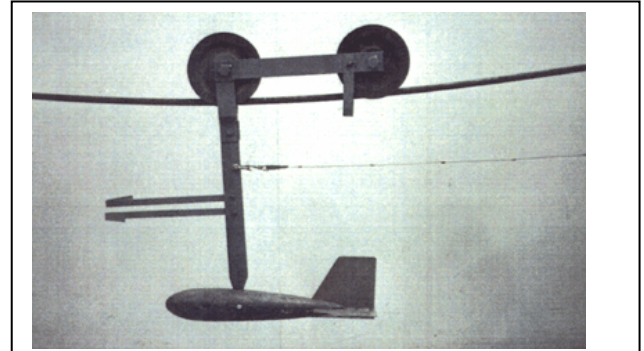


Figure 30. Récupérateur de nacelle à accrochage automatique

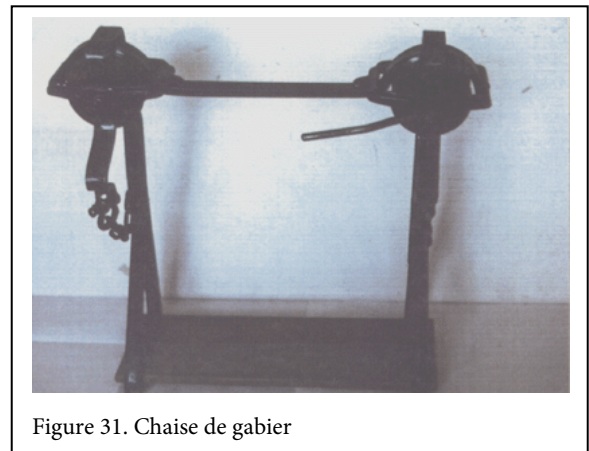


Figure 31. Chaise de gabier

6.0 INSPECTION DU CÂBLE TÉLÉPHÉRIQUE

Cette section décrit les procédures d'inspection des composants de téléphériques tels que les supports, les bases, les ancrages, les câbles, les échelles et les pièces de montage. Il est obligatoire de rédiger un rapport annuel d'inspection. Il existe plusieurs formulaires utilisés dans tout le pays pour effectuer les rapports annuels d'inspection. Le rapport d'inspection de téléphérique du Guide de sécurité a été choisi en raison de son langage clair et compréhensible. Ce formulaire est illustré à la fin du présent chapitre.

6.1 SUPPORTS

Plusieurs types de supports de câble porteur sont utilisés au Canada. Les types les plus communs sont les cadres triangulaires se composant :

- de bois,
- de sections creuses,
- de poutres en « I » ou
- de cornières en acier.

La hauteur des cadres triangulaires peut varier entre 1,5 m et plus de 20 m. Dans certaines situations inhabituelles, des pylônes et des poteaux en acier sont utilisés.

Les supports du câble doivent être inspectés au moins une fois par an afin de s'assurer qu'ils ne sont pas endommagés, qu'ils sont d'aplomb et de niveau, et que tous les écrous et les boulons sont serrés et en place. Lorsque les plans spécifient l'utilisation de boulons de charpente, ne pas utiliser un autre type. Les cadres triangulaires et les pylônes doivent être munis d'un étrier de sûreté fixé au câble porteur afin d'empêcher la chute du cadre triangulaire lorsque le câble de retenue est rompu ou fait l'objet de vandalisme. L'étrier de sûreté se compose d'un câble métallique court enroulé autour du cadre triangulaire et attaché au câble porteur ([figure 3](#)).

Il se peut que les câbles téléphériques comportant des bases en bois et des ancrages en béton doivent être mis en terre. Les règlements régionaux stipulant la procédure de mise en terre appropriée doivent être consultés. Les installations comportant des bases ou des ancrages en acier ne nécessitent aucune mise en terre additionnelle.

6.1.1 Cadres triangulaires et pylônes en bois

Le bois est encore utilisé pour la construction de petits cadres triangulaires (de hauteur inférieure à 5 m) en raison de son faible coût d'installation. Toutefois, le bois peut perdre sa résistance structurelle assez rapidement, et il est souvent difficile de déterminer le moment où une installation doit être déclarée dangereuse. Ainsi, l'utilisation du bois pour la construction des cadres triangulaires doit se limiter aux installations temporaires. Dans le passé, l'utilisation du bois était très répandue pour les cadres triangulaires et les pylônes de toutes dimensions, qui n'étaient pas toujours peintes ou traitées avec des agents protecteurs. Ces installations doivent être inspectées minutieusement à intervalles réguliers. Une attention particulière doit être portée aux bases des pieds et aux sommets, car l'eau peut pénétrer les mailles de bois de ces endroits avec plus de facilité. Tout support présentant des traces de pourriture ou de détérioration doit être rapidement réparé ou remplacé.

Il peut arriver que certains types de bois ne présentent aucun signe visible de détérioration. Des prélèvements d'âme de bois doivent être effectués dans les vieilles installations afin d'évaluer la solidité du membre. La sonde de carottage est un tube creux en acier pouvant se visser dans le bois (voir [figure 32](#)). Elle doit être insérée jusqu'au centre du membre, sauf dans le cas des bases des cadres triangulaires, où une broche en acier se prolonge généralement de 150 à 200 mm dans le pied. Le technicien doit effectuer un prélèvement à la base, mais en s'assurant de ne pas heurter la broche. La sonde doit ensuite être retirée du bois, puis un extracteur doit être utilisé pour enlever l'échantillon. Le trou de sondage doit être légèrement incliné vers le haut. Après avoir prélevé

l'échantillon, le trou de sondage doit être bouché afin que l'eau et les insectes ne puissent pas y pénétrer.

Frapper sur le bois ou y planter un couteau ne constituent pas des méthodes acceptables d'évaluation de solidité. Elles peuvent toutefois révéler la nécessité d'un prélèvement d'échantillon.

6.1.2 Cadres triangulaires et pylônes en acier

De nos jours, presque tous les téléphériques utilisent des cadres triangulaires en acier pour supporter le câble principal, en raison de leur facilité d'installation et des exigences minimales d'entretien (figure 33). La constitution des cadres triangulaires varie considérablement : ils peuvent être fabriqués à partir :

- de sections creuses rondes ou carrées,
- de sections en « I » ou
- de cornières.

Quelle que soit leur constitution, les cadres triangulaires et les pylônes en acier galvanisé ne nécessitent aucun entretien. Il suffit de s'assurer qu'ils n'ont pas été endommagés, qu'ils sont d'aplomb et à niveau, et que tous leurs écrous et leurs boulons sont serrés. Lorsque des structures en acier galvanisé sont peintes afin d'être vues par les aéronefs, un apprêt spécial doit être appliqué avant la peinture. Dans le cas de l'acier non galvanisé, une peinture riche en zinc, comme Galvicon ou Devcon Z, doit être employée.

6.1.3 Poteaux

Dans les cas où il n'existe pas suffisamment d'espace pour l'installation de câbles de retenue (figure 34), des poteaux en acier sont généralement utilisés pour supporter le câble porteur. Ce poteau est appuyé sur une large base en béton conçue pour résister au renversement. Pour permettre l'inspection,

enlevez les débris et la saleté accumulés sur ces bases. Vérifiez l'installation en s'assurant qu'elle n'est pas endommagée, qu'elle est d'aplomb et de niveau, et que tous les écrous et les boulons sont serrés.

6.1.4 Trépieds

Les trépieds sont des pylônes à trois pieds (figure 35) utilisés principalement dans les installations de traîle. L'organisme provincial propriétaire du téléphérique et exploitant celui-ci est responsable de son entretien. Cet organisme définit les procédures d'inspection et d'utilisation de son téléphérique.



Figure 32. Sonde de carottage

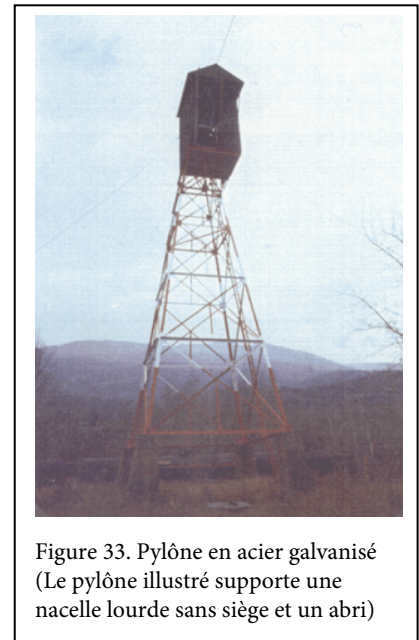


Figure 33. Pylône en acier galvanisé (Le pylône illustré supporte une nacelle lourde sans siège et un abri)



Figure 34. Poteau en porte-à-faux

6.1.5 Ancrages en flanc de colline

Ce système de support et son inspection sont décrits en plus de détail à la [section 6.3.4](#).

6.2 BASES

6.2.1 Bases en acier

Les bases en acier (figure 36) sont généralement utilisées avec les cadres triangulaires en acier et sont normalement fabriqués avec le même type de section que les pieds du cadre triangulaire. Les bases ne doivent pas se prolonger de plus de 200 mm au-dessus du sol, doivent être d'aplomb et de niveau. Le technicien doit faire correspondre la hauteur des bases à des repères de nivellement, si possible, et noter tout mouvement des bases. Il doit également signaler tout affaissement différentiel au superviseur.

6.2.2 Bases en béton

Les bases en béton (figure 37) sont généralement employées aux installations où l'ancrage principal est en béton. Le technicien doit s'assurer que les bases sont à niveau et que le béton n'est ni fissuré ni écaillé.

6.2.3 Bases en bois

Le bois doit uniquement être utilisé pour la construction de bases (figure 38) dans les cas où il est nécessaire de répartir la charge sur une grande surface, sur le sol très tendre ou le permafrost, par exemple. Lorsque le bois est utilisé sur le permafrost, la couverture de mousse doit être gardée intacte afin d'éviter le dégel du sol sous le cadre triangulaire, ce qui risque de provoquer un affaissement inutile. Les poutres de bois utilisées comme bases doivent posséder une section minimale de 200 mm x 200 mm (8 po x 8 po), et ne doivent pas s'élever à plus de 600 mm (2 pi) au-dessus du sol. Le technicien doit signaler immédiatement tout affaissement différentiel afin que des mesures correctives puissent être prises.

6.3 ANCRAGES

6.3.1 Ancrages à gravité

Les ancrages à gravité (figure 39) sont couramment utilisés dans les installations téléphériques du Canada. Leur installation est facile et sécuritaire, mais ils peuvent se révéler plus coûteux que les autres types d'ancrage. La connection du câble à l'ancrage doit se situer au-dessus du sol et à l'écart du débris, de façon à faciliter l'inspection.

Dans le cas de téléphériques où le câble métallique se prolonge dans le béton, un ancrage dans le roc doit être installé, et le câble métallique doit y être fixé. Une cheville servant de repère de nivellement doit être fixée sur l'ancrage et faire référence à d'autres repères de nivellement afin de



Figure 35. Trépied

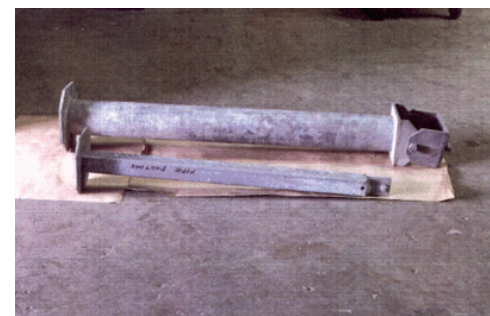


Figure 36. Base en acier



Figure 37. Base en béton



Figure 38. Base en bois

permettre la détection du mouvement de l'ancrage. Le béton doit être en bon état et ne présenter aucun signe de détérioration ou de fissure.

6.3.2 Ancrages enterrés

Les ancrages enterrés (figure 40) tels que les plaques d'ancrage en acier, sont communément utilisés. Ils sont faciles à transporter et peu coûteux. Toutefois, leur installation nécessite un creusage profond et peut exiger un étayage pour en diminuer le risque. Les ancrages enterrés doivent être attachés au câble porteur uniquement à l'aide de barres d'acier, puisque la corrosion peut facilement percer les câbles métalliques. Si un câble métallique est utilisé, il doit être inspecté annuellement jusqu'à une profondeur de 0,5 m afin de s'assurer qu'il n'a subi aucune détérioration. Si la présence de rouille est détectée, l'installation peut être dangereuse et devrait être inspectée par une personne qualifiée. Pour ce type d'ancrage, une broche de référence doit être enfoncée dans le sol à l'extrémité de la barre d'ancrage de façon à permettre la détection de tout mouvement de l'ancrage. La mesure de ce mouvement doit être signalée immédiatement.

6.3.3 Ancrages dans le roc

Différents types d'ancrage dans le roc sont employés pour la fixation des câbles porteurs et des câbles de balisage pour aéronefs (figure 41). Chaque type d'ancrage est conçu pour subir des conditions particulières de charge et doit être utilisé en conséquence. Les ancrages dans le roc doivent être sélectionnés uniquement par une personne au courant de leurs limites de conception. En général, les ancrages dans le roc doivent être installés dans le prolongement du câble porteur. Lorsque plus d'un ancrage est utilisé, la bride doit répartir la charge également. Les ancrages ne nécessitant pas de coulis doivent être scellés afin d'éviter la pénétration et le gel subséquent d'eau autour de l'ancrage. Si des ancrages dans le roc sont installés en-dessous du niveau de sol, le sol doit être incliné vers l'arrière ou un dispositif de protection doit être installé afin d'éviter que l'ancrage ou le câble se recouvrent de terre.

Les installations d'ancrage dans le roc doivent être inspectées immédiatement par une personne qualifiée si :

1. les ancrages sont courbés
2. le roc entourant l'ancrage s'écaille
3. un mouvement de l'ancrage a eu lieu
4. le roc est fissuré à proximité des ancrages.



Figure 39. Ancre à gravité



Figure 40. Plaque d'ancrage en acier



Figure 41. Ancre dans le roc

6.3.4 Ancrages en flanc de colline

Les ancrages en flanc de colline (figure 42) peuvent être utilisés dans les cas où une rive est considérablement plus élevée que l'autre, à condition que l'état des fondations le permette. Ces systèmes de support peuvent être employés pour les rivières étroites ou larges, avec tous les types de nacelles.

Les installations comportant des ancrages en flanc de colline doivent posséder un accès sécuritaire aux ancrages et un dispositif d'attache de la nacelle. Dans le cas d'installations ne comportant pas de boulons de fixation dans le roc, assurez-vous qu'il n'y a aucune fissure ou signe de mouvement pouvant indiquer une instabilité dans la zone entourant l'ancrage, à partir de la ligne d'eau jusqu'à bien au-dessus de l'ancrage. La zone entière du flanc de colline doit être inspectée afin de détecter toute trace de glissements antérieurs.

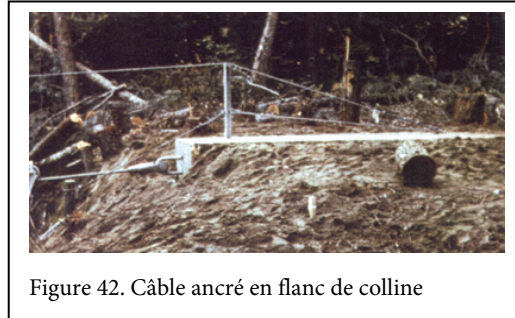


Figure 42. Câble ancré en flanc de colline

6.3.5 Installations à ancrages multiples

Les installations nécessitant plus d'un ancrage doivent être aménagées de la façon suivante :

- a. les ancrages doivent être disposés en ligne droite, perpendiculairement au câble porteur, si possible
- b. les ancrages doivent être situés à distances égales
- c. la bride reliant les ancrages doit répartir la charge également.

La figure 43 illustre un téléphérique à ancrages multiples.

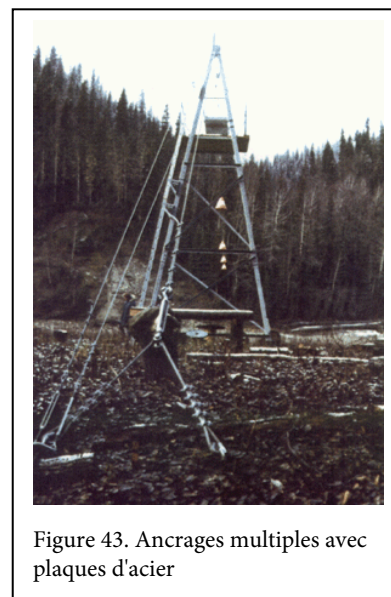


Figure 43. Ancrages multiples avec plaques d'acier

6.4 CÂBLES

6.4.1 Détermination des dimensions appropriées du câble porteur

Durant la vérification du câble métallique, le technicien doit d'abord déterminer la grosseur, la qualité et la constitution appropriées du câble permettant d'atteindre le niveau de sécurité requis et de respecter les exigences d'exploitation (la procédure servant à mesurer le diamètre du câble métallique est illustrée à la figure 46). Le présent cours ne contient pas de formule ou de tableau permettant de déterminer les charges théoriques servant à la sélection du câble porteur. Ces tableaux et ces formules sont publiés dans le manuel Guide de sécurité – Construction et exploitation des transporteurs aériens pour le jaugeage des cours d'eau. Tout câble téléphérique non décrit dans ces tableaux, ou servant à l'échantillonnage de sédiments, devrait être inspecté par une personne qualifiée.

Les tableaux contenus dans la publication mentionnée ci-dessus contiennent les spécifications de flèche du câble avec et sans charge. La flèche du câble chargé sert à évaluer la hauteur libre minimale de sécurité au-dessus du niveau de crue. La flèche du câble non chargé est directement proportionnelle à la tension maximale du câble chargé. Si la flèche est réduite, la tension du câble augmente. Par conséquent, pour s'assurer que la tension de service sécuritaire n'est pas dépassée, la flèche du câble non chargé doit être réglée selon les spécifications. La flèche du câble non chargé peut être difficile à mesurer, car elle varie en fonction du mouvement de l'ancrage, de l'allongement structural et de la variation de température.

Une augmentation de la flèche causée par une défaillance de l'ancrage n'est pas toujours évidente. Pour cette raison, les utilisateurs du téléphérique doivent marquer clairement les ancrages de façon à ce que le mouvement de ces derniers puisse être facilement détecté. Voyez [section 6.3](#) concernant les ancrages de téléphérique. Si un mouvement de l'ancrage est remarqué, augmentez la flèche si possible, et signalez la situation immédiatement.

L'allongement structural se produit lorsqu'un câble métallique neuf est employé, et varie en fonction de la constitution du câble et de la charge appliquée (figure 44). L'allongement se produit à mesure que les fils individuels s'adaptent à la charge. Il peut représenter jusqu'à 1 % de la longueur du câble. L'augmentation de la flèche causée par l'allongement peut être réduite en demandant au fournisseur de prétendre le câble ou en étirant ce dernier durant l'installation. Pour étirer le câble, faites avancer une nacelle lourdement chargée d'une extrémité à l'autre du câble téléphérique plusieurs fois, puis réglez de nouveau la flèche du câble non chargé.

La [section 6.4.4](#) présente un échantillon de problème concernant l'évaluation de la flèche en fonction de la variation de température. Si un câble téléphérique n'est pas utilisé durant l'hiver et est exposé à des températures très faibles, la flèche du câble doit être augmentée afin de minimiser la possibilité d'endommagement dû à la contraction du câble.

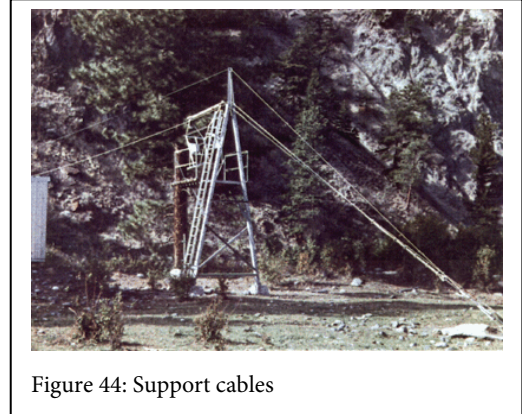


Figure 44: Support cables

6.4.2 Câble de balisage pour aéronefs

Les câbles utilisés en hydrométrie peuvent représenter un danger pour les aéronefs, et sont réglementés par Transports Canada, division des Exigences du système de navigation aérienne. La publication Standards Obstruction Markings décrit ces exigences (voir [section 6.4.3](#)).

En général, tout câble téléphérique servant à la mesure doit faire l'objet d'une étude aéronautique visant à déterminer les obstacles à baliser. Dans la plupart des cas, les balises coniques pour aéronefs constituent la seule exigence, bien que les normes régionales puissent varier. Transports Canada exige dans certains cas que les cadres triangulaires soient peints. Lorsque des balises coniques pour aéronefs sont employées, elles doivent être accrochées à un câble métallique tel qu'un câble de balisage pour aéronefs à âme métallique indépendante de 9,5 mm ($3/8$ po) 7 x 19. Pour les distances dépassant 200 m, un câble de 13 mm ($1/2$ po) doit être employé. La flèche du câble de balisage doit être réglée de façon à ce que le bas des cônes se situe à environ 300 mm (12 po) au-dessus du câble porteur. Les nouvelles installations nécessitent de fréquents réglages pour éliminer l'allongement structural.

6.4.3 Critères relatifs au câble de balisage pour aéronefs

Les citations de la présente section sont tirées de la publication de Transports Canada, Standards Obstruction Marking.

« Objets devant être balisés : le but du balisage des obstacles est d'indiquer, de façon efficace, la présence de dangers à la navigation aérienne. L'obstacle doit être visible à une distance suffisante pour permettre à un pilote de prendre les mesures nécessaires pour éviter l'objet par au moins 305 m (1000 pi) verticalement, à l'intérieur d'un rayon horizontal de 610 m (2000 pi) à partir de l'obstacle. »

« Étude aéronautique : en raison de la nature des obstacles, il est impossible de définir complètement toutes les situations et toutes les circonstances. Ainsi, dans certains cas, une étude aéronautique effectuée par Transports Canada peut être requise pour déterminer si un balisage et/ou un éclairage est nécessaire pour augmenter la visibilité d'un obstacle ou pour déterminer si une dérogation aux normes peut être autorisée ».

Une étude aéronautique est requise pour :

- tous les obstacles situés entre 90 m (300 pi) et 150 m (500 pi) au-dessus du sol;
- tous les câbles de traversée caténaires (suspendus), y compris les traversées temporaires, à l'exception des installations situées à plus de 90 m au-dessus du sol, qui doivent être balisés;
- les obstacles situés à moins de 90 m (300 pi) au-dessus du sol, si ceux-ci sont considérés comme des dangers potentiels à la navigation aérienne.

Les facteurs suivants doivent être pris en compte au cours d'une étude aéronautique :

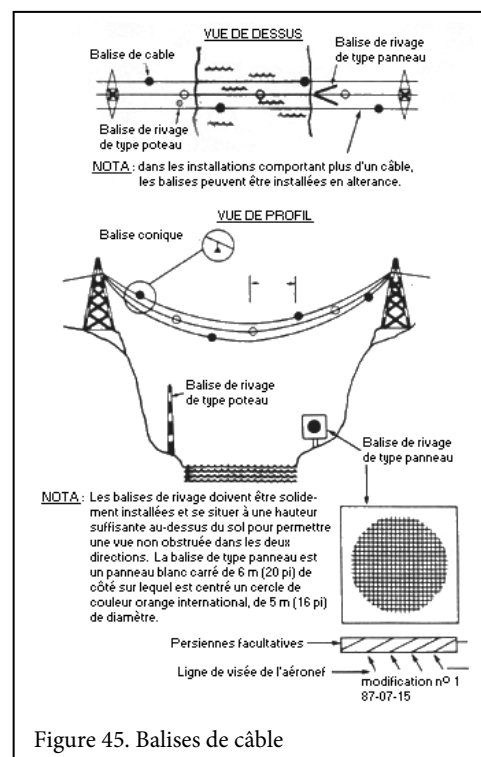
- emplacement des objets sur terrain à haute altitude;
- topographie des environs;
- densité de circulation aérienne, conformément aux règles de vol à vue;
- présence de conditions atmosphériques pouvant influencer le plafond de visibilité et la visibilité en vol;
- proximité des obstacles par rapport aux eaux, aux aérodromes et aux héliports.

Balises de câble : lorsque les autres méthodes de balisage sont inadéquates ou impraticables, des balises d'avertissement pour aéronefs doivent être attachées sur les câbles aériens conformément aux indications de la figure 45.

- Dimensions** — Les balises de câble sphériques peuvent posséder un diamètre de 75 cm (2,5 pi) ou de 150 cm (5,0 pi \pm 15 cm (0,5 pi)), selon les résultats de l'étude aéronautique.
- Écartement** — Les balises sphériques d'un diamètre de 75 cm (2,5 pi) et les balises coniques doivent être disposées à intervalles d'environ 45 m (150 pi). Les balises sphériques d'un diamètre de 150 cm (5 pi) doivent être disposées à intervalles variant de 90 m (300 pi) à 120 m (400 pi). Dans les cas où la largeur du cours d'eau est relativement faible, au moins deux balises doivent être employées. Elles doivent être accrochées sur le câble supérieur, ou à la hauteur de celui-ci à l'aide d'autres dispositifs.
- Installation échelonnée** — Dans les cas où plus d'un câble se trouve au niveau le plus élevé, les sphères peuvent être disposées en alternance le long de chaque câble, du moment que la distance entre les repères adjacents respecte les normes d'écartement.

Cette méthode permet la répartition des facteurs de poids et d'action du vent.

- Disposition** — Un arrangement par couleurs alternées est le mieux visible contre tous les arrière-plans. Les câbles aériens doivent être balisés en alternant des sphères de couleur unie orange et blanc international. Une sphère orange doit être fixée à chaque extrémité du câble aérien, et l'écartement doit permettre d'accomoder les autres sphères. Lorsque moins de quatre sphères sont nécessaires, elles doivent être de couleur orange international.



6.4.4 Problème-exemple de câble téléphérique

6.4.4.1 Flèche du câble

L'exemple suivant illustre la notion de flèche du câble. La flèche est fonction de la longueur libre (distance entre les supports), de la grosseur et du type d'âme du câble. Supposons que le câble téléphérique d'une station hydrométrique possède une longueur libre de 140 m et des cadres triangulaires de 5 m dont les sommets sont situés à la même hauteur sur chaque rive. Supposons également que le diamètre du câble est de 25 mm (si le diamètre du câble n'est pas connu, consulter la figure 46, qui illustre la procédure de mesure exacte). Enfin, supposons que le câble est du type à âme métallique indépendante et non à âme fibreuse (le type d'âme peut être déterminé en examinant le toron central du câble afin de déterminer s'il est en acier ou en fibre).

D'après le tableau de flèche (tableau 2), la flèche du câble non chargé est 1,64 m. Un repère de flèche devrait être placé à 1,64 m en-dessous du câble porteur, sur le support du câble. Un niveau à main doit être utilisé pour vérifier la flèche du câble par rapport à ce repère. La température au moment du réglage de la flèche doit être prise en note.

6.4.4.2 Effets de la variation de température

Les effets de la température doivent toujours être pris en compte durant le réglage de la flèche du câble. Le câble métallique se dilate lorsque la température augmente et se contracte lorsque la température diminue. Les effets de la variation de température peuvent être évalués en mesurant la longueur totale du câble entre les ancrages. Dans l'exemple ci-dessus, la longueur totale du câble est de 160 m. Les tableaux de flèche révèlent qu'une augmentation de température de 50 °C entraîne une augmentation de la flèche de 2,12 m à 2,89 m, ce qui a pour effet de diminuer la tension dans le câble. Une diminution de température de 50 °C provoque une diminution de la flèche et une augmentation de la tension du câble. Dans notre exemple, la tension du câble non chargé augmenterait de 50 %, un accroissement considérable. Pour cette raison, en ajustant la flèche du câble, le technicien ne doit pas régler la flèche à une valeur inférieure à la tension spécifiée du câble pour compenser l'augmentation prévue de la flèche causée par l'allongement. Par temps très froid, la tension du câble augmente, ce qui risque d'endommager les composants du téléphérique.

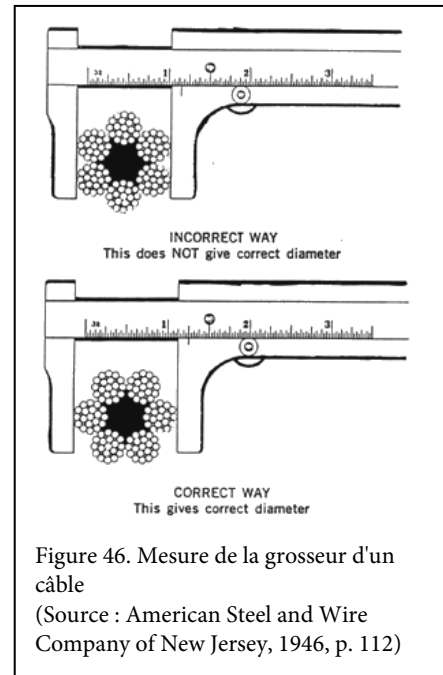


Figure 46. Mesure de la grosseur d'un câble
(Source : American Steel and Wire Company of New Jersey, 1946, p. 112)

Tableau 2. Flèche du câble porteur – câble à âme métallique indépendante de 25 mm (1,04 po)

Longueur du câble (m)	Flèche du câble chargé à T °C (m)	Flèche du câble chargé à T °C (m)	Flèche du câble non chargé à T + 50 °C (m)
40,00	0,92	0,12	0,25
60,00	1,44	0,29	0,54
80,00	1,98	0,53	0,91
100,00	2,56	0,83	1,34
120,00	3,16	1,21	1,81
140,00	3,81	1,64	2,33
160,00	4,48	2,12	2,89
180,00	5,19	2,66	3,50
200,00	5,92	3,24	4,14

T = Température ambiante au moment du réglage de la flèche.
(Valeurs modifiées provenant du Guide de sécurité, p. 13)

6.5 PIÈCES DE MONTAGE DES CÂBLES TÉLÉPHÉRIQUES

6.5.1 Exigences générales

Les pièces de montage servant à la construction des câbles téléphériques doivent être choisies avec soin et convenir exactement à leur fonction. Dans la plupart des cas, les pièces pour faible charge ne doivent pas être employées.

Les pièces comme les serre-câbles et les tendeurs à vis doivent être en acier forgé en matrice, préférablement trempé et revenu, et galvanisées à chaud. Il est préférable d'acheter uniquement des pièces de bonne qualité et de marque connue, comme Crosby.

6.5.2 Serre-câbles

Les serre-câbles sont les pièces de fixation les plus communément employés avec les câbles métalliques. Ils sont faciles à installer et à inspecter, possèdent une bonne résistance et permettent une flexibilité d'installation. Lorsque les serre-câbles sont convenablement installés (figure 47), ils peuvent subir 80 % de la tension de rupture du câble.

Les deux principaux types de serre-câbles utilisés sont :



Figure 47. Illustration de l'installation correcte des serre-câbles

1. le boulon en « U » avec sabot et
2. le sabot intégral double (première prise).

Le serre-câble à sabot intégral double est plus facile à installer et ne peut pas être mal installé sur le câble. Le boulon en U possède la même force de fixation, mais doit être installé de façon à ce que le sabot se situe du côté du câble supportant la charge, et non sur le court revers retourné. Voyez les exigences d'installation au tableau 3.

Les deux types de serre-câbles sont installés suivant la même méthode. Repliez l'extrémité du câble sur une longueur équivalente à environ 35 fois le diamètre du câble. Installez le premier serre-câble à au moins une largeur de base de l'extrémité sans tension du câble métallique (extrémité de la partie repliée) et serrez les écrous. Installez le deuxième serre-câble, et glissez-le de façon à ce qu'il soit bien en contact avec la cosse. Ne pas serrer les écrous. Installez les serre-câbles restants à distances égales. Tenez le câble et serrez tous les écrous conformément au couple spécifié. Lorsque les charges sont appliquées, le câble métallique s'allonge et son diamètre diminue. Par conséquent, les serre-câbles doivent être serrés de nouveau conformément aux spécifications. Dans les installations de grande dimension, un mécanisme à engrenage peut être employé pour obtenir le couple requis.

Tableau 3. Fixation des serre-câbles *

Diamètre du câble	Nb. min.	Distance entre les s.-c.	Couple	Nb. min.	Distance entre les s.-c.	Couple
9,5 (1/3)	2	60 (2 1/2)	60 (45)	2	60 (2 1/2)	60 (45)
12,7 (1/2)	3	75 (3)	90 (65)	3	75 (3)	90 (65)
19 (3/4)	4	100 (5)	180 (130)	3	100 (4)	180 (130)
22,2 (7/8)	4	140 (5 1/2)	305 (225)	4	140 (5 1/2)	305 (225)
25,4 (1)	5	150 (6)	305 (225)	5	150 (6)	305 (225)
28,6 (1 1/8)	6	175 (7)	305 (225)	5	150 (6)	305 (225)
31,5 (1 1/4)	7	200 (8)	490 (360)	6	175 (7)	490 (360)

* Tableau pour câble métallique de catégorie standard 6 x 19 à âme fibreuse ou à âme métallique indépendante.

6.5.3 Douilles

La plupart des douilles peuvent subir 100 % de la tension de rupture du câble, et sont généralement utilisées dans les installations de grande envergure ou lorsque des limitations d'espace imposent l'emploi d'un embout compact. Sur les cours d'eau larges utilisant un câble toronné de pont, une douille de pont est également employée pour ajuster la flèche du câble. Dans le cas de câble métallique ordinaire, deux types de douilles sont employées. Le premier type est une douille conique, sur laquelle le câble est fixé avec un alliage en zinc fondu ou avec de l'époxy-résine (figure 48). L'autre type utilise un raccord pressé, où la douille est fixée sur le câble par pression (figure 49).



Figure 48. Douilles coniques

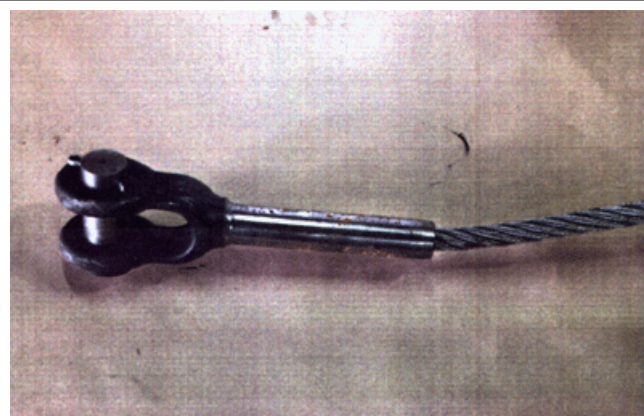


Figure 49. Douille pressée

6.5.4 Tendeurs à vis

Les câbles de balisage, les câbles de retenue et les câbles porteurs doivent être munis de tendeurs à vis (figure 50). Les dimensions des tendeurs à vis utilisés pour le câble de balisage et le câble de retenue sont généralement de 19 mm x 460 mm (3/4 po x 18 po). Les câbles porteurs de diamètre allant jusqu'à 25 mm devraient être munis d'un tendeur à vis de 40 mm x 610 mm (1,5 po x 24 po). Dans le cas des longs câbles, il peut s'avérer difficile d'ajuster le tendeur à vis en raison de la friction au niveau du sabot d'appui du cadre triangulaire. Un dispositif de tirage devrait être attaché au câble pour réduire la tension, permettant le réglage plus facile du tendeur à vis. Les extrémités des barres des tendeurs devraient être déformées ou soudées par points afin de les empêcher d'être complètement retirées du corps du tendeur.

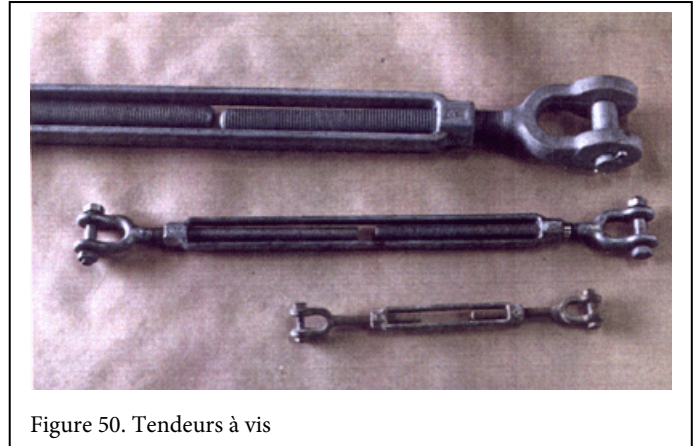


Figure 50. Tendeurs à vis

6.6 ÉCHELLES ET PLATES-FORMES

6.6.1 Échelles

Toutes les échelles utilisées dans les installations téléphériques doivent respecter les règlements sur la sécurité professionnelle et la santé stipulés dans le document Canada Occupational Safety and Health Regulations, Code canadien du travail (1986).

La matière des sections [6.6.1](#) et [6.6.2](#) provient de cette publication.

1. Si la longueur d'une échelle dépasse 6 m (20 pi), la partie au-dessus de 2 m (6,5 pi) doit être munie d'une cage.
2. Toute échelle dont la longueur dépasse 9 m (30 pi) doit comporter des paliers à intervalles de 6 m (20 pi), d'une surface d'au moins 0,36 m² (4 pi²) et munis d'une rampe d'appui.

Les exigences ci-dessus ne s'appliquent pas si l'échelle est utilisée avec un dispositif de protection contre les chutes ([section 6.6.3](#)).

Les échelles improvisées en enfonçant des crampons dans les pieds de cadres triangulaires en bois ou en fixant des boulons dans les semelles de poutres en « I », et toutes les installations similaires, sont inacceptables et doivent être remplacées.

La figure 51 illustre l'installation correcte d'une échelle.

Les brides de fixation utilisées pour attacher les échelles aux cadres triangulaires ne doivent pas présenter de saillies pouvant accrocher les vêtements amples.

6.6.2 Plates-formes

Toutes les plates-formes doivent être munies de rampes d'appui conçues de façon à respecter les règlements sur la sécurité professionnelle et la santé du Code canadien du travail, qui stipule

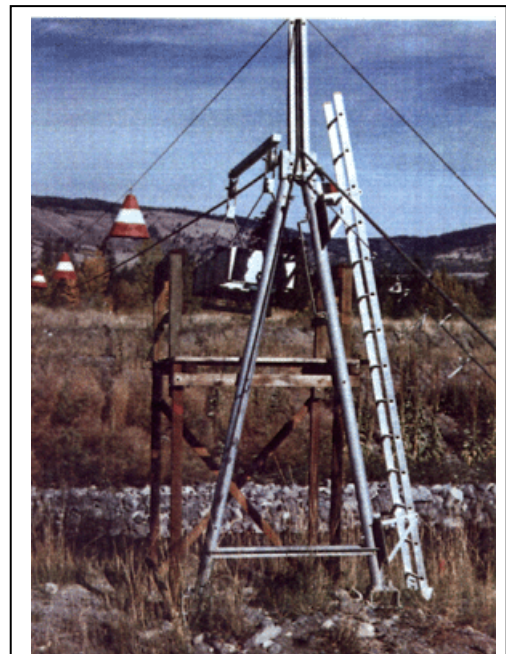


Figure 51. Échelle en aluminium pour cadre triangulaire

que :

1. Chaque rampe d'appui doit se composer des éléments suivants :
 - a. traverse supérieure horizontale située entre 900 mm et 1100 mm au-dessus de la base de la rampe d'appui;
 - b. traverse intermédiaire horizontale située à mi-chemin entre la traverse supérieure et la base;
 - c. poteaux de soutien dont les centres sont espacés de 3000 mm ou moins.
2. Chaque rampe d'appui doit pouvoir supporter une charge statique de 890 N exercée dans toute direction et en tout point de la traverse supérieure.

Avant d'utiliser la plate-forme, le technicien doit l'inspecter afin de s'assurer que tous les écrous et les boulons sont en place, que les membres en bois sont solides et que la plate-forme n'est pas endommagée.

La figure 52 illustre la configuration appropriée d'une plate-forme de téléphérique.



Figure 52: Cableway platform

6.6.3 Systèmes de protection contre les chutes

Un système de protection contre les chutes peut être employé au lieu d'une cage ou de paliers, tel que stipulé à la [section 6.6.1](#). Les exigences relatives aux systèmes de protection contre les chutes sont détaillées dans le document Canada Occupational Safety and Health Regulations.

Les systèmes de protection contre les chutes énumérés ci-dessous ne nécessitent aucun entretien, et ne doivent être ni lubrifiés, ni ajustés. Tout problème doit être signalé au personnel d'entretien qualifié.

Les principaux systèmes de protection contre les chutes sont les suivants :

1. Cages — Comme il a été mentionné à la [section 6.6.1](#), les cages nécessitent des plates-formes situées à intervalles de 6 m. Il se peut que les cages ne soient pas suffisamment spacieuses pour les techniciens portant un sac à dos.
2. Coulisses — Les deux types les plus courants de systèmes à coulisse utilisent une traverse ou un câble avec un manchon coulissant (figure 53). Le manchon glisse librement sur la traverse ou le câble. Il est conçu de façon à ce que toute traction brusque vers le bas bloque le dispositif afin d'empêcher une chute. Lorsque la traction vers le bas cesse, le dispositif est de nouveau en état de fonctionner. La figure 52 illustre un tel système attaché à un cadre triangulaire.



Figure 53. Dispositif de protection contre les chutes de type coulissant

Ce système présente plusieurs inconvénients.

Les articles pouvant être transportés par le technicien sont limités, car ce dernier doit normalement utiliser une de ses mains pour déplacer la coulisse vers le bas de la glissière ou du câble en descendant. Le mouvement sur l'échelle est restreint et peut empêcher le technicien d'effectuer les vérifications de flèche du câble et l'entretien des cadres triangulaires appropriés. Le système à coulisse possède également le désavantage de ne pas offrir une protection complète en montant sur la plate-forme ou en descendant de celle-ci. En outre, une coulisse supplémentaire doit être disponible pour chaque personne. Avec ce système, un cordon ne doit jamais être attaché entre la coulisse et la sangle de sécurité, car même un court cordon peut provoquer une sérieuse blessure au dos en cas de chute.

3. Câbles rétractables — Le système à câble rétractable (figure 54) emploie un câble soumis à une faible et constante tension. L'utilisateur doit fixer le câble à un harnais de sécurité ou à l'arrière d'une sangle de sécurité. Il est alors en mesure de se déplacer librement dans toute direction. Le tambour d'enroulement déroule ou enroule automatiquement le câble au besoin. L'appareil est muni d'un système de freinage à deux niveaux offrant une protection contre les chutes. Le premier niveau consiste en un mécanisme de blocage à force centrifuge qui bloque le tambour instantanément. Lorsque la tension du câble est relâchée, le frein se débloque et le dispositif est de nouveau en état de fonctionner.



Figure 54. Dispositif de protection contre les chutes à câble rétractable

Le deuxième niveau est un système à absorption d'énergie qui amortit la secousse d'une chute libre. Il peut servir uniquement une fois, puis l'appareil doit être réparé par le fournisseur.

Un indicateur externe signale l'emploi du deuxième niveau et la nécessité de réparer l'appareil. Le câble doit être laissé en position retirée. Une ligne de récupération doit être attachée au câble et à la base de la structure. Voici les principaux avantages de ce système :

- a. l'utilisateur peut se déplacer librement autour de la structure,
- b. l'échelle n'est pas encombrée par des glissières et des câbles,
- c. les deux mains restent libres,
- d. l'appareil peut être utilisé par plus d'une personne pour atteindre la plate-forme de travail.
- e. l'appareil peut être utilisé durant le travail sur la plate-forme.

Les principaux inconvénients de ces systèmes sont leur coût plus élevé et leur entretien plus fréquent.

6.7 RAPPORT ANNUEL D'INSPECTION DE TÉLÉPHÉRIQUE

Inspection

Les articles ci-dessous doivent être vérifiés une fois l'an par une personne qualifiée. Un rapport d'inspection tel que celui qui est illustré doit être rempli et remis au personnel régional approprié.

Rapport d'inspection de téléphérique

Emplacement	
— (Longueur du câble : m, pi) — (Dia : mm, po) — (Flèche : m, pi) — (Charge théorique : kg, lb)	
Article	<i>Remarques : Soulignez les éléments importants. Ne pas prendre de photo.</i>
(1) Câble porteur	
(2) Tous les raccords des câbles métalliques	
(3) Ancrages et bases	
(4) Cadres triangulaires et autres supports, échelles, boulons, plates-formes de chargement	
(5) Câbles de retenue et/ou autres supports de retenue, câble de balisage pour aéronefs	
(6) Nacelle	
(7) Autres composants	

<p>Je certifie avoir inspecté le téléphérique situé à l'installation stipulée ci-dessus conformément au Guide d'inspection de téléphérique ci-joint, le _____19____.</p> <p>Rapport envoyé à _____, le _____</p> <p>_____</p> <p style="text-align: center;">Signature</p> <p style="text-align: center;">(Voir guide au verso)</p>

GUIDE D'INSPECTION DE TÉLÉPHÉRIQUE

- (1) Câble porteur Décrivez l'état général du câble porteur. Signalez la pénétration excessive de rouille et la présence de torons brisés ou effilochés. Portez une attention particulière aux parties du câble situées sur les ancrages ou à proximité de ceux-ci; employez un épissoir pour vérifier l'état des fils. Vérifiez la flèche du câble.
- (2) Tous les raccords des câbles métalliques Notez tous les raccords manquants ou défectueux, et remplacez ceux-ci. Assurez-vous que les cabots d'appui des boulons d'attache en « U » sont situés sur le côté du câble subissant la traction. Notez tout glissement au niveau des connecteurs et des serre-câbles. Serrez tous les boulons des serre-câbles conformément aux spécifications.
- (3) Ancrages et bases Vérifiez l'état global du béton et des connections. Assurez-vous que les connections ne sont pas recouvertes de terre et de débris et que le béton est en bon état à l'endroit du contact. Notez tout mouvement des bases, des ancrages du tirant et des ancrages en flanc de colline. Vérifiez la présence de tassement, de soulèvement ou d'écoulement du sol environnant. Ce dernier point est particulièrement important pour les installations sur permafrost.
- (4) Cadres triangulaires et autres supports, échelles, boulons, plates-formes de chargement Assurez-vous que les cadres triangulaires sont d'aplomb et de niveau. Assurez-vous que le bois est en bon état, et peint ou traité avec un agent protecteur. Examinez les points de contact si le bois est douteux, prélevez des échantillons. Attachez toutes les échelles, les plate-formes et les autres supports solidement. Assurez-vous que toutes les pièces de montage sont en bon état.
- (5) Câbles de retenue et/ou autres supports de retenue, câble de balisage pour aéronefs Décrivez la condition globale des câbles métalliques. Portez une attention particulière aux parties du câble situées sur les ancrages ou à proximité de ceux-ci. Assurez-vous que le câble n'est pas en contact avec de la terre ou des débris. Remplacez toute balise d'avertissement pour aéronefs manquante ou décolorée. Les cônes devraient être situés à environ 300 mm au-dessus du câble porteur non chargé.
- (6) Nacelle Décrivez l'état général de la nacelle, y compris les poulies. Lubrifiez les poulies au besoin. Assurez-vous que les supports du dévidoir et que les attaches des dispositifs de fixation sont bien attachés. Assurez-vous que les systèmes de freinage et/ou d'entraînement (selon le cas) fonctionnent convenablement.
- (7) Autres composants Décrivez tous les objets dangereux tels que les arbres, les lignes d'alimentation et les poteaux de distribution électrique. Signalez les rives de condition instable et les dangers de chute de pierres. Notez tout endommagement ou condition pouvant compromettre la sécurité de l'installation.

7.0 SOMMAIRE

À la fin du présent cours, le technicien devrait être en mesure de comprendre et de mettre en pratique les procédures de sécurité relatives aux éléments suivants :

1. procédures de sécurité relatives aux nacelles
2. matériel de sécurité de téléphérique
3. procédures de chargement des nacelles
4. emploi sécuritaire des instruments de halage
5. entretien et emploi des systèmes de freinage
6. fonctionnement sécuritaire des nacelles motorisées
7. utilisation de la chaise de gabier et des autres systèmes de récupération.

Outre les procédures de sécurité relatives à l'exploitation et à l'entretien des nacelles, le technicien doit connaître la constitution des téléphériques et la façon appropriée de les inspecter. À la fin du présent cours, les participants devraient être en mesure d'effectuer l'inspection et l'entretien sécuritaire des éléments suivants :

8. cinq types principaux de supports de câble téléphérique
9. trois types de bases
10. ancrages à gravité, ancrages enterrés, ancrages dans le roc, ancrages en flanc de colline et installations à ancrages multiples
11. principales pièces de montage de téléphérique telles que les serre-câbles, les douilles et les tendeurs à vis
12. échelles et plates-formes, rampes d'appui et systèmes de protection contre les chutes.

Après avoir terminé ce cours et acquis de l'expérience supplémentaire, le technicien doit également être en mesure de remplir un rapport annuel d'inspection de téléphérique de façon appropriée, avec les détails techniques nécessaires. Il doit également pouvoir identifier les conditions potentiellement dangereuses et signaler celles-ci aux personnes appropriées.

8.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

8.1 MANUELS DE SERVICE

Environnement Canada. (1971). Hydrometric Equipment Handbook. Direction générale des eaux intérieures, Division des relevés hydrologiques du Canada, Ottawa.

Environnement Canada. (1984). Guide de sécurité – Construction et exploitation des transporteurs aériens pour le jaugeage des cours d'eau. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, 17 p.

8.2 RÉFÉRENCES

American Steel and Wire Company of New Jersey. (1946). Wire Rope Engineering Handbook, p. 112.

Code canadien du travail. (1986). Canada Occupational Safety and Health Regulations. Gazette du Canada, partie II, vol. 120, n° 6, Ottawa.

Transports Canada. (1987). Standards Obstruction Markings. Exigences du système de navigation aérienne, rapport TP382E, 2^e édition, Ottawa.

Conseil du Trésor du Canada. Handbook of Occupational Health and Safety, 3^e édition, Ottawa.

Workers' Compensation Board of British Columbia. Industrial Health and Safety Regulations, règlement 8.24(8).



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 12 – Gestion des stations de jaugeage

R.B. Barnetson
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
854, 200-4e Avenue S.E.
Calgary (Alberta)
Canada T2G 4X3

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET ET CONTEXTE	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	INTRODUCTION	3
4.0	VÉRIFICATIONS DE NIVEAU	4
4.1	STABILITÉ DE LA JAUGE	4
4.2	STABILITÉ DES REPÈRES DE NIVELLEMENT	4
4.3	DÉTECTION DES PROBLÈMES	5
4.3.1	<i>Documentation</i>	5
4.3.1.1	<i>Formule « Étude de la jauge »</i>	5
4.3.1.2	<i>Formule « Analyse de la station »</i>	7
4.4	CORRECTIFS	8
5.0	JAUGEAGES DU DÉBIT	9
5.1	INTRODUCTION	9
5.2	STABILITÉ DE LA RELATION HAUTEUR-DÉBIT	9
5.3	DÉTECTION DES PROBLÈMES	9
6.0	GESTION DES STATIONS DE JAUGEAGE	11
6.1	OBJET	11
6.2	PLAN DE GESTION DES STATIONS	11
6.2.1	<i>Vérifications de niveau</i>	11
6.2.2	<i>Jaugeages du débit</i>	11
6.3	EXEMPLES DE PLANS DE GESTION DES STATIONS	13
7.0	RÉSUMÉ	15
8.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	16
8.1	MANUELS PRATIQUES	16
8.2	RÉFÉRENCES	16

1.0 OBJET ET CONTEXTE

Le présent cours a été élaboré afin d'aider le technicien à décider du moment où il doit se rendre à une station de jaugeage pour effectuer des vérifications de niveau et des jaugeages du débit. La matière contenue dans celui-ci établit un lien entre de nombreux sujets abordés dans les autres cours. Tandis qu'on décrit dans ces derniers la manière d'effectuer certaines tâches précises, le présent cours met l'accent sur le moment où elles doivent être exécutées. Le technicien doit bien connaître le réseau hydrométrique pour pouvoir appliquer les principes énoncés dans ce cours. Il ne peut acquérir ces connaissances que par la voie de l'expérience acquise sur le terrain.

2.0 OBJECTIFS

Le présent cours a pour objet de souligner les facteurs dont il faut tenir compte lorsqu'on établit les priorités et lorsqu'on élabore le calendrier d'un programme de collecte de données de terrain.

- La fréquence des vérifications de niveau varie selon l'emplacement de la station de jaugeage et selon la stabilité de la jauge et des repères de nivellement.
- De même, la fréquence des jaugeages du débit dépend de la stabilité de la relation hauteur-débit, des facteurs qui peuvent modifier cette relation, ainsi que du degré auquel la relation a déjà été définie.

À la fin de ce cours, le participant sera en mesure d'analyser une situation donnée à une station de jaugeage et de décider de la fréquence à laquelle les vérifications de niveau et les jaugeages du débit devront être effectués.

3.0 INTRODUCTION

La tâche **essentielle** d'un technicien en hydrométrie est de calculer et, finalement, de voir à la publication de données hydrométriques, tels les niveaux (ou hauteurs) d'eau et les débits d'un cours d'eau, recueillies aux stations de jaugeage auxquelles le technicien en question a été affecté.

Ces données doivent être recueillies et calculées conformément à des normes ou à des lignes directrices qui ont été établies pour tout le Canada afin de garantir l'uniformité et la comparabilité des données obtenues d'un bout à l'autre du pays.

La clé du calcul des données repose sur la quantité et la qualité des données recueillies sur le terrain. En général, plus celles-ci sont nombreuses et de qualité, plus il est facile de les calculer et plus on peut s'y fier.

La station de jaugeage optimale est une station où les niveaux et les débits d'eau sont contrôlés continuellement avec un degré élevé de fiabilité. En théorie, si on pouvait recueillir ces données à distance, il ne serait pas nécessaire de se rendre aussi souvent aux stations de jaugeage, à part, peut-être, une visite à l'occasion pour s'assurer de l'état de l'abri de jaugeage et des équipements hydrométriques.

Même s'il est souhaitable de mettre au point des appareils de collecte et de transmission électronique de données appropriés, les conditions relatives à l'emplacement de la station de jaugeage et aux équipements hydrométriques présentement utilisés obligent le technicien à se rendre à toutes les stations de jaugeage plusieurs fois par année. Par exemple, les effets dus aux remous peuvent changer au cours de l'année en raison de la glace ou de la flore aquatique, le matériel hydrométrique peut tomber en panne, ou encore il se peut que la jauge hydrométrique soit parfois instable.

Un plan de gestion des stations de jaugeage aidera le technicien à exploiter un réseau hydrométrique de façon efficace. Il peut alors décider du moment où il doit entreprendre des travaux sur le terrain pour évaluer la stabilité de la jauge et des repères de nivellement, et s'il est nécessaire de relever des mesures du débit à une station.

4.0 VÉRIFICATIONS DE NIVEAU

4.1 STABILITÉ DE LA JAUGE

La précision et la fiabilité des relevés du niveau d'eau dépendent principalement de l'état de la jauge à la station hydrométrique. Si la jauge est instable ou endommagée, le relevé du niveau d'eau sera de moindre qualité.

Les jauges peuvent être instables pour les raisons suivantes :

- L'action du gel :
 - sur le sol peut faire monter ou descendre la jauge.
- L'instabilité de la berge :
 - par exemple si elle devient plus boueuse, peut entraîner un abaissement du niveau de référence de la jauge.
- L'érosion du lit du cours d'eau :
 - peut faire disparaître la jauge.
- Des actes de vandalisme ou glace :
 - peuvent entraîner la destruction de la jauge ou un changement de son niveau de référence.
- Le matériel peut subir des défauts mécaniques :
 - par exemple, le lest sur une sonde limnimétrique électrique ou sur un limnimètre à fil lesté peut glisser, se briser ou s'entortiller; une jauge à potence peut être mal consolidée.

Il est essentiel de vérifier le niveau de référence d'une jauge par rapport aux repères de nivellement auxquels il renvoyait initialement pour :

- maintenir un niveau de référence de la jauge constant en vue de la définition de la relation hauteur-débit et de l'application subséquente de cette relation aux hauteurs d'eau, et cela afin d'obtenir des données exactes sur le débit d'un cours d'eau;
- s'assurer que les relevés du niveau de l'eau demeurent exacts et comparables pendant toute la période de relevé, afin de déterminer, par exemple, les crues (dans le cadre des études sur les inondations, des programmes de réduction des dommages causés par les inondations, etc.) et les niveaux des basses eaux (dans les endroits où s'effectue la prise d'eau, les bassins, etc.).

4.2 STABILITÉ DES REPÈRES DE NIVELLEMENT

Des repères de nivellement sont mis en place et entretenus aux stations de jaugeage afin d'assurer la précision de la jauge. Sans eux, la relation entre des indications successives du niveau d'eau ne sera pas sûre, et il sera extrêmement difficile d'établir le relevé du niveau de l'eau pour la station. En outre, il sera peut-être impossible de produire une relation hauteur-débit, ce qui se traduira par des données incertaines sur le débit du cours d'eau.

Trois repères de nivellement devraient être mis en place à chaque station de jaugeage. Ainsi, on évite de perdre le niveau de référence si jamais un ou deux repères de nivellement étaient déplacés ou détruits.

Lorsqu'on installe les repères de nivellement, on se doit de choisir des emplacements qui offriront une grande stabilité, c'est-à-dire des endroits où les repères de nivellement conserveront leur position relative sur le terrain.

Les repères de nivellement doivent être placés à une certaine distance l'un de l'autre, loin de la berge de la rivière et, de préférence, au-dessus du lit d'inondation. Si les repères sont placés à des endroits où l'on effectue des travaux

agricoles ou de construction, ou encore sur des chemins empruntés par des transporteurs (en vertu de droits de passage), ils doivent être clairement indiqués à l'aide d'un drapeau.

Dans la mesure du possible, on doit éviter :

- les berges de rivière qui risquent de s'affaisser
- les endroits où la pente est instable
- les endroits où il y a des méandres
- les endroits où il y a une forte érosion du sol ou des dépôts
- les fossés remplis ou les endroits près des routes où le matériel rapporté n'est pas compacté
- les endroits où la nappe phréatique est près de la surface
- les chantiers de construction.

Le gel est l'une des principales causes de l'instabilité des repères de nivellement. Dans les prairies, le sol peut geler à plus d'un mètre sous la surface.

Le cours n° 3 traite des repères de nivellement et décrit comment chaque type convient aux divers sols et endroits.

4.3 DÉTECTION DES PROBLÈMES

Il peut y avoir plusieurs causes aux données douteuses portant sur le niveau d'eau relevées à une station hydrométrique :

- A. la jauge est stable, mais au moins un repère de nivellement est instable
- B. la jauge est instable, mais tous les repères de nivellement sont stables
- C. la jauge est instable, et au moins un repère de nivellement est instable.

On se doit de déterminer quel est le problème afin de pouvoir apporter les correctifs nécessaires. On doit pour ce faire établir un compte rendu des activités sur le terrain.

4.3.1 *Documentation*

Le compte rendu des activités sur le terrain est établi sur des formules intitulées « Étude de la jauge » et « Analyse de la station ». La façon de remplir ces formules est expliquée aux cours n° 22 « La formule Analyse de la station » et n° 3 « Les repères de nivellement et le niveau de référence de la jauge ».

4.3.1.1 *Formule « Étude de la jauge »*

La formule « Étude de la jauge » est une liste chronologique de toutes les opérations relatives aux repères de nivellement effectuées à une station de jaugeage donnée depuis l'établissement de celle-ci. Elle donne la description et l'élévation actuelles des repères de nivellement, ainsi que l'élévation du niveau de référence de la jauge. Immédiatement après le nivellement, l'élévation des repères de nivellement est consignée en vue de détecter les repères et les jauges instables. La formule d'étude de la jauge est mise à jour par le technicien et conservée dans le dossier de travail courant.

La formule « Étude de la jauge » montre la constance du niveau de référence de la jauge. Il s'agit d'un élément très important du processus de collecte des données, et on doit s'efforcer autant que possible de maintenir cette constance tout au long de la période de relevé. La constance du niveau de référence de la jauge rehaussera grandement la valeur des données hydrométriques aux fins de nombreuses études hydrologiques et techniques. La formule « Étude de la jauge » constitue un registre officiel du niveau de référence actuel de la jauge.

La formule « Étude de la jauge » peut être utilisée pour déceler les problèmes relatifs au niveau de référence de la jauge et (ou) des repères de nivellement. Les figures 1 à 3 illustrent cette application.

La figure 1 illustre un exemple d'une station de jaugeage dont les repères de nivellement et l'échelle limnimétrique sont stables. Des vérifications de niveau effectuées à partir du repère de nivellement de référence au cours d'une période de quatre ans indiquent que le déplacement maximal apparent des deux repères de nivellement n'a été que de 2 mm (de 8,997 m à 8,999 m). De même, le déplacement apparent de l'échelle limnimétrique a été de 3 mm, de + 0,001 m à - 0,002 m. Selon toute probabilité, ces variations sont dues à une erreur de l'instrument d'observation ou de nivellement et n'indiquent pas de fait un déplacement de la jauge ou des repères de nivellement.

La figure 2 illustre un exemple d'une station de jaugeage où le limnimètre à fil lesté est relativement stable, mais où l'un des trois repères de nivellement est instable. Des vérifications de niveau effectuées sur plusieurs années ont indiqué que, par rapport au repère de nivellement de référence, la jauge a varié de 4 mm. Le repère de nivellement n° M81-311 a aussi été très stable. Le repère n° M81-312 s'est toutefois déplacé en apparence de 24 mm au cours de cette période, l'élévation étant généralement plus haute lorsque le sol est gelé.

La figure 3 illustre une situation plus complexe. Au cours des deux premières années d'exploitation, il semble que le repère de nivellement de référence ait été instable puisqu'il y a eu un déplacement apparent considérable des deux autres repères de nivellement et de l'échelle limnimétrique. Il semble aussi que cette dernière ait été instable étant donné que des rectifications importantes y ont été apportées tant dans le sens positif que dans le sens négatif. Cette analyse est confirmée par les données des années plus récentes. (On traite des correctifs à l'article 4.4.)

Gauge History/Étude de la Jauge	
Station Name	Station No.
Wandering River near Hwy. No. 10	06 TC 005
NT80-400 - tige métallique dans le roc à 20 m au nord-est de l'abri. Élev. 10,000 m NT80-401 - Repère à 10 m au nord de l'abri. Élev. 9,623 m NT80-402 - Repère à 5 m au sud de l'abri. Élev. 8,998 m Elevation of Gauge Datum: 0,000 m (niveau de référence conventionnel)	
HISTORY OF GAUGE CORRECTIONS, BENCH MARKS AND OTHER EQUIPMENT	
Date	Notes on Installation or Removal of Gauges, Bench Marks, etc.
1980	Station en exploitation et installation des repères NT 80-400, NT 80-401
6 mai	NT 80-402 et de l'échelle limnimétrique
10 juil.	
5 sept.	
20 oct.	NT 80-400 utilisé pour l'année
1981	
10 avril	NT 80-400 utilisé pour l'année
5 mai	
16 oct.	NT 80-400 utilisé pour l'année
1982	
6 avril	
1er mai	NT 80-400 utilisé pour l'année
30 oct.	NT 80-400 utilisé pour l'année
1983	
11 avril	
11 mai	
29 oct.	NT 80-400 utilisé pour l'année

Figure 1. Étude de la jauge – Wandering River near Highway N° 10

Gauge History/Étude de la Jauge	
Station Name	Station No.
Sally Creek at Hwy. No. 15	05CK006
M81-311 - Repère à 10 m au sud de la jauge. Élev. 160,101 m M81-312 - Coin sud-ouest de la fondation en béton de l'abri. Élev. 160,903 m M81-321 - Repère à 5 m au nord de la jauge. Élev. 159,811 m Elevation of Gauge Datum: 157,000 m	
HISTORY OF GAUGE CORRECTIONS, BENCH MARKS AND OTHER EQUIPMENT	
Date	Notes on Installation or Removal of Gauges, Bench Marks, etc.
1981	Station en exploitation et installation des repères M81-311 et M81-312
6 juin	79-T-101 utilisé pour l'année
20 oct.	
1982	
1er avril	M81-311 utilisé pour l'année
20 mai	
6 juil.	
30 oct.	M81-311 utilisé pour l'année
1983	
11 avril	M81-312 considéré instable
26 mai	installation de M81-321
20 juil.	
26 oct.	M81-311 utilisé pour l'année
1984	
10 avril	
26 mai	
19 oct.	M81-311 utilisé pour l'année
1985	
11 avril	

Figure 2. Étude de la jauge – Sally Creek at Highway N° 15

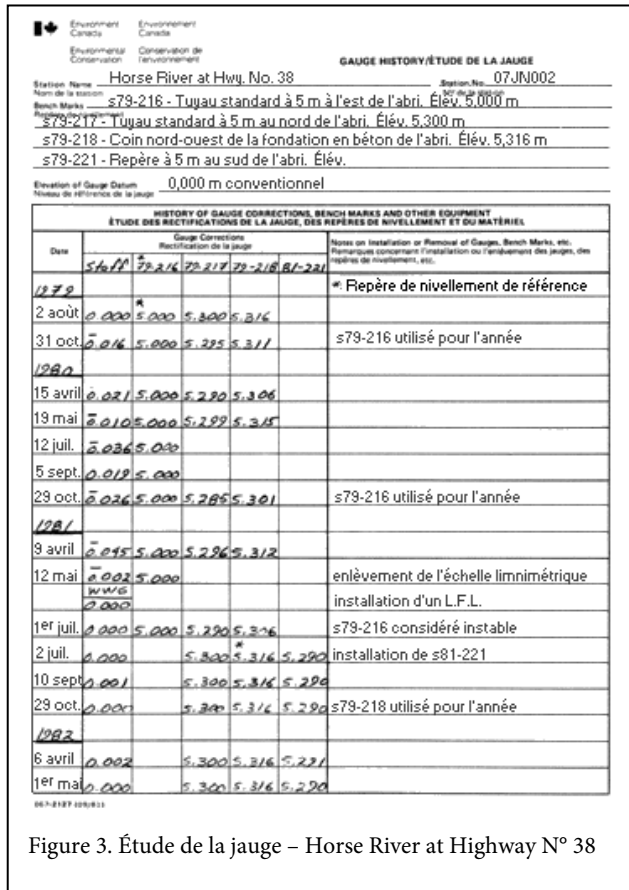


Figure 3. Étude de la jauge – Horse River at Highway N° 38

4.3.1.2 Formule « Analyse de la station »

Une fois remplie, la formule « Analyse de la station » constitue un résumé annuel de toutes les activités se rapportant à une station de jaugeage spécifique. Les renseignements concernant les vérifications de niveau figurant sur cette formule doivent :

- préciser le nombre de vérifications de niveau effectuées ainsi que les dates où elles ont été faites;
- indiquer la période d'utilisation de chaque jauge (si plus d'un type de jauge a été utilisé);
- expliquer pourquoi certaines vérifications de niveau sont douteuses;
- expliquer pourquoi il n'y a pas eu de vérification de niveau;
- expliquer la méthode de détermination de la fréquence des corrections de niveau.

Les figures 4 et 5 illustrent des exemples de formule « Analyse de la station ».

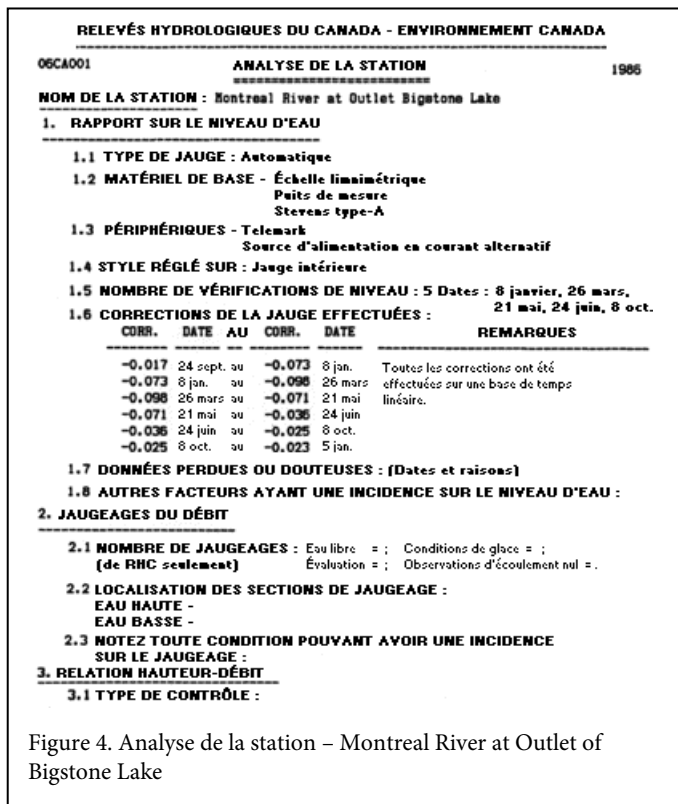


Figure 4. Analyse de la station – Montreal River at Outlet of Bigstone Lake

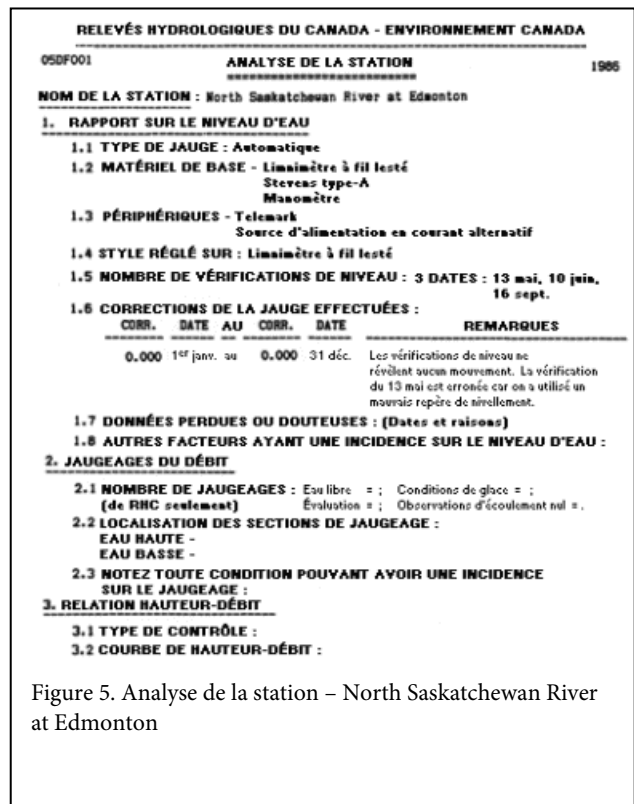


Figure 5. Analyse de la station – North Saskatchewan River at Edmonton

4.4 CORRECTIFS

Après que les problèmes relatifs à la jauge et (ou) aux repères de nivellement de la station de jaugeage aient été cernés, une solution peut être envisagée. S'il s'agit d'une jauge instable, on peut :

- la réparer si le problème est d'ordre mécanique
- dans la mesure du possible, la protéger de l'érosion du cours d'eau, du vandalisme, etc.
- la remplacer par une jauge d'un type différent (figure 3)
- la déménager à un endroit ou sur une assise plus stable
- ou abandonner la station de jaugeage si aucune des solutions ci-devant ne se révèle adéquate.

S'il s'agit d'un repère de nivellement instable, on peut :

- le déménager à un endroit offrant plus de stabilité
- le remplacer par un repère de nivellement offrant plus de stabilité dans les conditions du type rencontré à cet emplacement (figures 2 et 3)
- ou abandonner la station de jaugeage.

Tout repère de nivellement instable doit être détruit. On doit en outre prendre note de cette destruction.

Dans la plupart des cas, une jauge inadéquate ou des repères de nivellement instables n'entraîneront probablement pas l'abandon de la station de jaugeage, en particulier si un examen minutieux de l'emplacement a été réalisé avant l'installation de la station. Cependant, de tels inconvénients associés à d'autres facteurs, tels des sections de jaugeage médiocres, l'accès difficile à la station ou des changements quant à l'utilisation de cette dernière, peuvent influencer sur la prise d'une décision.

5.0 JAUGEAGES DU DÉBIT

5.1 INTRODUCTION

La relation hauteur-débit a été étudiée en détail au cours n° 18.

Un programme de jaugeage du débit est mis en oeuvre pour établir une relation entre la hauteur et le débit tenant compte de toutes les variations du niveau. On représente graphiquement chaque mesure du débit et la hauteur d'eau correspondante en traçant une courbe régulière. Cette dernière est utilisée conjointement avec un enregistrement continu du niveau d'eau pour déterminer le débit quotidien.

5.2 STABILITÉ DE LA RELATION HAUTEUR-DÉBIT

Les jaugeages du débit sont effectués à intervalles réguliers pour les raisons suivantes :

1. Pour établir une relation entre la hauteur et le débit tenant compte de toutes les variations du niveau d'eau.
2. Pour vérifier la stabilité de la relation hauteur-débit. Des écarts par rapport à cette relation peuvent être causés par :
 - i. l'affouillement du chenal ou le dépôt de sédiments sur le lit de celui-ci;
 - ii. des remous causés par la formation de glace ou l'accumulation de glace ou de débris sur le matériel;
 - iii. la variation de la pente de la surface du cours d'eau en présence d'un fort débit;
 - iv. la présence de flore aquatique dans le chenal ou sur le matériel;
 - v. la construction de barrages par des castors ou la destruction de ces barrages.
3. À titre de jaugeage complémentaire, pour confirmer ou infirmer les résultats d'un jaugeage anormal qui dévient de la courbe de hauteur-débit. Il est essentiel de calculer les résultats du jaugeage sur place afin de les comparer avec les autres données inscrites dans le carnet des données relevées.

5.3 DÉTECTION DES PROBLÈMES

On peut décider d'effectuer ou non le jaugeage du débit à une station donnée avant de quitter le bureau ou une fois sur le terrain. On peut connaître à l'avance le niveau du cours d'eau au cours des dernières heures par l'entremise d'un observateur ou d'un dispositif de transmission électronique des données. Par la suite, si on remarque une déviation de la courbe de hauteur-débit, ou si le niveau correspond aux valeurs extrêmes représentées sur la courbe, il peut être nécessaire de procéder à un jaugeage. On peut aussi décider, au bureau, de jauger le débit à une station à l'occasion de chaque visite, que ce soit pour établir une nouvelle courbe, pour en vérifier une ou pour confirmer la présence de remous.

Dans bien des cas, on décide de jauger un cours d'eau une fois sur place. Le technicien doit évaluer la situation à chaque visite de la station. Il est très important qu'une copie de la courbe de hauteur-débit ainsi qu'une liste des données de tous les jaugeages précédents effectués pendant l'année en cours soient facilement accessibles dans le carnet des données relevées.

Assurez-vous que le carnet utilisé par les techniciens est complet. En outre, il est essentiel de remplir les

documents sur place une fois le jaugeage du débit terminé. Dans la plupart des cas, cette mesure englobe l'achèvement de la rédaction des notes de jaugeage et le calcul du débit. Tout renseignement pertinent aux conditions d'écoulement doit être inscrit dans les notes prises sur le terrain avant de quitter la station. Ainsi, tout problème relié au jaugeage peut être repéré et corrigé.

6.0 GESTION DES STATIONS DE JAUGEAGE

6.1 OBJET

Afin de tirer le maximum des ressources disponibles, la fréquence des visites des stations de jaugeage au cours de l'année doit être dictée par les impératifs de qualité associés aux données hydrométriques relevées et publiées. Seule l'élaboration d'un **programme de gestion propre à chaque station** de jaugeage permet l'atteinte de cet objectif. Ce programme sert à déterminer le moment où le technicien doit visiter une station afin :

- de vérifier la stabilité de la jauge et des repères de nivellement,
- d'effectuer un jaugeage de l'écoulement pour confirmer l'exactitude de la relation hauteur-débit,
- de recueillir des échantillons pour l'étude du débit solide et de la qualité de l'eau,
- de poursuivre des programmes d'entretien courant ou spécial,
- d'effectuer d'autres tâches.

Comme chaque station de jaugeage est unique, elle doit par conséquent avoir son propre plan de gestion. Celui-ci doit être élaboré chaque année puisque les conditions rencontrées à la station et les exigences relatives aux données varient avec le temps. Par exemple, il faut visiter plus fréquemment une nouvelle station de jaugeage jusqu'à ce que la relation hauteur-débit la caractérisant soit établie.

6.2 PLAN DE GESTION DES STATIONS

6.2.1 Vérifications de niveau

La fréquence à laquelle on doit effectuer des vérifications de niveau est déterminée par les situations ayant une incidence sur la jauge. **Quand les conditions sont normales**, trois vérifications annuelles du niveau suffisent : la première avant le dégel, une deuxième au tout début de l'été et la dernière à l'automne. Dans le cas de jauges dont le registre indique des signes d'instabilité, il faut procéder à une vérification de niveau à chaque visite. En outre, cette opération s'impose s'il semble y avoir eu un déplacement de la jauge ou si un jaugeage du débit donne des résultats s'éloignant de la relation hauteur-débit.

6.2.2 Jaugeages du débit

Un programme d'activités sur le terrain doit être élaboré de façon que les visites aux stations de jaugeage correspondent aux périodes où il se produit une variation du niveau d'eau et non pas aux dates du calendrier. Cette tâche peut se révéler particulièrement ardue dans le cas des petits cours d'eau dont les périodes de débit maximal peuvent ne durer qu'environ une heure et se produire à n'importe quelle heure du jour ou de la nuit. Par contre, la durée des périodes de fort débit des grands cours d'eau est d'ordinaire assez longue, ce qui laisse suffisamment de temps pour effectuer les jaugeages requis. Bien sûr, la plupart des cours d'eau jaugés se situent entre ces deux extrêmes. Cet état de fait commande l'établissement d'un programme de jaugeage du débit propre à chaque cours d'eau. Il faut cependant tenir compte des coûts supplémentaires qu'entraînent plusieurs visites ponctuelles de courte durée et essayer plutôt d'élaborer un circuit de déplacements comprenant un bon nombre de stations sur une base plus régulière.

Un programme permettant d'obtenir une quantité suffisante de jaugeages du débit afin de déterminer clairement la relation hauteur-débit constitue l'un des principaux aspects de la gestion de chaque station hydrométrique. Un autre point important est la stabilité et la capacité de la relation à exprimer la moindre variation. L'entière compréhension de ces paramètres se révèle nécessaire puisqu'ils constituent les renseignements essentiels sur lesquels s'appuie la production de bons relevés.

Aux fins d'établissement d'une nouvelle relation hauteur-débit, on doit pouvoir compter sur un certain nombre de jaugeages du débit et d'observations de niveau correspondantes. Les jaugeages doivent être effectués de façon à représenter toutes les variations du niveau. Ils doivent en outre être assez nombreux pour assurer la détermination de toutes les sections de la courbe de hauteur-débit. Au bout d'un certain temps, la variation saisonnière de la relation hauteur-débit prendra forme. Celle-ci devra être vérifiée régulièrement à certaines stations tandis qu'à d'autres, là où elle a tendance à être stable et bien définie, il est fort possible que seulement un ou deux jaugeages soient nécessaires pendant la période d'eau libre pour en vérifier la stabilité.

La relation hauteur-débit est souvent soumise à de nombreux phénomènes apparents ou pas qui peuvent la modifier d'une façon considérable et provoquer l'inscription de données sur le graphique soit à gauche, soit à droite de la courbe établie. De telles conditions, souvent dues à des rives ou à un lit instables, ou encore à une modification de la pente attribuable à un niveau à la hausse ou à la baisse, sont appelées variations (permanentes ou temporaires).

Dans la plupart des cas, il semble évident qu'un jaugeage doit être effectué à chaque visite de la station, qu'il y ait ou non variation du niveau d'eau. Cependant, là où est installé du matériel stable et bien calibré, un ou deux jaugeages pendant la période d'eau libre suffiront pour confirmer qu'aucun changement ne s'est produit. D'autres visites seront nécessaires pour relever les données de l'enregistreur et assurer l'entretien courant des installations.

Le moment où l'on décidera de modifier un programme de jaugeage du débit et la façon de le faire dépendront largement de la connaissance des antécédents de la région qu'aura acquise le technicien affecté à celle-ci, et des caractéristiques des cours d'eau en question.

L'objectif principal du jaugeage d'un cours d'eau est de confirmer ou d'établir une relation hauteur-débit, ou d'expliquer pourquoi les résultats dévient de cette relation. Toute décision visant à modifier le programme doit être prise conjointement avec le surveillant régional.

Pour évaluer séparément des problèmes de jaugeage, on peut se servir des moyens suivants :

1. La relation hauteur-débit
 - stabilité du matériel et parties incomplètes de cette relation.
 - les antécédents des facteurs ayant une incidence sur la relation hauteur-débit.
2. L'hydrogramme type
3. Les données en temps réel
 - les enregistrements des stations dotées de plates-formes de collecte de données, entre autres, peuvent être consultés pour déterminer si les niveaux d'eau sont à un point où un jaugeage se révèle nécessaire.
4. Les campements de fin du printemps sur le terrain
 - certains emplacements peuvent présenter des phénomènes de fin de printemps se produisant très rapidement. Il peut alors être nécessaire, pour définir la relation ou les conditions de remous, d'établir un campement sur place pour pouvoir jauger le cours d'eau plusieurs fois par jour.

D'autres facteurs peuvent avoir une incidence sur la fréquence des jaugeages du débit et, par le fait même, sur la qualité des relevés produits. En voici trois :

Les ressources financières — la réduction des sommes affectées au transport et à l'exploitation, qu'elle soit due à des accords de partage des frais ou à des coupures ministérielles, peut faire en sorte que le nombre de jaugeages du débit effectués soit insuffisant pour l'établissement

d'une relation hauteur-débit.

Les ressources humaines — un gel de l'embauche ou une expansion trop rapide du réseau de jaugeage (on ne suffit plus à embaucher et à former de nombreux techniciens) peut altérer la qualité du travail effectué dans l'ensemble des stations.

La gestion — l'utilisation judicieuse de moyens pour atteindre un objectif.

Peu importe la raison invoquée pour réduire la fréquence des jaugeages du débit, elle doit être expliquée sur la formule « Analyse de la station » afin de renseigner les personnes qui effectuent une vérification de la qualité des relevés de l'année en cours et celles qui pourraient utiliser les registres pour des corrections futures.

6.3 EXEMPLES DE PLANS DE GESTION DES STATIONS

Si aucun consensus n'a été adopté à l'échelle nationale ou en matière d'établissement d'un plan de gestion détaillé des stations, plusieurs bureaux ont conçu et implanté leurs propres formules. D'autres, par contre, disposent de plans moins précis, et la gestion des stations est laissée à la discrétion des surveillants et des techniciens. À l'heure actuelle, on s'attaque à ce problème et on espère qu'une formule et un mode de gestion, acceptés par tous les bureaux de *Relevés hydrologiques du Canada*, seront utilisés d'ici peu. Les figures 6, 7 et 8 présentent des exemples de formules présentement utilisées au Canada.

CHARGE DE TRAVAIL
BUREAU SECONDAIRE DE WILLIAMS LAKE - 1983

Les évaluations ci-après ont été utilisées dans le cadre d'un "Programme de jaugeage optimal" mis en oeuvre par le bureau secondaire de Williams Lake en 1983.

A.	Calculs réalisés au bureau (par station)	Jours /mois	Jours/année
1)	Mettre chaque station en ordre		
a)	Automatique		
i)	Insérer sur R-56		
ii)	Représenter graphiquement et vérifier les débits		
iii)	Faire approuver les données		2
b)	Manuel		
i), ii), et iii)	pour les stations automatiques		1
2)	Tableau de codage		
a)	Codage et application de toutes les corrections de la trace		1
3)	Vérifications des données imprimées et perforées		
a)	Vérifier périodiquement le mode d'enregistrement numérique et par perforations sur la sortie imprimée n° 3.		1/2
4)	Calcul du débit hivernal		
a)	Calculer les débits hivernaux et en dresser l'hydrogramme		1
5)	Validation des sorties imprimées		
a)	Vérifier tous les calculs et l'hydrogramme		1/2
B.	Compte de frais, comptes véhicule		1/2
C.	Courrier administratif		1/2
D.	Réparation des véhicules et entretien du matériel		2
E.	Inventaire		3
F.	Travail sur le terrain (par station)		
i)	La durée de la visite dépend de la stabilité du matériel, de la facilité d'accès au site, de la présence d'une jauge manuelle ou automatique, etc.		Varie de 1,0 à 1,5
Calculs réalisés au Bureau (données annuelles d'une station)			
	Niveaux relevés manuellement et débits	1 + 1/2 + 1 + 1/2	3
	Niveaux relevés automatiquement et débits	2 + 1 + 1/2 + 1 + 1/2	5
	Niveaux relevés manuellement	1 + 1/2 + 1/2	2
	Niveaux relevés automatiquement	1 + 1 + 1/2 + 1/2	3

Figure 6. Plan de gestion des stations, bureau secondaire de Williams Lake

BC 8-2018-701

STATION N°	STATION			
08F606	ATNARKO RIVER NEAR THE MOUTH			
DESCRIPTION DU MATÉRIEL ET CAUSE DE LA VARIATION	Soit aux variations, section régulière seulement.			
NIVEAU DU COURS D'EAU	NIVEAU	DÉBIT	MOIS	
Bas ou hivernal			Mars - enlever l'isolant	
Haut			Mai	
Moyennement haut			Juin	
Moyennement bas			Juillet	
Bas ou hivernal			Décembre	
Hivernal			Janvier	
VISITES SUPPLÉMENTAIRES	Septembre - établir le diagramme et isoler le puits.			
(DATE ET OBJET)				
DATE D'ENTRETIEN	Mars et décembre			
DES JAUGES				
EXTRÊMES MESURÉS	MAXIMUM		MINIMUM	
	NIVEAU	DÉBIT	NIVEAU	DÉBIT
EXTRÊMES ENREGISTRÉS				

Figure 7. Plan de gestion des stations, Atnarko River near the Mouth

1983 - PROGRAMME DE TRAVAIL DE LYLE CONNATTY

		PRÉVUS	RÉELS
a) Jours sur le terrain prévus	92		
Visites non prévues	7		
Entretien et amélioration de la station et reconnaissance	8	107	
	107		
b) Entretien des véhicules et du matériel, inventaire, correspondance, rapports mensuels, compte de frais, révision du programme et budget	21	21	
c) <u>Calculs</u>			
<u>Nom de la station</u>	<u>Numéro</u>	<u>Jours/année</u>	
ATNARD RIVER NEAR THE MOUTH	BFB-6	3.5	
BELLA COOLA R. AB. BURNT BRIDGE CR.	BFB-7	3.0	
BIG CREEK AB. GROUNDHOG CREEK	BMB-6	3.5	
BIG CREEK BEL. GRAVEYARD CREEK	BMB-7	3.5	
CHILCOTIN RIVER BEL. BIG CREEK	BMB-5	3.0	
CHILKO RIVER AT OUTLET OF CHILKO LAKE	BMA-2	3.0	
CHILKO RIVER NEAR REDSTONE	BMA-1	3.0	
CLAYTON FALLS CR. NR. THE MOUTH	BFB-9	3.5	
CLEARWATER R. AT OUTLET HOBSON LAKE	BLA-13	2.5	
DEAN R. BELOW TANGWANKET CREEK	BFC-3	3.5	
GASPARD CREEK BEL. OUTLET OF GASPARD L.	BMD-32	3.0	
GASPARD LAKE ABOVE OUTLET	BMD-31	1.5	
HOBSON CREEK BEL. BOIS GRENIER CREEK	BLA-18	3.5	
HOBSON LAKE NEAR CLEARWATER STATION	BLA-14	1.5	41.5
	SUBTOTAL	41.5	
d) Vacances		18	
e) Formation assurée dans le cadre du perfectionnement professionnel			
f) Levés de la pente dans les périodes d'eau haute et analyse	Cours d'eau		
	Cours d'eau		
g) Levés spéciaux			
h) Autres (spécifiez)			
	SOUS-TOTAL	107.5	

Figure 8. Plan de gestion des stations, programme de travail personnel

7.0 RÉSUMÉ

Le présent cours a porté sur l'élaboration d'un programme de collecte des données sur le terrain. La stabilité des repères de nivellement et des jauges a été abordée, et la façon de cerner les problèmes connexes et d'y remédier a été illustrée à l'aide d'exemples concrets. Il a été fait état des raisons qui motivent l'obtention de données sur le niveau et le débit d'eau. Enfin, les facteurs ayant une incidence sur la fréquence des visites ont été mis en lumière, de même que l'importance que revêt l'implantation d'un plan de gestion détaillé des stations hydrométriques. Aussi le technicien en hydrométrie devrait-il maintenant être en mesure d'évaluer une situation donnée observée à une station de jaugeage, et de décider selon quelle fréquence des vérifications de niveau et des jaugeages du débit doivent y être effectués.

8.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

8.1 MANUELS PRATIQUES

Environnement Canada (1980). Calcul et publication des données hydrométriques. Cinquième édition, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa.

Environnement Canada (1984). Manuel pratique de levés hydrométriques – Nivellement. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa.

Terzi, R. A. (1982). Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa.

8.2 RÉFÉRENCES

Rantz, S. E. et coll. (1982). « Measurement and Computation of Streamflow : Volume 1, Measurement of Stage and Discharge », and « Volume 2, Computation of Discharge ». USGS Water Supply Paper 2175, Washington, D.C.



RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 13 – Description des stations (sur le terrain et au bureau)

H. Yea
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
513, 269 rue Main
Winnipeg (Manitoba)
Canada R3C 1B2

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET ET CONTEXTE	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	FORMULE DE DESCRIPTION DE STATION.....	3
3.1	INTRODUCTION	3
3.2	NOM ET NUMÉRO DE LA STATION	6
3.3	COORDONNÉES ET DÉSIGNATION OFFICIELLE DU TERRAIN	7
3.4	DESCRIPTION DE L'EMPLACEMENT.....	8
3.5	ÉQUIPEMENT DE LA STATION HYDROMÉTRIQUE	8
3.6	SECTIONS DE MESURAGE	8
3.7	CANAL ET ÉLÉMENT RÉGULATEUR.....	8
3.8	REPÈRES	8
3.9	CROQUIS DES REPÈRES ET DE L'ÉQUIPEMENT	9
3.10	CROQUIS DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION.....	9
3.11	VARIATIONS RÉGIONALES	9
4.0	SYSTÈME HYDEX	10
4.1	OBJET DU SYSTÈME HYDEX	10
4.2	COMMENT REMPLIR LA FORMULE 067-2006.....	11
5.0	RÉSUMÉ.....	21
6.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	22
6.1	MANUELS PRATIQUES.....	22
6.2	RÉFÉRENCES.....	22

1.0 OBJET ET CONTEXTE

Les procédures entourant la description d'une station hydrométrique, dont la formule de description et la formule de mise à jour de l'inventaire des stations hydrométriques pour le fichier HYDEX, forment une partie intégrante et essentielle des renseignements touchant une station. La formule de description doit décrire entièrement un site et constituer un registre à jour de l'équipement de la station en cause. Ce document de référence peut être utilisé par un nouveau technicien travaillant sur le terrain et lui permettre de connaître les stations qu'il doit exploiter. Ce document peut également servir à d'autres personnes désirant des renseignements sur la ou les stations en question.

Le fichier HYDEX est un inventaire informatisé de toutes les stations hydrométriques actives du Canada. Il fournit aux gestionnaires des renseignements détaillés sur les installations que l'on trouve à chaque station et sur la catégorie de station aux fins du partage des coûts d'exploitation. Il produit les listes pour l'« Index de référence des données sur les eaux de surface » et des listes destinées aux usagers des données.

Les techniciens doivent comprendre l'importance de ces deux documents de référence et les remplir correctement.

2.0 OBJECTIFS

Ce cours porte sur les procédures à suivre pour remplir la formule de description de station et la formule de mise à jour de l'inventaire des stations hydrométriques pour le fichier HYDEX. À la fin de ce cours, les techniciens seront en mesure d'effectuer les tâches suivantes :

1. Attribuer un nom et un numéro à des stations;
2. Tirer de cartes topographiques les coordonnées des stations et des descriptions officielles des terrains;
3. Décrire en détail l'emplacement d'une station;
4. Faire la liste de l'équipement d'une station de jaugeage;
5. Décrire les sections de mesurage du débit;
6. Décrire les canaux et les éléments régulateurs des cours d'eau;
7. Décrire et indiquer l'emplacement des repères;
8. Interpréter la formule d'inventaire des stations hydrométriques et connaître les procédures de mise à jour de cette formule;
9. Récupérer des données du fichier HYDEX.

3.0 FORMULE DE DESCRIPTION DE STATION

3.1 INTRODUCTION

On n'a pas encore élaboré de formule normalisée de description de station hydrométrique pour le Canada. Toutes les formules régionales utilisées actuellement par la Direction des ressources en eau renferment des renseignements détaillés sur chacune des stations hydrométriques. La présente section décrit, à l'aide de plusieurs exemples (figures 1 à 3), les éléments que doivent renfermer la formule de description et l'historique de la station.

La figure 1 présente un exemple de la formule R-40A dûment remplie. La formule et la carte qui y est associée décrivent en détail l'emplacement d'une station de jaugeage par rapport aux villes et aux autres points de repère terrestres importants. On y trouve des croquis à l'échelle montrant les emplacements exacts des repères de nivellement, des prises d'eau des puits de mesure, des tuyaux et des orifices de purge de gaz.

DEPARTMENT OF ENERGY, MINES AND RESOURCES
INLAND WATERS BRANCH - WATER SURVEY OF CANADA

STATION No. _____ DESCRIPTION OF STATION

On SPADY Creek
at BURNTOWN near _____ River
located in SE 1/4 Sec. 35 Tp. 20 Rg. 6-W5
Latitude 45° 47' 07" Longitude 107° 06' 19"
Established OCTOBER 1, 1960 by D.G. SAMSON RRRBT
Name of observer DRS. G. DOE P.O. Address BURNTOWN
pay 1.15/No. distance _____ frequency of observation 1 DAILY

Location of station with respect to towns, bridges, highways, railroads, industries, islands, falls, dams, etc.: On the right bank, on the upstream side of the township road bridge 0.8 km west of highway #31 and 3.2 kms SW of Burntown

Description and location of the gauge: If chain gauge or wire wright, give length from end of wright to the first marker:
MB Bridge
A-25 Recorder installed Dec. 10, 1965

Description of the equipment from which measurements are made:
Low water: wading under upstream side of bridge
Medium and High water measured from upstream side of bridge

Location and description of initial point for soundings:
0 at right bank abutment

Channel above the station: straight or curved for about 60 m, water swift, sluggish, etc.
Channel below the station: straight or curved for about 4 m, water swift, sluggish, etc.
Left bank: high, rocky, or low, liable to overflow, clean or wooded, etc.:
High wooded above gauge
Pasture field below gauge
Right bank: high, rocky, or low, liable to overflow, clean or wooded, etc.:
High wooded above gauge
Pasture field below gauge
Bed of the stream: rocky, gravel, mossy, shell or vegetation, shifting:

Number of channels at low and high water, approximate depth of water, etc.:
One channel at all stages
Note any condition which may affect the measurement, etc.:

Bench-marks: Describe fully, give elevation above zero of the gauge and above sea-level or other datum, if possible, make sketch bringing out the principal features:
MP elev. 9.845 m V cut on bridge girder upstream side of bridge
MP elev. 9.900 m V cut in iron railing inside gauge house
TBM elev. 9.696 m nail in hydro pole #5673
Brl elev. 11.860 m 20m east of hwy. 31 centre line

Take sufficient soundings to develop a cross-section of stream bed and, by use of level, develop banks to above high-water mark. Refer all elevations to gauge datum.

SKETCH OF BENCH-MARK LOCATIONS

Figure 1(a) Exemple de formulaire de description de station, Guelph (Ontario)

SKETCH OF STATION LOCATION

N

PREPARED OR REVISED BY	DATE

Make a sketch showing the relative location of the station, gauge, bench-marks, tributaries, towns, etc.

Figure 1(b) Exemple de formulaire de description de station, Guelph (Ontario)

SKETCH SHOWING LOCATION OF BENCH MARKS AND GAUGING EQUIPMENT

SKETCH SHOWING HOW TO GET TO STATION

1:150,000 MAP 72E

Figure 2(a) Exemple de formulaire de description de station, Regina (Saskatchewan)

**ENVIRONMENT CANADA
WATER SURVEY OF CANADA**

DESCRIPTION OF STATION

Station No. 11A8009
 Station Name: MIDDLE CREEK NEAR SASK. BOUNDARY Prov. Alberta
 Established July 6 in 1961
 Name of Observer: _____ Telephone _____
 Residence Location: _____

Location Lat: 49° 25' 29" Long: 110° 03' 09"
 in SEA sec 34 Twp 05 Rge 1 Wkth Mer.
On farm access road about 16 km west and 23 km north
of Govenlock, Sask. About 2.5 km upstream of Middle
Creek reservoir and approximately 457 m upstream
of concrete traffic bridge.

Description of gauging equipment and location:
A standard well with a standard unwired shelter
housing a float activated recorder, 2MPS upper
intake, 2MPS lower intake, both equipped with
flushing systems. A 0-3 m I.G. Shelter fenced,
Electric tape gauge, DCP with Memorak 3 and solar
panel.

Description of Control and Measuring Sections:
Steel sheet piling control with wading section
immediately upstream of control. High water
measurements can be made at the traffic bridge
downstream of gauge. Other wading sections as
shown on map.

ELEVATION OF GAUGE DATUM AND DESCRIPTION OF BENCH MARKS

Elevation of Gauge Datum: 0.000 m, assumed
 Conversion Equation: 1030.568 metres to convert to
 GSC DATUM _____

SIBM #1 - 46 m upstream of traffic bridge on the
right bank.
 Elevation: 3.151 m

SIBM #3 - 3.5 m downstream from shelter.
 Elevation: 2.862 m

S82-468 SC - screw type with brass cap and standard
marker, 18.0 m NW of shelter.
 Elevation: 2.865 m
 (screw-anchor type. Referenced to SIBM
 #3, February 23, 1983.)

DIMENSIONED SKETCH OF ORIFICE OR INTAKES

LOOKING DOWNSTREAM

Prepared or Revised by W.R. Klussen date 1987-11-23

Figure 2(b) Exemple de formulaire de description de station, Regina (Saskatchewan)

STATION HISTORY

DEPARTMENT OF THE ENVIRONMENT
 INLAND WATERS BRANCH
 WATER SURVEY OF CANADA

STATION NAME: EELS CREEK BELOW APSLEY
 STATION NO. 02HH001

LOCATION: Lat. 44° 38' 30" Long. 78° 8' 7"

DRAINAGE AREA: 93.0 sq. mi.

Year	Date	CHRONOLOGICAL HISTORY (notes on installation and removal of gauges, changes in location, control(s), channel and regulation, construction in vicinity of station, additions of station equipment, etc.)	MAP OF STATION LOCATION
1967	OCT. 1	STEVENS A-35 RECORDER INSTALLED IN GUELPH TYPE SHELTER IN D.H.O. PICNIC PARK AREA ON HIGHWAY #28 NORTH OF PETERBORO AND APPROXIMATELY 8 MILES SOUTH OF APSLEY.	

LOCATION OF STATION WITH RESPECT TO TOWNS, HIGHWAYS, COUNTY ROADS etc:

GAUGE SHELTER:
 Type - GUELPH TYPE SHELTER
 Location - RIGHT BANK JUST OFF HIGHWAY #28 (SEE SKETCH).
 Instrumentation - STEVENS A-35

METERING SECTION:
 Low Water - WADING 100 METRES UPSTREAM OF GAUGE
 High Water - BOAT 100 METRES UPSTREAM OF GAUGE

GAUGE READER: READ OCCASIONALLY BY PARKS CANADA STAFF

Name - _____
 Address - _____
 Pay Rate - _____

CHANNEL CONDITIONS:
 Above gauge - CURVED FOR ABOUT 30 METERS, SLUGGISH.
 Below Gauge - _____

Figure 3(a) Exemple de formulaire d'historique de station, Guelph (Ontario) (page 1 de 3)

STATION NAME EELS CREEK BELOW APSLEY
STATION NO. 02HH001

NO.	DESCRIPTION OF BENCH/REFERENCE POINTS	SKETCH SHOWING LOCATIONS OF BENCH MARKS; REFERENCE POINTS AND GAUGES
W.R.B. 67-1	W.R.B. BRASS PLUG INSTALLED IN BEDROCK OUTCROP AT WATERS EDGE APPROXIMATELY 35 FT. D/S OF GAUGE.	
D.H.O. 455-71	D.H.O. BRASS PLUG INSTALLED VERTICALLY IN UPSTREAM RIGHT BANK CORNER OF BRIDGE ON HIGHWAY #28	
M.P. WELL	"V" CUT IN STEEL ANGLE UNDER TRAP DOOR IN GAUGE HOUSE	
M.P. 74-1	TOP OF NAIL IN STUMP ON RIGHT BANK APPROXIMATELY 8 FT. DOWNSTREAM OF GAUGE	
M.P. 78-1	ORANGE PAINT ON BEDROCK LOCATED ON RIGHT BANK APPROXIMATELY 7 METRES DOWNSTREAM OF GAUGE	
M.P. 80-1	1/2" SQ. IRON BAR IN CRACK IN BEDROCK 7.5 M. BELOW GAUGE	
BM 81-1	W.S.C. PLUG SET VERT. IN BEDROCK 55 M. NORTH OF GAUGE (27 M. EAST OF EDGE OF ROAD)	

Figure 3(b) Exemple de formulaire d'historique de station, Guelph (Ontario) (page 2 de 3)

PRIMARY GAUGE STEVENS A-35 RECORDER STATION NAME EELS CREEK BELOW APSLEY
ELEVATION OF GAUGE DATUM ASSUMED 0.000 STATION NO. 02HH001

Year	Date	LEVELLING HISTORY						Notes on establishment of bench marks or any information pertinent to the preservation of the datum at the station
		W.R.B. 67-1	M.P. WELL	D.H.O. 455-71	(NAIL) M.P. 74-1	M.P. 78-1	BM 81-1	
1970	JUL 31	38.70	44.89					
1971	MAY 27	38.70	44.89					
1972	AUG 18	38.70	44.88					
1973	JUN 21	38.70	44.88					
1974	SEP 10	38.70	44.88					
	SEP 23	38.70	44.88		37.91			M.P. (NAIL) INSTALLED IN STUMP ON RIGHT BANK
1975	AUG 18	38.70	44.88	50.78	37.91			
1976	SEP 8	38.70	44.88	50.79	37.90			
1977	JUL 25	38.70	44.88	50.78	37.91			
1978	MAY 17	11.796	13.681	15.478	11.556			METRIC CONVERSION OF ELEVATIONS
1978	JUN 6	11.796	13.682	15.483	11.555	11.078	M.P. 80-1	
1979	JUN 15	11.796	13.681	15.484	11.554	11.078		
1980	AUG 20	11.796	13.682	15.480	11.544	11.078		
1981	JUN 23	11.796	13.682	15.484	11.467	11.078		MP 74-1 REDRIVEN
1982	JUL 14	11.796	13.683	15.483	11.467	11.078	15.485	
1983	JUN 8	11.796	13.681	15.484	11.461	11.077	15.433	
1984	JUN 20	11.796	13.681	15.485	11.460	11.073	15.428	
1984	JUL 18	11.796				11.027		MP 80-1 REPLACED
1985	MAY 18	11.796	13.682	15.483	DESTROYED	11.029	15.432	
1986	JUN 3	11.796	13.682	15.480		11.028	15.430	
1987	AUG 12	11.796	13.682	15.480		11.029	15.430	

Figure 3(c) Exemple de formulaire d'historique de station, Guelph (Ontario) (page 3 de 3)

3.2 NOM ET NUMÉRO DE LA STATION

Les noms des stations ne correspondent pas toujours au nom géographique des endroits où se trouvent ces stations. Dans certains cas, le site ne porte pas de nom géographique.

Les noms officiels des stations sont attribués par le Comité canadien permanent des noms géographiques, et sont publiés dans les répertoires géographiques et les suppléments provinciaux. Chaque province peut nommer un représentant au sein du Comité permanent, et cette personne donnera son avis sur les noms qui concernent sa province. Par conséquent, dans les cas où les noms géographiques sont contestés ou n'existent pas, il faut écrire au représentant provincial ou à la Section du contrôle des données à Ottawa en vue d'un règlement officiel.

En ce qui a trait aux stations hydrométriques internationales situées aux États-Unis, leurs noms ne peuvent être modifiés. Cela peut donner lieu à différentes épellations pour une même station, par exemple :

Kootenay au Canada et Kootenai aux États-Unis.

Pour obtenir des renseignements sur les noms géographiques des emplacements des stations ou les noms des stations, suivez les procédures indiquées dans le livret « Principes et procédures » publié par le Comité canadien permanent des noms géographiques.

Ces procédures peuvent se résumer comme suit :

1. Indiquez la particularité sur une carte et joignez la carte à la demande.
2. Indiquez le nom local, le cas échéant.
3. S'il n'y a pas de nom local connu, on peut en suggérer un, sinon demandez l'attribution d'un nom.
4. Indiquez la raison pour laquelle un nom est requis — il s'agit habituellement d'identifier les stations hydrométriques en vue de la collecte des données hydrométriques.
5. Si un nom est suggéré, donnez-en la raison.

Règle générale, c'est le personnel de la Section régionale du contrôle des données qui est responsable d'attribuer un indicatif à sept caractères à chaque station hydrométrique. La numérotation des stations est basée sur la division du Canada en 11 grands groupes de bassins versants. Ces divisions sont subdivisées en fonction des altitudes des terres auxquelles on attribue une lettre, par exemple, 05B. Chaque subdivision est ensuite divisée selon les limites des bassins versants et ces limites sont désignées par une deuxième lettre, par exemple, 05BD. Les stations de cette subdivision sont désignées par des chiffres correspondant à l'ordre chronologique de leur établissement, quel que soit l'emplacement de ces stations sur le cours d'eau. Ainsi, l'indicatif 05BD007 désigne la septième station établie dans la subdivision 05BD.

Exemple :	05	BD	027
	Onze bassins	Altitude du bassin	Ordre d'établissement

L'attribution d'un numéro se fait de la façon suivante :

- a. Présentez un rapport indiquant qu'une station a été établie. Ce rapport doit faire état de l'emplacement général de la station (sur une carte, par exemple) et suggérer un nom pour la station.
- b. Consultez le fichier des numéros de stations (formule 067-2125) qui indique les numéros déjà attribués.

- c. Confirmez l'emplacement et déterminez s'il s'agit d'une station discontinuée. Si c'est le cas, l'ancien numéro peut être utilisé.
- d. S'il s'agit d'une nouvelle station, attribuez le numéro suivant apparaissant au fichier pour cette subdivision.
- e. Attribuez un nom officiel à la station hydrométrique.
- f. Remplissez la formule de mise à jour de l'inventaire des stations hydrométriques (067-2006).

3.3 COORDONNÉES ET DÉSIGNATION OFFICIELLE DU TERRAIN

Voici les renseignements à tirer des cartes topographiques :

- i. latitude
- ii. longitude
- iii. section
- iv. canton
- v. rang
- vi. méridien.

La latitude (axe horizontal) et la longitude (axe vertical) sont indiquées en degrés, minutes et secondes. Ces coordonnées devraient être interprétées à l'aide d'une règle-échelle.

Les méridiens sont des lignes longitudinales espacées de 4 degrés. La longitude du méridien provincial est de 97°27'28,4". Les cantons et les rangs sont des divisions à l'intérieur des méridiens, les premiers étant des divisions horizontales et les seconds, des divisions verticales. L'interprétation de leurs coordonnées est tirée des cartes topographiques.

Un rang est divisé en 36 sections. (Voir la figure 4 pour la numérotation des sections.) Chaque section mesure 1,6 km sur 1,6 et peut être divisée en quatre parties, chacune étant décrite de la façon suivante :

quadrant nord-ouest de la section n° 2 ou quadrant sud-est de la section n° 6.

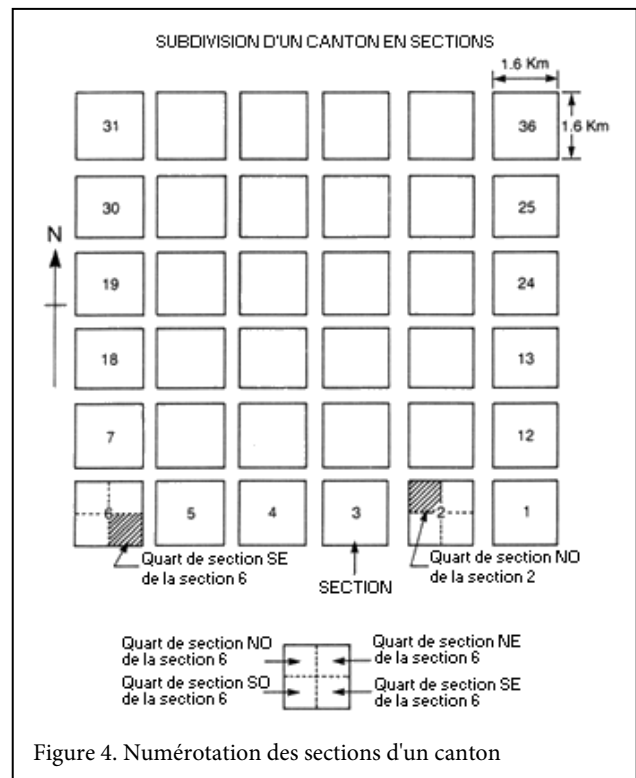


Figure 4. Numérotation des sections d'un canton

3.4 DESCRIPTION DE L'EMPLACEMENT

- Pour décrire l'emplacement général d'une station, vous devriez utiliser des points de référence concrets : embranchements de routes, distance jusqu'à une ville, chemins de fer, repères géodésiques, etc.
- Pour décrire l'emplacement du site même de la station, vous devriez faire état : des tributaires, des sorties d'eau des lacs et de structures comme des ponts.

3.5 ÉQUIPEMENT DE LA STATION HYDROMÉTRIQUE

Lorsqu'il remplit ou révisé une formule de description de station, le technicien doit faire la liste de tout l'équipement de la station : jauges à fil lesté, échelles limnimétriques, sondes limnimétriques électriques, télémètres, plates-formes de collecte de données, terminaux d'acquisition de données, panneaux solaires, et capteurs météorologiques. L'équipement entreposé doit également être mentionné : embarcations, moteurs, moulinets, poids, lignes graduées, équipement de l'orifice d'écoulement et équipement de mesure des sédiments.

3.6 SECTIONS DE MESURAGE

On devrait indiquer sur la formule de description de station les sections de mesure des hautes eaux et des basses eaux, les sites de mesure à l'aide d'aérocâbles ou à bord d'une embarcation, et les sites d'échantillonnage des sédiments. On devrait également indiquer si les mesures peuvent se faire à gué et mentionner les phénomènes pouvant influencer sur les mesures et les points initiaux de sondage.

3.7 CANAL ET ÉLÉMENT RÉGULATEUR

La description du canal devrait comprendre les éléments suivants :

1. lit du canal : limoneux, sableux ou graveleux;
2. environs : arbres, branches, etc.;
3. berges du cours d'eau : élevées ou basses.

Vous devriez également indiquer à quel moment le canal est sujet à des débordements. Il faut indiquer si l'élément régulateur est naturel ou artificiel. Dans le cas d'un élément régulateur naturel, des facteurs comme le profil du lit du cours d'eau et la présence de rapides ou de crêtes sableuses peuvent influencer de façon marquée sur l'écoulement. Des déversoirs ou des barrages peuvent servir d'éléments régulateurs artificiels de l'écoulement.

3.8 REPÈRES

- I. Décrivez le type de repère utilisé, par exemple, un repère en béton avec tige de fer, une tige de fer dans un baril enfoui, ou encore un repère à socle d'ancrage.
- II. Mentionnez l'emplacement des repères par rapport à des ponts, à des poteaux de téléphone ou d'électricité, à la ligne centrale des routes principales, à l'orientation, aux arbres, aux formations rocheuses, etc.
- III. Prenez note du niveau de référence de l'échelle ou de celui de la Direction des levés géodésiques du Canada, ou de tout autre point de référence.
- IV. Désignez l'un des repères comme repère principal. Idéalement, ce dernier devrait être le repère le plus stable.

3.9 CROQUIS DES REPÈRES ET DE L'ÉQUIPEMENT

Faites un croquis détaillé de l'emplacement des repères. Si possible, incluez dans ce croquis les jauges, les échantillonneurs de sédiments, les abris des enregistreurs, les sections de mesurage et les lecteurs de jauge. Indiquez également les sites d'atterrissage.

3.10 CROQUIS DE L'EMPLACEMENT DE LA STATION

Si possible, utilisez des cartes topographiques de la série nationale à l'échelle du 1/50 000 ou l'équivalent. Illustrez les routes principales, les villes, les repères de nivellement, les chemins de fer, les confluences des rivières et les lacs. Indiquez l'orientation afin de guider le personnel vers le site et précisez les distances si possible.

3.11 VARIATIONS RÉGIONALES

Les figures 2 et 3 font ressortir les différences régionales dans les formules de description des stations.

Certaines de ces différences apparaissent dans les sections suivantes de la formule :

- i. Altitude du niveau de référence de l'échelle et facteur de conversion du niveau de référence de la Direction des levés géodésiques du Canada
- ii. Croquis des orifices d'écoulement et des prises d'eau
- iii. Historique de la station
- iv. Historique du nivellement
- v. Bassin versant
- vi. Facteurs de sécurité dont on doit tenir compte sur le site
- vii. Journal des données en temps réel
- viii. Type d'exploitation de la station : permanente, saisonnière, pendant quatre mois, internationale.

4.0 SYSTÈME HYDEX

4.1 OBJET DU SYSTÈME HYDEX

Le système **HYDEX** (inventaire des stations hydrométriques) a pour objet de :

1. fournir des « statistiques de gestion », par exemple, le numéro et (ou) le nom des stations de jaugeage en service en Alberta, les aéroçâbles (téléphériques) au Manitoba, les stations canadiennes d'étude des sédiments, le nombre de stations limnimétriques et de jaugeage en service au Canada par province ou par région, etc.;
2. fournir des listages répartissant les stations hydrométriques selon les diverses catégories d'accord sur le partage des coûts d'exploitation des stations avec les provinces;
3. produire des imprimés d'ordinateur en vue de la publication de l'« Index biennal de référence des données sur les eaux de surface »;
4. produire des imprimés d'ordinateur à l'intention des usagers ou en vue de la publication des données annuelles sur les eaux de surface et de la publication quinquennale du « Sommaire chronologique de l'écoulement » et du « Sommaire des niveaux d'eau », avec utilisation conjointe des fichiers suivants, également sur bande magnétique :

FLOW — débits quotidiens

LEVELS — niveaux d'eau quotidiens

PEAKS — niveaux d'eau et débits instantanés maximaux.

Suivez les étapes suivantes pour remplir ou réviser la formule de mise à jour de l'inventaire des stations hydrométriques :

La formule 067-2006 (figure 5) doit être remplie dès qu'une station hydrométrique est établie. Lorsqu'on soumet un imprimé d'ordinateur révisé ou une formule de mise à jour (067-2006) de l'inventaire des stations hydrométriques, la zone qui vient d'être révisée ou supprimée doit être « encerclée » sur l'exemplaire devant servir à la perforation des cartes à Ottawa et à l'enregistrement subséquent dans le système HYDEX.

Aucune donnée détaillée sur les sédiments ne sera incluse puisque ce genre de renseignement est maintenant fourni sur la formule 067-2008, Inventaire de station d'étude des sédiments.

Environnement Canada Environmental Conservation		Environnement Canada Conservation de l'environnement		GAUGING STATION INVENTORY UPDATING				FRANÇAIS AU VERSO						
01. STATION NO.		02. NAME												
03. REGION		04. ACTIVE OR DISCONTINUED		05. INTERNATIONAL		06. PROV., TERRITORY OR STATE								
07. COORDINATES				Latitude		N		Longitude		W				
08. DRAINAGE AREA				km ²										
09. LOCATION:										11. LEGAL LAND DESCRIPTION				
12. TYPE OF RECORDER		13. Graphic	14. Digital	15. Float Actuated	16. Other (Specify)									
17. TYPE OF GAGE		18. Staff	19. Cantilever	20. Wire Weight	21. Other (Specify)									
22. OTHER INSTALLATIONS		23. Cotway	24. Tether	25. Artificial Control	26. Other (Specify)									
27. TYPE OF RECORD		28. Discharge (Q) / Stage Only (H)		29. Period of Record		30. Type of Record	31. Type of Gauge	32. Operation Schedule	33. RECORDS OBTAINED			34. GAGE DATUM		
35. TYPE OF GAUGE		36. Manual (M)	37. Recording (R)	38. Power Plant (P)	39. Located at Sta. No.	40. Factor to Convert from Curr. to 0th. Datum	41. Name of Current Datum					42. Name of Other Datum		
43. OPERATION SCHEDULE		44. Continuous (C)	45. Seasonal (S)	46. Misc. (M)	47. Natural Flow	48. Required	49. Year Regulation Began	50. Date Reviewed	51. Station No.	52. Type of Record	53. HISTORICAL STREAMFLOW SUMMARY			
54. Contributed		55. Available from	56. Name of Agency	57. Date Not Published by WSC	58. Other Station Identifier	59. Agency	60. Station No.	61. Standard Period	62. Valid Extremes Code	63. DATA COLLECTED BY OTHER AGENCY			64. RESPONSIBILITY CLASSIFICATION	
65. Coating Arrangement		66. Operating Agency	67. Name of Agency	68. Remarks	69. Remarks for Annual Surface Water Data Publication:								70. Remarks for Historical Streamflow Summary Publications:	
71. Remarks for Historical Water Levels Summary Publications:		72. General Remarks:												
73. Remarks from User		74. For Ottawa or Regional Use	Prepared by	Checked by	HYDEX	Mass	Ref. Index	75. Date						
067-2006M (10/93)		WATER RESOURCES BRANCH										FRANÇAIS AU VERSO		

Figure 5. Formulaire de mise à jour de l'inventaire des stations hydrométriques (2006 m)

4.2 COMMENT REMPLIR LA FORMULE 067-2006

Demandez aux participants de se reporter à la figure 5, « Mise à jour de l'inventaire des stations hydrométriques ».

Cette formule doit être remplie comme suit :

Zone 01 – Numéro de la station : Inscrivez le numéro attribué à la station. Si celui-ci a été modifié, inscrivez l'ancien numéro sous la rubrique « Remarques générales », zone 75.

Zone 02 – Nom : Inscrivez le nom officiel de la station hydrométrique. Ce nom ne doit pas contenir plus de 70 caractères, y compris les espaces, étant donné qu'il s'agit là de l'espace maximal réservé à l'enregistrement sur bande magnétique. S'il y a lieu, inscrivez les anciens noms sous « Remarques générales », zone 75. Utilisez si possible des expressions précises comme « route principale n° 47 », « à l'embouchure », « à la sortie d'eau du lac Bunker », « en amont du ruisseau Alice », ou « près de la centrale électrique ». Évitez les noms composés ou les doubles références géographiques; par exemple, ne pas indiquer « à la décharge du lac Bunker près de Moose Jaw ». Évitez les noms avec des apostrophes et les abréviations. Ne pas attribuer le même nom à deux stations différentes.

Zone 03 – Région : Inscrivez le symbole approprié :

V = Vancouver W = Winnipeg M = Montréal R = Regina
C = Calgary G = Guelph H = Halifax Y = Yellowknife

Zone 04 – Active ou discontinuée : Inscrivez le symbole approprié :

A = Active
D = Discontinuée

Zone 05 – Internationale : Inscrivez le symbole « X » dans le cas des stations qui ont été officiellement désignées comme « Stations internationales » et qui sont exploitées conjointement par le Canada et les États-Unis.

Zone 06 – Province, territoire ou État : Inscrivez l'abréviation de la province, du territoire ou de l'État où se trouve la station. Si cette dernière est située aux États-Unis, inscrivez également, entre parenthèses après le nom de l'État, l'abréviation de la province adjacente [par exemple, MINN(ONT)].

Utilisez les abréviations suivantes :

YT	SASK	NB	ALAS	NDAK	VT
NWT	MAN	NS	WASH	MINN	NH
BC	ONT	PEI	ID	MICH	ME
ALTA	QUE	NFLD	MONT	NY	

Zone 07 – Coordonnées : Indiquez la latitude et la longitude de la jauge :

1. à la seconde près si l'échelle de la carte est de 1 po = 50 000 ou plus;
2. à dix secondes près si l'échelle de la carte est de 1 po = 250 000 ou plus; ou
3. à 30 secondes près si l'échelle de la carte est plus petite.

Les cours d'eau de purge des lacs ou des réservoirs ne doivent pas être indiqués dans cette zone. Leur débit doit

être relevé sur des jauges installées sur ces lacs ou réservoirs. L'emplacement de la sortie d'eau du lac ou du réservoir est indiqué au moyen d'un renvoi approprié sous « Remarques générales », zone 75.

Zone 08 – Bassin versant : La superficie du bassin versant naturel est indiquée dans cette zone.

Inscrivez les dernières données disponibles sur le bassin versant, en arrondissant ces données conformément à la règle actuelle relative aux chiffres significatifs. Lorsque les cas spéciaux ci-dessous se présentent, il faudrait en faire état sous « Remarques générales », zone 75 :

1. ruissellement entravé par des dérivations externes;
2. bassin versant dont la section de mesure du débit est située à plusieurs milles de la jauge;
3. modification anthropique permanente du bassin versant naturel.

Dans le cas des bassins versants dont les stations de mesure du niveau d'eau sont situées sur des lacs ou des réservoirs, on devrait indiquer la superficie du bassin versant à la sortie d'eau du lac ou du réservoir.

Dans le cas de dérivations externes saisonnières ou touchant seulement une partie du ruissellement d'un bassin versant contributif, il est préférable de ne pas indiquer la superficie du bassin versant.

Zone 09 – Emplacement : Donnez une description détaillée de l'emplacement de la jauge par rapport aux caractéristiques physiques du site et à la ville ou au bureau de poste le plus près. Indiquez également si la jauge est située sur la rive gauche ou sur la rive droite, et si elle est en amont ou en aval du principal tributaire le plus près. Indiquez les distances en « mètres » ou en « kilomètres ».

Si la distance est mesurée en ligne droite, donnez l'orientation, par exemple, nord, sud-est, etc. Si elle est mesurée le long du cours d'eau, incluez la mention « en amont » ou « en aval ». La description doit être précise et brève, car cette zone ne peut comporter plus de 300 caractères.

Zone 10 – Tributaire de la (du) : On peut utiliser au plus 70 caractères dans cette zone. Inscrivez le nom du cours d'eau ou du lac le plus près dans lequel l'eau s'écoule (à l'embouchure). S'il s'agit d'une dérivation, inscrivez le nom du cours d'eau ou du lac d'où l'eau est dérivée. Si le cours d'eau est directement tributaire d'un océan, laissez cet espace en blanc.

Zone 11 – Designation officielle du terrain : Lorsque cela est souhaitable, inscrivez la description de l'emplacement conformément au système d'arpentage utilisé principalement dans l'ouest du Canada, par exemple, NO, 1/4 sec. 11, canton 30, rang 8, 3^e mér. O. On devra utiliser l'abréviation RL dans le cas des levés désignant l'emplacement d'un terrain par le lot où se trouve la rivière plutôt que par le quart de section. Dans certains cas, le canton et (ou) le rang sont identifiés par la lettre « A », par exemple, NO11-30A-08-03. L'indicatif est légèrement différent pour les stations situées aux États-Unis, par exemple, NW17-37N-20-EP.

Zone 12 – Type d'appareil enregistreur : Inscrivez un « X » dans l'une des zones 13 à 15 pour indiquer le type d'enregistreur utilisé à la station.

Zone 13 – Limnigraphe : Ces appareils sont munis d'un style qui, en se déplaçant sur le papier, trace le graphique des changements du niveau de l'eau. Le mécanisme d'entraînement du papier sur les rouleaux est actionné par une horloge.

Zone 14 – Numériseur : Ces appareils convertissent les positions du curseur en données numériques codées et celles-ci sont enregistrées périodiquement sous forme de perforation sur un ruban de papier.

Zone 15 – A flotteur : Le fonctionnement de ces appareils repose sur le principe suivant : le mouvement vertical d'un flotteur se trouvant sur la surface de l'eau actionne un mécanisme au fur et à mesure que l'eau monte ou descend.

Zone 16 – Autre : Le code à inscrire dans cette zone sera attribué par Ottawa, au besoin, et servira à indiquer le

type d'enregistreur utilisé (graphique ou numérique). On peut également indiquer dans cette zone le type de capteur utilisé. Les techniciens devraient consulter la liste suivante pour déterminer le type d'enregistreur ou de capteur utilisé (les numéros des modèles sont à éviter) :

- Appareil Stevens de type A
- Appareil Stevens de type F
- Appareil Ott
- Appareil Fischer and Porter
- Appareil à pression (type Winnipeg), graphique curviligne (échelle verticale non linéaire)
- Servomanomètre (Stevens, Scientific Instruments, aéronef CAE)
- Système asservi à fléau (Statham, Sherlock, Ott).

Zone 17 – Type d'échelle : Inscrivez un « X » dans l'une des zones 18 à 20 pour indiquer le type d'échelle limnimétrique utilisée à la station.

Zone 18 – Fixe verticale : Une échelle fixe verticale se compose de règles d'acier émaillé de 1 m de longueur graduées à tous les 0,002 m. Elle est fixée solidement sur un support puis sur un objet fixe comme un pilier de quai. On relève le niveau de l'eau directement sur l'échelle.

Zone 19 – Suspendue : Un câble lesté est suspendu à l'extrémité d'un fléau rigide au-dessus de l'eau. Le boîtier de la jauge est fixé à la base de l'appareil, sur la rive.

Zone 20 – Sonde limnimétrique visuelle : Elle est utilisée comme jauge extérieure lorsqu'une échelle limnimétrique peut difficilement être employée en raison des conditions de la station. Le boîtier renfermant la jauge peut être suspendu à partir d'un pont ou d'un pilier de quai. La jauge est munie d'un câble lesté qui s'enroule autour d'un baril. Pour mesurer le niveau de l'eau, on peut utiliser un fil gradué ou un compteur.

Zone 21 – Autre : Parmi les autres types d'échelles limnimétriques, on compte les suivantes :

- Échelle à maximum
- Échelle oblique
- Repère de nivellement
- Point de référence
- Sonde limnimétrique électrique
- Chaîne
- Pointe limnimétrique recourbée
- Indicateur (indicateur sur ruban à flotteur, enregistreur automatique, indicateur de cadran, etc.)
- Le code sera attribué par Ottawa.

Zone 22 – Autres installations : Inscrivez un « X » dans l'une des zones 23 à 25 pour indiquer les autres installations utilisées à la station.

Zone 23 – Téléphérique : Un téléphérique (aérocâble) consiste essentiellement en une cabine suspendue à un câble principal rattaché à des tours. Il permet aux techniciens de recueillir des données hydrométriques sans les risques associés aux mesures prises à bord d'embarcations ou à partir des ponts de routes achalandées, ou encore à gué dans des courants forts.

Zone 24 – Limniphone : Cet appareil est branché sur les enregistreurs du niveau de l'eau grâce à un mécanisme de couplage fixé à un appareil téléphonique conventionnel de série 500. Le limniphone (télémetre) sert à la transmission de renseignements codés sur les lignes téléphoniques à des tonalités audibles.

Zone 25 – Contrôle artificiel : Il peut s'agir d'un déversoir ou d'un barrage artificiels, qui obstruent l'écoulement de l'eau et qui servent à vérifier la relation hauteur-débit en aval d'une station hydrométrique.

Zone 26 – Autre : Il peut s'agir des appareils suivants :

- Thermographe enregistrant la température de l'eau
- Moulinet hydrométrique
- Pluviomètre ou nivomètre
- Téléphérique (aérocâble) ou amarres pour bateau
- Matériel volumétrique
- Plate-forme de mesure
- Pont de jaugeage
- Transmetteur d'impulsions
- Plate-forme de retransmission des données par satellite
- Débitmètre (à l'intérieur d'un conduit)
- Thermographe enregistrant la température de l'air sur une base continue.

Zone 27 – Type de donnée : Inscrivez le symbole « Q » ou « H » pour indiquer si les derniers enregistrements ont été rassemblés principalement pour obtenir le « débit » (Q) ou la « hauteur d'eau seulement » (H).

Zone 28 – Type de jauge : Indiquez dans cette zone le principal type de jauge utilisé pour les derniers enregistrements sur le niveau de l'eau d'une station.

Les codes sont les suivants :

« M » – manuelle

« R » – limnigraphe

« P » – de centrale.

On peut laisser l'espace en blanc si les derniers enregistrements obtenus pour l'année consistaient en valeurs calculées (la somme de dérivations, par exemple). Si les enregistrements portaient sur des mesures diverses du débit, faites-en état dans les « Remarques générales ». Si les enregistrements sur le niveau de l'eau ont été recueillis à une autre station hydrométrique, inscrivez le type de jauge à la zone 28 ET le numéro de l'autre station à la zone 29.

Zone 30 – Type d'exploitation : Indiquez dans cette zone de quelle façon les valeurs quotidiennes des niveaux et (ou) des débits ont été mesurées dans le temps à une station.

Inscrire les codes appropriés :

« C » – Continue : débits et (ou) niveaux d'eau enregistrés tous les jours de l'année.

« **S** » – Saisonnière : débit et (ou) niveau d'eau enregistrés pendant plusieurs mois de l'année seulement ou de façon intermittente (certains jours de l'année seulement).

« **M** » – Occasionnelle : mesures diverses produites sur une base régulière pendant toute l'année mais non : pas tous les jours.

N'utiliser que les codes « **C** » ou « **S** » pour les stations où seul le niveau de l'eau est mesuré.

Remarque – Les stations où le débit ou le niveau de l'eau ne sont mesurés qu'à l'occasion dans un but précis ne constituent pas des « stations hydrométriques ». Par conséquent, elles ne devraient pas être incluses dans l'inventaire des stations hydrométriques.

Zone 31 – Levés : Cette zone est subdivisée en quatre parties : période, type de donnée, type de jauge et type d'exploitation. Les lignes verticales, numérotées de 32 à 40, vous permettent d'inscrire jusqu'à neuf périodes (début et fin de l'année civile en question) et les renseignements correspondants. Ces neuf entrées correspondent au maximum permis pour l'indice de référence automatisé.

Les règles suivantes **doivent** être observées :

1. Inscrivez une seule période d'enregistrement par ligne, par ordre chronologique.
2. Ne pas faire chevaucher les années comportant plus d'une période d'enregistrement.
Exemple : A compter de 1946, les enregistrements ont été obtenus au moyen d'une échelle limnimétrique. En juillet 1960, cette échelle a été remplacée par un enregistreur. Par conséquent, indiquez que l'échelle limnimétrique a été utilisée de 1946 à 1959 et que l'enregistreur l'a été de 1960 à 1980.

3. Seule la zone 32 doit être utilisée pour les enregistrements obtenus avant 1900.

Exemple : Si les enregistrements du niveau ont été obtenus sur une base continue à l'aide d'une échelle limnimétrique de 1872 à 1980, indiquez :

327299HMC + 330080HMC +

Ces codes devraient être inscrits sur la formule de la façon suivante :

1. Dans l'exemple qui précède, le chiffre « 99 » inscrit dans la zone 32 représente l'année 1899. Pour indiquer que les enregistrements du débit se sont poursuivis de 1900 à 1980, on a inscrit « 00-80 » dans la zone 33. Les périodes d'enregistrement sont divisées ainsi de façon qu'il n'y ait pas de confusion entre les enregistrements d'avant 1900 et ceux d'après 1900.
2. Même si l'on a affaire à différentes périodes d'enregistrement avant 1900, on n'utilise que la zone 32 pour ces périodes. Toute période d'enregistrement dont on ne peut rendre compte à l'aide du système de codage normalisé devrait être indiquée dans la zone 75, « Remarques générales ».

Exemple : On a obtenu des enregistrements continus du débit entre 1884 et 1892 et des enregistrements de niveau d'eau seulement de 1893 à 1895. Les enregistrements du débit ont repris de 1896 à 1938, et les niveaux d'eau ont été enregistrés de 1938 à 1958. Les codes qui apparaîtront dans la zone 31 sont les suivants :

328499QMC + 330038QMC + 343958HMC +

31. LEVÉS			
PÉRIODE	TYPE DE DONNÉE	TYPE DE JAUGE	TYPE D'EXPLOITATION
32. 72 - 99	H	M	C
33. 00 - 80	H	M	C
34.			
35.			
36.			
37.			
38.			
39.			

Figure 6. Premier exemple de données inscrites dans la zone 31 – Levés

Indiquez dans la zone 75 que les niveaux d'eau sont disponibles de 1893 à 1895. Inscrivez un « X » dans la zone 51 pour signaler que les données datent d'avant 1900. La figure 7 illustre de quelle façon cet exemple est codé sur la formule de mise à jour de l'inventaire des stations hydrométriques.

- Exemple : Des enregistrements du débit ont été obtenus de 1945 à 1948 à l'aide d'échelles limnimétriques sur une base saisonnière, et de 1948 à 1953, sur une base continue. En 1954, ce type d'exploitation a été modifié temporairement et est redevenu saisonnier. De 1955 à 1957, on a enregistré à nouveau le débit sur une base continue à l'aide d'une échelle limnimétrique. En 1958, un enregistreur a été installé et a fonctionné jusqu'en 1962.

Le codage de ces renseignements est le suivant :

324548QMS + 334953QMC + 345454QMS + 355557QMC + 365862QRC +

Zone 41 – Niveau de référence de l'échelle : Les zones 42, 43, 44 et 45 renferment des renseignements sur le niveau de référence. Voici de quelle façon remplir les zones appropriées.

Zone 42 – Plusieurs références : Inscrivez le symbole « X » si plusieurs niveaux de référence sans lien entre eux ont été utilisés pendant l'exploitation de la station.

Zone 43 – Ident. du niveau de référence courant : Ce niveau de référence est indiqué sous forme de code. Ce code est structuré de façon qu'il corresponde aux enregistrements de « Données », mais il peut être associé à n'importe quelle station ou à n'importe quel organisme grâce à un code à trois chiffres. On trouvera aux sections 4.2.1 et 4.2.2 du « Guide d'utilisation du système HYDEX » une liste complète des codes.

Les codes comportent neuf numéros et lettres et se divisent en trois parties :

- Les quatre premiers caractères, 00HT, sont constants.
- Les trois autres caractères, qui varient, représentent le nom du niveau de référence ou de l'organisme.
- Les deux derniers caractères sont des codes de zone : 81 correspond au nom du niveau de référence et 82, au nom de l'organisme.

Exemple :

Code constant	Nom du niveau de référence ou de l'organisme	Code de zone	Nom de zone
OOHT	075	81	Province de la Saskatchewan

PÉRIODE	TYPE DE DONNÉE	TYPE DE JAUGE	TYPE D'EXPLOITATION
32. 84 - 99	Q	M	C
33. 00 - 38	Q	M	C
34. 39 - 58	H	M	C
35.			
36.			
37.			
38.			
39.			
40.			

Figure 7. Deuxième exemple de données inscrites dans la zone 31 – Levés

PERIOD OF RECORD	TYPE OF RECORD	TYPE OF GAUGE	OPERATION SCHEDULE
32. 45 - 48	Q	M	S
33. 49 - 53	Q	M	C
34. 54 - 54	Q	M	S
35. 55 - 57	Q	M	C
36. 58 - 62	Q	R	C
37.			
38.			
39.			
40.			

Figure 8. Troisième exemple de données inscrites dans la zone 31 – Levés

Autres exemples :

OOHT04181NIVEAU DE RÉFÉRENCE GRAND TRUNK RAILWAY+
OOHT17082VICTORIA+
OOHT17082*+
OOHT03581NIVEAU DE RÉFÉRENCE RELEVÉS GÉODÉSIQUES DU CANADA+
OOHT08582CALGARY POWER LTD.+

Zone 44 – Ident. d'un autre niveau de référence : Inscrivez le code correspondant aux codes utilisés à la zone 43 lorsque le repère de nivellement a été corrélé à un autre niveau de référence.

Zone 45 – Const. de conversion d'un niveau à l'autre : Ce code comporte huit caractères. Par exemple, pour indiquer que les niveaux d'eau sont corrélés au niveau de référence des Relevés géodésiques du Canada et qu'une constante de conversion de -1,215 m doit être appliquée pour convertir les données sur les niveaux d'eau en fonction du niveau de référence des Relevés topographiques, inscrivez :

43035+44090+45-001,215+

Remarque—L'administration centrale a besoin de ce renseignement uniquement pour les stations dont les données sur le niveau de l'eau seront publiées ou stockées dans le fichier LEVELS.
Ces renseignements peuvent également être utilisés par les régions pour les stations de mesure du débit.

Zone 46 – Sommaire chronologique de l'écoulement : Inscrivez le premier et le dernier mois de la période normale pendant laquelle la station (de mesure du débit seulement) a été exploitée, par exemple, « 46MA<OCT+ » pour la période allant de mars à octobre. Cette période normale sera utilisée dans la publication des « Données annuelles sur les eaux de surface » et du « Sommaire chronologique de l'écoulement » et sera appliquée à toute la période d'enregistrement. Il ne faut rien indiquer pour les stations exploitées pendant des périodes variant d'année en année, car la moyenne « annuelle » de tels enregistrements partiels serait inexacte. Si cette zone est laissée en blanc, le programme machine calculera automatiquement une moyenne annuelle et extraira les débits quotidiens maximaux et minimaux annuels si des données sont disponibles pour tous les jours de l'année.

Il arrive parfois que les débits quotidiens maximaux et (ou) minimaux d'une période normale ne soient pas représentatifs; ce serait le cas du débit quotidien minimal des canaux ou des débits quotidiens maximaux et minimaux de stations où les moyennes mensuelles sont enregistrées dans le fichier FLOW comme « moyennes regroupées ». Dans ces cas, on devrait utiliser un indicateur dans le fichier FLOW pour que les débits maximaux ou minimaux puissent être extraits.

Zones 47 à 51 : Inscrivez le symbole « A » ou « D » pour indiquer si les enregistrements obtenus sont actifs ou discontinus. Si la zone 04 indique que la station a été discontinuée, il faudrait également indiquer dans les zones 47 à 51 que les enregistrements sont discontinus, le cas échéant. Dans le cas de la zone 47, « Données, sédiments », n'inscrivez un symbole que s'il s'agit d'un programme régulier. Ainsi, ne pas inscrire de symbole lorsque seules des données sur des « mesures diverses » sont recueillies.

Zones 52 à 57 : Inscrivez le symbole « X » dans les zones 52, 53, 54 et 56, et l'année civile dans les zones 55 et 57 lorsque cela est approprié. Dans le cas de la zone 55, inscrivez l'année où le débit a été régularisé. L'année où les données ont été recueillies pour la première fois ne devrait pas être indiquée.

Zone 58 – Données non publiées par la DRHC : Inscrivez le symbole « X » si vous savez que les données ne seront pas publiées. Donnez une explication dans les « Remarques générales », zone 75. Les données reconnues comme étant « non publiées » ne seront pas enregistrées dans les fichiers FLOW, LEVELS ou PEAKS.

Zones 59 à 62 – Autre indicatif de station : Zones inutilisées pour le moment.

Zone 63 – Données recueillies par un autre organisme : Si les données ont été recueillies, calculées et fournies par un organisme de l'extérieur, inscrivez le symbole « X » dans la zone 64 (fournies). Si les données ont été recueillies et calculées par un organisme de l'extérieur mais non fournies, inscrivez le symbole « X » dans la zone 65 (dispon. auprès de). Inscrivez le nom de cet organisme dans la zone 66.

Le bureau d'Ottawa attribuera un code à cet organisme (de 001 à 999) au besoin. Étant donné que ce renseignement s'applique à l'exploitation en cours seulement, indiquez sous « Remarques générales » si les données précédentes ont été fournies par un organisme de l'extérieur.

Zone 67 – Classification de l'organisme responsable : Cette information sert principalement à l'identification des stations exploitées à frais partagés avec les provinces. Par conséquent, cette zone est sujette à des changements fréquents. Inscrivez le code d'une des catégories indiquées dans les instructions de codage pour les zones 68 à 70 (voir la section 4.1 du « Guide d'utilisation du système HYDEX »). La classification des responsabilités s'applique aux stations actives seulement; les zones 68 à 70 seront laissées en blanc dans le cas des stations discontinuées.

Zone 68 – Arrang. financiers : Il peut s'agir de l'une des 17 catégories indiquées dans le Guide. Comme dans le cas des zones 69 et 70, on inscrit ici le code HYDEX et l'en-tête de l'imprimé d'ordinateur.

Exemple : 68D + Fédéral 4 : Inventaire national des ressources en eau
Catégorie :

Zone 69 – Organisme resp. : Il s'agit de l'un des cinq organismes mentionnés dans le Guide.

Exemple : 69A + Division des relevés hydrologiques du Canada

Zone 70 – Nom de l'organisme : Il s'agit de l'un des huit organismes mentionnés dans le Guide.

Exemple : 70C + (Ontario Hydro)

Zone 71 – Isolement : Inscrivez le symbole « X » s'il s'agit d'une station éloignée, conformément à la terminologie relative au partage des coûts d'exploitation. Si l'espace est laissé en blanc, l'accès sera automatiquement considéré comme « conventionnel ». La zone 71 sera laissée en blanc dans le cas des stations discontinuées.

Zone 72 – Remarques pour la publication « Données sur les eaux de surface » : Procédez de la même façon que dans le cas du fichier REMARKS; voyez le Guide à la section 7.2 au sujet du codage pour ce fichier.

Zone 73 – Remarques pour la publication « Sommaire chronologique de l'écoulement » : Procédez de la même façon que dans le cas du fichier REMARKS; voyez le Guide à la section 7.2 au sujet du codage pour ce fichier.

Zone 74 – Remarques pour la publication « Sommaire chronologique des niveaux d'eau » : Procédez de la même façon que dans le cas du fichier REMARKS; voyez le Guide à la section 7.2 au sujet du codage pour ce fichier.

On peut utiliser jusqu'à 120 caractères dans les trois zones qui précèdent. Les descriptions seront incluses dans la publication appropriée : « Données sur les eaux de surface », « Sommaire chronologique de l'écoulement » et « Sommaire chronologique des niveaux d'eau ».

Zone 75 – Remarques générales : Les renseignements supplémentaires touchant d'autres zones sont indiqués ici. Les détails relatifs à une station et qui ne sont pas mentionnés ailleurs peuvent également y être décrits. Il peut s'agir, par exemple, de renseignements généraux sur la station, notamment les raisons pour lesquelles la station

n'est plus exploitée ou les données ne sont pas publiées, etc. On peut également y indiquer les anciens noms et numéros des stations, la date d'installation du télémètre et le numéro de téléphone.

La figure 9 est un imprimé d'ordinateur produit à partir de la formule de mise à jour de l'inventaire des stations hydrométriques. Le personnel de la Section régionale du contrôle des données peut également produire ce document grâce au programme IPAR (Interactive Procedure for Automatic Retrieval).

WATER SURVEY OF CANADA DEC 19 1984 DARTMOUTH, N.S.		GAUGING STATION INVENTORY		01 STATION NO.
03 REGION:	02 STATION NAME:	05 INTERNATIONAL -	06 PROV., TERR. OR STATE:	
07 CO-ORDINATES:	04 STATUS:	08 DRAINAGE AREA:		
09 LOCATION:				
10 TRIBUTARY TO		11 LEGAL LAND DESCRIPTION:		
12 TYPE OF RECORDER:	17 TYPE OF MANUAL GAUGE:	22 OTHER INSTALLATIONS:		
13 GRAPHICAL	18 STAFF	23 CABLEWAY		
14 DIGITAL	19 CANTILEVER	24 TELEMARK		
15 FLOAT ACTIVATED	20 WIRE WEIGHT	25 ARTIFICIAL CONTROL		
16 OTHER (SPECIFY)	21 OTHER (SPECIFY)	26 OTHER (SPECIFY)		
27 TYPE OF RECORD	31 RECORDS OBTAINED:	41 GAUGE DATUM:		
28 TYPE OF GAUGE	32	42 SEVERAL DATUMS		
29 LOCATED AT STA. NO.	33	43 CURRENT DATUM		
30 OPERATION SCHEDULE	34	44 OTHER DATUM		
	35	45 CONVERSION FACTOR:		
	36	46 STANDARD PERIOD		
	37			
47 SEDIMENT DATA	38			
48 WATER QUALITY DATA	39			
49 RESERVOIR CONTENTS	40			
50 CONT. WATER TEMP.	53 NATURAL FLOW	56 DATA REVIEWED	ITEMS 59-62	
51 MONTHLY MEANS ONLY	54 REGULATED	57 REV. TO YEAR 1970	NOT USED AT THIS TIME	
52 DATA PRIOR TO 1900	55 REGULATION BEGAN 19	58 NOT PUB. BY WSC		
53 DATA COLLECTED BY OTHER AGENCY		67 RESPONSIBILITY CLASSIFICATION:		
64 CONTRIBUTED		68 COSTING ARRANGEMENT		
65 AVAILABLE FROM		69 OPERATING AGENCY		
66 NAME OF AGENCY:		70 NAME OF OPER. AGENCY		
		71 REMOTE ACCESS		
72 REMARKS FOR ANNUAL SURFACE WATER DATA PUBLICATION:				
73 REMARKS FOR HISTORICAL STREAMFLOW SUMMARY PUBLICATION:				
74 REMARKS FOR HISTORICAL WATER LEVELS SUMMARY PUBLICATION:				
75 GENERAL REMARKS:				
76 REPLACES FORM DATED	77 FOR OTTAWA OR REGIONAL USE:			
		PREPARED BY		
		CHECKED BY		

Figure 9. Listage - Inventaire des stations hydrométriques

5.0 RÉSUMÉ

Ce cours a permis aux nouveaux techniciens d'étudier les notions sous-jacentes aux formules nécessaires à la description des stations hydrométriques et au fichier HYDEX. L'objet de ces documents a été expliqué et leur importance a été soulignée. Grâce aux méthodes décrites dans le présent module, les techniciens seront en mesure de préparer la description des nouvelles stations, de réviser des descriptions au besoin, et de réviser la formule d'Inventaire des stations hydrométriques (fichier HYDEX).

6.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

6.1 MANUELS PRATIQUES

Environnement Canada (1975). Manuel pratique de levés hydrométriques – Nivellement. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa. 14 p.

Environnement Canada (1987). Guide d'inspection des stations de jaugeage. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa. 20 p.

6.2 RÉFÉRENCES

Environnement Canada (1980). Guide d'utilisation du système HYDEX. Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa. 89 p.



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 14 – Emploi des véhicules

A.R. Wilson
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
Bureau de poste
C.P. 2970
Yellowknife (Territoires du Nord-Ouest)
Canada X1A 2R2

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	OBJET ET CONTEXTE	1
2.0	OBJECTIFS	2
3.0	ÉMISSION DE PERMIS ET AUTORISATION.....	3
4.0	POLITIQUES ADMINISTRATIVES DU MINISTÈRE	4
4.1	ENTRETIEN.....	4
4.1.1	<i>Entretien préventif.....</i>	4
4.1.2	<i>Εντρετιεν χορρεχτιφ.....</i>	4
4.1.3	<i>Χομπαραισον δεσ χο/τσ.....</i>	4
4.2	ΥΣΑΓΕ ΔΕΣ ΧΑΡΤΕΣ ΔΕ ΧΡΩΔΙΤ	5
4.2.1	<i>Ρ/λε δυ χεντρε δε ρεσπονσαβιλιτ.....</i>	5
4.2.2	<i>Τψπεσ δε χαρτεσ δε χρδ'ιτ.....</i>	5
4.2.3	<i>Φουρνισσευρσ ετ σερωιχεσ.....</i>	6
4.2.4	<i>Χομπαγνιεσ χονχερν'εσ.....</i>	6
4.2.5	<i>Ρεστριχτιονσ.....</i>	7
4.3	ΡΑΠΠΟΡΤ ΜΕΝΣΥΕΛ ΔΕΜΠΛΟΙ ΔΕ ΣΗΧΥΛΕ.....	7
4.4	ΑΥΤΡΕΣ ΦΑΓΟΝΣ ΔΕΦΦΕΧΤΥΕΡ ΔΕΣ ΑΧΗΑΤΣ.....	9
4.4.1	<i>Οφφρεσ περμανεντεσ ρ'γιοναλεσ.....</i>	9
4.4.2	<i>Χοντρατσ.....</i>	9
4.4.3	<i>Βονσ δαχηατ λοχαυξ.....</i>	9
4.5	ΝΟΡΜΕΣ ΔΕ ΣΧΥΡΙΤ	10
4.6	ΧΟΝΔΥΙΤΕ ΠΡΩΣΕΝΤΙΣΕ.....	10
4.7	ΧΟΜΠΤΕ ΡΕΝΔΥ ΔΑΧΧΙΔΕΝΤ	10
5.0	VÉHICULES ET ÉQUIPEMENT AUXILIAIRE	12
5.1	SPÉCIFICATIONS DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN	12
5.2	VÉHICULES SPÉCIAUX.....	12
5.3	TREUILS.....	13
5.4	VÉHICULES À QUATRE ROUES MOTRICES	13
5.4.1	<i>Essieu arrière « Traction-Lox » (optionnel).....</i>	13
5.4.2	<i>Moyeux à blocage manuel</i>	13
5.4.3	<i>Moyeux à blocage automatique (optionnels)</i>	15
5.4.4	<i>Précautions relatives aux véhicules à quatre roues motrices.....</i>	16
5.5	REMORQUAGE	16
6.0	MESURES DE SÉCURITÉ PRATIQUES.....	19
6.1	PRÉPARATIFS D'UNE VISITE SUR LE TERRAIN	19
6.2	CHARGEMENT ET FIXATION DU MATÉRIEL	19
6.3	VÉRIFICATIONS PRÉALABLES À LA CONDUITE.....	19

6.4	SÉCURITÉ DU VÉHICULE À UN ACCÈS D'AUTOROUTE.....	20
6.5	SÉCURITÉ DU VÉHICULE HORS-ROUTE.....	20
6.6	TRANSPORT DE PRODUITS DANGEREUX.....	21
7.0	RÉSUMÉ.....	22
8.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	23
8.1	MANUELS DU MINISTÈRE	23
8.2	RÉFÉRENCES.....	23
	ANNEXE 1. TREUIL ÉLECTRIQUE – MODE D'EMPLOI.....	24
	ANNEXE 2. FONCTIONNEMENT DES VÉHICULES À QUATRE ROUES MOTRICES.....	26

1.0 OBJET ET CONTEXTE

Le présent cours vise à présenter au personnel de la *Division des relevés hydrologiques du Canada* les méthodes d'exploitation sécuritaire des véhicules tout terrain et de l'équipement auxiliaire. En outre, il contient une série de directives générales se rapportant à l'inspection et à l'entretien des véhicules. Les procédures à employer pour traiter avec les fournisseurs, utiliser les cartes de crédit et remplir des rapports mensuels d'emploi de véhicule y sont également décrites.

Les exigences d'exploitation des véhicules gouvernementaux sont déjà suffisamment détaillées. L'objet du présent cours se limite à résumer ces politiques et à fournir des références spécifiques aux conducteurs de ces véhicules. Ces références sont particulièrement utiles pour la planification d'une visite sur le terrain.

2.0 OBJECTIFS

Le présent cours aborde les sujets suivants :

1. Les normes de base régissant l'émission de permis de conduire;
2. Les politiques du Ministère concernant l'utilisation et l'entretien de l'équipement mobile et la rédaction d'un compte rendu;
3. Les normes de sécurité, les procédures et les applications pratiques d'emploi des véhicules;
4. Les véhicules et l'équipement auxiliaire d'usage général;
5. Les manuels de référence et leur utilisation.

Après avoir suivi ce cours, les **participants** seront en mesure de décrire les procédures de sécurité relatives à l'emploi des véhicules. Ils connaîtront également les politiques du Ministère à utiliser pour remplir les rapports d'accident, les carnets de route, les rapports de kilométrage et les formulaires d'assurance.

En outre, le présent cours prépare les participants à l'utilisation des véhicules à quatre roues motrices, ainsi qu'aux opérations de halage et de remorquage. Les participants recevront également un enseignement sur l'entretien préventif mineur, la tenue de dossiers et les méthodes adéquates de chargement sécuritaire et efficace des véhicules.

3.0 ÉMISSION DE PERMIS ET AUTORISATION

Les employés appelés à conduire des véhicules gouvernementaux dans le cadre de leurs tâches doivent détenir un permis de conduire en règle et une classe autorisant la conduite de (des) véhicule(s) qu'il aura à utiliser. Le permis doit avoir une date d'expiration valable et respecter les règlements de juridiction de la province ou du territoire.

Le système de classement des permis de conduire varie selon la province ou le territoire. Ainsi, le détenteur d'un permis de classe 5 dans les Territoires du Nord-Ouest peut légalement conduire des véhicules monomoteurs ou un ensemble de véhicules motorisés dont le poids brut ne dépasse pas 11 000 kg (24 000 lb). En Ontario, ces critères sont équivalents à un permis de classe G. Le détenteur d'un permis de conduire en règle d'une classe satisfaisant ou dépassant ces critères est autorisé à conduire la plupart des véhicules du Ministère.

- L'autorisation de conduire les véhicules gouvernementaux varie en fonction des responsabilités ou des besoins régionaux. La carte d'identité du Gouvernement du Canada, délivrée à la plupart des employés, se compose d'une photo de type passeport de l'employé, du nom de l'employé, de son numéro d'assurance sociale et de sa signature.

Cette carte identifie le détenteur auprès des fournisseurs et peut être présentée avec la carte de crédit du Gouvernement du Canada afin d'effectuer des achats d'approvisionnements ou de services déterminés au préalable. Une troisième carte, la carte d'autorisation de conduite, qui permet au conducteur de se servir d'un véhicule gouvernemental, est également requise. Les cartes d'autorisation de conduite sont délivrées à tout le personnel de la *Division des relevés hydrologiques du Canada*, y compris aux employés nommés pour une période déterminée dont les responsabilités incluent la conduite de véhicules.

- Une autorisation spéciale est requise pour la conduite des véhicules gouvernementaux devant traverser la frontière internationale. Les procédures et les autorisations particulières varient à l'intérieur du Canada et doivent être vérifiées en conséquence. En général, le conducteur doit détenir les documents suivants : un extrait de naissance, un permis de conduire, un certificat d'immatriculation, une carte d'autorisation de conduite et une lettre d'autorisation correspondant à l'activité à effectuer.

Il existe deux types de points de passage de frontière : les points supervisés et les points non supervisés. Aux points de passage de frontière supervisés, les services de douane des États-Unis et du Canada sont constamment disponibles, et la traversée s'effectue de façon normale. Aux points de passage de frontière non supervisés, il n'existe aucune installation de douanes, et toute traversée non autorisée est illégale. Des négociations et des ententes entre les États-Unis et le Canada ont autorisé la traversée de la frontière aux points non supervisés. Toutefois, des règlements plus rigoureux sont prévus.

Lorsqu'un véhicule se trouve aux États-Unis, les approvisionnements et les services peuvent être obtenus à l'aide de cartes de crédit de compagnies pétrolières ou par paiement en espèces. La carte de crédit du Gouvernement du Canada n'est pas acceptée aux États-Unis.

4.0 POLITIQUES ADMINISTRATIVES DU MINISTÈRE

4.1 ENTRETIEN

L'une des politiques d'Environnement Canada consiste à maintenir et à exploiter un parc automobile fiable et économique. L'entretien est nécessaire afin d'assurer une utilisation ininterrompue de l'équipement mobile conformément à son rôle prévu, pour éviter les pannes imprévues et coûteuses et pour assurer une utilisation sécuritaire. Une attention particulière doit être portée à l'entretien de l'équipement mobile mis en commun.

4.1.1 Entretien préventif

L'entretien préventif comprend les soins et les inspections effectués périodiquement. Il a pour objet de minimiser l'usure normale des véhicules au moyen d'une lubrification adéquate, et d'identifier et de corriger les défauts mineurs avant qu'ils ne deviennent des problèmes majeurs. L'entretien comporte les changements d'huile et de filtre, la lubrification et la vérification des niveaux de fluides dans tous les composants et systèmes. Les inspections incluent normalement une série de vérifications des composants et des systèmes dont l'ampleur et la complexité augmentent de façon progressive. Le nombre des différents types d'inspections, leur objet et leur séquence d'exécution dépend de l'équipement mobile inspecté, de la saison et des conditions d'utilisation de l'équipement.

Bien que l'entretien préventif doive être conçu de façon à satisfaire les besoins de l'équipement mobile particulier exploité dans des conditions spécifiques, les niveaux d'entretien doivent, au minimum, satisfaire les exigences stipulées dans les modes d'emploi pertinents des fabricants. Dans le cas de voitures pour passagers, l'entretien recommandé par les fabricants s'applique généralement à la conduite normale et personnelle. Les véhicules du parc automobile sont employés dans des conditions plus exigeantes et nécessitent un entretien plus fréquent.

Le programme d'entretien préventif doit être flexible. Les conditions varient de temps à autre, et l'entretien doit être modifié en conséquence. Par exemple, la construction de routes peut entraîner des conditions très poussiéreuses durant quelques mois, créant un besoin accru de changements d'huile et de filtre durant cette période.

La lubrification est au centre de tout programme d'entretien préventif. Les programmes d'entretien doivent être planifiés en fonction de trois facteurs de

base → λες χηανγεμεντσ δαηυιλε, λες χηανγεμεντσ δε φιλτρε ετ λα λυβριφιχατιον ←
. Υτιλισεζ υνιθυεμεντ λες ηυιλεσ ετ λες λυβριφιαντσ ρι πονδαντ αυξ σπι χιφιχατιον
σ δυ φαβριχαντ δε λα θυιπεμεντ μοβιλε. Λεμπλοι δαηυιλεσ βον μαρχηι πευτ σθαπι
ρερ χοι τευξ σαιλ εστ νι χεσσαιρε δε χηανγερ λε μοτευρ.

4.1.2 Εντρετιεν χορρεχτιφ

Λαεντρετιεν χορρεχτιφ εστ λαεντρετιεν νον προψυ ετ νον πλανιφι δαυν σφι ηιχυλε. Χε
τυπε δαεντρετιεν εστ εφφεχτυι πουρ χορριγερ λες προβλιμεσ προσεντσ δαυν σφι ηιχυ
λε.

4.1.3 Χομπαραισον δεσ χοιτσ

Λαεντρετιεν χορρεχτιφ, χομμε λαεντρετιεν προσεντιφ, πευτ ι τρε εξι χυτι ρ λααιδε δε ρ
εσσουρχεσ λοχαλεσ, χομμερχιαλεσ, ου υνε χομβιναισον δεσ δευξ. Λες χοιτσ δε λαε
ντρετιεν χορρεχτιφ σερπεντ εν θυελθυε σορτε δε βαρομιτρε πουρ φυγερ λαεφφιχαχι
ι δυ προγραμμε δαεντρετιεν προσεντιφ. Πουρ ι τρε παλαβλε, υνε τελλε χομπαραισον

νί χεσσιτε υνε δί φινιτιον δε τερμεσ.

Λεεντρετιεν πρί πεντιφ χομπρενδ τουτ λεεντρετιεν πλανιφιί ου πρί πω, θυειλ σοιτ δε νατυρε χορρεχτιπε ου νον. Παρ εξεμπλε, λε ρεμπλαχεμεντ δουν πνευ τρ\σ υσί δανσ λε χαδρε δουν προγραμμε δεεντρετιεν δε ρουτινε εστ χονσιδρί χομμε δε λεεντρετιεν πρί πεντιφ. Λε ρεμπλαχεμεντ δυ μί με πνευ συρ λα ρουτε εν ραισον δουνε χρεπαισο ν εστ χονσιδρί χομμε δε λεεντρετιεν ιμπρί πω.

Λεσ χο\τσ δεεντρετιεν ιμπρί πω, ψ χομπρισ λεσ χο\τσ Γ πεντυελσ χοννεξεσ χομμε λε σ φραισ δε ρεμορθυαγε, λεσ αππελσ τί λί πηονιθυεσ ετ λα λοχατιον δουν πί ηιχυλε δε ρεχηανγε, πευπεντ | τρε χομπαρ\σ παρ πουρχενταγε αυξ χο\τσ δεεντρετιεν πρί πεντ ιφ ου αυξ χο\τσ τοταυξ δεεντρετιεν. Γί νί ραλεμεντ, λεσ φραισ δεαχχιδεντ ετ λεσ χο\τσ Γ πεντυελσ χοννεξεσ νε φοντ πασ παρτιε δεσ χο\τσ δεεντρετιεν ιμπρί πω, ρ μοινσ θυε λεαχχιδεντ ρί συλτε διρεχτεμεντ δουνε παννε δυ πί ηιχυλε.

4.2 ΥΣΑΓΕ ΔΕΣ ΧΑΡΤΕΣ ΔΕ ΧΡΩΔΙΤ

Λουνε δεσ πολιτιθυεσ δεενπυροννεμεντ Χαναδα στιπυλε θυε λε Συστ\με δεσ χαρτε σ δε χρί διτ δυ Γουπερνεμεντ δυ Χαναδα εστ λα μί τηοδε αππρουπείε πουρ αχθυί ριρ δεσ αππροωισιοννεμεντσ ετ δεσ σερπιχεσ νί χεσσαιρεσ ρ λεθιυπεμεντ αυτομοβιλε αυπρ\σ δε διπερσεσ χομπαγνιεσ απαντ νί γοχιί δεσ οφφρεσ περμανεντεσ απεχ Αππρ οωισιοννεμεντσ ετ Σερπιχεσ Χαναδα. Υνε χαρτε εστ δί λιπρίε πουρ χηαθυε πί ηιχυ λε αχηετ\ ου λου\ παρ λε Μινιστ\ρε.

4.2.1 Ρίλε δυ χεντρε δε ρεσπονσαβιλιτ\

1. Σιγναλερ λα περτε ου λε πολ δε χαρτεσ ιμμ\ διατεμεντ ρ Αππροωισιοννεμεντσ ετ Σερπιχεσ Χαναδα ετ ενπουερ υνε χοπιε δυ ραππορτ ρ λα διρεχτιον γί νί ραλ ε δεσ σερπιχεσ.
2. Φαιρε παρπενιρ λεσ χαρτεσ δε χρί διτ δε τουτ πί ηιχυλε ου Γ θυυπεμεντ δ\ χλαρ Γ χομμε εξχ\ δενταιρε ρ λα διρεχτιον γί νί ραλε δεσ σερπιχεσ.
3. ρ ριφιερ λα σ\ χυριτ\, λα διστριβυτιον θυοτιδιεννε ετ λε χοντρ | λε δεσ χαρτεσ δε χρί διτ.
4. Σεασσυρερ θυε λεσ πί ηιχυλεσ σοντ νυμ\ ροτ\σ δε φα\ ον ρ χε θυε λεσ φουρνισ σευρσ πυισσεντ λεσ φαιρε χορρεσπονδρε αυξ χαρτεσ δε χρί διτ.
5. ρ ριφιερ λεσ αχηατσ ρ χρί διτ, λεσ φαχτυρεσ ετ λεσ δοχυμεντσ χοννεξεσ απαν τ δεαυτορισερ λε παιεμεντ.

4.2.2 Τυπεσ δε χαρτεσ δε χρί διτ

Λε Συστ\με δεσ χαρτεσ δε χρί διτ δυ Γουπερνεμεντ δυ Χαναδα διστριβυε δευξ τυπε σ δε χαρτεσ δε χρί διτ: λεσ χαρτεσ σπ\ χιφιθυεσ ετ λεσ χαρτεσ νον σπ\ χιφιθυεσ.

1. Λεσ χαρτες σπ[χιφιθυεσ σοντ δ[λιωρ[εσ πουρ λεσ π[ηιχυλεσ δυ Μινιστ[ρε ου πουρ λ[θυιπεμεντ πουωαντ | τρε ιδεντιφ[δε φα|ον πρ[χισε.
2. Λεσ χαρτες νον σπ[χιφιθυεσ σοντ διστριβ[εσ πουρ λ[θυιπεμεντ σπ[χιαλ τελ θυε λεσ μοτονειγεσ, λεσ μοτοχψχλεττεσ, λεσ τρον|οννευσεσ, λεσ βατεαυξ ετ λεσ μοτευρσ. Χεσ χαρτες πευωεντ [γαλεμεντ | τρε υτιλι[εσ πουρ λεσ π[ηιχυ λεσ λου[σ πουρ υνε π[ριοδε ινφ[ριευρε $\diamond 90^\circ$ φουρσ. Εν υτιλισαντ λα χαρτε δε χρ[διτ νον σπ[χιφιθυε, λ[εμπλωψ[δοιτ πρ[σεντερ σα χαρτε δ[ιδεντιτ[δυ Γουπ ερνεμεντ δυ Χαναδα δ[λιωρ[ε παρ Ενπιροννεμεντ Χαναδα. Λε νυμ[ρο δε λα χαρτε δ[ιδεντιτ[εστ ινσχυριτ συρ λεσ φαχυρεσ. Υνε χαρτε νον σπ[χιφιθυε νε δ[οιτ πασ | τρε εμπλωψ[ε λορσθυυν ινδιπιδυ λουε υνε αυτομοβιλε δ[υνε χομπα γνιε πριπ[ε δανσ λε χαδρε δε σον τραπαιλ. Πουρ χε τυπε δε δ[πενσε αππροω [ε, υτιλισεζ υνε δεμανδε δε ρεμβουρσεμεντ δε φραισ δε δ[πλαχεμεντ.

4.2.3 Φουρνισσευρσ ετ σερπιχεσ

Λεσ χομπαγνιεσ παρτιχιπαντεσ θυι αχχεπτεντ λεσ χαρτες δε χρ[διτ δυ Γουπερνεμε ντ δυ Χαναδα σοντ [νυμ[ρ[εσ δανσ λε μανυελ δε λ[υσαγερ δεσ χαρτες δε χρ[διτ. Χο νσερπεζ υν εξεμπλαιρε δε χε μανυελ δανσ χηαθυε π[ηιχυλε γουπερνεμενταλ.

4.2.4 Χομπαγνιεσ χομπερν[εσ

Λεσ αππροπισιοννεμεντσ ετ λεσ σερπιχεσ χι-δεσσουσ δοιωεντ | τρε οβτενυσ εν υτι λισαντ υνε χαρτε δε χρ[διτ δυ Γουπερνεμεντ δυ Χαναδα.

- Χομπαγνιεσ π[τρολι[ρεσ
 - χαρβυραντ, ηυιλε, λυβριφιαντσ, αντιγελ, φιλτρεσ, λιθυιδε πουρ λαπε-γ λαχε, φλυιδε δε δ[γιωραγε. Λεσ σερπιχεσ ορδιναιρεσ τελσ θυε λα ρ[παρ ατιον δεσ πνευσ, λα χηαργε δε βαττεριε, λε λαπαγε, λε ρεμορθυαγε, λα λυβριφιχατιον ετ λεσ ρ[παρατιονσ δ[υργενχε δοιωεντ [γαλεμεντ | τρε πα ψ[σ \diamond λ[αιδε δ[υνε χαρτε δε χρ[διτ.
- Χομπαγνιεσ δ[εντρετιεν ετ δε ρ[παρατιον
 - τουτ λ[εντρετιεν νορμαλ, λεσ σερπιχεσ δε ρ[παρατιον ετ λεσ π[ιχεσ εσ σεντιελλεσ αυ φονχτιοννεμεντ δυ π[ηιχυλε ου δε λ[θυιπεμεντ.
- Φουρνισσευρσ δε σψστ[μεσ δ[χηαππεμεντ
 - τουσ λεσ σερπιχεσ νορμαυξ φουρνισ παρ χεσ χομπαγνιεσ, ψ χομπρισ λ[εντρετιεν δεσ φρεινσ ετ δε λα συσπενσιον.

4.2.5 Ρεστριχτιονσ

Λεσ ρεστριχτιονσ χι-δεσσουσ σθαππλιθουεντ εν υτιλισαντ λεσ χαρτεσ δε χρϋδιτ δυ γ ουπερνεμεντ□:

- Ne pas employer une carte de crédit du gouvernement pour payer les frais de stationnement, l'entreposage, ou tout autre service ou approvisionnement non mentionné précédemment.
- Seuls les achats d'urgence de pneus peuvent être effectués à l'aide d'une carte de crédit du gouvernement. Approvisionnements et Services Canada a négocié des offres permanentes avec les principales compagnies de pneus, de façon à obtenir des pneus et des chambres à air au rabais par rapport au prix de détail normal.
- Ne pas utiliser la carte de crédit du gouvernement pour l'achat normal de pièces de rechange ou de batteries. Approvisionnements et Services Canada négocie des offres permanentes, à l'échelle nationale ou régionale, pour l'approvisionnement de pièces de rechange et de batteries. Ces offres permanentes, comme celles des pneus, n'ont pas recours au système de cartes de crédit du gouvernement. Pour obtenir ces pièces, utilisez le formulaire DSS/MAS 942.
- Environnement Canada a fixé une limite de 150 \$ par achat effectué à l'aide d'une carte de crédit du gouvernement.

4.3 ΡΑΠΠΟΡΤ ΜΕΝΣΥΕΛ ΔΞΕΜΠΛΟΙ ΔΕ ϚΗΧΥΛΕ

Λε ου λεσ οπϋρατευρ(σ) δε χηαθυε πϋηιχυλε ου ϋθυιπεμεντ δοιπεντ ρεμπλιρ υν Ραπ πορτ θυοτιδιεν δΞεμπλοι δε πϋηιχυλε ετ δΞϋθυιπεμεντ. Υν χαρνετ δε ρουτε εστ νορμα λεμεντ φουρνι απεχ χηαθυε πϋηιχυλε. Τουτεφοισ, λεσ πολιτιθυεσ δυ Μινιστϋρε χον χερναντ λΞυσαγε δε χεσ χαρνετσ πευπεντ παριερ, ετ λευρ νορμαλισατιον νΞεστ πα σ οβλιγατιοιρε.

Λεσ δοννϋεσ χι-δεσσουσ φοντ παρτιε δεσ ρενσειγγνεμεντσ δεπαντ | τρε ινσχυριτσ συρ λε Ραππορτ θυοτιδιεν δΞεμπλοι δε πϋηιχυλε ετ δΞϋθυιπεμεντ.

Λε ταβλεαυ 1 αττριβυε υν χοδε αυΞ πϋηιχυλεσ εν φονχτιον δε λευρ ϋτατ γλοβαλ.

1. Ν° δυ πϋηιχυλε ου δε λΞϋθυιπεμεντ
2. Μινιστϋρε □ Διρεχτιον ου Σερπιχε
3. Δατε δε πϋριφιχατιον πϋϋε
4. Μοισ
5. Λιευ, ρελατιπυεμεντ ϋ λα διστανχε θυοτιδιεννε παρχουρυε (εν κμ) ετ ϋ λΞεμπλο ι δΞυνε χαρτε δε χρϋδιτ ου ϋ δΞαυτρεσ τυπεσ δΞαχηατσ
6. Δυρϋε δΞινδισπονιβιλιτϋ, ϋ υνε δεμι-φουρνϋε πϋϋσ, εν ραισον δε ϋ παρατιονσ ου δΞεντρετιεν

Φιγυρε 1. Εξεμπλε δε φορμουλαιρε ρεμπλι δυ Ραππορτ θυοτιδιεν δεεμπλοι δε π̄ ηιχυλε ετ δ̄ θυιπεμεντ

Χεσ ραππορτσ φουρνισσεντ λεσ ρενσειγνεμεντσ δε βασε φουρνισ αυ Συστ̄με δ̄εινφο ρματιον πουρ λα γεστιον δυ παρχ αυτομοβιλε.

4.4 ΑΥΤΡΕΣ ΦΑΛΟΝΣ Δ̄ΕΦΦΕΧΤΥΕΡ ΔΕΣ ΑΧΗΑΤΣ

Ουτρε λαεμπλοι δε χαρτες δε χρ̄ διτ, ιλ εξιστε τρεις φα|ονσ δ̄εφφεχτυερ δεσ αχηατ σ.

4.4.1 Οφ̄φρες περμανεντες ρ̄γιοναλεσ

Λεσ βυρεαυξ ρ̄γιοναυξ δ̄Αππροπισιοννεμεντσ ετ Σερπιχεσ Χαναδα ν̄ γοχιεντ δεσ Οφ̄φρες περμανεντες πρινχιπαλεσ ετ ρ̄γιοναλεσ, αινσι θυε δεσ Οφ̄φρες περμανεντε σ ινδιπιδυελλεσ ετ ρ̄γιοναλεσ απεχ χερταινεσ χομπαγνιεσ δ̄εντρετιεν. Χεσ οφ̄φρες περμανεντες περμεττεντ δ̄εοβτενιρ δεσ σερπιχεσ δ̄εντρετιεν σελον λεσ βεσοινσ, χ ονφορμ̄ μεντ ϙ δεσ μοδαλιτ̄ σ σπ̄ χιφιθυεσ.

4.4.2 Χοντρατσ

Λεσ βυρεαυξ ρ̄γιοναυξ ετ λοχαυξ δ̄Αππροπισιοννεμεντσ ετ Σερπιχεσ Χαναδα ν̄ γ οχιεντ δεσ χοντρατσ ινδιπιδυελσ απεχ δεσ χομπαγνιεσ δ̄εντρετιεν. Χεσ χοντρατσ σοντ ν̄ γοχῑ σ ϙ λα δεμανδε δυ Μινιστ̄ρε ετ δε λα παρτ δεσ βυρεαυξ ρ̄γιοναυξ ου δ εσ χεντρεσ δε ρεσπονσαβιλιτ̄ ινδιπιδυελσ δ̄Ενπιροννεμεντ Χαναδα.

4.4.3 Βονσ δ̄αχηατ λοχαυξ

Λε Μινιστ̄ρε πευτ οβτενιρ δεσ σερπιχεσ δ̄εντρετιεν σελον λεσ τερμεσ δ̄υνε δ̄ λ̄ γα τιον δ̄αυτορισατιον δ̄αχηατ. Λε δοχυμεντ δ̄αχηατ εστ απελ̄ βον δ̄αχηατ λοχαλ . Χηαθυε βον δ̄αχηατ λοχαλ αυτορισε λε περσοννελ δε γεστιον φινανχῑρε δυ Μινι στ̄ρε ϙ̄ μετρε υν χη̄θυε πουρ παυερ λεσ σερπιχεσ οβτενυσ. Σαυφ δανσ λε χασ ο̄ δεσ βιενσ ου σερπιχεσ σοντ ν̄ χεσσαιρεσ πουρ σατισφαιρε δεσ βεσοινσ δ̄εξ̄πλοιτα τιον ιμμ̄ διατσ, λεσ αχηατσ πουρ παντ̄ | τρε εφφεχτῡ σ ϙ λ̄αιδε δ̄υν βον δ̄αχηατ λοχαλ σε λιμιτεντ ϙ 500€.

Λεσ π̄λχεσ δε ρεχηανγε δεστιν̄ εσ αυξ στοχκσ πευπεντ | τρε οβτενυεσ ϙ λ̄αιδε δ̄υν δεσ δοχυμεντσ συιπαντσ:

- i. Οφ̄φρες περμανεντες πρινχιπαλεσ νατιοναλεσ ετ ρ̄γιοναλεσ;
- ii. Οφ̄φρες περμανεντες ινδιπιδυελλεσ νατιοναλεσ ετ ρ̄γιοναλεσ;

5.0 VÉHICULES ET ÉQUIPEMENT AUXILIAIRE

5.1 SPÉCIFICATIONS DE FONCTIONNEMENT ET D'ENTRETIEN

La *Division des relevés hydrologiques du Canada* exploite un grand nombre de véhicules et de types d'équipement auxiliaire. Ceux-ci ne peuvent pas être tous décrits dans le présent cours. Consultez les spécifications de fonctionnement et d'entretien des manuels du fabricant de chaque véhicule utilisé.

Ces spécifications décrivent :

1. Le type de sécurité
2. La garantie et les marques d'identification
3. Les procédures de rodage
4. Les instructions préalables à la conduite et d'utilisation
5. Le tableau de bord
6. La transmission et le mécanisme d'entraînement
7. Les recommandations relatives au(x) type(s) de carburant, à la lubrification et à la batterie
8. Les accessoires et les outils
9. Les exigences d'entretien
10. Les dispositifs de sécurité.

5.2 VÉHICULES SPÉCIAUX

Des véhicules spéciaux tels que les motoneiges et les motos tout terrain sont couramment employés par la *Division des relevés hydrologiques du Canada* pour le transport du personnel et du matériel. Certains techniciens possèdent peut-être déjà une expérience récréative de ce type de véhicules spéciaux. Quoi qu'il en soit, il est fortement recommandé à tous les techniciens de suivre un cours mettant l'accent sur la sécurité d'utilisation de ces véhicules. Les manuels du fabricant contiennent les directives d'entretien des véhicules spéciaux. La sécurité est d'une importance primordiale.

1. Motoneiges
Planifiez toute excursion en motoneige. Emportez des courroies d'entraînement de rechange, des bougies et une trousse d'outils comme matériel de base. Portez des vêtements appropriés et un casque pour motoneige. Avant le départ, vérifiez les conditions météorologiques, de gel et de neige, et tous les autres dangers potentiels. Communiquez l'itinéraire à une personne responsable.
2. Véhicules tout terrain
Ces véhicules, à trois ou quatre roues, sont surtout utilisés pour le transport en été, mais peuvent également être employés de façon limitée au début et à la fin de l'hiver. Prenez les dispositions nécessaires en fonction de la saison.
3. Motos tout terrain

Ces véhicules sont utilisés en été pour se rendre à certains emplacements. Portez un casque et des bottes appropriées.

Les véhicules spéciaux peuvent s'avérer très utiles dans le cadre des programmes de la *Division des relevés hydrologiques du Canada*, mais ne doivent pas être considérés comme des jouets. Leurs caractéristiques de maniement et d'accélération exigent une compétence et une expérience spéciales. Portez un casque protecteur et prenez les mesures de sécurité nécessaires en tout temps en les conduisant. Si possible, suivez un cours pratique sur la conduite de ces véhicules.

5.3 TREUILS

Le Ministère utilise un grand nombre de treuils de types et de dimensions variés. Le treuil électrique est le plus couramment employé. Un exemple de mode d'emploi de treuil électrique est reproduit à l'[annexe 1](#). Le Ministère utilise également des treuils à prise de force.

5.4 VÉHICULES À QUATRE ROUES MOTRICES

Il existe plusieurs types de véhicules à quatre roues motrices. Il est important de posséder une formation adéquate quant à l'utilisation du type particulier de véhicule devant être utilisé. Les principes généraux de fonctionnement des véhicules à quatre roues motrices sont décrits à l'[annexe 2](#).

Certains véhicules à quatre roues motrices sont munis d'options telles que les essieux arrières « Positraction » ou « Traction-Lox »*. Ils peuvent également comporter des moyeux à blocage manuel ou automatique. Ces composants sont considérés en plus de détail dans les sections subséquentes.

* *Marques déposées*

5.4.1 Essieu arrière « Traction-Lox » (optionnel)

Le manuel du fabricant stipule :

« Cet essieu offre une traction accrue sur les surfaces glissantes, en particulier lorsque l'une des roues est en contact avec une surface offrant une mauvaise traction. Dans des circonstances normales, l'essieu Traction-Lox fonctionne comme un essieu arrière ordinaire. »

ATTENTION - DANGER !

En utilisant un véhicule muni d'un essieu « Traction-Lox », ne jamais faire fonctionner le moteur lorsqu'une des roues arrière n'est pas en contact avec le sol. La roue en contact avec le sol pourrait entraîner un déplacement subit du véhicule.

5.4.2 Moyeux à blocage manuel

Les véhicules à quatre roues motrices sont munis d'un des types de moyeux suivants :

- moyeux à blocage manuel ou
- moyeux à blocage automatique.

Des procédures particulières doivent être suivies dans chaque cas afin d'assurer plusieurs années de conduite sécuritaire et sans incident. Il est essentiel que le conducteur du véhicule se familiarise avec les manuels d'exploitation de tous les véhicules du parc automobile. Les procédures ci-dessous peuvent varier en fonction du type de véhicule utilisé dans la région.

Dans le cas de moyeux à blocage manuel, les sélecteurs de verrouillage des moyeux situés sur les deux roues avant doivent être verrouillés ou verrouillés de l'extérieur du véhicule, pendant que celui-ci est arrêté. Si le mode de conduite à quatre roues motrices doit être employé (dans des conditions de boue, de neige ou sur des collines, par exemple), verrouillez les moyeux avant de conduire dans la région où les conditions sont mauvaises.

Les deux positions des moyeux sont clairement identifiées : « FREE » (déverrouillés) et « LOCK » (verrouillés). Le sélecteur de verrouillage manuel du moyeu doit toujours être tourné de « FREE » à « LOCK » dans le sens horaire, et de « LOCK » à « FREE » dans le sens antihoraire. **NE PAS** forcer le sélecteur dans le mauvais sens, ce qui pourrait endommager le mécanisme. Ne jamais utiliser une clé anglaise ou des pinces pour forcer le moyeu. Si le sélecteur ne tourne pas facilement, avancez ou reculez légèrement le véhicule, ou tournez légèrement le volant. Le sélecteur de verrouillage du moyeu devrait alors tourner facilement.

Il est important de régler les deux boutons de verrouillage de moyeux à la même position, soit « FREE », ou « LOCK », afin d'éviter l'usure excessive du différentiel et que la direction soit soumise à une force trop élevée.

La conduite normale sur autoroute ou sur chemin de gravier s'effectue avec les moyeux à la position « FREE », et en réglant la boîte de vitesses intermédiaire à la position de conduite à deux roues motrices (2H). Le mode de vitesse rapide à quatre roues motrices (4H) devrait uniquement être utilisé dans de mauvaises conditions de traction, comme sur la glace, la neige, la boue ou le sable. Le mode de vitesse lente à quatre roues motrices (4L) devrait uniquement être employé lorsque le véhicule transporte ou tire une lourde charge, ou en montant une pente abrupte, et uniquement à une vitesse faible. Si le mode à quatre roues motrices est utilisé sur des routes sèches, la transmission et la boîte de vitesses intermédiaire risquent de s'user excessivement, ce qui pourrait provoquer des pannes prématurées.

Pour passer du mode à deux roues motrices (2H) au mode à quatre roues motrices (4H) :

- i. Arrêtez le véhicule
- ii. Mettez la transmission en position NEUTRE (N)
- iii. Serrez le frein à main
- iv. Tournez les deux sélecteurs de verrouillage des moyeux dans le sens horaire jusqu'à la position « LOCK »
- v. Réglez la boîte de vitesses intermédiaire à la position 4H (quatre roues motrices). Ne jamais changer la vitesse avant de verrouiller les moyeux. Ne jamais passer de 2H à 4H lorsque les moyeux sont à la position « FREE » et que le véhicule est en mouvement. Si le véhicule est en mouvement, il est possible de passer de 2H à 4H uniquement si les moyeux sont à la position « LOCK ».

Pour passer de 4H à 4L :

- i. Arrêtez le véhicule
- ii. Mettez la transmission en position NEUTRE (N) (ou, si la transmission est manuelle, débrayez)
- iii. Réglez la boîte de vitesses intermédiaire à la position 4L
- iv. Embrayez et continuez.

Pour passer de 4L à 4H :

- i. Arrêtez le véhicule
- ii. Mettez la transmission en position NEUTRE

- iii. Réglez la boîte de vitesses intermédiaire à la position 4H
- iv. Embrayez et continuez.

Nota– Ne pas passer de la position 4L à une autre position, ou vice-versa, pendant que le véhicule est en mouvement. Un tel changement peut provoquer un frottement des engrenages et un endommagement subséquent de la boîte de vitesses intermédiaire.

Pour passer du mode à quatre roues motrices (4H) au mode à deux roues motrices (2H) :

- i. Réglez la boîte de vitesses intermédiaire de 4H à 2H
- ii. Arrêtez le véhicule
- iii. Tournez les deux sélecteurs de verrouillage des moyeux dans le sens antihoraire jusqu'à la position « FREE ».

5.4.3 Moyeux à blocage automatique (optionnels)

Les véhicules munis de moyeux à blocage automatique adoptent automatiquement le mode à quatre roues motrices lorsque les étapes suivantes sont exécutées :

- i. Arrêtez le véhicule
- ii. Mettez la transmission en mode NEUTRE (N)
- iii. Réglez le levier de la boîte de vitesses intermédiaire à la position 4H ou 4L.

Il n'est pas nécessaire de verrouiller les moyeux. Les moyeux se verrouillent automatiquement lorsque le véhicule se déplace. Les moyeux demeurent verrouillés jusqu'à ce qu'ils soient déverrouillés en employant la procédure ci-dessous.

Pour passer au mode à deux roues motrices, arrêtez le véhicule et mettez la transmission en position neutre (N). Ensuite, réglez la boîte de vitesses intermédiaire à la position 2H. Pour déverrouiller les moyeux à blocage automatique, réglez la transmission de façon à déplacer le véhicule dans le sens opposé (marche avant ou arrière) et conduisez sur une distance minimale de dix pieds (trois mètres) en ligne droite. Les moyeux à blocage automatique doivent toujours être déverrouillés avant de conduire sur des routes sèches à surface dure.

ATTENTION ! Lorsque les moyeux à blocage automatique sont verrouillés, la boîte de vitesses intermédiaire peut être réglée de 2H à 4H lorsque le véhicule est en mouvement. Toutefois, les moyeux peuvent être déverrouillés en position 2H en passant de la marche avant à la marche arrière, ou vice-versa, puis en déplaçant le véhicule sur une distance minimale d'un pied. Le passage de la position 2H à 4H lorsque les moyeux sont déverrouillés et que le véhicule est en mouvement provoque le frottement des engrenages et endommage la boîte de vitesses intermédiaire.

5.4.4 Précautions relatives aux véhicules à quatre roues motrices

Tout véhicule à quatre roues motrices est considéré comme un véhicule d'usage spécial pour la conduite sur le sable, la neige, la boue ou sur terrain inégal. Sur la route ou hors-route, ses caractéristiques de fonctionnement diffèrent légèrement de celles des véhicules ordinaires. Comme tout véhicule, il doit être conduit avec soin et attention. L'entraînement à quatre roues motrices ne remplace pas la compétence du conducteur. Les conseils de conduite ci-dessous, conjointement avec un cours de conduite et un entraînement appropriés, peuvent faciliter l'apprentissage de la conduite de véhicules à quatre roues motrices.

1. Ne pas utiliser le mode à quatre roues motrices sur les routes sèches à surface dure.
2. Pour un fonctionnement régulier et libre des moyeux manuels standard, réglez la boîte de vitesses intermédiaire à la position à deux roues motrices avant de régler les moyeux avant à la position « FREE ». Dans le cas de moyeux à blocage automatique, suivez les procédures de déverrouillage.
3. Si le mécanisme d'entraînement a été exposé à l'eau, exécutez les procédures d'entretien spéciales décrites dans le mode d'emploi du véhicule.
4. S'assurer que les moyeux manuels standard sont en position « LOCK » avant de passer au mode à quatre roues motrices.

ATTENTION - DANGER !

Lorsque la boîte de vitesses intermédiaire est à la position N (NEUTRE), le véhicule ne peut pas être immobilisé en réglant la transmission automatique à la position P (STATIONNEMENT) ou, si la transmission est manuelle, en changeant la vitesse. Ne pas laisser le véhicule sans surveillance lorsque la boîte de vitesses intermédiaire est à la position N (NEUTRE). Le frein à main doit toujours être complètement serré, et le moteur doit être arrêté avant de sortir du véhicule.

5.5 REMORQUAGE

Les techniques de remorquage et les procédures de sécurité sont décrites dans certains manuels de conduite ainsi que dans les modes d'emploi des remorques. Les règlements provinciaux concernant la charge des essieux, le crochet d'attelage, la chaîne de sûreté, les systèmes de freinage et les dimensions des remorques peuvent varier.

1. Tirage d'une remorque

Le tirage d'une remorque augmente la charge exercée sur le moteur du véhicule, la transmission et les freins. Pour la sécurité du conducteur et du véhicule, sélectionnez l'équipement de remorquage convenant à la remorque. Assurez-vous que tout l'équipement de remorquage est attaché au véhicule de façon adéquate et sécuritaire. Consultez un détaillant de remorques reconnu pour toute question sur les directives du manuel de remorquage du véhicule.

2. Crochets d'attelage

Sélectionnez un crochet et une boule d'attelage adéquats et s'assurer que la position du crochet est compatible avec la remorque. Pour tirer des remorques pesant jusqu'à 2 000 lb (907 kg), utilisez un crochet de bonne qualité qui distribue uniformément la charge de la barre d'attelage de la remorque sur le pare-chocs et le châssis du véhicule. Dans le cas de remorques de poids supérieur à 2 000 lb, utilisez un crochet à distribution de charge installé sur le châssis.

ATTENTION ! Ne pas utiliser de crochets pour pare-chocs à un seul crampon ou de crochets fixés sur l'essieu du véhicule. Les crochets à crampons multiples sont acceptables pour le tirage occasionnel d'une remorque en location s'ils sont bien fixés. Suivre les instructions de remorquage d'une compagnie de location de bonne réputation. Ne jamais fixer de chaîne de sûreté sur le pare-chocs.

En enlevant un crochet d'attelage, s'assurer que les trous de montage du dessous de caisse sont convenablement scellés afin d'éviter que les gaz d'échappement, la saleté ou l'eau pénètrent dans le véhicule.

3. Chaînes de sûreté

Une chaîne de sûreté doit toujours être installée entre le véhicule et la remorque. Cette chaîne permet de ne pas mettre les autres automobilistes en danger si le crochet d'attelage fait défaut. Croisez les chaînes et laissez suffisamment de jeu pour permettre les virages aux coins de rue. Attachez les chaînes de sûreté au châssis du véhicule ou à des crochets de fixation. Ne jamais fixer les chaînes de sûreté sur le pare-chocs. Dans le cas de remorques en location, suivez les directives de l'agence de location relativement à la fixation appropriée des chaînes de sûreté.

4. Freins de la remorque

Il est recommandé ou obligatoire d'installer des freins sur la plupart des remorques pesant plus de 1 500 lb (680 kg). S'assurer que les freins de la remorque respectent les règlements locaux et fédéraux.

ATTENTION - DANGER !

Ne jamais accoupler le système de freins hydrauliques de la remorque directement à celui du véhicule. Un tel couplage peut provoquer un mauvais freinage et entraîner des accidents et des blessures.

5. Feux de la remorque

S'assurer que la remorque est munie de feux respectant les règlements fédéraux et locaux.

ATTENTION ! Ne pas relier le système de feux de la remorque à celui du véhicule. Consultez un détaillant de véhicules récréatifs ou une compagnie de location de remorques relativement au câblage, aux relais et aux feux clignotants pour usage intensif appropriés.

6. Charge du véhicule et de la remorque

Déterminez la masse du véhicule, de la remorque et de la barre d'attelage. La masse de la barre d'attelage doit être incluse dans le calcul de la masse totale du véhicule et de la charge des essieux.

Si la masse totale du véhicule ou la charge de l'un des essieux est supérieure à la capacité de charge nominale appropriée (masse nominale brute du véhicule ou capacité maximale des essieux) indiquée sur l'étiquette de certification de conformité aux normes de sécurité, enlevez suffisamment de poids du véhicule afin de diminuer la charge, de façon à respecter la capacité de charge nominale.

ATTENTION - DANGER !

Ne jamais excéder la capacité maximale des essieux ou la masse nominale brute du véhicule. Ces valeurs sont indiquées sur l'étiquette de certification de conformité aux normes de sécurité apposée sur le support arrière de la portière du conducteur. Une surcharge peut endommager le véhicule et entraîner des blessures.

ATTENTION ! La masse nominale brute combinée du véhicule ne doit pas être dépassée. Cette valeur correspond à la masse combinée du véhicule tracteur, y compris les passagers, la cargaison et la remorque chargée.

Pour éviter d'endommager le véhicule et de rendre la conduite difficile, distribuez uniformément la charge de la remorque. La cargaison doit toujours être fixée solidement.

7. Pression de gonflage des pneus pour le remorquage

En raison du poids de la remorque, les pneus du véhicule tracteur nécessitent une attention spéciale. Les pneus insuffisamment gonflés peuvent être surchauffés, ce qui peut entraîner des crevaisons et la perte possible du contrôle du véhicule. Un gonflage excessif peut provoquer une usure inégale des pneus. Vérifiez les pneus fréquemment afin de s'assurer qu'ils respectent les recommandations de pression à basse température indiquées sur l'étiquette de certification de conformité aux normes de sécurité s'appliquant aux pneus originaux.

8. Entretien

Consultez le manuel du fabricant relativement à la lubrification des coussinets de roues et des essieux, et à toutes les autres exigences d'entretien.

6.0 MESURES DE SÉCURITÉ PRATIQUES

6.1 PRÉPARATIFS D'UNE VISITE SUR LE TERRAIN

1. Planifier l'itinéraire de la visite et le discuter avec le superviseur.
2. Vérifier les conditions météorologiques et routières.
3. S'assurer que le véhicule est en bon état mécanique et muni de l'équipement d'urgence approprié ainsi que d'une trousse de survie.
4. Préparer une liste de contrôle du matériel et des effets personnels.
5. S'assurer que le véhicule est équipé pour le transport sécuritaire du matériel. Examiner les panneaux de sûreté, les contenants de rangement et les autres dispositifs de fixation en s'assurant qu'ils fonctionnent convenablement.

6.2 CHARGEMENT ET FIXATION DU MATÉRIEL

Le matériel doit toujours être chargé et attaché de façon sécuritaire, pour la protection du conducteur.

Un chargement adéquat du matériel peut prolonger la vie des pneus, des essieux, du châssis et des autres parties du véhicule. Un mauvais chargement peut être dangereux, car il modifie la conduite du véhicule.

Dans les véhicules pour passagers tels que les stations-wagons et les fourgonnettes, les conteneurs amovibles et le matériel peuvent présenter un danger sérieux pour les passagers, en particulier si le conducteur doit stopper brusquement. Dans certains cas, la cargaison ne peut pas être arrimée par des méthodes ordinaires. L'opérateur doit installer un grillage vertical de retenue ou une plaque de plastique entre les passagers et la cargaison. Les spécifications, les schémas et les détails sur les fournisseurs de panneaux de sécurité sont disponibles en s'adressant au groupe de gestion du matériel du Ministère.

Dans les cas appropriés, les camions légers à caisse ouverte ou bâchée doivent être modifiés de façon à permettre l'arrimage du matériel. Un dispositif de fixation des plombs de sondage est disponible. Fixez un tuyau de 3 pouces de diamètre sur la caisse afin de loger les barres à aiguille ou les ciseaux à glace. Fabriquez des étagères appropriées pour ranger les perceuses à glace et les mèches. Employez des filets et (ou) des attaches pour les autres types d'équipement.

6.3 VÉRIFICATIONS PRÉALABLES À LA CONDUITE

Avant de conduire un véhicule, effectuez les vérifications suivantes :

1. Vérifications de sécurité

Vérifiez la condition de la carrosserie avant d'entrer dans le véhicule. S'assurer qu'il n'y a aucune bosse, égratignure ou autre dommage extérieur sur la carrosserie, la caisse, les poteaux, les étagères ou les prélaris. Nettoyez le pare-brise et s'assurer qu'il n'est pas endommagé. Vérifiez le gonflage des pneus visuellement. S'assurer que les vitres des phares ne sont pas endommagées. Examinez le sol afin de détecter toute trace de fuites. Vérifiez le niveau d'huile du carter.

Entrez dans le véhicule, vérifiez l'état des ceintures de sécurité et ajustez les rétroviseurs. Vérifiez le fonctionnement des feux avertisseurs.

Démarrez le moteur et s'assurer qu'il n'y a aucun bruit inhabituel. Vérifiez ensuite : les feux, le tableau de

bord, les essuie-glaces, les freins, la direction, les lave-glaces, le chauffage et le dégivreur. Notez toute défectuosité et signalez toute condition dangereuse ou non satisfaisante au superviseur ou au gestionnaire du parc automobile.

2. Vérifications à effectuer durant les ravitaillements en carburant

L'opérateur ou le conducteur doit effectuer les vérifications ci-dessous à chaque ravitaillement en carburant :

- Vérifier les câbles, la condition et le niveau de l'eau de la batterie.
- Vérifier le liquide de refroidissement, le niveau d'huile du carter, les boyaux, les colliers de serrage, le câblage électrique, les courroies, le réservoir du lave-glace, le niveau d'huile de transmission, le niveau du fluide de direction assistée et les pneus.
- Examiner l'état général de l'équipement mobile et signaler toute défectuosité au superviseur ou au gestionnaire du parc automobile.

Si un problème est détecté, prendre les mesures correctives nécessaires immédiatement.

6.4 SÉCURITÉ DU VÉHICULE À UN ACCÈS D'AUTOROUTE

Pour sa propre sécurité, le conducteur doit tenir compte des considérations suivantes en employant un véhicule pour se rendre à des emplacements hydrométriques situés à proximité d'autoroutes achalandées :

1. Stationnement et sécurité du véhicule — hors-route, sur l'accotement, autres possibilités;
2. Circulation — ampleur, types de véhicules, heures de pointe ou faible circulation;
3. Matériel nécessaire — hydrométrique, d'entretien, de nivellement et d'observation;
4. Matériel de sécurité — panneaux de signalisation, cônes de circulation, feux clignotants et autres dispositifs de sécurité;
5. Impact des changements saisonniers ou météorologiques sur les éléments ci-dessus.

6.5 SÉCURITÉ DU VÉHICULE HORS-ROUTE

Afin d'éviter les problèmes sérieux durant la conduite hors-route, tenir compte des éléments suivants :

1. L'isolation et le manque de services dans la région;
2. Les caractéristiques du véhicule (quatre roues motrices et équipement auxiliaire);
3. Les conditions hors-route prévues et les problèmes potentiels relativement à la surface, la traction ou le terrain;
4. Le matériel de sécurité et d'urgence pouvant être requis;
5. Les prévisions météorologiques, en particulier les conditions saisonnières;
6. Les personnes responsables devant être informées de l'itinéraire;
7. Les appareils de communication pouvant être nécessaires tels que les radiotéléphones et les postes radio portatifs.

6.6 TRANSPORT DE PRODUITS DANGEREUX

Tout le personnel de la *Division des relevés hydrologiques du Canada* appelé à manipuler des produits dangereux doit subir un entraînement spécial et posséder les qualifications requises. La formation doit respecter les exigences courantes de Travail Canada et de la « *Loi sur le transport des marchandises dangereuses* », adoptée pour la première fois en 1980.

Pour identifier les produits dangereux utilisés par la Direction des ressources en eau, consultez le document *Reference Manual for Handling, Offering for Transport or Transporting of Dangerous Goods*, par R. Scott McDonald.

7.0 RÉSUMÉ

Le présent cours a considéré l'emploi sécuritaire et approprié des véhicules du Ministère. Les politiques pertinentes du Ministère relatives à l'exploitation de ces véhicules y ont également été décrites, ainsi que le fonctionnement élémentaire des véhicules spéciaux. Les considérations de sécurité ont fait l'objet d'une attention spéciale dans tout le document.

Le présent cours doit être complété par une expérience pratique supplémentaire mettant l'accent sur les types de véhicules couramment utilisés dans la région.

8.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

8.1 MANUELS DU MINISTÈRE

Environnement Canada (1984). Administrative Manual : Mobile Equipment (Fleet). Chapitres 8, 11, 12 et 13, mai, Ottawa.

Approvisionnement et Services Canada (1985). Handbook for Users of Government of Canada Credit Cards. Direction des produits énergétiques et de transport, Ottawa.

8.2 RÉFÉRENCES

McDonald, R. Scott (1986). Reference Manual for Handling, Offering for Transport or Transporting of Dangerous Goods. Yellowknife.

Les documents de référence généraux suivants sont également recommandés :

1. Manuels de conduite.
Ces manuels, disponibles dans les bureaux d'émission de permis, offrent des renseignements particuliers liés au présent module.
2. Manuels de conduite professionnelle.
Disponibles à la plupart des bureaux d'émission de permis, ces manuels décrivent les règlements routiers et les techniques de conduite.
3. Modes d'emploi des fabricants.
Ces documents sont fournis avec les principaux équipements et décrivent en détail le fonctionnement et les exigences d'entretien.

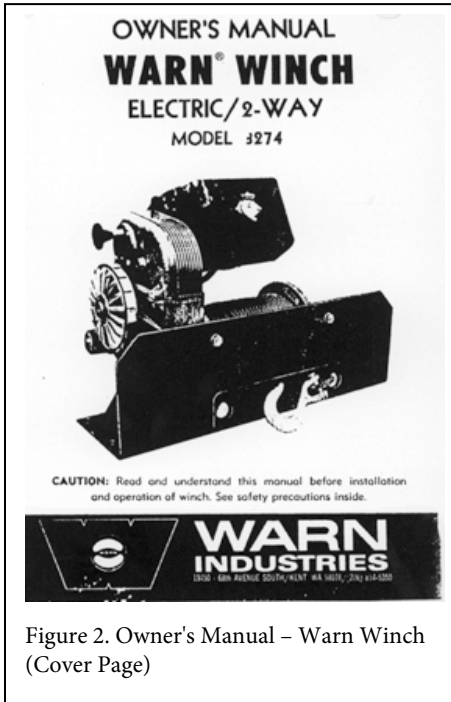


Figure 2. Owner's Manual – Warn Winch (Cover Page)

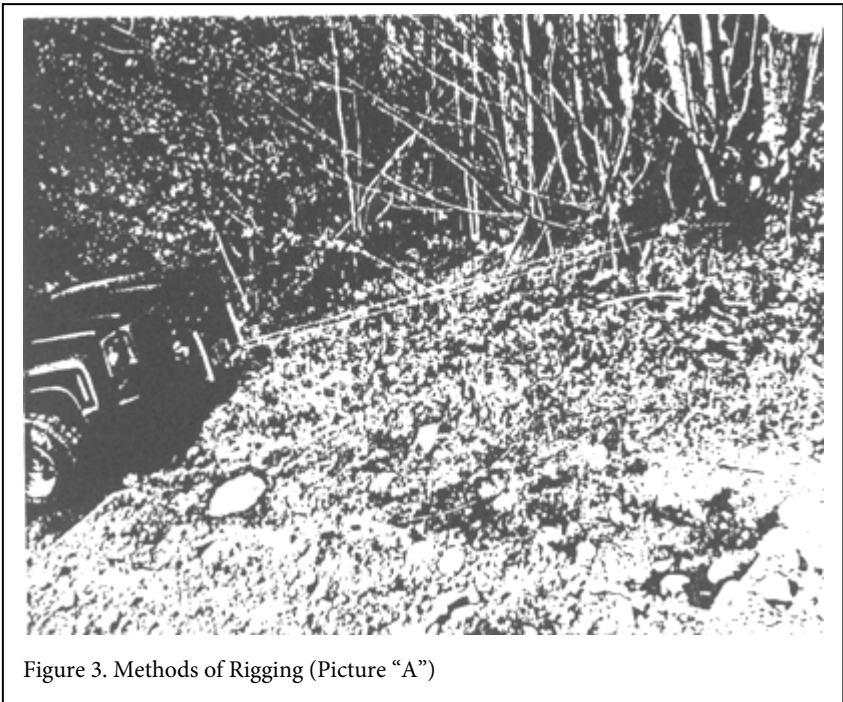


Figure 3. Methods of Rigging (Picture "A")

ANNEXE 1. TREUIL ÉLECTRIQUE – MODE D'EMPLOI

WINCH ACCESSORIES

Warn makes a full line of winch accessories for both Heavy and Light-Duty Warn Winches. All are designed to help winch owners tackle more jobs, and get more out of their winch. Like all Warn products, these accessories are made with only the highest quality materials to stand up to years of hard use. Be sure to offer these handy extras to your customers when they buy their Warn Winch. (See page 18 for additional winch accessories.)

ROLLER FAIRLEAD

Part No. 8242

- Replaces hose-type fairlead on Models 8074 and 8274 winches.
- Heavy-duty rollers aid in winching on sharp angles or extreme grades.
- Easy to install, includes all hardware.
- Shipping weight, 12 lbs.

WINCH COVER

Part No. 8557

- Tough, attractive, rubber-backed vinyl protects winch from elements.
- Fits Models 8074 and 8274 winches.
- "Snap-fit" design.
- Shipping weight, 2 lbs.

CHOKER CHAIN

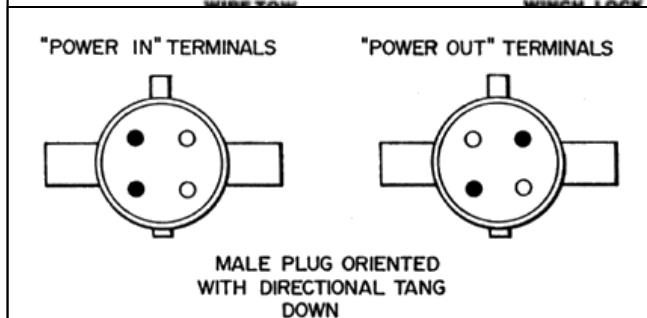
Part No. 4175

- Makes pulling safer and prolongs life of wire rope.
- Includes 4 feet chain with grab hooks at each end.
- Permits anchoring winch line around large objects.
- Shipping weight, 12 lbs.

HEAVY-DUTY SNATCH BLOCK

Part No. 8555

- Doubles pulling power of winch, permits pulls from difficult angles.
- Unique design permits quick and easy attachment of block to wire rope.
- Designed for use with 5/16" or 3/8" wire rope.
- Shipping weight, 5 lbs.



GUARDS

When pickups and 4x4's go off road, Warn Guards protect them from low hanging branches and undergrowth. There are guards to fit both standard-sized vehicles and mini-trucks both with and without Warn Winches. All mount quickly without special tools or welding. In addition to providing extra protection, these guards also dress up the vehicle increasing its value. These guards are the newest addition to Warn's product line. Like all Warn accessories, they're built to take years of rough use.

STANDARD-SIZED VEHICLE GUARDS

GRILLE AND WINCH GUARDS

- Fit vehicles with and without Warn Winches.
- Winch guard bolts directly to Warn Winch mounting kit.
- Grille guard bolts directly to existing frame and bumper holes for vehicles without winches.
- Require no cutting or welding.
- Side plates fabricated from 5/16" steel for extra strength.
- Comes complete with required mounting hardware.
- Black anti-glare finish.
- Shipping weight, 35 lbs.

BRUSH GUARDS

- Attach to all Warn Grille Guards and Winch Guards.
- Provide added protection to grille, headlights and chrome trim.
- Do not interfere with headlight beam or directional signal.

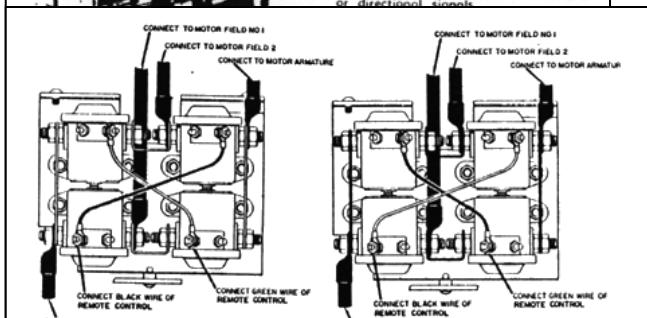



Figure 8: Trouble Shooting the Model 8274 Winch (Page 1)

Figure 9: Trouble Shooting the Model 8274 Winch (Page 2)

Caps and Emblems




Let everyone know you've got Warn accessories on your rig by wearing caps and emblems. The black nylon caps have a black and red Warn emblem embroidered on the front. One size fits all.

The Swiss-embroidered emblems are available in two sizes: 2" x 4" for hats and shoulder patches and 6" x 9" for use as a back patch.

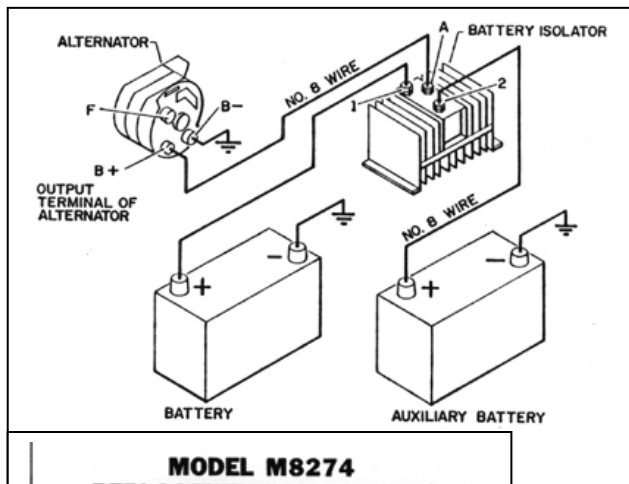
Figure 10: Trouble Shooting the Model 8274 Winch (Page 3)

T-Shirts



Choose from two styles of our white all-polyester fabric T-Shirts. "Hubba Hubba" shows a pair of world-famous Warn Hubs. The other style features the black and red Warn emblem. Both styles are available in four sizes: Small, medium, large and extra large.

Figure 11: Trouble Shooting the Model 8274 Winch (Page 4)



MODEL M8274 REPLACEMENT PARTS LIST

ORDERING INFORMATION:
When ordering please use 4 digit part numbers: Winch model and Serial Number: Battery voltage.

Qty	Part No.	Description	Qty	Part No.	Description	
1	8234	UPPER HOUSING ASSEMBLY, Includes:	33	8478	SERVICE KIT, Brake	
1	H53	Clutch Assembly, Includes:	1	H53	Ring, Retaining	
1	H53	Shaft	14	3	Kit, Pawlful	
1	H53	Shim Assembly	1	H53	Hub, Disc Brake	
1	8383	UPPER HOUSING SUB-ASSEMBLY	27	1	8383	Lining, Brake
1	H53	Upper Housing	37	21	H53	Ball, Seal
1	H53	Bearing	1	H53	Spring, Compression	
1	H53	Gear, Cluster w/Spacer	1	H53	Seal, Lip	
1	H53	Shaft, Cluster Gear	1	H53	Bushing	
1	8A	Screw, Tapping 10.31 x 1/8	1	H53	Seal, "O" Ring	
1	8054	Pinion, Motor	1	7601	Bracket	
1	8A	Cap screw, 5/16-18 x 1/2	1	7300	Brake, Inner Disc	
1	7304	Motor, Electric - 12VDC	1	7732	Pinion and Cam	
1	7304	Includes mounting lugs	1	7742	Cam, Spline	
1	8A	Nut, Square, 5/16-18	1	7634	BRAKE SHAFT ASSEMBLY, Includes:	
1	8005	Cap, General 40°	1	8005	Bracket, Brake & Brake Disc	
1	7603	Flare Assembly Includes:	1	8005	Brake, Inner Disc	
1	H53	Cap, 10.31 x 1/8	1	8005	Pinion and Cam	
1	H53	Washer	1	8005	Cam, Spline	
1	H53	Cap, Protective	1	7332	END SUPPORT ASSEMBLY, Includes:	
1	H53	Spring, Flare	1	H53	Bushing	
1	H53	Fitting, Grease	1	H53	Support, End	
1	H53	Flare	1	H53	Cap, End	
1	7394	LOWER HOUSING Sub-Assembly Includes:	1	H53	Screw, Tapping 10.31 x 1/8	
1	H53	Lower Housing	1	8487	WIRE REPE ASSEMBLY, Includes Hook	
1	H53	Bearing	1	8320	FAIRLEAD ASSEMBLY, Home Type, Includes:	
1	H53	Bracket	1	8487	Hook, Square	
1	H53	Bracket, See service kit, lower housing	1	8487	Pinch	
1	H53	Seal, See service kit, lower housing	1	8487	Lockwasher	
1	7348	Gear, Intermediate	1	8487	Cap screw	
1	7352	Pinion, Retainer	1	8487	Pin, Self	
1	8487	SERVICE KIT, Lower Housing, Includes:	1	8487	FAIRLEAD ASSEMBLY, Roller Type, Includes:	
1	H53	Washer, Flare	1	8487	Bracket, Fairlead	
1	H53	Bushing	1	8487	Shaft, Vertical	
1	H53	Seal	1	8487	Ring, Retaining	
1	H53	Bushing	1	8487	Shaft, Horizontal	
1	7308	Shaft, Wire Rope	1	8487	Bushing	
1	2348	Clamp, Wire Rope	1	8487	Roller, Horizontal	
1	7358	Shaft, Main	1	8487	Roller, Vertical	
1	8478	SERVICE KIT, Brake	1	8411	REMOTE CONTROL ASSEMBLY	
1	H53	Washer, Self No. 4845 and pin	1	8000	SOLENOID CLUSTER, Includes:	
1	H53	Ring, Retaining	1	8141	Housing, Solenoid Cluster	
1	H53	Kit, Pawlful	1	8009	Clamp	
1	H53	Hub, Disc Brake	1	8009	Cap, Electric 7 1/2"	
1	H53	Hub, Disc Brake	1	8009	Cap, Electric 8 1/2"	
1	H53	Hub, Disc Brake	1	8009	Cap, Electric 9 1/2"	
1	H53	Ball, Seal	1	8004	Plate, Solenoid Mounting	
1	H53	Spring, Compression	1	2042	Cap, Battery 54"	
1	H53	Seal, Lip	1	2042	Seal	
1	H53	Bushing	1	8742	Fatigue	
1	H53	Seal, "O" Ring	1	2086	Health, Electric Terminal	
1	8383	Brake, Outer Disc	1	8813	REMOTE CONTROL, SWITCH	
			1	8813	Bushing, Intermediate Pin	
			1	8742	Brake Clutch Assembly	
			1	8796	Seal Insulator, Fuel	

NA=Not Applicable
H53=Part Sold Separately

Figure 14: Model M8274 Replacement Parts List

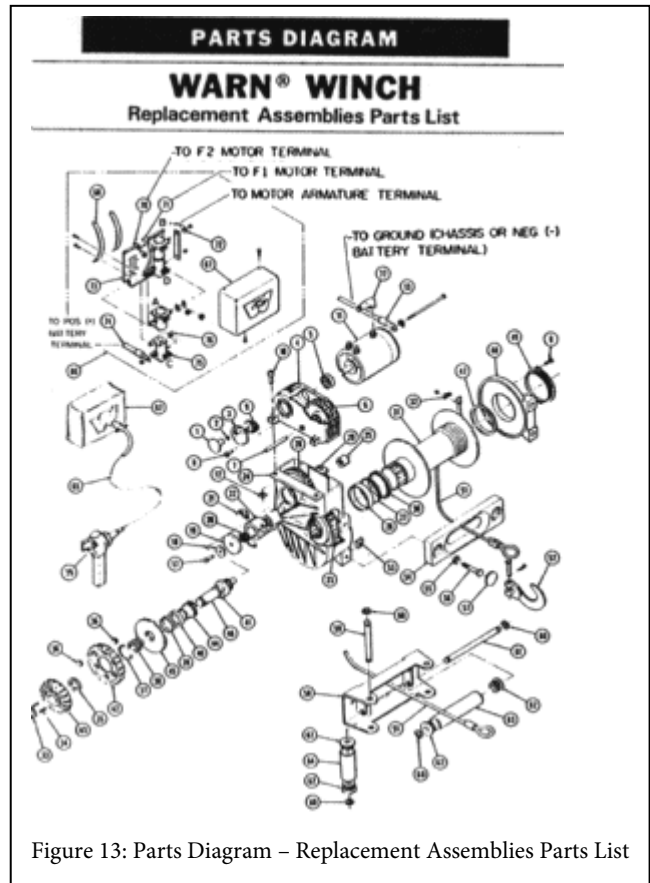


Figure 13: Parts Diagram - Replacement Assemblies Parts List

ANNEXE 2. FONCTIONNEMENT DES VÉHICULES À QUATRE ROUES MOTRICES

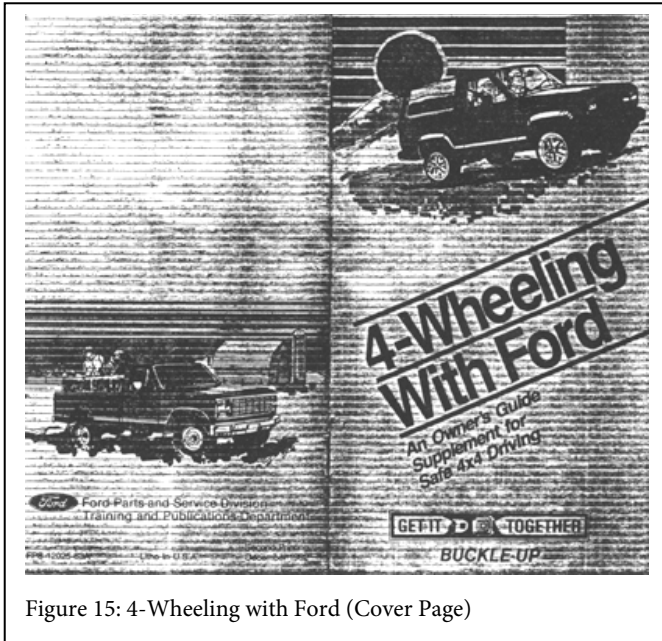


Figure 15: 4-Wheeling with Ford (Cover Page)

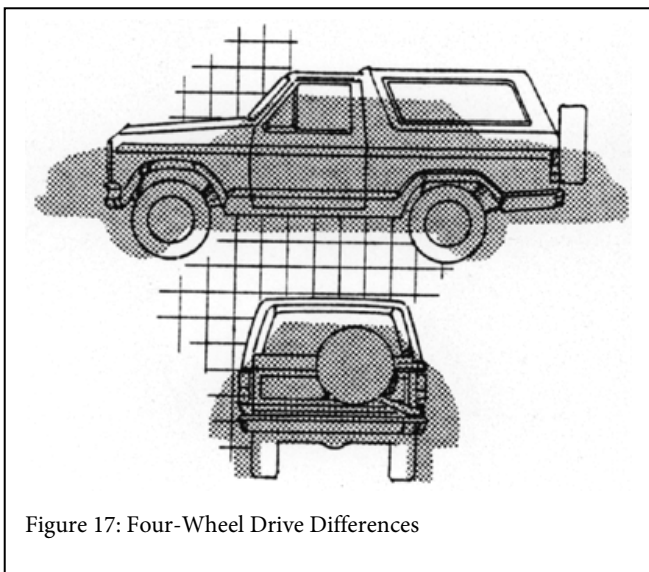


Figure 17: Four-Wheel Drive Differences



Figure 19: Parking

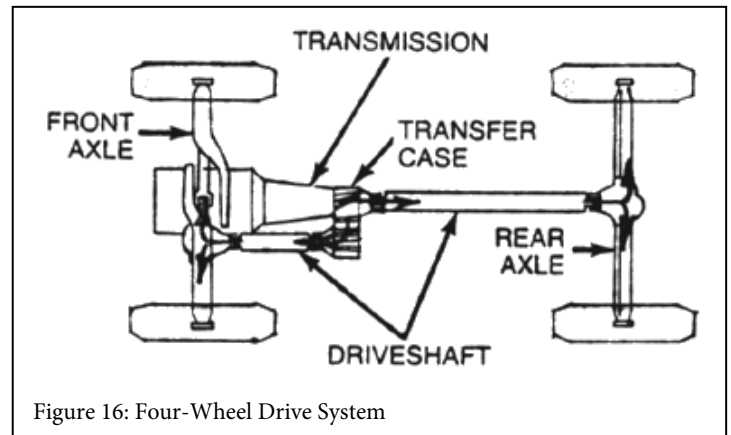


Figure 16: Four-Wheel Drive System

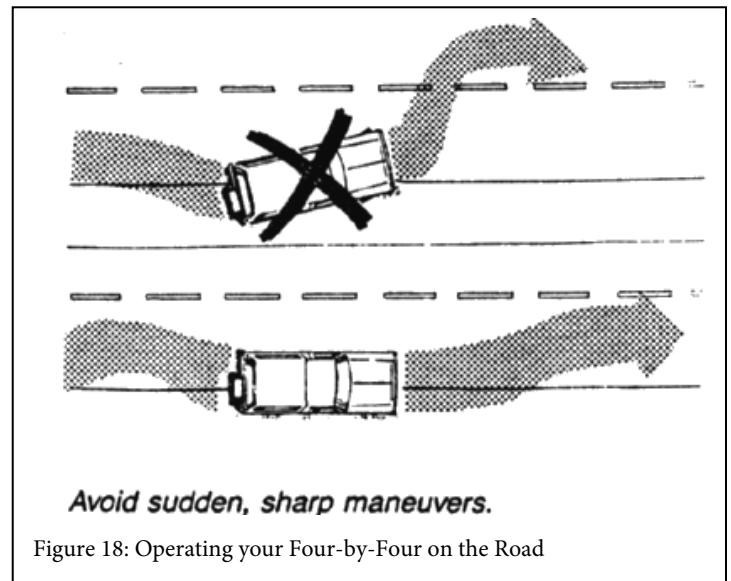
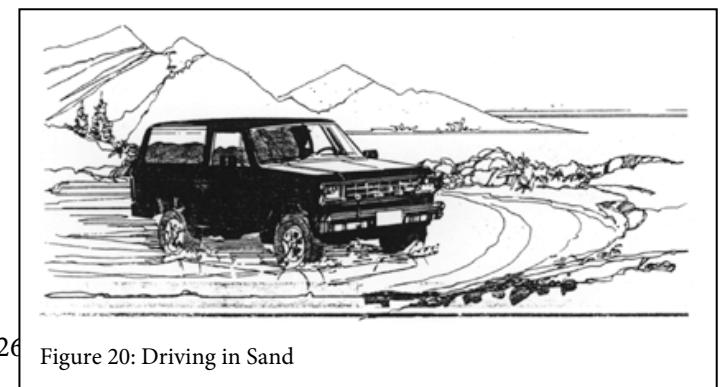


Figure 18: Operating your Four-by-Four on the Road



26 Figure 20: Driving in Sand

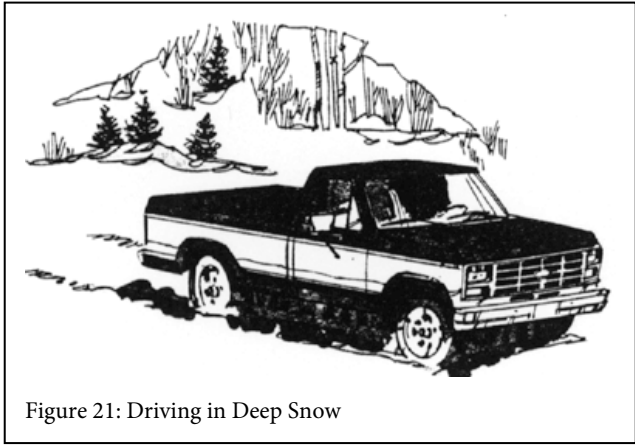


Figure 21: Driving in Deep Snow

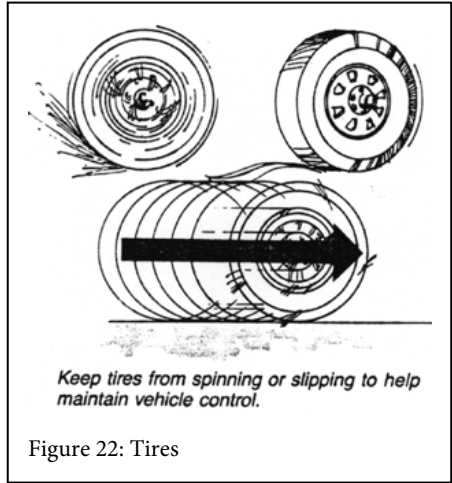


Figure 22: Tires

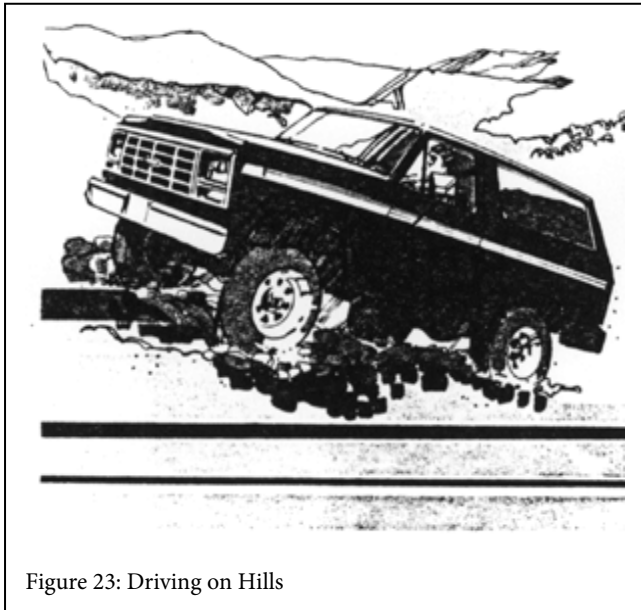


Figure 23: Driving on Hills

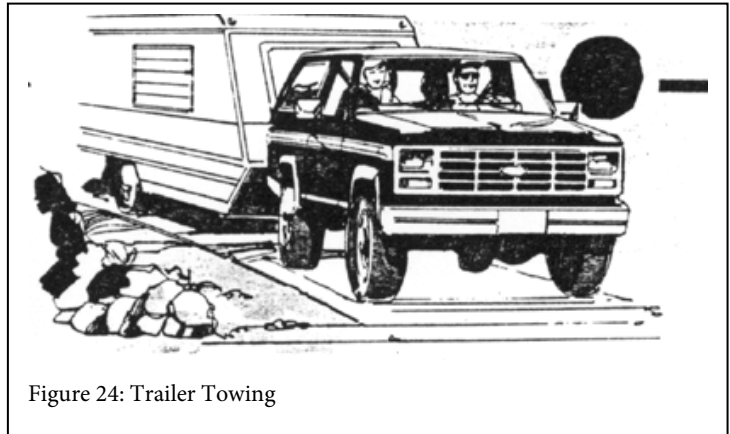


Figure 24: Trailer Towing

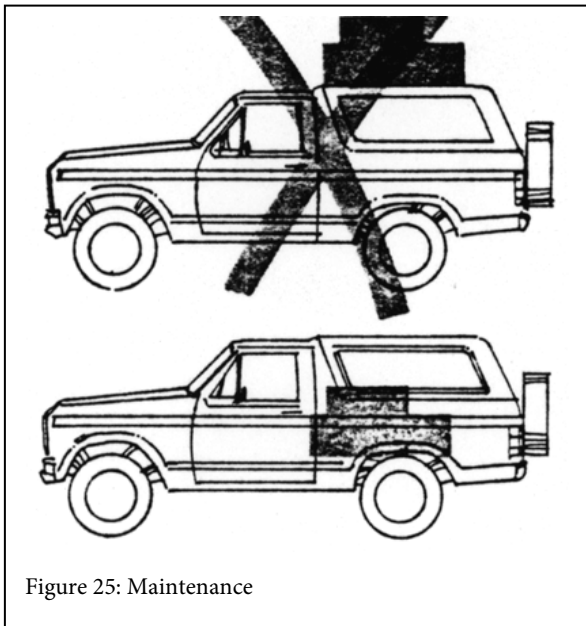


Figure 25: Maintenance

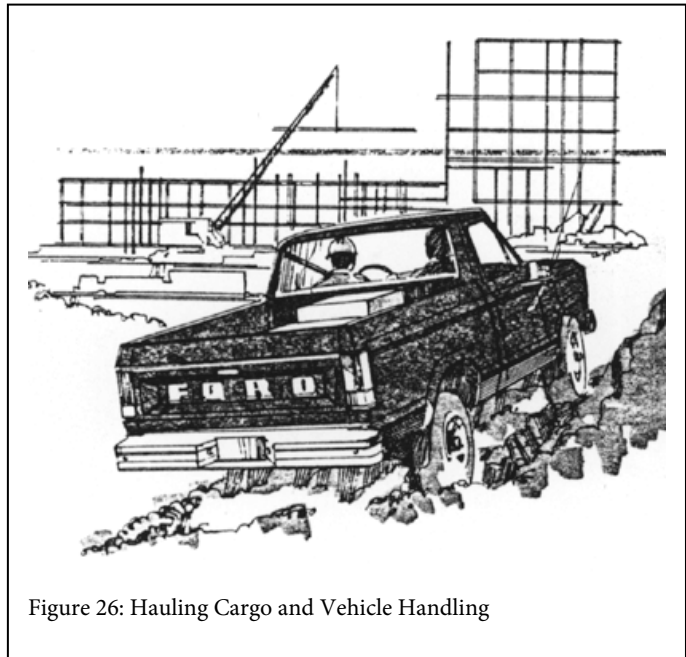


Figure 26: Hauling Cargo and Vehicle Handling



Environment
Canada

Environnement
Canada

RELEVÉS HYDROLOGIQUES DU CANADA

PROGRAMME DE PERFECTIONNEMENT DE CARRIÈRE DU TECHNICIEN EN HYDROMÉTRIE

Cours n° 15 – Logistique

E. Mayert
Relevés hydrologiques du Canada
Environnement Canada
3923 avenue Victoria
Nanaimo (Colombie- Britannique)
Canada V9T 2A1

Droits d'auteur © 1999. Tous droits réservés.

Also available in English

TABLE DES MATIÈRES

1.0	PURPOSE AND BACKGROUND	1
2.0	OBJECTIVES	2
3.0	BASIC PREPARATION FOR A FIELD TRIP.....	3
4.0	PROGRAMME D'AVANT-MISSION	4
4.1	TYPES DE MESURE	4
4.1.1	<i>Mesure de hauteur.....</i>	4
4.1.2	<i>Mesure de débit.....</i>	4
4.1.3	<i>Mesure de débit solide.....</i>	4
4.1.4	<i>Échantillonnage pour la qualité de l'eau</i>	4
4.1.5	<i>Mesure de référence.....</i>	5
4.1.6	<i>Listes de contrôle des mesures.....</i>	5
4.2	ENTRETIEN.....	6
4.2.1	<i>Liste de contrôle de l'équipement d'entretien</i>	7
4.3	EXIGENCES SPÉCIALES	8
4.3.1	<i>Télémesure des données</i>	9
4.3.2	<i>Données météorologiques.....</i>	9
4.4	TRACÉ DE L'ITINÉRAIRE	9
4.4.1	<i>Cartes</i>	9
4.4.2	<i>Durée du voyage.....</i>	9
4.4.3	<i>Temps passé à la station.....</i>	9
4.4.4	<i>Planification efficace</i>	9
4.5	PLANIFICATION DU TRANSPORT	9
4.5.1	<i>Accès par route</i>	10
4.5.2	<i>Accès à distance.....</i>	10
4.5.3	<i>Communications</i>	10
4.5.4	<i>Liste de contrôle du transport.....</i>	10
4.6	RESTRICTIONS CONCERNANT L'ACCÈS ET LE TRANSPORT	10
4.6.1	<i>Transport de matières dangereuses.....</i>	10
4.6.2	<i>Restrictions sur le poids des aéronefs.....</i>	11
4.6.3	<i>Exigences de carburant</i>	11
4.6.4	<i>Caches d'équipement.....</i>	11
4.7	RÉSERVATIONS	11
4.7.1	<i>Affrètements.....</i>	11
4.7.1.1	<i>Aéronef.....</i>	11
4.7.1.2	<i>Bateaux</i>	12
4.7.2	<i>Arrangements d'hébergement</i>	12
4.7.2.1	<i>Commercial.....</i>	12
4.7.2.3	<i>Règlements relatifs aux voyages.....</i>	12

4.8	PLAN DE ROUTE	13
4.8.1	<i>Contenu général</i>	13
4.8.2	<i>Programme de travail</i>	13
4.8.3	<i>Rôle dans la sécurité</i>	13
4.9	ÉQUIPEMENT	14
4.9.1	<i>Éléments</i>	14
4.9.2	<i>Listes de contrôle du matériel de survie</i>	14
4.9.3	<i>Nourriture</i>	18
5.0	EXERCICE DE PLANIFICATION D'UNE MISSION DE TERRAIN	19
6.0	REGISTRE DE DONNÉES DE TERRAIN	20
6.1	INFORMATIONS DE BASE	20
6.2	INFORMATIONS GÉNÉRALES	21
6.3	INFORMATIONS DE RÉFÉRENCE	21
6.4	UTILISATION DU REGISTRE DE DONNÉES DE TERRAIN	22
6.4.1	<i>Programme d'avant-mission</i>	22
6.4.2	<i>Usage sur le terrain</i>	22
7.0	FORMATION EN COURS D'EMPLOI	23
8.0	RÉSUMÉ	24
9.0	MANUELS ET RÉFÉRENCES	25
9.1	MANUELS PRATIQUES	25
9.2	RÉFÉRENCES	25

1.0 PURPOSE AND BACKGROUND

Accurate and conscientious field work is essential for good records of stage and streamflow. Since the field data are the basis for the computation of streamflow records, the streamflow data will only be as good as the field work that goes into data collection. Without the field data, it would be impossible to compute streamflow records. The technician is given considerable responsibility when conducting a field trip. You must perform your duties under existing conditions according to the training provided and to the best of your abilities.

The purpose of this package is to provide the technician with a method of planning field trips. Good planning and preparation will enable the technician to conduct his field duties in an efficient and effective manner. Lack of preparation and planning creates confusion, unnecessary delay and, ultimately, loss of data.

Previous lesson packages addressed techniques and procedures used in the collection of stage and discharge data. This package covers the planning required to conduct a field trip, and provides the technician with the means to ensure that the necessary equipment, information and tools are acquired. This section describes the various items to consider when planning a field trip :

- a pre-trip plan,
- itineraries,
- checklists, and
- the Field Data Book.

2.0 OBJECTIVES

Upon completion of this lesson package, the new technician will be able to plan a hydrometric field trip.

This plan will include the following topics :

- a. preparing the station itinerary,
- b. making accommodation arrangements,
- c. assembling road maps and checklists of equipment and pertinent information for each gauging station,
and
- d. recognizing the importance of keeping trip records up-to-date.

3.0 BASIC PREPARATION FOR A FIELD TRIP

Adequate preparation for a field trip is the first step towards the collection of accurate field data. This involves the acquisition of all the information and equipment required for the field-trip. Good preparation also involves examining the equipment to verify that it is in good working order.

Immediately after returning from a field trip, repair the equipment so that you will be prepared for the next field trip or for an emergency trip. Emergency trips are necessary because of unusual occurrences such as abnormal temperature changes or rainfall peaks that cause flooding. Identify the priorities for each field trip area. Give preference to stations that require measurements that are difficult to obtain at specific stages. Also identify the reason for the trip. This can be determined by the type of program in the area and by the metering requirements for each station.

A metering program which is determined by data requirements can be used to record changes in the stage/discharge relationship, during periods of open water, ice cover, break-up and freeze-up. Metering programs are also used to determine stage record requirements during periods of open water and ice cover and for the sediment guide program. A typical hydrograph used in a metering program shows periods of high, medium and low stages for the year. This information helps hydrologists to define the approximate timing of changes in the stage/discharge relationship. Insufficient or poorly timed measurements result in poor definition, and will therefore effect the quality of data produced. To prepare the field trip plan, the technician must be aware of techniques for collecting streamflow data and the requirements for the equipment and instruments. Much of the information related to these areas is contained in previous lesson packages.

These packages have covered topics such as :

the stage/discharge relationship,
stream gauging techniques,
gauging equipment,
servicing and maintenance of instruments, and
the safety aspects of operation.

Before embarking on a field trip the technician will be able to :

1. clearly identify the reasons for the field trip
2. determine the types of measurements to be performed for high, medium and low stage, or for open water and ice conditions
3. perform the required repairs or servicing on any vehicles to be used
4. replenish supplies that were consumed on the previous trip.

4.0 PROGRAMME D'AVANT-MISSION

Dès que le besoin d'une mission de terrain a été démontré et que la préparation générale est terminée, c'est le moment de préparer un programme d'avant-mission. Ce programme répond aux questions fondamentales suivantes :

- a. À quelles stations devra-t-on aller?
- b. Où sont les stations?
- c. Comment peut-on atteindre la station?
- d. Quel est le travail à accomplir?
- e. Quel est le temps nécessaire?
- f. De quel équipement et de quelles fournitures aura-t-on besoin?
- g. À quelles contraintes et à quels problèmes peut-on s'attendre?

Déterminez les noms et emplacements de toutes les stations où il faut aller. Une fois la liste établie, penchez-vous sur la liste des travaux à accomplir. Pour chaque station, déterminez les mesures à effectuer, le travail d'entretien et d'accès à faire et tout autre travail qui doit être exécuté.

4.1 TYPES DE MESURE

4.1.1 *Mesure de hauteur*

Quel type de dispositif d'enregistrement ou de jauges manuelles est installé dans chaque station et quelles sont les exigences pour chacun d'entre eux? On peut citer, par exemple, des dispositifs d'enregistrement utilisés pour les mesures de hauteur :

- | | | |
|--|---|---|
| <ul style="list-style-type: none">• l'enregistreur A-35 ou A-71,• l'enregistreur de pression. | <ul style="list-style-type: none">• le puits de jaugeage, | <ul style="list-style-type: none">• le servomanomètre, • l'échelle limnimétrique et |
|--|---|---|

4.1.2 *Mesure de débit*

Quel type de mesure de débit sera requis aux stations? On peut prendre des mesures à gué, d'un téléphérique, d'un pont, d'un bateau ou de la glace.

4.1.3 *Mesure de débit solide*

Quel type d'appareil de mesure est requis? (Ce pourrait être un échantillonneur manuel à gué, un téléphérique D49, P61 ou P63).

4.1.4 *Échantillonnage pour la qualité de l'eau*

Quel type d'échantillonneur et quelles fournitures sont nécessaires pour le programme d'échantillonnage?

4.1.5 *Mesure de référence*

Quels niveaux sont requis, combien de repères de nivellement sont nécessaires et quelle est leur stabilité? S'ils sont instables, des repères de nivellement supplémentaires devraient être mis en place.

4.1.6 *Listes de contrôle des mesures*

Inclure dans la liste de contrôle de l'équipement les articles dont le technicien aura besoin pour effectuer les différents types de mesure énumérés au paragraphe 4.1. N'importe quel type de mesures énuméré au tableau 1 peut demander une préparation.

Tableau 1. Types de mesure

- a. hauteur;
- b. à gué;
- c. téléphérique;
- d. pont;
- e. bateaux;
- f. glace;
- g. qualité de l'eau;
- h. échantillonnage de sédiments;
- i. référence (niveaux);
- j. techniques spéciales (c'est-à-dire bateau en mouvement, plate-forme de collecte de données, sondages de neige).

Tableau 2. Liste de contrôle de l'équipement de mesure

Le technicien aura besoin de l'équipement suivant pour des mesures à gué :

1. courantomètre;
2. chronomètre (de réserve);
3. compteur, casque à écouteurs ou balise et une batterie;
4. agenda, feuilles de notes, crayons;
5. câble de mesurage ou ruban métallique;
6. perche support, câble, fiche de connexion;
7. cuissardes ou bottes.

Le technicien a besoin des articles (1) à (4) ci-dessus ainsi que des articles suivants pour une mesure de téléphérique :

8. plombs de sondage, attache de plombs et barre de suspension;
9. dévidoir de sondage avec une longueur de câble suffisante, un connecteur et une fiche de connexion;
10. mécanisme de halage;
11. cordes de freinage;
12. porte dévidoir.

Le technicien a besoin des articles suivants ainsi que des articles (1) à (5), (8) et (9) ci-dessus pour des mesures à partir de ponts :

13. grue, structure de pont ou corde à main;
14. contrepoids (si besoin est).

Remarque : Si l'on utilise une corde à main, l'article (9) n'est pas utile, mais un ruban ou une perche pour déterminer la profondeur est nécessaire. Si l'on utilise du matériel électrique, il faut adjoindre à la grue le moteur et la batterie nécessaire. Si c'est un moteur à essence, il faudrait apporter du carburant supplémentaire.

Le technicien aura besoin des articles (1), (2), (3), (4), (5), (8) et (9) ci-dessus ainsi que des suivants pour des mesures à partir de bateaux :

15. bateau;
16. moteur hors-bord;
17. rames;
18. gilet de sauvetage;
19. bôme de bateau et traverse;
20. câble de mesurage de bateau;
21. anneau à curseur pour le câble ou câble de mesurage de bateau.

Remarque : On peut utiliser une perche à partir d'un bateau si les vitesses sont faibles et les profondeurs pas trop grandes.

Le technicien aura besoin des articles (1) à (5) ci-dessus ainsi que des articles suivants pour des mesures à partir de la couverture de glace :

22. tarière à glace avec une course et les trépan nécessaires;
23. ciseau à glace;
24. règle pour mesurer la glace;
25. perches à glace, câbles, fiche de connexion ou corde à main et plomb « slush-n-all » ou plomb circulaire.

Remarque : On peut utiliser un traîneau de mesure pour des cours d'eau importants où perches ou câbles à main ne peuvent être utilisés et, dans ce cas, un dévidoir de sondage est nécessaire.

Le tableau 2 sert de guide pour l'équipement et les fournitures qu'un technicien pourrait emporter pour relever des mesures lors d'une mission hydrométrique ordinaire de terrain. Cette liste n'est en aucun cas valable pour chaque situation puisque les circonstances varient selon les différentes zones d'opération. Revoyez les blocs de cours précédents pour obtenir des listes de contrôle complètes et reportez-vous au registre de données de terrain pour des situations ou des méthodes particulières de mesure pour une station précise. Les blocs de cours précédents proposent des listes de contrôle complètes sur l'instrumentation. Ces listes de contrôle indiquent les pièces de réserve, les fournitures et les outils requis pendant une mission de terrain pour effectuer l'entretien et les réparations mineurs.

4.2 ENTRETIEN

Avant de partir pour une mission de terrain, chaque entretien de routine et chaque réparation devraient être clairement définis. Les réparations et l'entretien sont nécessaires de façon normale pour : les abris, les cabines, les téléphériques, les enregistreurs, les puits de jaugeage, les manomètres, les échelles, les bateaux et autres

équipements. Ces réparations devraient être indiquées lors de la mission de terrain précédente ainsi que toute fourniture nécessaire qui n'était pas facilement disponible à ce moment. Sans un véritable effort pour préparer ces informations et le matériel avant chaque mission, vous pouvez, par inadvertance, oublier certains articles indispensables pour exécuter le travail.

4.2.1 Liste de contrôle de l'équipement d'entretien

Avant chaque mission, précisez les exigences d'entretien pour chaque station et préparez le matériel. Dressez la liste de tous les outils, du matériel et de la main-d'oeuvre requise pour être sûr de ne pas oublier une chose indispensable.

Quand il effectue un travail sur le terrain, le technicien doit entretenir et réviser l'équipement. Les problèmes d'entretien et d'approvisionnement sont définis dans le programme d'avant-mission. À l'aide de ces informations, préparez une liste de contrôle de l'équipement et des fournitures requises.

- I. La **liste de contrôle d'avant-mission** devrait comprendre les pièces de réserve et les outils utilisés pour la révision des instruments. Elle devrait aussi comporter l'équipement utilisé pour la réparation, les articles non réutilisables et les outils. Revoir les blocs de cours précédents sur l'instrumentation qui précisent les pièces de réserve et les outils. Ces blocs de cours donnent aussi des informations sur les différentes procédures de fonctionnement et d'entretien qui devraient être prises en considération en préparant une liste de contrôle.
- II. Les **listes de contrôle pour le travail d'entretien** devraient prendre en compte l'équipement de soutien et les fournitures nécessaires pour réviser le matériel météorologique comme les pluviomètres et autres dispositifs d'enregistrement. Les exigences pour cet équipement vont dépendre de la région. Par conséquent, le technicien devrait connaître les types précis d'équipement nécessaires pour une zone particulière d'opération. Une partie de l'équipement nécessaire à un travail d'entretien type est indiquée au tableau 3.

Tableau 3. Liste de contrôle de l'équipement d'entretien et de soutien

- (1) Registre de données de terrain;
- (2) approvisionnement en formulaires de notes, papeterie, crayons, etc.;
- (3) pièces et fournitures d'enregistreur de hauteur d'eau : horloges de réserve, approvisionnement en papier, batteries, câble à flotteur, ruban à flotteur, connecteurs, contrepoids, crayons, encre, huile;
- (4) pièces de réserve pour l'équipement de mesure : mesure de réserve, vis de réglage, vis-boulons à tables, huile, balise supplémentaire, chronomètre, suspensoirs de plomb, attaches de plomb, batteries, fiches de connexion, câble, ruban isolant, écrou à oreilles pour les dévidoirs, broches de connecteur et goupilles fendues de réserve, compteur de réserve pour les dévidoirs;
- (5) thermomètre;
- (6) clés et cadenas;
- (7) outils;
- (8) torche et pile de réserve;
- (9) vis;
- (10) corde;
- (11) bidon de 5 gallons d'essence;

- (12) sac à dos;
- (13) raquettes ou skis;
- (14) ruban de signalisation;
- (15) ruban d'acier et plomb;
- (16) film de caméra;
- (17) tables d'étalonnage de courantomètre;
- (18) pelle, hache, tronçonneuse;
- (19) trousse de premiers soins;
- (20) trousse de survie;
- (21) horloge précise pour régler les instruments (notamment pour le DCP);
- (22) multimètre;
- (23) niveau, mire, porte-mire, trépied, niveau de mire;
- (24) appareil de communication;
- (25) ensemble manométrique;
- (26) ensemble DCP;
- (27) sac de couchage.

Pour des listes de contrôle plus complètes, reportez-vous aux blocs de cours suivants :

- (1) Mesure de hauteur – n° 4
- (2) Enregistreurs graphiques de niveau d'eau – n° 5
- (3) Servomanomètres – n° 6
- (4) Nivellement – n° 7
- (5) Mesures de débits – n° 10.1 et n° 10.7
- (6) Sécurité du téléphérique – n° 11
- (7) Fonctionnement du véhicule – n° 14.

Ces blocs de cours ont pour objet l'équipement, les instruments, les outils et l'équipement de sécurité nécessaires pendant une mission de terrain. Des listes de contrôle devraient être préparées pour chacun de ces domaines avant que ne commence une mission de terrain.

4.3 EXIGENCES SPÉCIALES

Des mesures, à certaines stations, exigent des méthodes spéciales comme un débitmètre acoustique, des mesures à partir d'un bateau en mouvement, des levés marégraphiques et des études pente-section. Elles sont spécifiques à certaines zones et varient selon les régions.

4.3.1 Télémessure des données

Si les stations auxquelles le technicien doit se rendre fournissent des données en temps réel par télémessure, le technicien devrait s'assurer de connaître le type de plate-forme de calcul qui est utilisée ainsi que l'adresse des données et sa tranche de temps. Il doit aussi connaître l'angle correct pour l'antenne visant l'azimut.

La télémessure de données est un outil précieux pour la programmation des missions de terrain car elle peut transmettre des données sur les niveaux de hauteur actuels et informer le personnel des pannes d'équipement. Le système permet aussi d'avoir accès dans un bureau régional à des données provenant de nombreux endroits éloignés. Avant de vous rendre à une station, veuillez à vérifier les données transmises pour vous assurer qu'il ne s'est pas produit un décalage de canal dans la tranche de temps.

4.3.2 Données météorologiques

Déterminez les stations qui exigent la collecte de données météorologiques sur les lignes de relevés d'enneigement, les précipitations, le vent et la température.

4.4 TRACÉ DE L'ITINÉRAIRE

Dès que vous avez déterminé le travail à accomplir pour chaque station, vous pouvez définir la date et l'itinéraire de la mission de terrain. Le technicien doit choisir l'itinéraire afin d'atteindre les stations. Il peut trouver ces informations sur l'accès des lieux dans le registre de données de terrain et sur les cartes topographiques.

4.4.1 Cartes

On devrait marquer sur la carte l'emplacement de chaque station. Utilisez des cartes routières et des cartes topographiques pour situer les stations et choisir les itinéraires qui pourraient être suivis. Utilisez aussi des cartes pour déterminer l'accès aux stations.

4.4.2 Durée du voyage

À l'aide d'une carte et en connaissant les vitesses approximatives des véhicules d'accès, des aéronefs, des bateaux ou de tout autre moyen de transport, évaluez approximativement le temps qui sera nécessaire pour atteindre la station.

4.4.3 Temps passé à la station

Le [paragraphe 4.2](#) détermine le type du travail d'entretien qui pourrait être entrepris à la station d'enregistrement tandis que la durée du voyage a été abordée au paragraphe précédent. D'après l'évaluation du temps demandé pour l'exécution de ces travaux, on peut déterminer approximativement les besoins en temps et en main-d'oeuvre.

4.4.4 Planification efficace

Déterminez un itinéraire en tenant compte des routes et de l'accès à chacune des stations localisées sur les cartes précédemment indiquées. Prenez soin d'utiliser le meilleur itinéraire en évitant de revenir sur vos pas ou de répéter certains trajets.

4.5 PLANIFICATION DU TRANSPORT

Une fois que vous avez choisi l'itinéraire le plus approprié pour la mission de terrain, considérez le moyen de transport qui sera utilisé sur l'itinéraire. Dans certains cas, plusieurs moyens de transport sont nécessaires pour atteindre une station.

4.5.1 Accès par route

Si l'accès doit se faire par la route et à l'aide d'un véhicule ordinaire, les routes devraient être praticables pour le type de véhicule utilisé. Le technicien doit prendre en considération l'état de la route, comme la présence de neige et de glace, de boue, les montées raides et le passage à gué de ruisseaux. Il faut aussi avoir conscience que les conditions météorologiques comme la pluie peuvent modifier de façon radicale ces conditions. Le technicien doit s'organiser pour surmonter ces conditions en utilisant des véhicules à quatre roues motrices. Il faudrait se procurer des treuils, des chaînes et de bons pneus appropriés aux conditions routières difficiles pour bénéficier d'une meilleure traction. Dans certaines circonstances, il pourrait être nécessaire d'effectuer à pied une petite partie de la mission de terrain pour éviter que la voiture ne s'enlise.

4.5.2 Accès à distance

Les régions du nord sont presque exclusivement des zones d'accès à distance. Le transport dans ces régions implique des voyages par avion ou par hélicoptère. On utilise d'autres moyens de transport comme le bateau, la motoneige, la raquette, le véhicule tout-terrain ou la marche. Pour chacun d'entre eux, vérifiez si vous avez le type correct d'équipement et de moyen de transport motorisé. Considérez la durée et le coût quand vous choisissez le moyen de transport.

4.5.3 Communications

Le technicien devrait disposer d'appareils de communication appropriés qu'il pourra utiliser sur des routes téléguidées et dans des cas d'urgence, comme par exemple un émetteur-récepteur prévu à cet effet et un appareil de localisation d'urgence.

4.5.4 Liste de contrôle du transport

L'accès à chaque station est défini dans le programme d'avant-mission. L'équipement approprié nécessaire pour parvenir à chaque station peut être choisi à l'aide d'une liste de contrôle qui peut être emportée dans le véhicule (cours n° 14). Cette liste de contrôle pourrait comporter des articles comme des raquettes ou différents types de véhicules comme une motoneige ou un bateau. N'oubliez pas d'inclure sur la liste de contrôle l'équipement de soutien et les fournitures. Des affaires comme des chaînes, un treuil, du carburant aviation, des appareils de communication et un moteur de bateau pourraient être ajoutées à cette liste.

4.6 RESTRICTIONS CONCERNANT L'ACCÈS ET LE TRANSPORT

Indiquez quelques problèmes types d'approvisionnement et d'accès rencontrés lors de missions de terrain.

Quand un technicien peut conduire un véhicule à la station, les problèmes de fourniture et d'accès sont très faciles à résoudre. Cependant, les conditions géographiques et la complexité des missions de terrain dans certaines zones d'opération demandent une planification considérable. Le matériel ou l'équipement nécessaire à la maintenance pour la mission en question pourrait avoir été fourni à l'occasion d'une précédente mission. Dans de très rares cas, comme dans l'Arctique oriental, l'approvisionnement est effectué une fois par an.

4.6.1 Transport de matières dangereuses

Le transport de certains matériaux exige un emballage ou une manutention spécial. Par exemple, il existe des restrictions pour le transport du mercure, de produits chimiques, de gaz comprimés et de carburant. Le transport de matières dangereuses sera abordé plus tard, dans un cours spécial. Assurez-vous d'appliquer les règlements.

4.6.2 Restrictions sur le poids des aéronefs

Chaque aéronef détient une licence pour transporter un poids brut limite. Cette limite englobe le poids de l'aéronef lui-même, du carburant, des passagers et de l'équipement. La capacité d'emport est égale à la différence de poids entre le poids brut et le poids de l'aéronef vide. Assurez-vous que l'aéronef choisi a la capacité d'emport pour l'équipement et les matériaux dont vous avez besoin.

4.6.3 Exigences de carburant

Les exigences de carburant pour les aéronefs, les moteurs de bateau et les autres types de véhicule d'accès varient. L'aéronef demande du carburant aviation ou du carburéacteur, les moteurs demandent un mélange huile-essence et les véhicules demandent de l'essence. Des équipements comme des tronçonneuses et des moteurs hors-bord demandent des rapports de mélange huile-essence précis conformes à ceux indiqués dans les manuels d'utilisation.

Assurez-vous que la quantité de carburant est suffisante pour exécuter la mission de terrain. Dans le cas où l'autonomie d'un aéronef n'est pas suffisante pour effectuer un aller et retour avec le carburant à bord, des caches de carburant deviennent nécessaires. Obtenez de la compagnie d'aviation les types de carburant pour un aéronef particulier. Cachez le carburant dans l'endroit le plus économiquement accessible le long de votre itinéraire. Assurez-vous que la date de remisage, la quantité de carburant cachée et les quantités consommées soient soigneusement consignées. Avant les missions de terrain, consultez ces informations pour connaître la quantité de carburant disponible. Si nécessaire, réapprovisionnez en carburant.

4.6.4 Caches d'équipement

Du fait des restrictions de poids et d'espace dans un aéronef ou dans les véhicules d'accès, il est avantageux de cacher certains équipements dans les stations. Généralement ces stations sont des stations d'accès à distance. En cachant une partie de l'équipement lourd comme les plombs de sondage, les échantillonneurs de sédiments, les bouteilles d'azote liquide, le technicien peut utiliser un avion plus petit et moins cher. Assurez-vous que les caches sont protégées et que leur emplacement est consigné dans le registre de données de terrain.

Une remarque de prudence : des animaux (des porcs-épics par exemple) peuvent endommager les structures de contre-plaqué laissées sur le terrain. Ils attaquent le contre-plaqué des abris de mesure et les traverses de bateau cachés sur le site de la station.

4.7 RÉSERVATIONS

Pour s'assurer qu'il reste des places disponibles, faites des réservations bien avant la mission de terrain envisagée. Dès que les réservations pour des affrètements d'aéronefs, des locations et des hébergements en hôtel ou en motel sont faites, vous pouvez établir un plan de route. Vous pouvez les faire grâce à un simple appel téléphonique, et cela évite des délais inutiles et des ennuis sur le terrain. Grâce à toutes ces réservations faites à partir de son bureau, le technicien peut arrêter son plan de route et obtenir une autorisation convenable de mission.

4.7.1 Affrètements

4.7.1.1 Aéronef

La plupart des affrètements d'aéronef fonctionnent sous un contrat d'offre permanente par lequel la compagnie détient un contrat pour transporter le personnel aux stations sur le terrain. Confirmez la réservation avec la compagnie aérienne avant d'établir un plan de route. Il faut procéder de cette façon pour s'assurer que le plan de

route est compatible avec les places disponibles dans l'aéronef. Les affrètements d'aéronef fonctionnent selon des horaires et des conditions météorologiques limités.

Les régions de la *Division des relevés hydrologiques du Canada* suivent différentes procédures pour les offres permanentes : par conséquent, le technicien devrait se référer à son superviseur pour connaître la procédure correcte de la région. On prépare généralement une commande subséquente à une offre permanente. Puis, après l'approbation d'un signataire autorisé compétent, un numéro de demande est émis par le bureau administratif concerné. S'il n'existe pas d'offre permanente, un numéro de commande doit être émis par la Direction des finances et la signature d'une autorité compétente obtenue.

4.7.1.2 Bateaux

La plupart des bateaux utilisés par la *Division des relevés hydrologiques du Canada* lui appartiennent. En de rares occasions, des bateaux sont loués auprès de particuliers ou de compagnies. L'affrètement qui en résulte devrait suivre les procédures financières de la région.

Pour que la mission sur le terrain se déroule normalement, le technicien fait toutes ses réservations pour les affrètements et les locations avant de quitter le bureau.

4.7.2 Arrangements d'hébergement

Vérifiez les hébergements en hôtel ou en motel aux endroits indiqués comme étapes. Un manque de place pourrait changer énormément votre programme. Certaines régions n'ont pas le luxe de disposer d'hébergement en hôtel ou en motel; par conséquent le technicien doit résider sous une tente ou dans une cabane. Dans ce cas, le technicien doit prévoir d'emporter de l'équipement supplémentaire comme des sacs de couchage, de la nourriture et des ustensiles de cuisine. Il faut aussi savoir que l'hébergement en hôtel peut ne pas avoir de service de restauration. Après avoir déterminé où vous passerez la nuit, arrêtez votre itinéraire.

4.7.2.1 Commercial

L'hébergement commercial est généralement en relation avec les hôtels ou les motels. Faites des réservations à l'avance pour être sûr d'avoir une place. En faisant des réservations, notamment dans des régions éloignées, assurez-vous que des repas sont servis. Le cas échéant, faites d'autres arrangements pour les repas. Cela peut signifier d'emmener votre propre nourriture ou d'obtenir des repas provenant de sources non commerciales. Consultez les règlements du gouvernement relatifs aux voyages pour trouver une liste d'hôtels ou de motels recommandés.

3.1.1 4.7.2.2 Non commercial

Ces hébergements comprennent les cabanes, les tentes, les camps de routes et les camps de bûcherons. Les techniciens doivent prévoir à l'avance des arrangements pour passer la nuit et pour prendre leurs repas. Si un camp est exploité par des compagnies autres que des agences gouvernementales, des réservations doivent être faites avant de quitter le bureau pour s'assurer que des places sont disponibles. Si vous utilisez des tentes ou des cabanes, pensez à emporter des sacs de couchage, de la nourriture et des ustensiles de cuisine.

4.7.2.3 Règlements relatifs aux voyages

Notez les règlements du gouvernement fédéral relatifs aux voyages des employés. On y trouve les règlements et les procédures et on y précise les dépenses et l'hébergement. Le technicien devrait se familiariser avec ces règlements avant de partir pour une mission de terrain.

4.8 PLAN DE ROUTE

4.8.1 Contenu général

Le plan de route est le programme des activités de la mission de terrain. Le plan de route devrait donner des informations sur l'endroit où se trouve le technicien et sur le programme des travaux. Il n'y a aucune présentation précise à suivre, mais les informations pertinentes suivantes devraient y figurer :

- a. stations où il faut se rendre;
 - le travail à effectuer à chaque station;
 - le temps approximatif demandé pour accomplir le programme de travail;
- b. l'itinéraire à suivre (voir [4.4](#));
- c. les dates et les heures approximatives de départ et d'arrivée;
- d. l'hébergement (voir [4.7.2](#));
- e. les arrangements relatifs à l'accès (compagnies et numéros de téléphone);
- f. les numéros de téléphone permettant de rejoindre le technicien en cas d'urgence ou en cas de travail supplémentaire à exécuter.

4.8.2 Programme de travail

Une fois arrêtés l'itinéraire et l'hébergement, on peut déterminer un programme de travail. Ce programme devrait comprendre l'enregistrement de toutes les mesures et l'entretien de tous les instruments pour chaque station. Fournissez une évaluation du temps prévu pour accomplir le voyage et réaliser le programme de travail. Le [paragraphe 4.2](#) indique le type de travail d'entretien qui pourrait être demandé à une station d'enregistrement tandis que la durée du voyage est abordée au [paragraphe 4.4.2](#).

Le programme de travail devrait aussi comprendre une liste de contrôle de l'équipement et du matériel requis. Cette liste de contrôle pourrait être utile au technicien lorsque, plus tard, il effectuera réellement le travail sur le terrain.

4.8.3 Rôle dans la sécurité

Les informations relatives au plan de route ne sont pas seulement utiles pour déterminer les stations auxquelles il faut se rendre et le travail à effectuer, mais elles apportent des renseignements importants au cas où les choses tourneraient mal. Donnez une copie de votre plan de route à votre superviseur et à votre famille. Durant le cours de votre mission de terrain, indiquez toute modification de votre plan de route à vos superviseurs.

Un accident peut se produire pendant n'importe quelle mission de terrain. Le plan de route indique en tout temps au superviseur où le technicien pourrait se trouver sur le trajet de son voyage. S'il arrivait quelque chose de fâcheux, le superviseur peut situer le technicien en suivant le trajet de la mission de terrain. Les dates indiquées sur plan de route peuvent être utilisées pour savoir quand le technicien est sensé arriver à une destination donnée.

Les techniciens devraient suivre le plan de route à la lettre. De cette façon, ils peuvent être contactés aussitôt que possible s'ils n'atteignent pas leur destination prévue. Pour des missions de terrain prolongées, des points de contact réguliers devraient être établis tout au long de leur plan de route. En se rapportant au personnel du superviseur à chaque point de contact régulier, le technicien peut confirmer qu'il est bien arrivé à différentes destinations.

4.9 ÉQUIPEMENT

Des vêtements personnels convenables, un équipement de sécurité et du matériel de survie sont essentiels pour toute mission de terrain. Aucune mission de terrain ne devrait être entreprise sans une préparation suffisante dans ces domaines.

4.9.1 vêtements

Le technicien devrait préparer une liste de vêtements appropriés aux conditions climatiques qu'il est susceptible de rencontrer. Cette liste devrait comprendre des chaussures appropriées, des gants, des lunettes de protection, des casques et d'autres vêtements protecteurs. Emportez toujours des chaussettes, des pantalons, des bottes et des manteaux de réserve au cas où vous tomberiez à l'eau. D'autres vêtements sont à considérer dans votre liste : imperméable, cuissardes, bottes en caoutchouc, pantalon coupe-vent, anorak, gants, combinaisons de travail, toques, lunettes de soleil et des effets personnels appropriés.

4.9.2 listes de contrôle du matériel de survie

Les listes de contrôle devraient comprendre l'équipement de survie. Les trousse de survie fournies par la Direction des ressources en eau varient d'une région à l'autre. Le technicien devrait disposer normalement d'une trousse de survie appropriée au moyen de transport qu'il utilise et aux conditions géographiques et climatiques qu'il s'attend à affronter. Lorsqu'il voyage par avion ou par bateau, il devrait porter en tout temps une trousse de survie. Dans certains cas, il est illégal de ne pas avoir de trousse de survie. Par exemple, la loi stipule que tout avion commercial est tenu d'avoir à son bord une trousse de survie.

Tableau 4. Trousse de survie « No Frills » de l'International Safety Survival Limited (I.S.S.L.) pour les véhicules terrestres

Quantité	Désignation	Quantité	Désignation
1	boîte	1	couverture de survie de type « espace »
2	lignes de pêche	1	fusée parachute à main Proteus
2	amorces	1	boîte d'hameçons montés assortis
10	plombs	1	boîte d'aliments concentrés (10 000 cal)
4	leurres	6	paquets de chocolat chaud
1	ensemble de couverts	1	allumette métallique
1	gamelle	1	miroir pour signaux solaires
1	sifflet	2	engins fumigènes de jour et de nuit
1	boussole	4	paquets de soupe poulet et nouilles
1	égoïne	2	paquets de poche de mouchoirs en papier
1	couteau de chasse	2	boîtes de combustible en gelée pour la cuisine
1	30 pieds de fil pour tendre les pièges	1	bougeoir
1	manuel de survie	4	boîtes d'allumettes
2	bougies de 15 heures	2	moustiquaires portatives

1	bouteille d'halazone	1	bouteille de liquide anti-insectes
1	réchaud pliant		

Taille de la boîte : 11 po de diamètre x 14 po

Poids approximatif : 20 livres

Tableau 5. Trousse de survie DSS-6 de la Direction des ressources en eau pour les véhicules terrestres

Quantité	Désignation	Quantité	Désignation
1	boîte	1	60 pieds de fils pour tendre les pièges
1	bougie de 15 heures	1	paire de lunettes de neige
1	bougeoir	2	barres aux graines de sésame
1	gamelle	1	paquet d'aliments lyophilisés
1	filet flottant	1	trousse de secours de poche
8	paquets de sucre	4	paquets de café
4	sachets de thé	1	manuel de survie "Land & Sea"
1	égoïne	1	boîte d'hameçons montés assortis
3	fusibles	1	boîte d'allumettes Ships Lifeboat
12	cubes Oxo	1	couteau suisse SW55
2	amorces	1	couverture de survie de type "espace"
1	sifflet	1	boîte d'aliments concentrés (20 000 calories)
1	boussole Silva 15 TD	2	boîtes de combustible en gelée pour la cuisine
3	leurres	2	rouleaux de ligne de pêche (noir)
4	paquets de crème en poudre	1	paire de pinces à becs pointus
3	paquets de chocolat chaud	4	paquets de soupe poulet et nouilles
1	réchaud pliant	1	ensemble de pistolet lance-fusée #201G avec 7 cartouches
1	miroir pour signaux solaires		

Taille de la boîte : 9 po de diamètre x 11 po

Poids approximatif : 16 livres

Tableau 6. Aéronef MOT-4 – Trousse de survie pour quatre hommes

Quantité	Description	Quantité	Description
1	boîte	32	paquets de café
2	ensembles de couverts	2	fusées parachutes à main Proteus
10	plombs	64	paquets de crème en poudre
32	sachets de thé	2	bouteilles d'halazone
1	ouvre-bouteilles	1	ensemble de pistolet lance-fusée
1	boussole	1	bouteille pour l'ensemble de pistolet
1	filet flottant	1	boîte d'aliments concentrés (32 000 calories)
2	gamelles	8	boîtes d'allumettes
64	paquets de sucre	2	paquets de poche de mouchoirs en papier
1	sifflet	4	moustiquaires portatives
2	amorces	1	rouleau de papier hygiénique
1	couteau de chasse	32	paquets de chocolat chaud
1	30 pieds de fils pour tendre les pièges	1	miroir pour signaux solaires
4	leurres	1	boîte d'hameçons montés assortis
2	lignes de pêche	1	couverture de survie de type « espace »
1	égoïne	4	engins fumigènes de jour et de nuit
1	manuel de survie		

Taille de la boîte : 11 po de diamètre x 18 po
Poids approximatif : 33 livres

Remarque : Les dates d'expiration, telles que recommandées par le manufacturier, devraient être vérifiées sur les trousse de survie

**Tableau 7. Trousse de survie individuelle recommandée
(à avoir sur soi en tout temps)**

- (1) boîte combinée et « réchaud de survie » (se reporter au schéma)
 - (2) bougie longue durée à utiliser pour la cuisine, le chauffage et l'éclairage
 - (3) allume-feu : allumettes, silex et acier, morceaux de mèche de coton paraffiné, tube de pâte combustible (méta)
tablettes de méta
tube de caoutchouc plastique ou balise de futée de type chemin de fer qui brûle pendant un long moment
morceau d'ouate
 - (4) morceau de toile légère à utiliser en premier lieu comme abri
poubelle de jardin, sacs à ordures orange qui peuvent aussi servir de panneau signal
 - (5) miroir pour signaux
 - (6) pistolet lance-fusée de type crayon et fusées
 - (7) sifflet de plastique
 - (8) cubes Oxo, chocolat chaud en paquets, morceaux de sucre, viande séchée
 - (9) fil pour tendre les pièges
 - (10) fil de nylon tressé, 1/8 po de diamètre x 20 pieds
 - (11) élastoplaste (en tissu), épingles de sureté, bandages, tampons stériles, onguent antiseptique et aspirine
 - (12) trousse personnelle de soins pour les allergies, le diabète, etc.
 - (13) lunettes de soleil pour se protéger des réflexions de la neige
 - (14) code sol-air
 - (15) ligne de pêche et hameçon
Vous devriez porter un couteau de poche, des allumettes en bois dans un étui à l'épreuve de l'eau et environ 10 pieds de papier hygiénique.
Vous devriez aussi avoir un briquet Bic.
- Un « super-ensemble » comprendrait :
- (16) filet de pêche (maille de 2½ po) de 3 pi x 10 pi
 - (17) petites pinces
 - (18) bout de crayon et morceau de papier
 - (19) montre à cadran pouvant servir de boussole très approximative

Remarque : Se reporter aux Règlements canadiens d'hygiène et de sécurité pour trouver une description des articles contenus dans ce tableau qui sont considérés comme obligatoires.

La trousse de survie individuelle est généralement petite et peut être portée autour de la taille ou dans un simple sac à dos. Les trousse de survie commerciales sont généralement lourdes. Si, pour une raison quelconque, il vous est impossible d'accéder à la trousse de survie commerciale, vous pouvez très efficacement utiliser la trousse de survie individuelle pour survivre.

4.9.3 Nourriture

La plupart des régions où voyage le personnel de la Direction des ressources en eau ont une certaine population. Trouver des services d'alimentation ou des restaurants dans ces régions n'est pas difficile. Cependant, dans certaines régions éloignées du Canada, les repas ne sont pas disponibles auprès d'établissements commerciaux. Quand cette situation se produit, le technicien a besoin d'apporter et de préparer sa propre nourriture. Créez des listes de contrôle qui tiennent compte du nombre de personnes, de la longueur du voyage, des préférences personnelles et d'aliments qui ne s'abîment pas. N'oubliez pas dans votre liste des ustensiles de cuisine et des couverts. Pour satisfaire les règles d'hygiène, pensez aussi aux produits de nettoyage.

5.0 EXERCICE DE PLANIFICATION D'UNE MISSION DE TERRAIN

STATIONS CONCERNÉES TRAVAIL

Black River Mesure à gué, niveaux

Blue River Mesure d'un pont, niveaux

Red River Mesure d'un téléphérique, niveaux

Brown River Mesure à gué, niveaux

White River Mesure à gué, niveaux

Green River Mesure d'un téléphérique, niveaux

Grey River Mesure d'un pont, niveaux

Gold River Mesure à gué, niveaux

Nous avons un accord d'offre permanente pour un affrètement aérien pour Fort-Nelson avec Hélicoptères Vol-de-Nuit.

TÉLÉPHONE??: 774-6106

Hébergement : Hôtel Fort-Nelson (774-6090) et gîte de Green River (772-4325).

REMARQUES :

Il y a une cache de carburant au gîte de Green River.

Le registre de données de terrain révèle que :

- (1) des plombs sont cachés à toutes les stations en cours de route;
- (2) chaque mesure et réglage de niveaux prendra environ 2 heures;
- (3) on ne demande aucun travail d'entretien et aucun approvisionnement n'est nécessaire;
- (4) Gold River emploie un enregistreur activé par flottement tandis que les sept autres stations sont équipées d'un servomanomètre et d'enregistreurs.

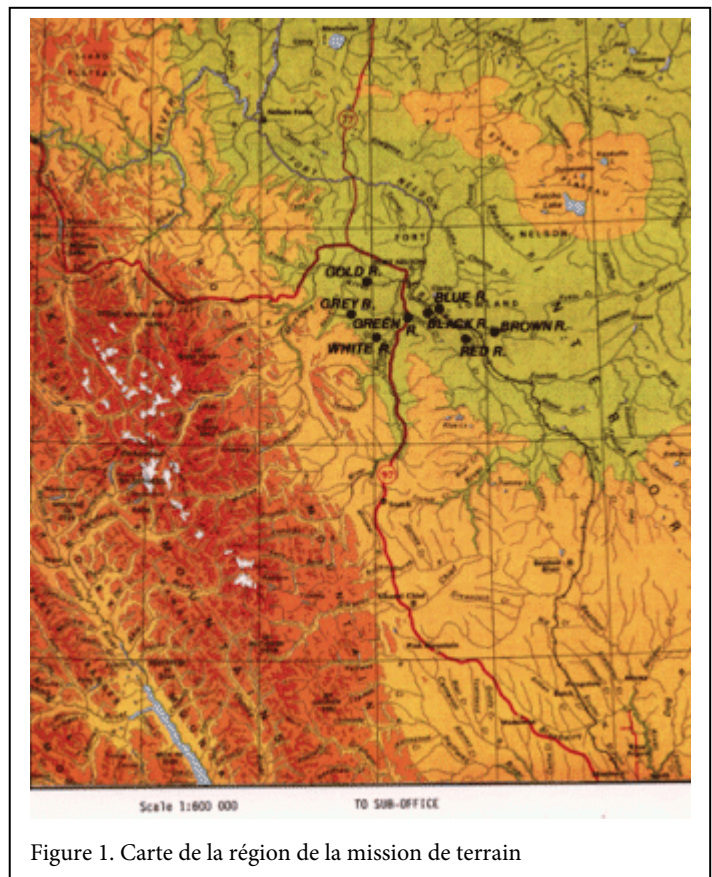


Figure 1. Carte de la région de la mission de terrain

6.0 REGISTRE DE DONNÉES DE TERRAIN

Un technicien peut assurer la qualité et la collecte efficace de données hydrométriques en préparant et en exécutant une bonne planification de la mission de terrain. Une bonne planification de la mission de terrain signifie une méthode d'enregistrement et de transfert de données du terrain vers le bureau et vice-versa. C'est un avantage certain de disposer de toutes les informations nécessaires relatives aux stations de jaugeage accessibles pour les utiliser sur le terrain.

- A. Cela signifie pour chaque station de rassembler des informations sur l'entretien, les mesures, l'équipement, l'approvisionnement en matériel, l'accès et les contacts dans le registre de données de terrain. Si le registre de données de terrain est correctement tenu, c'est une référence utile lorsqu'on prépare une planification de mission de terrain, un plan de route et un programme de mesure.
- B. Il donne aussi les informations générales nécessaires pour prendre des décisions sur le terrain.
- C. Un registre de données de terrain bien tenu et à jour permettra au technicien d'éviter de perdre de précieuses données sur le terrain. Si toutes les informations pertinentes sont consignées pour un accès et une consultation aisés, la tâche consistant à assumer une responsabilité dans une région inhabituelle est plus simple.

6.1 INFORMATIONS DE BASE

Tableau 8. Registre de données de terrain – Informations de base

Le registre devrait contenir les informations suivantes pour chaque station :

1. description de la station (se reporter au cours n° 13)
2. caractéristiques de la station :
 - o maximum et minimum historiques
 - o date normale du dégel, de gel, des débits de pointe, de l'étiage et des conditions anormales
 - o exigences d'équipement, instructions spéciales, spécialiste, contacts, caches d'équipement, équipement supplémentaire
 - o méthodes d'accès et problèmes d'accès, permis, instructions spéciales aux pilotes, accord d'offre permanente (base aérienne)
3. demandes de données spéciales :
 - o demandes expérimentales, données internationales, sur les débits minimums, sur l'eau dormante relative, supplémentaires, etc.
4. programme :
 - o copies de la courbe donnant la relation entre la hauteur et le débit et un hydrogramme type montrant les hauteurs et les périodes demandant une certaine attention
 - o programme de mesure pour l'eau libre, la glace, le dégel et le gel
 - o programme des sédiments
 - o programme d'échantillonnage pour la qualité de l'eau
5. tableau hauteur-débit en vigueur — pour vérifier les mesures sur le terrain
6. historique de la jauge — pour enregistrer les vérifications de niveau et déterminer la stabilité du repère de nivellement sur le terrain
7. liste des mesures de débit — donner les mesures de débit de l'année courante
8. sondages normalisés
9. feuille d'inventaire — pour enregistrer les pressions de la bouteille, la tension de la batterie, les besoins en

- papier, les numéros de série des appareils et l'équipement caché
10. enregistrement d'une perte de données — pour décrire la nature de la perte de données et les problèmes qui persistent
 11. enregistrement d'inspection — enregistrement des demandes de construction et d'amélioration, enregistrement de l'approvisionnement nécessaire pour l'entretien et enregistrement du travail de construction et de l'entretien effectué
 12. adresse de la plate-forme de collecte de données, de la tranche de temps, azimut et angle visés par l'antenne
 13. numéro de téléphone de télémark
 14. liste des contacts dans la région qui ont aidé à collecter des données de façon temporaire

6.2 INFORMATIONS GÉNÉRALES

En plus des informations énumérées plus haut, le registre de données de terrain devrait aussi contenir les informations générales suivantes qui s'appliquent à toutes les stations de la zone d'opération :

1. une carte plastifiée de la région concernée, indiquant l'emplacement des stations;
2. un exemple de plan de route pour des voyages formant une boucle;
3. des copies des tables d'étalonnage pour les appareils de mesure;
4. tableaux de correction de câble immergé et de câble sec;
5. approvisionnement sur le terrain demandé en cas de mission de terrain prolongée (c'est-à-dire demandes de nourriture spéciale et d'hébergement);
6. emplacement des caches de carburant et la méthode pour approvisionner ces caches de carburant;
7. enregistrement des caches de carburant avec les dates et le type de carburant caché et la consommation.

Cette liste n'est donnée qu'à titre indicatif. Ajoutez toute autre information pertinente qui pourrait aider le technicien à accomplir son travail sur le terrain.

6.3 INFORMATIONS DE RÉFÉRENCE

En plus du registre de données de terrain, chaque technicien devrait avoir les manuels de référence suivants pour les utiliser sur le terrain :

1. Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau
2. Manuel pratique de levés hydrométriques – Mesure de niveaux
3. Manuel pratique de levés hydrométriques – Nivellement
4. Manuel de fonctionnement du manomètre
5. Manuel de fonctionnement de l'enregistreur
6. Manuels spécialisés d'équipement spécifique à la zone d'opération.

Ces manuels devraient aborder les domaines reliés aux télémarks, bateau mobile, appareils de mesure des précipitations, plates-formes de collecte des données, sédiments, enregistreurs de données, modems, accords de

service, demandes spécifiques d'énergie, demandes de levés marégraphiques et autres équipements nécessaires.

6.4 UTILISATION DU REGISTRE DE DONNÉES DE TERRAIN

6.4.1 Programme d'avant-mission

Si le registre de données de terrain est complet et à jour, il constitue une précieuse source d'informations pertinentes pour la planification d'une mission.

6.4.2 Usage sur le terrain

Le registre de données de terrain donne une base d'informations pour le technicien sur le terrain. On peut l'utiliser pour effectuer les contrôles préliminaires sur les données qui viennent d'être collectées. On peut aussi s'en servir pour déterminer :

- a. les problèmes de mesure;
- b. une instabilité de la référence;
- c. des problèmes de sécurité;
- d. des matériaux nécessaires pour une construction et pour l'entretien;
- e. des problèmes instrumentaux persistants qui, habituellement, ne peuvent être facilement identifiés.

Les informations sur le terrain devraient être tenues à jour. Ceci permet de ne pas perdre de données, de préciser et de résoudre les problèmes avant que le technicien ne quitte la station. Il est impossible de déterminer les raisons d'un déplacement des berges, d'une érosion ou d'un débordement et d'un décalage de la référence à moins que le technicien n'observe et n'enregistre les informations sur le terrain. L'instabilité des repères de nivellement est aussi très difficile à déterminer au moment où les calculs sont effectués si le technicien n'a pas conservé des enregistrements précis dans le registre de données de terrain.

7.0 FORMATION EN COURS D'EMPLOI

La partie réservée à la formation en cours d'emploi dans ce cours demande que le superviseur aide et guide le technicien à préparer une mission de terrain dans la région où il travaillera.

- Le superviseur s'assure que le technicien se sert du registre de données de terrain pour planifier la mission de terrain.
- Le superviseur donne aussi les indications et l'aide nécessaires pour déterminer le travail qui doit être effectué. Cette méthode a deux avantages : le technicien a l'occasion de s'entraîner à planifier une mission de terrain et le superviseur peut mettre le technicien au courant des caractéristiques particulières de la zone d'opération. Avant la mission de terrain, le technicien prépare un plan de mission et une liste de contrôle et fait les réservations.

Le superviseur devrait insister sur la nécessité de planifier de façon sécuritaire. Il faudrait aussi mettre l'accent sur la nécessité d'organisation, d'efficacité et de rentabilité au niveau des frais quand on collecte des données hydrométriques. Un technicien bien organisé ne rencontre que peu de problèmes et il est mieux préparé pour surmonter les problèmes qui peuvent survenir.

8.0 RÉSUMÉ

Une bonne planification et une bonne préparation peuvent éliminer ou réduire grandement la probabilité que le technicien soit confronté à des problèmes sur le terrain insurmontables qu'il ne peut résoudre.

En résumé, les principaux points dont il faut se souvenir sont :

- a. préparation
 - o déterminer la nécessité de la mission
 - o s'assurer que l'ensemble de l'équipement est en état de marche
- b. programmation d'avant-mission
 - o déterminer les stations où il faut se rendre
 - o déterminer le travail à effectuer
 - o déterminer les exigences d'entretien
 - o déterminer les méthodes d'accès
 - o vérifier les exigences spéciales
 - o vérifier l'horaire, les réservations, les cartes et l'itinéraire
- c. plan de route
- d. listes de contrôle
- e. registre de données de terrain – Référence et information
 - o mettre à jour les informations
 - o indiquer les caches
 - o mettre en évidence les exigences de calcul
 - o expliquer la méthode sur le terrain.

Ce cours donne au technicien une méthode logique de planification des missions de terrain indépendamment de la complexité du voyage. S'il existe suffisamment d'informations pour déterminer et préparer le travail qui doit être effectué, la méthode est efficace.

Une phrase célèbre utilisée pour la survie s'applique bien à la planification et à la réalisation d'un travail sur le terrain :

« ESPÈRE LE MEILLEUR, MAIS PRÉPARE-TOI AU PIRE »

Les techniciens peuvent faciliter leur travail qui consiste à recueillir des données hydrométriques en suivant cette approche. Puisqu'ils travaillent dans des conditions toujours changeantes, ils ne peuvent faire que de leur mieux avec les outils, l'équipement et les informations qui leur sont accessibles. Dans de telles conditions de travail, l'improvisation est quelquefois inévitable. Le technicien devrait effectuer son devoir au meilleur de sa compétence. Une bonne planification et une bonne préparation permettent au technicien de minimiser la part d'improvisation et par conséquent de vivre une mission de terrain sans anicroches.

9.0 MANUELS ET RÉFÉRENCES

9.1 MANUELS PRATIQUES

Terzi, R.A. (1981). Manuel pratique de levés hydrométriques – Jaugeage des cours d'eau. Environnement Canada, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, 37 p.

9.2 RÉFÉRENCES

Environnement Canada (1989). Manuel de gestion du matériel. Paragraphe sur « l'habillement », Ottawa.