

**INSTRUCTIONS
POUR L'ÉTABLISSEMENT
DES RÉSEAUX GÉODÉSQUES DE BASE.**

**FASCICULE 2
CANEVAS ALTIMÉTRIQUE**

DIRECTION DE LA RÉFÉRENCE GÉODÉSIQUE

**MINISTÈRE DES RESSOURCES NATURELLES
ET DE LA FAUNE**

JANVIER 1989

*Ressources naturelles
et Faune*

Québec 



TABLE DES MATIÈRES

=====

GÉNÉRALITÉS	1
CHAPITRE 1 - RECONNAISSANCE	
1.1 Structure des réseaux	2
1.2 Sites d'implantation	3
1.3 Repères temporaires	5
1.4 Dommages causés à la propriété	5
1.5 Rapport de reconnaissance	5
CHAPITRE 2 - MATÉRIALISATION	
2.1 Immatriculation des repères	6
2.2 Repère médaillon	7
2.3 Balise témoin	8
2.4 Rapport de matérialisation	9
CHAPITRE 3 - PRÉLÈVEMENT DES OBSERVATIONS	
3.1 Nivellement de vérification	10
3.2 Personnel requis	11
3.3 Équipement	11
3.4 Vérification des instruments	13
3.4.1 Le niveau	13
3.4.2 Les mires et accessoires	14
3.5 Mode opératoire	15
3.6 Méthodes de lecture des mires	17
3.6.1 Méthode conventionnelle	18
3.6.2 Méthode des deux calages	20
3.7 Critères d'observations	23
3.8 Carnets de notes	23
3.8.1 Carnet conventionnel	24
3.8.2 Carnet électronique	24

CHAPITRE 4 - TRAITEMENT DES DONNÉES

4.1 Fichier informatique	25
4.2 Compilation des données	27
4.3 Critères de fermeture	27
4.3.1 Reprises	29
4.4 Rapport final	31

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Structure des réseaux altimétriques	2
Tableau 2 : Critères d'observations	23
Tableau 3 : Critères de fermeture	27

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Implantation du repère médaillon	8
Figure 2 : Test de collimation	14
Figure 3 : Alternance des visées	15

ANNEXE 1

Diagramme de nivellement	33
Signes conventionnels	34



GÉNÉRALITÉS

=====

Un projet d'établissement de repères altimétriques s'élabore à partir des documents suivants:

Le plan projet: ce schéma dessiné sur une carte topographique illustre les circuits de nivellement demandés et montre les points d'appui ainsi que les repères existants à niveler.

Le devis particulier: ce document technique donne la liste des matricules réservés, décrit les travaux et spécifie les dates d'échéance. On y retrouve en outre des remarques spécifiques à chaque projet.

Ces deux documents sont remis à l'exécutant au début du contrat. On y joint tous les formulaires standards requis ainsi que les fiches signalétiques et les cartes de compilation du territoire.



CHAPITRE 1

RECONNAISSANCE

La reconnaissance consiste, à partir du plan projet, à déterminer l'emplacement définitif des nouveaux repères.

Si, à cette étape, l'exécutant prévoit des difficultés qui risquent d'affecter l'échéancier ou le coût du projet, il doit en aviser le Service dans les plus brefs délais.

1.1 STRUCTURE DES RÉSEAUX

Tous les circuits de nivellement de 1^{er} ordre ainsi que ceux de 2^e ordre de plus de 50 km seront effectués par cheminement double (un aller et un retour).

Les trajets de 2^e ordre inférieurs à 50 km pourront être réalisés par cheminement simple.

L'espacement entre les lignes, leur longueur et la distance entre les repères devront respecter les critères du tableau suivant:

TABLEAU 1
STRUCTURE DES RÉSEAUX ALTIMÉTRIQUES

CARACTÉRISTIQUES	TERRITOIRE	O R D R E	
		1 ^{er}	2 ^e
Espacement entre les lignes (km)	urbain	10 - 20	4 - 8
	rural	30 - 50	10 - 20
	non-développé	200 - 400	50 - 100
Longueur maximum des lignes entre les points de jonction (km)	urbain	50	20
	rural	100	50
	non-développé	800	250
Espacement entre les repères (km)	urbain	0,5	0,5
	rural	1	1
	non-développé	1 - 2	1 - 2

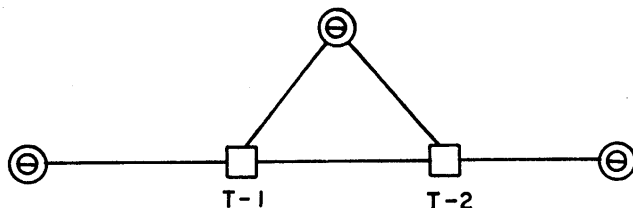
Cheminelements en antenne

Les cheminelements en antenne (cheminelements dont une seule des extrémités est rattachée à un repère ou à une ligne de nivellement) devront être réduits au minimum et toujours être exécutés en direction aller et en direction retour.

Les antennes ne comportant qu'une seule station ne seront tolérées que pour la détermination de l'altitude d'un repère planimétrique.

La détermination de l'altitude d'un repère altimétrique par un cheminement en antenne ne comportant qu'une seule station est strictement interdite.

Si pour une raison quelconque un repère altimétrique ne peut être intégré directement dans un circuit de nivellement, on placera deux repères temporaires à proximité et on procédera de la manière illustrée ci-après:



1.2 SITES D'IMPLANTATION

Sites recommandés

Les nouveaux points altimétriques seront des repères médaillons ancrés dans des assises naturelles ou artificielles très stables telles: des affleurements rocheux, des blocs erratiques de grandes dimensions (plus de 2 mètres cubes), des fondations d'édifices, des culées de pont ou de viaduc, etc ...

Emplacements à éviter

On éliminera les assises instables ou susceptibles d'être affectées par le gel comme: les trottoirs, les bases d'escalier ou de lampadaires, les bordures de rue, les murets peu profonds, les pierres de faibles dimensions, les roches déplacées, etc ...

Précautions élémentaires

Dans le cas d'un mur de fondation, s'assurer qu'il n'est pas construit en blocs de béton recouverts de crépi.

Toujours vérifier que l'espace surplombant le repère est libre de tout obstacle sur une hauteur minimale de 3 mètres.

S'assurer qu'on puisse placer une mire de nivellement le plus près possible d'un repère ancré horizontalement.

Propriétés privées

L'exécutant doit toujours obtenir la permission du propriétaire avant d'implanter ou d'utiliser un repère situé sur une propriété privée.

Chaque nouvelle implantation doit être précédée d'une entente de gré à gré avec le propriétaire concerné.

À moins que le propriétaire ne s'y oppose, les deux parties confirmeront cette entente en signant le formulaire standard préparé par le Service.

Propriétés publiques

Tout comme sur les propriétés privées, l'exécutant doit obligatoirement obtenir les autorisations requises avant d'établir un nouveau repère.

Des vérifications devront être faites auprès des autorités compétentes pour s'assurer que les sites d'implantation ne risquent pas d'être affectés par des travaux de réfection ou de construction.

1.3 REPÈRES TEMPORAIRES

On installera des repères temporaires dans les cas suivants:

- absence de site propice à l'implantation d'un repère permanent;
- topographie exigeant un nombre élevé de mises en station;
- rattachement de repères existants difficiles d'accès.

Le repère temporaire peut être une pointe de rocher, le sommet d'une borne-fontaine, un boulon de lampadaire, etc. En l'absence de telles marques évidentes, on utilisera un tire-fond (clou de voie ferrée) enfoncé dans un poteau ou un piquet solidement ancré dans le sol.

Il est important que les points temporaires soient identifiés et implantés avant le prélèvement des observations. On évitera ainsi de ralentir inutilement l'équipe de nivellement.

1.4 DOMMAGES CAUSÉS À LA PROPRIÉTÉ

L'entière responsabilité des dommages causés à la propriété lors des travaux reliés à l'établissement de nouveaux points ou à l'exploitation de repères existants incombe à l'exécutant.

1.5 RAPPORT DE RECONNAISSANCE

L'exécutant doit déposer son rapport de reconnaissance au plus tard à la date d'échéance définie dans le devis technique.

Le rapport devra être rédigé sur le formulaire standard prévu à cette fin et être accompagné des documents suivants.

- 1- Un bordereau de transmission.
- 2- Un schéma à l'échelle du plan projet, montrant tous les repères impliqués et les circuits de nivellement proposés. Ce plan pourra être dessiné au crayon feutre ou au plomb sur des copies de cartes ou sur du papier calque.

CHAPITRE 2 =====

MATÉRIALISATION

La matérialisation consiste à implanter un repère altimétrique à l'emplacement sélectionné lors de la reconnaissance. Cette opération s'accompagne de tâches connexes comme l'installation d'une balise témoin et le complètement de la fiche signalétique.

L'exécutant n'est autorisé à entreprendre les travaux de matérialisation qu'après l'acceptation du rapport de reconnaissance.

Le Service procure à l'exécutant toutes les fournitures requises pour matérialiser les repères. Ceci inclut les repères, médaillons, les balises témoins ainsi que divers accessoires.

Le Service expédie tout le matériel requis au bureau de l'exécutant ou à un entrepôt régional où celui-ci pourra en prendre possession.

Les fournitures inutilisées devront être retournées à l'entrepôt ou au Service dès la fin des travaux de matérialisation. Dans le cas contraire, la valeur des pièces non récupérées sera déduite de la facture du contrat.

Les repères seront systématiquement inspectés par un représentant du Service qui pourra exiger tous les correctifs qu'il juge nécessaires. Ces reprises pourraient impliquer le déplacement ou la modification de repères déjà nivelés. Dans un tel cas, tous les travaux, incluant les observations et les calculs, seraient alors repris aux frais de l'exécutant.

2.1 IMMATRICULATION DES REPÈRES

L'exécutant doit se conformer à la liste des matricules réservés qui apparaît dans le devis particulier. Si leur nombre est insuffisant, il devra absolument communiquer avec le Service pour obtenir une autre série de matricules réservés.

Les matricules doivent être gravés avec des poinçons de 5 mm. Les médaillons seront toujours estampés avant d'être fixés pour ne pas ébranler inutilement les repères. Toute rature est prohibée. Si un caractère doit être corrigé, on utilisera une lime ou une meule pour effacer l'inscription erronée.

2.2 REPÈRE MÉDAILLON

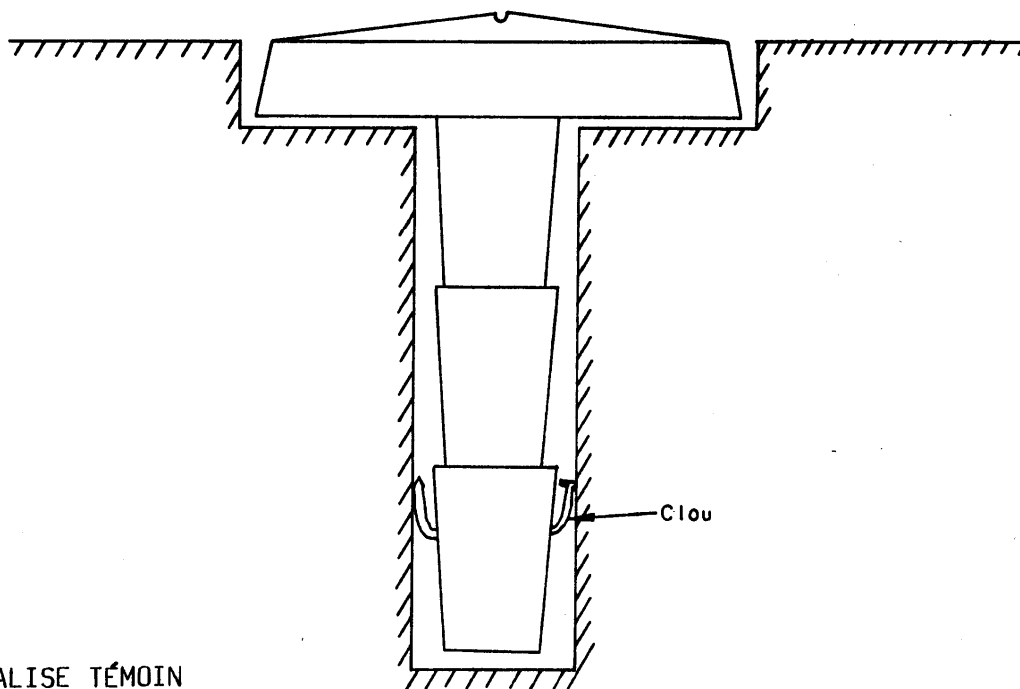
Pour la matérialisation, on utilisera le repère médaillon en laiton illustré à la figure 1.

Le repère doit toujours être ancré horizontalement ou verticalement. Aucun repère incliné ne sera toléré.

Méthode d'implantation

- Forer un trou de 2 cm de diamètre et d'environ 9 cm de profondeur.
- Fraiser la surface de l'assise sur une épaisseur de 1 cm, de façon à enchâsser le médaillon tel qu'illustré à la figure 1.
- Placer temporairement le médaillon sur un support pour y graver son matricule.
- Enlever la poussière de forage et remplir la cavité avec du ciment expansif ou un adhésif pour maçonnerie.
- Fixer un clou dans la rainure de la tige d'ancrage et enfoncer le médaillon dans l'orifice (protéger le médaillon avec une pièce de bois pour éviter d'abîmer sa surface en le martellant).
- **Si le repère est ancré verticalement, s'assurer qu'aucune aspérité de l'assise ne risque de nuire au talon de la mire.**
- Si le repère est ancré horizontalement, vérifier, avec un niveau de menuisier, l'horizontalité de la rainure. Corriger au besoin à l'aide d'un ciseau à froid placé sur le rebord du médaillon.
- Polir le tour du repère et nettoyer sa surface.

FIGURE 1: IMPLANTATION DU REPÈRE MÉDAILLON



2.3 BALISE TÉMOIN

Pour signaler la présence d'un repère altimétrique, on installe généralement, à moins de 30 mètres de celui-ci, une balise témoin en plastique de couleur orange.

L'installation de la balise témoin est toutefois facultative sur les propriétés privées et aussi en milieu urbain lorsqu'il n'y a pas de support adéquat pour la fixer.

Sur une propriété privée, on préviendra le propriétaire qu'il n'est pas concerné par le texte relatif à l'amende.

On place si possible la balise sur un support comme un poteau, un lampadaire, une clôture, etc ... À défaut, on utilisera la tige d'acier de 2 m prévue à cet effet.

Sur un poteau de bois, on fixe la balise avec des clous à toiture doublés de rondelles alors que sur un support métallique, on emploiera du ruban d'acier. Le Service fournit sur demande le ruban d'acier et le tenseur pour l'attacher.

La tige de support ne doit jamais être placée dans un fossé, sur un accotement ou à proximité d'une voie de circulation. Elle doit être enfoncée à plus de 60 cm dans le sol ou cimentée à 10 cm dans le roc ou le béton. Dans ce dernier cas, on raccourcira la tige d'environ 40 cm avant de la fixer. Lorsqu'on boulonne la balise à la tige, on doit obligatoirement utiliser la plaquette de renfort.

On doit fixer la balise de façon à ce que la flèche indicatrice soit orientée vers le repère.

Le matricule et la distance du repère doivent être poinçonnés sur la balise témoin.

Note importante

L'exécutant doit s'assurer que la tige de support ne risque pas d'endommager des conduites souterraines peu profondes.

2.4 RAPPORT DE MATÉRIALISATION

Le rapport de matérialisation sera rédigé sur un formulaire standard et il devra être accompagné des documents suivants.

- 1- Un bordereau de transmission.
- 2- Les fiches signalétiques des nouveaux repères, complétées selon les règles du guide de rédaction.
- 3- Une copie polyester des cartes de compilation montrant les nouveaux repères et les points existants nivelés. Ces cartes devront être conformes au tableau des signes conventionnels de la page .

Le rapport de matérialisation et les documents annexes doivent parvenir au Service au plus tard à la date d'échéance spécifiée dans le devis technique.

CHAPITRE 3

=====

PRÉLÈVEMENT DES OBSERVATIONS

Ce chapitre traite des nivellements d'ordre spécial et des 1^{er} et 2^e ordres qui sont directement associés à l'établissement du canevas altimétrique de base.

Ces trois types de nivellement demandent sensiblement la même instrumentation et le même mode opératoire; ce qui les distingue ce sont les tolérances ou critères de fermeture suivants:

- 1° l'écart aller/retour d'une section qui est la différence entre la dénivellée mesurée à l'aller et celle mesurée au retour entre 2 repères consécutifs;
- 2° la fermeture de cheminement qui est la différence obtenue, à la fin d'un cheminement, entre l'altitude mesurée et l'altitude publiée d'un point d'appui.

	<u>Tolérance aller/retour sur une section</u>	<u>Tolérance sur la fermeture d'un cheminement</u>
Ordre spécial	3 mm \sqrt{K}	4 mm \sqrt{K}
1^{er} ordre	4 mm \sqrt{K}	5.3 mm \sqrt{K}
2^e ordre	6 mm \sqrt{K}	8 mm \sqrt{K}

où K représente la longueur d'une section (plus courte distance entre l'aller et le retour) ou la longueur d'un cheminement, exprimée en kilomètres.

3.1 NIVELLEMENT DE VÉRIFICATION

Il est essentiel de vérifier la stabilité des repères d'appui dès le début d'un projet de nivellement. Cette vérification s'effectuera comme suit.

On effectuera un nivellement aller/retour entre 3 repères d'appui répartis sur une distance minimale de 2 kilomètres pour un projet de 1^{er} ordre et entre 2 repères d'appui éloignés de plus de 500 mètres pour un travail de 2^e ordre.

Les repères sont présumés stables si les résultats obtenus respectent les critères de fermeture du nivellement projeté. Dans le cas contraire, on consultera le Service pour obtenir d'autres repères de référence.

3.2 PERSONNEL REQUIS

Pour éviter les erreurs découlant des délais entre les lectures, le Service exige que l'équipe de nivellement soit constituée d'un minimum de 4 personnes comprenant: un opérateur, un secrétaire et deux préposés aux mires.

Le nivellement de 1^{er} ordre exécuté avec un niveau à bulle peut demander l'ajout d'une cinquième personne comme porteur d'ombrelle pour protéger adéquatement l'instrument du soleil.

3.3 ÉQUIPEMENT

Les travaux devront être réalisés avec un équipement possédant des caractéristiques équivalentes ou supérieures à celles définies ci-après.

Niveau

Un niveau de 1^{er} ordre muni d'un micromètre à lames plans parallèles et dont les principales caractéristiques sont:

- écart-type sur 1 km de nivellement double $\leq 0,5$ mm;
- précision de calage du compensateur $\pm 0,3''$ (niveau automatique);
- sensibilité de la nivelle tubulaire: $20''/2$ mm (niveau à bulle);

- grossissement de la lunette $\geq 32X$ et préféablement $\geq 40 X$;
- fils du réticule disposés en v.

Pour les travaux de 1^{er} ordre, le niveau automatique devra obligatoirement être pourvu d'un bouclier anti-magnétique.

Note: Nous déconseillons l'emploi du niveau à bulle d'air du fait de son rendement très bas par rapport au niveau automatique.

Mires

Des mires identiques, livrées par paires et ayant les particularités suivantes:

- mires de 3 mètres de longueur à ruban d'invar avec double échelle décalée;
- l'intervalle entre deux graduations doit correspondre à un tour complet du micromètre du niveau utilisé;
- les nivelles sphériques doivent être fixées en permanence sur les mires et être dotées de vis d'ajustement.

Accessoires

- Sabots de mires.
- lame de transfert d'altitude (ciseau à repères) munie d'une nivelle d'horizontalité pour les repères altimétriques ancrés horizontalement.
- Trépied à pattes rigides.
- Ombrelle pour le nivellement de 1^{er} ordre effectué avec un niveau à bulle d'air.

3.4 VÉRIFICATION DES INSTRUMENTS

Le niveau aura été vérifié par le fabricant ou un représentant autorisé dans les six mois qui précèdent la mission.

Pour un nivellement d'ordre spécial ou de premier ordre, on devra utiliser des mires qui auront été étalonnées depuis moins de six mois.

En plus, l'équipement devra faire l'objet des vérifications périodiques qui suivent.

3.4.1 Le niveau

1) **La nivelle verticale**

Une vérification quotidienne de la nivelle circulaire est impérative; une nivelle mal ajustée entraîne une erreur systématique cumulative.

Pour ce contrôle, niveler l'instrument et tourner la lunette de 180°; si la bulle se déplace de plus d'un millimètre, on doit ajuster la nivelle en éliminant la moitié du déplacement à l'aide des vis calantes et l'autre moitié avec les vis d'ajustement en suivant la procédure recommandée par le fabricant.

2) **La collimation de la ligne de visée**

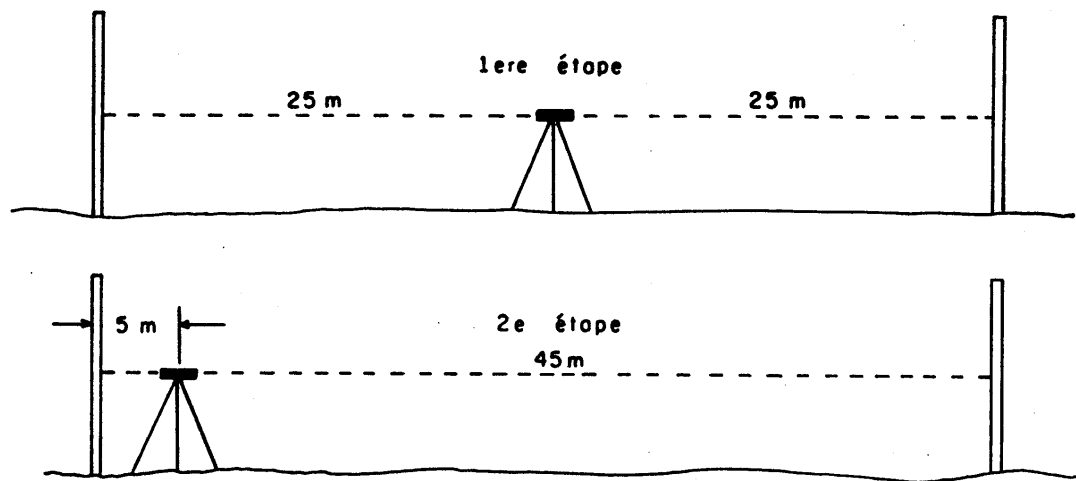
La collimation doit être vérifiée quotidiennement au cours de la première semaine d'opération, puis si l'instrument est stable, une vérification hebdomadaire suffit par la suite.

La vérification s'effectue comme suit:

- on place deux mires invar à 50 mètres l'une de l'autre en terrain plat;

- on installe l'instrument à mi-chemin entre les deux mires et on mesure la dénivelée selon la procédure du nivellement avec mires à double échelle;
- on positionne ensuite le niveau à 5 mètres de l'une des mires et on mesure la dénivelée du nouveau.
- on compare les résultats et si la différence obtenue entre les deux dénivelées est supérieure à 1 millimètre, on ajuste le niveau en référant au mode d'emploi du fabricant et on refait le test.

FIGURE 2: TEST DE COLLIMATION



NOTE: les données relatives aux tests de collimation devront être inscrites dans les carnets d'opération.

3.4.2 Les mires et accessoires

La nivelle sphérique de la mire doit être vérifiée régulièrement en plaçant la mire de profil et en vérifiant sa verticalité avec le fil vertical du réticule. Si la déviation est supérieure à 3 mm/m, la nivelle doit être ajustée.

La nivelle du ciseau à repères doit aussi être vérifiée régulièrement et ajustée au besoin. Il est important de noter qu'un seul ciseau à repères doit être utilisé sur une section de nivellement.

3.5 MODE OPÉRATOIRE

Deux modes de lecture des mires à double échelle sont acceptés pour les nivellements de 1^{er} et 2^e ordres: la méthode conventionnelle et la méthode des deux calages.

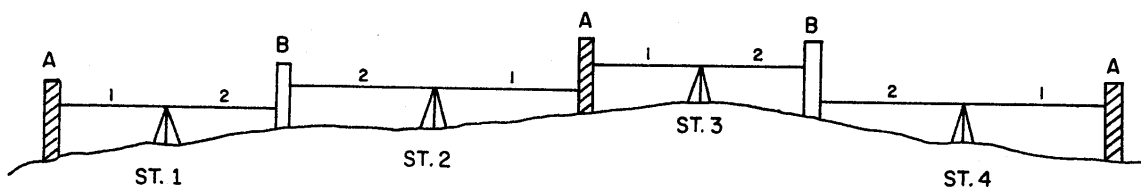
Cette dernière est particulièrement recommandée pour les travaux de haute précision et de 1^{er} ordre. Elle permet en effet de diminuer les reprises en réduisant les erreurs causées par le déplacement des points tournants.

Quelle que soit la méthode utilisée, on devra toujours procéder de la façon suivante.

Alternance des visées

Le calage du niveau doit toujours se faire dans des directions opposées sur les stations consécutives. L'instrument doit donc invariablement être calé avec la lunette pointée vers la même mire. En conséquence à chaque station impaire, la première visée est un coup arrière tandis qu'aux stations paires, la première visée est un coup avant.

FIGURE 3: ALTERNANCE DES VISÉES



Ce procédé est nécessaire dans le cas des niveaux classiques pour diminuer l'effet de l'erreur systématique causée par l'affaissement de l'instrument. **Pour les niveaux automatiques, cette méthode est essentielle pour éliminer l'erreur de réglage du compensateur.**

Cheminement aller/retour

Les trajets aller et retour d'une section doivent être exécutés par des opérateurs différents et à des jours différents. De plus, un même opérateur ne doit pas observer toujours dans la même direction. Dans ce but, on suggère d'interchanger l'opérateur et le secrétaire à chaque demi-journée.

Stations paires

Pour le nivellement d'ordre spécial et de 1^{er} ordre, le nombre de mises en station doit toujours être pair sauf pour les sections courtes n'impliquant qu'une mise en station. Dans ce dernier cas, on n'utilise qu'une seule mire.

Pour les travaux de 2^e ordre où le nombre de stations est impair, on utilisera la même mire pour les visées arrière et avant de la dernière station.

Manipulation du niveau

Ficher solidement dans un sol ferme et stable (éviter l'asphalte) le trépied et les sabots de mires et réduire au minimum le délai entre les visées arrière et avant.

Dans le cas d'un niveau automatique, immédiatement avant la lecture d'une mire, tourner légèrement la lunette dans le sens horaire puis dans le sens contraire pour atténuer les erreurs résiduelles du compensateur.

Éviter de modifier la mise au point de l'appareil au cours des observations faites sur une station.

Dans la mesure du possible, garder l'instrument et les deux mires dans un même alignement pour contrer les mauvais ajustements de l'appareil.

Données météorologiques

Pour le nivellement de 1^{er} ordre, on notera à chaque section les données suivantes dans le carnet:

- l'heure et la température ($\pm 1^{\circ}\text{C}$) du début et de la fin

- la vitesse du vent: 0 = moins de 10 km/h
1 = 10 à 25 km/h
2 = plus de 10 km/h

- la nébulosité : 0 = temps couvert
1 = partiellement nuageux
2 = ensoleillé

Pour les travaux de 2^e ordre, on notera l'heure du début et de la fin de chaque section, la température approximative et les conditions de vent.

3.6 MÉTHODES DE LECTURE DES MIRES

Les deux méthodes suivantes sont illustrées par des exemples qui apparaissent aux pages 19 et 22.

On notera que les exemples suivants impliquent des mires graduées au centimètre. Comme on n'utilise qu'un seul fil stadimétrique, les distances stadimétriques apparaissant dans le carnet ne représentent que la moitié de la distance réelle.

Dans un carnet conventionnel, il est important que le secrétaire écrive le numéro séquentiel de mise en station immédiatement avant d'inscrire les données. De cette façon, on réduit le risque d'inversion dans le carnet des visées arrière et avant faites en alternance.

3.6.1 Méthode conventionnelle

Première mire

- Lire le fil niveleur de la petite échelle à $\pm 0,1$ mm. Inscrive en (A). Additionner la constante de la mire (B) pour obtenir (C).

Reporter les quatre premiers chiffres de (A) dans la colonne stadia; valeur (D).

- Lire le fil stadimétrique du bas de la petite échelle à ± 1 mm. Inscrive en (E) et soustraire de (D) pour obtenir la distance stadimétrique (F).

NOTE: si la ligne de visée est trop basse, utiliser le fil du haut.

- Lire le fil niveleur de la grande échelle à $\pm 0,1$ mm. Inscrive en (G).

Soustraire (C) de (G) et inscrire le résultat en (H). Si cette valeur dépasse 3 unités (0,3 mm), on reprend la lecture des deux fils niveleurs.

Cumuler les distances stadimétriques (F) dans la colonne de droite; valeur (j).

Deuxième mire

- Répéter les opérations décrites précédemment. Avant la dernière lecture, comparer les distances stadimétriques. Si l'écart excède les tolérances du tableau 2, déplacer la mire (station impaire) ou le niveau (station paire).

Ajuster les portées suivantes en fonction des distances stadimétriques cumulées.

Date 88/09/12 ; Aller / Retour ; Reprise ;
 Opérateur: C.V. ; Secrétaire: F.S.

REPÈRE No: de 88KZ403 à 88KZ404 ; page
 Niveau: NA 2 - 102445 Mires: 135-76 , 135-77

COUPS ARRIÈRE

Numéro séquentiel de mise en station	Ecart de lecture	LECTURES DE L'ÉCHELLE		Stadia	Distances stadimé- triques cumulées
		DÉCALÉE	TALON "0"		
Report →					
1	[H] -1	[G] 45101	A 14952	D 1495	[J] 330
			B 30150	E 1165	
			C 45102	F 330	
3	-2		18222	1822	658
			30150	1494	
			48370	328	
5	+3		18941	1894	991
			30150	1561	
			49091	333	
	-2		20793	2079	1316
			30150	1754	
			50941	325	
	+3		23874	2387	1627
			30150	2076	
			54027	311	
	+2		20475	2047	1759
			30150	1912	
			50625	135	
	+3		298160	117257	1759
			-243919	-63013	
			54241	54244	
	ΔH:	+5.424	Dist: 351 x 2 =	0,702 K4	

COUPS AVANT

Ecart de lecture	LECTURES DE L'ÉCHELLE		Stadia	Distances stadimé- triques cumulées	Remarques
	DÉCALÉE	TALON "0"			
[H] +2	[G] 42393	A 12241	D 1224		début : 08h15 fin : 08h55
		B 30150	E 894		
		C 42391	F 330	[J] 330	
+2	41370	11218	1121		Moyennes: 0 Vent: 1 T°: ±20°C
		30150	0998		
		41368	323	653	
+1	41262	11111	1111		975
		30150	0789		
		41261	322		
+1	33601	03450	0345		1309
		30150	0679		
		33600	334		
-1	41938	11789	1178		1620
		30150	0867		
		41939	311		
+1	43355	13204	1320		1752
		30150	1188		
		43354	132		
+6	243919	63013			
		vérifié	B.P.		

3.6.2 Méthode des deux calages

Première mire

- Lire le fil niveleur de la petite échelle à $\pm 0,1$ mm. Inscrire en (A).

Reporter les quatre premiers chiffres de (A) dans la colonne stadia; valeur (B).

- Lire le fil stadimétrique du bas de la petite échelle à ± 1 mm. Inscrire en (C) et soustraire de (B) pour obtenir la distance stadimétrique (D).

Cumuler les distances stadimétriques (D) dans la colonne de droite; valeur (E).

NOTE: laisser la mire en place pour une lecture ultérieure.

Deuxième mire

- Répéter les deux opérations décrites précédemment.

Comparer les distances stadimétriques et déplacer, s'il y a lieu, la mire (station impaire) ou le niveau (station paire).

- Réajuster le niveau à l'aide des vis calantes et lire le fil niveleur de la grande échelle à $\pm 0,1$ mm. Inscrire en (F) et retrancher (A) pour obtenir la différence d'échelle (G).

Cumuler les lectures successives de la grande échelle (F) dans la colonne décalée; valeur (H).

Première mire

- Viser de nouveau la première mire et lire le fil niveleur de la grande échelle à $\pm 0,1$ mm. Inscrire en (F) et retrancher (A) pour obtenir la différence d'échelle (G).

Comparer les différences d'échelle: (G) avant moins (G) arrière et inscrire le résultat en (J). Si cette valeur dépasse 3 unités (0,3 mm), on reprend la lecture des fils niveleurs.

Ajuster les portées suivantes en fonction des distances stadimétriques cumulées.

3.7 CRITÈRES D'OBSERVATIONS

Les observations devront être conformes aux exigences du tableau suivant :

TABLEAU 2
CRITÈRES D'OBSERVATIONS

CRITÈRES	ORDRE		
	Spécial	1 ^{er}	2 ^e
Visées:			
- Longueur maximale (m)	50	60	70
- Dégagement minimal p/r au sol (m)	0,5	0,5	0,2
- Écart de longueur entre les visées avant et arrière (m)	2	5	10
Sections:			
- Longueur maximale (km)	2	2	2
- Nombre maximal de stations	20	20	20
- Écart cumulé entre les visées avants et arrières (m)	5	10	10

3.8 CARNETS DE NOTES

Les données peuvent être inscrites manuellement dans un carnet conventionnel mais il est toutefois préférable d'utiliser un carnet électronique (muni d'un logiciel de validation) pour les raisons suivantes :

- élimination des reprises occasionnées par des erreurs de calcul ou d'inscription (inversion des visées dans le carnet);
- suppression de la vérification des carnets;
- possibilité de transférer électroniquement les résultats dans un fichier informatique;

3.8.1 Carnet conventionnel

Seuls les carnets fournis par le Service sont acceptés pour la prise de notes. Les inscriptions doivent être claires et l'information complète. Les calculs effectués sur le terrain devront être ultérieurement vérifiés et cochés; le vérificateur initialera chaque page.

Une page de carnet ne doit inclure qu'une seule section même si cette dernière ne comporte qu'une station.

Les données météorologiques et les descriptions des repères temporaires seront inscrites dans la colonne "Remarques".

Vérification des carnets

Méthode conventionnelle: (référer à l'exemple de la page 19) à chaque page, la somme algébrique des valeurs (H) doit égaler la somme des valeurs (G) moins la somme des valeurs (C).

Méthode des deux calages: (référer à l'exemple de la page 22) à chaque section, la somme des (H) arrières moins la somme des (H) avants plus la moitié de la somme algébrique des valeurs (J) doit être égale à la dénivelée calculée.

3.8.2 Carnet électronique

Le Service utilise un programme de saisie et de validation des données conçu pour une calculatrice Hewlett-Packard HP-41CV munie de modules d'extension.

Ce logiciel ainsi que les équipements périphériques requis pour son fonctionnement (interface, lecteur, imprimante, etc ...) sont mis, sur demande, à la disposition des exécutants.

L'emploi de tout autre logiciel de captage et de validation doit au préalable avoir été autorisé par le Service.



CHAPITRE 4 =====

TRAITEMENT DES DONNÉES

À cette dernière étape du projet, on effectue les opérations suivantes:

- [] l'enregistrement des données dans un fichier informatique;
- [] la compilation des données sous forme de tableau-résumé;
- [] la validation des résultats;
- [] la rédaction du rapport final.

4.1 FICHER INFORMATIQUE

Une fois que les observations auront été validées, on devra enregistrer les informations relatives à chaque section sous la forme d'un fichier informatique: le fichier .DNG.

On produira aussi le fichier .ALT qui contiendra la liste des altitudes préliminaires du projet. Notons que ce deuxième fichier peut être directement généré par les résultats calculés avec le logiciel FERNIV (fermeture d'un cheminement de nivellement).

Les fichiers sont de type "texte" en caractères ASCII. Ils doivent être transmis sur mini-disque de 3½ po. - 720 Ko ou sur disque souple de 5¼ po. - 360 Ko ou 1,2 Mo, formatés dans le système MS-DOS ou PC-DOS.

Les fichiers sont identifiés de la façon suivante:

- [] les six premiers caractères correspondent au matricule du projet (exemple: A03X87);
- [] le point et les trois lettres qui suivent indiquent le contenu du fichier:
 - .ALT : altitudes
 - .DNG : dénivelées géométriques

On retrouvera aux deux pages qui suivent un exemple des fichiers demandés ainsi qu'une description de leur contenu.

A03X87.DNG

80L073	:87KZ045	:	1/	1	870526	1045	1110	22	S0/U0	8	633.480	7.1034
87KZ045	:87KZ044	:	1/	2	870526	1112	1150	22	S0/U0	12	980.200	-17.9384
87KZ044	:87KZ043	:	1/	4	870526	1310	1350	25	S0/U0	14	1117.740	-19.9967
87KZ043	:87KZ042	:	1/	6	870526	1355	1453	25	S0/U0	16	1414.080	-6.7148
87KZ042	:87KZ041	:	1/	8	870526	1500	1545	25	S0/U0	11	998.940	-2.3039
87KZ041	:87KZ040	:	1/	10	870526	1550	1637	23	S0/U0	10	690.620	15.4333
87KZ040	:87KZ039	:	1/	12	870526	1640	1737	22	S0/U0	14	934.030	12.0807
87KZ039	:87KZ038	:	1/	14	870527	0910	0945	18	NG/U0	11	1071.460	-3.2826
87KZ038	:87KZ037	:	1/	16	870527	0947	1017	18	NG/U0	8	806.220	0.4603
87KZ037	:87KZ036	:	1/	17	870527	1020	1042	18	NG/U0	6	504.940	-1.6984
87KZ036	:87KZ035	:	1/	18	870527	1045	1135	18	NG/U0	8	819.200	0.8529
87KZ035	:87KZ034	:	1/	19	870527	1136	1212	18	NG/U0	14	1391.980	-7.1104
87KZ034	:87KZ033	:	1/	21	870601	1250	1340	24	NG	12	1131.230	-3.4233
87KZ033	:87KZ032	:	1/	23	870601	1345	1415	24	NG	9	827.420	2.8402
87KZ032	:87KZ031	:	1/	25	870601	1420	1505	24	NG	12	1214.780	3.1085
87KZ031	:78KZ547	:	1/	27	870601	1045	1110	22	NG	11	817.900	2.7241
.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+												

Description des champs

- 1- 8: Numéro du point de départ
- 9: Séparateur (,)
- 10-17: Numéro du point d'arrivée
- 18: Séparateur (,)
- 19-23: Numéro du carnet/Page (ou Numéro de cassette)
- 25-30: Date (AAMMJJ)
- 32-35: Heure de départ (HHMM)
- 37-40: Heure d'arrivée (HHMM)
- 42-44: Température (°C)
- 46-50: Conditions climatiques (re: Table de codes)
- 52-53: Nombre de stations
- 54-57: X
- 58-66: Distance stadimétrique
- 68-77: Dénivelée

A03X87.ALT

78KZ547	158.1350	-1
80L073	175.9710	-1
87KZ031	155.3818	1
87KZ032	152.2733	1
87KZ033	149.4331	1
87KZ034	152.8564	1
87KZ035	159.9668	1
87KZ036	159.1139	1
87KZ037	160.8123	1
87KZ038	160.3520	1
87KZ039	163.6346	1
87KZ040	151.5539	1
87KZ041	136.1206	1
87KZ042	138.4245	1
87KZ043	145.1393	1
87KZ044	165.1360	1
87KZ045	183.0744	1

.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+.....+

Description des champs

1- 8: Numéro du point

9: X

10-21: Altitude

25-26: Code de l'altitude (-1 = Fixe)

4.2 COMPILATION DES DONNÉES

La compilation des données sous forme de tableau-résumé et les calculs de fermeture s'effectueront avec le logiciel FERNIV.

Ce logiciel, que le Service fournit à l'exécutant, va puiser les données stockées dans le fichier .DNG. Il fonctionne sur tout ordinateur personnel compatible au PC d'IBM doté d'un minimum de 256 Ko de mémoire vive.

On retrouvera à la page 29 un exemple de sortie générée par ce logiciel.

4.3 CRITÈRES DE FERMETURE

Les résultats obtenus devront respecter les critères de fermeture du tableau suivant:

TABLEAU 3
CRITÈRES DE FERMETURE

CRITÈRES	ORDRE		
	Spécial	1er	2e
Fermatures ($mm \sqrt{K}$):			
- section (aller vs retour)	3	4	6
- cheminement	4	5,3	8
- reprise d'une section	3,7	4,7	7,4

où K représente la longueur d'une section (plus courte distance entre l'aller et le retour) ou la longueur d'un cheminement exprimée en kilomètres.

FERMETURE D'UN CHEMINEMENT DE NIVELLEMENT

PROJET: A03X87

CHEMINEMENT # 1

de	a	dénivelée	moyenne	distance	altitude	statut
	80L073				175.9710	F
80L073	87KZ045	7.1034	7.1034	633.480	183.0744	
87KZ045	87KZ044	-17.9384	-17.9384	980.200	165.1360	
87KZ044	87KZ043	-19.9967	-19.9967	1117.740	145.1393	
87KZ043	87KZ042	-6.7148	-6.7148	1414.080	138.4245	
87KZ042	87KZ041	-2.3039	-2.3039	998.940	136.1206	
87KZ041	87KZ040	15.4333	15.4333	690.620	151.5539	
87KZ040	87KZ039	12.0807	12.0807	934.030	163.6346	
87KZ039	87KZ038	-3.2826	-3.2826	1071.460	160.3520	
87KZ038	87KZ037	0.4603	0.4603	806.220	160.8123	
87KZ037	87KZ036	-1.6984	-1.6984	504.940	159.1139	
87KZ036	87KZ035	0.8529	0.8529	819.200	159.9668	
87KZ035	87KZ034	-7.1104	-7.1104	1391.980	152.8564	
87KZ034	87KZ033	-3.4233	-3.4233	1131.230	149.4331	
87KZ033	87KZ032	2.8402	2.8402	827.420	152.2733	
87KZ032	87KZ031	3.1085	3.1085	1214.780	155.3818	
87KZ031	78KZ547	2.7241	2.7241	817.900	158.1059	
					158.1350	F
					Fermeture calculée:	-0.0291
					8 mm/k permise:	0.0313

À moins qu'une erreur grossière ne soit détectée, l'exécutant devra obligatoirement aviser le Service si un circuit de nivellement excède les tolérances. Ce dernier vérifiera alors la compatibilité des repères d'appui et déterminera, s'il y a lieu, quels seront les travaux à exécuter: reprises, nivellement de vérification, rattachement supplémentaire, etc.

4.3.1 Reprises

Pour calculer une section avec des reprises, on procède comme suit en référant aux exemples de la page 31.

On rejette premièrement toute dénivelée entachée d'une erreur grossière et on fait la moyenne des trajets aller (A), la moyenne des trajets retour (R) et la moyenne de ces deux résultats (M). On compare ensuite chaque dénivelée à la moyenne (M).

Si les écarts respectent les tolérances du tableau 3, comme dans le premier exemple, on conserve toutes les dénivelées.

Si par contre une des dénivelées excède les tolérances, comme dans le deuxième exemple, on rejette cette valeur et on refait les calculs.

Une section avec reprises est acceptée si elle satisfait à une des deux exigences suivantes:

- 1- l'écart entre au moins un aller et un retour est inférieur à l'écart permis pour les trajets aller/retour (premier exemple);
- 2- deux trajets aller et deux trajets retour respectent les tolérances sur les reprises (deuxième exemple).

La dénivelée d'une section avec reprises est la moyenne de la moyenne aller et de la moyenne retour de toutes les valeurs validées.

ÉVALUATION DES REPRISES

PROJET: A15X88

Section de: <u>88KZ407</u>	à: <u>88KZ408</u>	Dist. (km): <u>1.46</u>
Écart permis (mm) 2 ^o ordre	A/R: <u>7.2</u>	Reprises : <u>8.9</u>

A/R	Dénivelée	1 ^{re} évaluation		2 ^e évaluation	
		Moyenne	Écart	Moyenne	Écart
<u>A</u>	<u>-8.3043</u>	A: <u>-8.3043</u>	<u>4.5</u>	A: _____	_____
<u>R</u>	<u>8.3162</u>	R: <u>8.3132</u>	<u>7.4</u>	R: _____	_____
<u>R</u>	<u>8.3102</u>	M: <u>-8.3088</u>	<u>1.4</u>	M: _____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____	_____	_____

Section de: <u>88KZ342</u>	à: <u>88KZ343</u>	Dist. (km): <u>0.76</u>
Écart permis (mm) 1 ^o ordre	A/R: <u>3.5</u>	Reprises : <u>4.1</u>

A/R	Dénivelée	1 ^{re} évaluation		2 ^e évaluation	
		Moyenne	Écart	Moyenne	Écart
<u>A</u>	<u>14.3031</u>	A: <u>14.3037</u>	<u>3.1</u>	A: <u>14.3030</u>	<u>3.4</u>
<u>A</u>	<u>14.3052</u>	R: <u>-14.2964</u>	<u>5.2</u> rejkt	R: <u>-14.2964</u>	—
<u>A</u>	<u>14.3028</u>	M: <u>14.3000</u>	<u>2.8</u>	M: <u>14.2997</u>	<u>3.1</u>
<u>R</u>	<u>-14.2962</u>		<u>3.8</u>		<u>3.5</u>
<u>R</u>	<u>-14.2966</u>		<u>3.4</u>		<u>3.1</u>
_____	_____	_____	_____	_____	_____

Calculé par: P.T. Vérifié par: S.P.

4.4 RAPPORT FINAL

Le rapport final sera rédigé sur le formulaire standard prévu à cette fin. Il décrira sommairement les travaux réalisés et les résultats obtenus. Ce rapport devra être accompagné des documents suivants:

1- Un bordereau de transmission.

2- Les carnets de notes.

Si on a utilisé un carnet électronique, on fournira la disquette ou la cassette contenant les données terrain en plus des sorties d'imprimante de toutes les sections.

3- La disquette des données et une sortie d'imprimante du fichier DNG et du logiciel FERNIV.

4- Les formulaires de validation de reprises.

5- Un diagramme de nivellement tel qu'illustré à la page 34.

Le rapport final et les documents annexes devront parvenir au Service au plus tard à la date d'échéance spécifiée dans le devis technique.

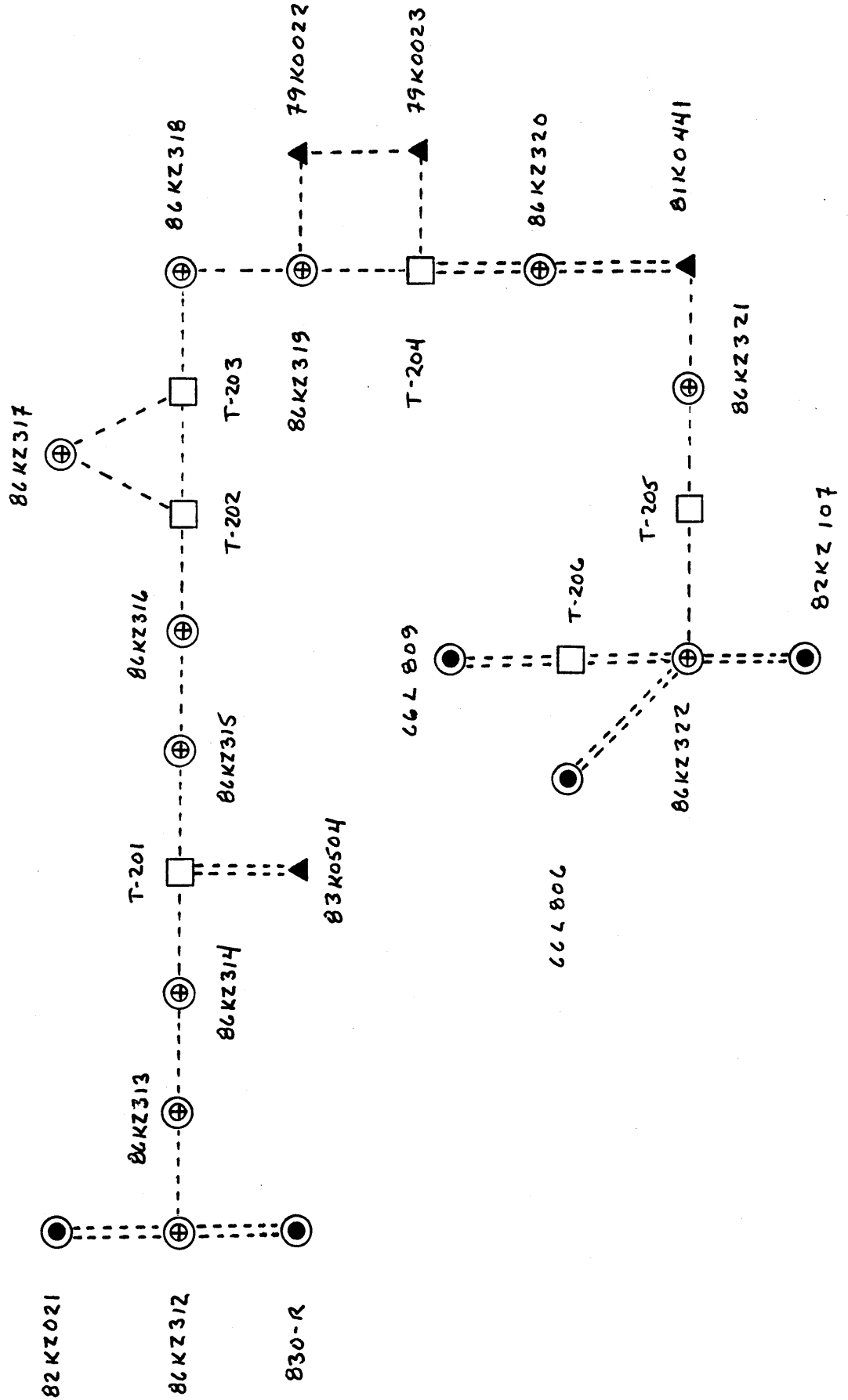
ANNEXE 1

DIAGRAMME DE NIVELLEMENT















PROJET : A07X86

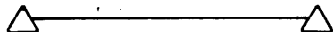

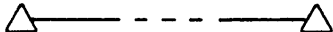
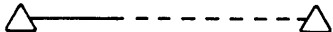
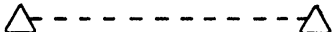

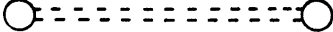

LIEU : MRC de L'Islet

EXECUTANT : R. Cormier, a.-g.



SIGNES CONVENTIONNELS

REPÈRES			
PLANIMÉTRIE		ALTIMÉTRIE	
1er ordre		1er ordre	
2e ordre		2e ordre	
3e ordre		3e ordre	
4e ordre		4e ordre	
intersecté		trigonométrique	
non classé		non classé	
temporaire		temporaire	

LIGNES	
PLANIMÉTRIE	
Directions et distance de A et B	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> A  B </div>
Directions et distance de A	
Directions de A et B	
Directions de A	
Distance	
ALTIMÉTRIE	
Nivellement géométrique simple	
Nivellement géométrique double	
Nivellement trigonométrique réciproque	

*Ressources naturelles
et Faune*

Québec 