



Gouvernement
du Canada

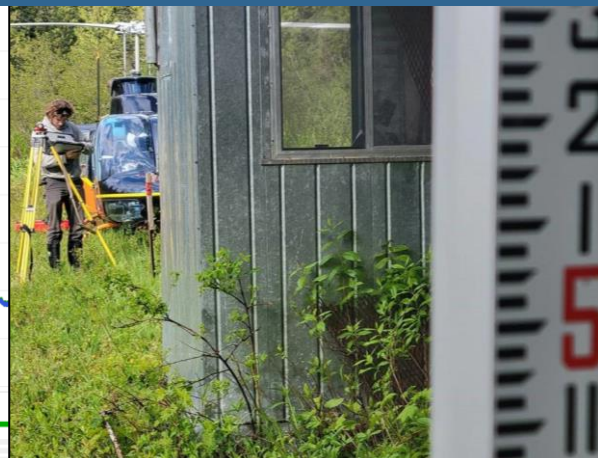
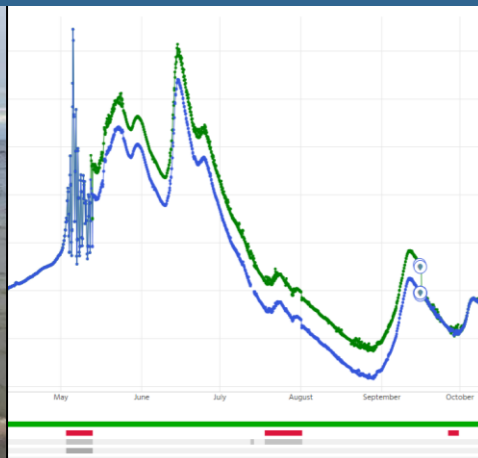
Government
of Canada

Manuel de calcul de données

Corrections de niveau d'eau



Relevés hydrologiques du Canada
Environnement et Changement Climatique Canada
qSOP-NA052-01-2022



Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Autorité responsable : Relevés hydrologiques du Canada
Direction générale de la surveillance météorologique et environnementale
Publication autorisée par le sous-ministre adjoint,
Service météorologique du Canada

Auteurs : F. Rainville, M. Croizier, S. Moore, L. Maurer, M. Bartlett, O. Bedard et G. Langston

Sauf avis contraire, le contenu de ce document peut, sans frais ni autre permission, être reproduit en tout ou en partie et par quelque moyen que ce soit à des fins personnelles ou publiques, mais non à des fins commerciales.

On vous demande seulement :

- de faire preuve de diligence raisonnable en assurant l'exactitude du matériel reproduit;
- d'indiquer le titre complet du matériel reproduit et l'organisation qui en est l'auteur;
- d'indiquer que la reproduction est une copie d'un document officiel publié par le gouvernement du Canada et que la reproduction n'a pas été faite en association avec le gouvernement du Canada ni avec l'appui de celui-ci.

La reproduction et la distribution à des fins commerciales sont interdites sans l'autorisation écrite de l'administrateur des droits d'auteur de la Couronne du gouvernement du Canada, Travaux publics et Services gouvernementaux Canada (TPSGC). Pour de plus amples renseignements, veuillez communiquer avec TPSGC au 613-996-6886 ou à l'adresse droitdauteur.copyright@tpsgc-pwgsc.gc.ca.

Photographies : © Environnement et Changement climatique Canada

© Son Majesté le Roi du Chef du Canada,
représentée par la ministre de l'Environnement, 2022

Citation suggérée : Relevés hydrologiques du Canada, Environnement et Changement Climatique du Canada (2022). qSOP-NA052-01-2022 Manuel de calculs de données – correction de niveau d'eau.

English version also available.

Couverture avant : Theodore Mlynowski et ottO Bédard

Couverture arrière : Theodore Mlynowski

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Table des matières

TABLEAU DES POINTS CLÉS.....	7
1 INTRODUCTION	10
1.1 RESPONSABILITÉS	10
1.2 TYPES DE DONNÉES.....	10
2 VALIDATION	10
2.1 EXAMEN VISUEL	10
2.2 SYMPTÔMES TYPIQUES ET ERREURS CONNEXES.....	12
3 CORRECTIONS.....	15
3.1 DONNÉES MANQUANTES	18
3.1.1 <i>Utilisation des données des capteurs secondaires</i>	18
3.2 CORRECTIONS DE TEMPS.....	19
3.2.1 <i>Application aux résultats des visites de station</i>	19
3.2.2 <i>Application aux séries chronologiques</i>	20
3.3 CORRECTIONS DU ZÉRO DU CAPTEUR.....	20
3.4 CORRECTIONS DU LIMNIMÈTRE	23
3.5 DONNÉES REJETÉES.....	25
3.5.1 <i>Élimination de données</i>	25
3.5.2 <i>Non-publication de données</i>	28
4 CORRECTIONS ET CONVERSIONS DU NIVEAU DE RÉFÉRENCE	28
5 DOCUMENTATION.....	30
5.1 COMMENTAIRES DANS LE LOGICIEL DE CALCUL	30
5.1.1 <i>Préfixes de commentaires standard</i>	30
5.1.2 <i>Dialogue sur les calculs</i>	30
5.2 ANALYSE DE STATION	31
RÉFÉRENCES.....	32

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Historique de révision du document

Version	Date	Source	Description/justification des modifications
0	2012-12-17	CGO-H, NetOps, SCD	Chapitre sur la correction de niveaux d'eau du document qSOP-NA037-01-2012 – Procédures de calcul des données.
00	2020-06-15	Bureau national	Publication sur le site web « WSC Information Station ».
1	2022-11-03	Bureau national	<p>Modifications et ajouts par rapport à la version précédente :</p> <ul style="list-style-type: none"> - Ajout du tableau des points clés. - Ajout d'un élément sur la montée soudaine du niveau d'eau. - Décourager les corrections du niveau de référence. - Exiger que le document d'analyse de station soit conservé dans AQUARIUS ET sur des serveurs locaux. - Décourager les corrections qui créent de nouveaux points de données ou d'utiliser une méthode statistique pour modifier les points, à moins d'estimer explicitement les données.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Avant-propos

Relevés hydrologiques du Canada (RHC) est l'organisme fédéral chargé de recueillir, d'interpréter et de diffuser les données et l'information hydrométriques au Canada. C'est un organisme respecté, fier de ses traditions et des réalisations qu'il a accomplies en plus de 120 ans d'existence. En tant qu'organisation certifiée ISO 9001, RHC souscrit au principe d'amélioration continue. L'adoption de pratiques normalisées de gestion des données est essentielle à la réalisation de notre mandat. Le présent document décrit les méthodes utilisées par RHC pour traiter les données ponctuelles et séries chronologiques de niveaux d'eau. Il intègre l'expertise collective de RHC et s'appuie sur les procédures existantes de mesure des niveaux et de nivellement. Le document a pour objectif de définir les pratiques normalisées et de soutenir l'amélioration continue afin de produire des données de qualité.

Bon nombre de nos employés ont soutenu l'élaboration du document. Nous remercions les personnes suivantes (par ordre alphabétique) : Cassandra Adam, Lindsay Armstrong, Crystal Beaton, Wayne Beaton, Amber Brown, Luc Bernard, Agnes Fojt, Derek Forsbloom, Dennis Lazowski, Theodore Mlynowski, Stephanie Pow, Leigh Sinclair et Melanie Taylor. Nous remercions également nos collègues de New Zealand Land, Air, Water Aotearoa, de l'United States Geological Service, de la United Kingdom Environment Agency et de la Direction norvégienne des ressources en eau et de l'énergie pour les échanges qu'ils ont eus avec nous au fil des ans. Nous remercions chaleureusement Michel Junger pour sa traduction du document. Son approche rigoureuse nous a permis d'améliorer la version anglaise du document au cours de la traduction.

Nous espérons que ce document contribuera à préserver nos normes d'excellence pour les années à venir.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'R.W. Jenkinson'.

Wayne Jenkinson

Directeur, Services hydrologiques nationaux
Le 15 octobre 2022

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Glossaire

Analyse de station : document qui décrit en détail l'interprétation et les décisions à l'origine de la production de données à une station.

Cheminement fermé : cheminement de nivellement qui se termine à son point de départ ou à un autre repère déjà établi.

Correction du limnimètre : correction appliquée aux niveaux d'eau mesurés pour tenir compte d'un déplacement vertical du limnimètre de référence.

Correction du niveau de référence : modification apportée au niveau de référence opérationnel d'une station.

Correction du zéro du capteur : correction pour tenir compte de la différence entre le niveau d'eau mesuré et la lecture du capteur de niveau.

Facteur de conversion du niveau de référence : valeur utilisée pour convertir des valeurs de niveau d'eau rapportées à un niveau de référence en valeurs rapportées à un autre niveau de référence.

Hauteur établie : hauteur documentée d'un repère ou d'un point de référence à laquelle on compare les hauteurs nivelées.

Hauteur nivelée : hauteur d'un point mesurée par nivellement.

Historique des repères : registre des hauteurs nivelées de tous les repères et points de référence utilisés à une station hydrométrique depuis qu'elle existe.

Limnimètre de référence : limnimètre servant à rapporter le niveau d'eau au niveau de référence opérationnel. Il peut s'agir d'un limnimètre à contact électrique, d'un point de mesure ou d'un repère à partir duquel le niveau d'eau est directement mesuré.

Niveau d'eau : niveau de l'eau par rapport au niveau de référence opérationnel.

Niveau d'eau mesuré : niveau d'eau nivelé ou mesuré lors d'une visite sur le terrain.

Niveau de référence opérationnel : surface à laquelle les hauteurs de niveau d'eau sont rapportées. Remarque : il n'y a aucun lien entre les niveaux de référence arbitraires de différents sites, ils ont indépendants.

Repère : point de référence fixe et permanent dont la hauteur par rapport au niveau de référence opérationnel est établie.

Responsable des calculs : principale personne chargée du calcul des données pour une station donnée.

Station : site où le niveau de l'eau et/ou son débit sont mesurés et enregistrés.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Stationnarité des données : qualité d'un processus dont les paramètres statistiques ne changent pas avec le temps. La stationnarité d'une série chronologique est maintenue lorsque la variabilité du paramètre mesuré est uniquement causée par les processus naturels qui lui sont associés. Il n'y a plus de stationnarité de la série chronologique lorsqu'un autre processus (p. ex. déplacement de la station ou correction du niveau de référence) cause de la variabilité ou la modifie.

Tableau des points clés

Unité de mesure	Le niveau d'eau est exprimé en mètres (m).
Résolution	Le niveau d'eau est mesuré à une résolution de 0,001 m.
Intervalle d'enregistrement standard	Le niveau d'eau doit être mesuré et enregistré à intervalles de 5 minutes.
Validation (Section 2)	L'interprétation des anomalies dans les données faite dans le cadre de la validation devrait être documentée dans l'analyse de station, qu'une correction soit appliquée ou non par la suite.
Corrections (Section 3)	<p>Aucune modification ne doit être apportée à la note de levé hydrométrique une fois la visite de la station terminée et les résultats saisis dans le système de calcul des données.</p> <p>Les corrections de série chronologique ne doivent être appliquées qu'aux séries chronologiques « de travail » dans le système de calcul des données, et non aux données brutes.</p> <p>Si l'on calcule une correction après la visite de la station, la correction ne doit être appliquée qu'aux résultats saisis dans le système de calcul des données.</p> <p>Les corrections de données de niveau d'eau et de données de débit devraient être effectuées de façon indépendante.</p>
Données manquantes et capteurs secondaires (Section 3.1)	<p>Les périodes sans données dans les séries chronologiques des niveaux d'eau doivent être comblées par des données de rechange dans la mesure du possible (c.-à-d. par des fichiers de l'enregistreur de données lorsque la télétransmission n'a pas fonctionné).</p> <p>Si le capteur secondaire est utilisé indéfiniment (p. ex. lorsque le capteur principal a été détruit), il doit être officiellement désigné comme le nouveau capteur principal.</p> <p>La fonction « Gap Fill » ne devrait être utilisée que pour combler les périodes de données manquantes de moins de 10 jours aux stations situées sur des lacs ou des réservoirs qui produisent seulement des données de niveau d'eau.</p> <p>Les données de niveau d'eau NE SONT PAS estimées aux stations qui produisent des données de débit.</p> <p>Une « Note » (option du menu « Edit type ») doit être ajoutée à toute période de la série chronologique de travail (« Stage Working ») où les données proviennent d'un capteur secondaire.</p>

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

<p>Corrections de temps (Section 3.2)</p>	<p>Il faut corriger toute erreur de temps de plus de 5 minutes en réinitialisant l'enregistreur de données pendant la visite de la station. Les données déjà traitées doivent également être corrigées ultérieurement dans le système de calcul des données. Toute différence inférieure au seuil de 5 minutes devrait être corrigée dans l'enregistreur de données pendant la visite, mais elle ne nécessite pas de correction dans le système de calcul des données.</p>
<p>Corrections du zéro du capteur (Section 3.3)</p>	<p>Une correction du zéro du capteur (CZC) doit être appliquée lorsque la différence absolue entre le niveau d'eau de référence et la lecture du capteur de niveau est supérieure à 0,003 m.</p> <p>Pendant la visite de la station, la CZC doit être appliquée dans l'enregistreur pour bien aligner toutes les données qui seront obtenues par la suite.</p> <p>Les lectures du capteur de niveau d'eau doivent être comparées au niveau d'eau de référence (mesuré par nivellement ou par un limnimètre de référence) au moins une fois à chaque visite de la station.</p> <p>Si une CZC est appliquée de façon non linéaire entre les visites, la méthode appliquée doit être expliquée dans les commentaires de correction et l'analyse de station.</p> <p>Si plusieurs CZC sont déterminées pendant une visite, celle (ou celles) qui explique et atténue le mieux les écarts des lectures du capteur doit être clairement identifiée dans les notes de levé hydrométrique et l'analyse de station.</p> <p>Si la valeur absolue d'une correction du zéro du capteur est inférieure ou égale à 0,003 m et qu'elle marque le début ou la fin d'une période de correction (habituellement une visite de la station), elle est considérée comme égale à 0,000 m, et aucune correction n'est nécessaire.</p> <p>Le moment où le niveau d'eau est mesuré à l'aide du limnimètre de référence devrait coïncider avec celui où une valeur est enregistrée par le capteur.</p>
<p>Correction du limnimètre (Section 3.4)</p>	<p>Si la valeur absolue d'une correction du limnimètre est inférieure ou égale à 0,003 m, la correction n'est pas appliquée.</p> <p>Une correction du limnimètre ne doit être appliquée que dans le système de calcul des données.</p> <p>Une correction du limnimètre ne doit pas être appliquée dans l'enregistreur de données pendant les visites du site.</p> <p>Toute correction du limnimètre doit être séparée des autres corrections (p. ex. correction du zéro du capteur) pour assurer la traçabilité et la qualité des données.</p>

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

	<p>Lorsqu'une correction du limnimètre est déterminée, il ne faut pas mettre à jour les notes de levé antérieures; les corrections sont effectuées dans le système de calcul des données et non dans les notes de levé hydrométrique.</p>
Données rejetées (Section 3.5)	<p>Toute donnée qui est manifestement erronée doit être rejetée.</p> <p>Il faudrait prêter une attention particulière aux épisodes de débit maximal et de débit minimal afin de s'assurer de bien enregistrer les niveaux durant ces périodes.</p>
Corrections du niveau de référence (Section 4)	<p>Le limnimètre de référence et les repères doivent se rapporter à un niveau de référence fixe, qu'on appelle niveau de référence opérationnel.</p> <p>Il ne faudrait ménager aucun effort raisonnable pour toujours exprimer les hauteurs nivelées à une station par rapport au même niveau de référence.</p> <p>Il faudrait éviter les corrections du niveau de référence, car elles modifient la plage des niveaux d'eau enregistrés.</p> <p>Une conversion optionnelle du niveau de référence devrait être publiée plutôt que d'effectuer une correction du niveau de référence.</p>
Documentation (Section 5)	<p>Toute modification apportée aux données doit être documentée de manière à ce que d'autres personnes puissent savoir ce qui a été fait et pourquoi.</p> <p>Des remarques doivent être associées aux corrections couramment utilisées par RHC :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Inscrire « GC » (<i>Gauge Correction</i>) pour une correction du limnimètre. • Inscrire « SRC » (<i>Sensor Reset Correction</i>) pour une correction du zéro du capteur. • Inscrire « DA » (<i>Datum Adjustment</i>) pour une correction du niveau de référence. <p>Des remarques devaient également être associées aux périodes importantes de données suspectes, même si aucune correction n'a été appliquée.</p> <p>L'analyse de station doit documenter les corrections apportées à la série chronologique des niveaux d'eau et doit être jointe à toutes les séries chronologiques finales. Voir la section 5.2 pour en savoir plus.</p> <p>L'analyse de station doit être rendue accessible conformément aux procédures locales de classement et doit être téléchargée vers « Location Manager » dans AQUARIUS, en respectant la convention d'appellation des fichiers qSOP-NA017.</p>

1 Introduction

Le présent document vise à guider les technologues dans la correction des données de niveaux d'eau enregistrées. Il n'aborde pas les procédures d'estimation ou d'approbation.

1.1 Responsabilités

Le calcul des données est une responsabilité d'équipe, mais il incombe au *responsable des calculs* d'effectuer ou de confirmer les corrections apportées aux données avant leur approbation pour les stations qui lui sont attribuées.

1.2 Types de données

Les corrections définies dans le présent manuel ne s'appliquent qu'aux données suivantes :

- Résultats obtenus lors des visites de station – Il s'agit des résultats des mesures directes du niveau d'eau (valeurs ponctuelles) effectuées par une personne sur place ou de la moyenne de ces résultats (p. ex. niveau d'eau moyen).
- Données de série chronologiques – Valeurs unitaires mesurées à intervalle régulier par des capteurs automatisés.

2 Validation

L'examen visuel de la série chronologique est utilisé pour repérer les données suspectes. Il s'agit d'un processus manuel qui nécessite une connaissance de l'hydrologie, du comportement de la station et du contexte historique ou géographique pour évaluer si les données enregistrées sont réalistes et représentatives. Le ou la technologue doit apprendre à reconnaître les symptômes associés aux erreurs dans les données de n'importe quelle station.

Le principal objectif de la validation des données est de faire le tri entre les données utiles et les données erronées ou trompeuses qui ne devraient pas être publiées. Ainsi, pendant la validation, un ou une technologue décide si les données sont valides, suspectes ou erronées. Ces décisions sont utilisées pour annoter et corriger les données.

IMPORTANT : L'interprétation des anomalies dans les données, faite dans le cadre de la validation devrait être documentée dans l'analyse de station, qu'une correction soit appliquée ou non par la suite. Cette documentation sera utile pour les examens futurs en réduisant le besoin de faire de la rétro-ingénierie pour déterminer comment et pourquoi les données ont été calculées d'une certaine manière. Voir la section 5 pour en savoir plus.

2.1 Examen visuel

L'examen visuel est une méthode d'étude des séries chronologiques visant à repérer les données suspectes. Durant l'examen, les données sont identifiées comme étant « valides », « suspectes » ou « erronées ». En cas de doute quant à la validité de certaines données, le ou la technologue devrait les annoter dans le système de calcul et le document d'analyse de station. Les notes ajoutées aux séries chronologiques seront très utiles pour les étapes de calcul ultérieures, les audits et les examens des données. Voir à la section 5 des détails et des conseils sur la documentation et l'annotation des données.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Pour évaluer les données de niveau d'eau, les informations suivantes devraient être examinées (voir la figure 1) :

1. Les séries chronologiques brute et corrigée, pour déterminer comment les données ont évolué depuis qu'elles ont été obtenues.
2. La série chronologique des données de niveau d'eau de l'enregistreur, pour relever d'éventuelles différences entre ces données et les données télémétrées qui résulteraient de problèmes de télétransmission.
3. Les niveaux d'eau mesurés et les incertitudes connexes (p. ex. montée soudaine du niveau d'eau), pour déterminer les conditions observées durant les visites de la station.
4. Les données hydrométéorologiques comme les précipitations, la température de l'air et la température de l'eau, pour déterminer les conditions météorologiques locales qui pourraient avoir influé sur les données.
5. Les cotes et qualificatifs attribués aux données antérieures, pour prendre connaissance des données jugées erronées ou suspectes par le passé.
6. Les niveaux d'eau historiques maximum et minimum à la station, pour relever les tendances atypiques.
7. Les séries chronologiques de stations comparables, pour déterminer si des conditions hydrologiques semblables ont été observées ailleurs dans la région.

Notons que l'échelle temporelle à laquelle le ou la technologue examine les données influe sur le succès et l'efficacité de l'examen visuel. Il convient habituellement d'examiner une ou deux semaines de données. Si l'on examine une plus longue période, il est moins facile de déceler des détails significatifs. Si l'on examine une plus courte période, une variabilité de haute fréquence pourrait embrouiller l'analyse. On peut adapter l'échelle verticale à plage habituelle des données; on devrait s'assurer de choisir une plage qui convient aux données examinées.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

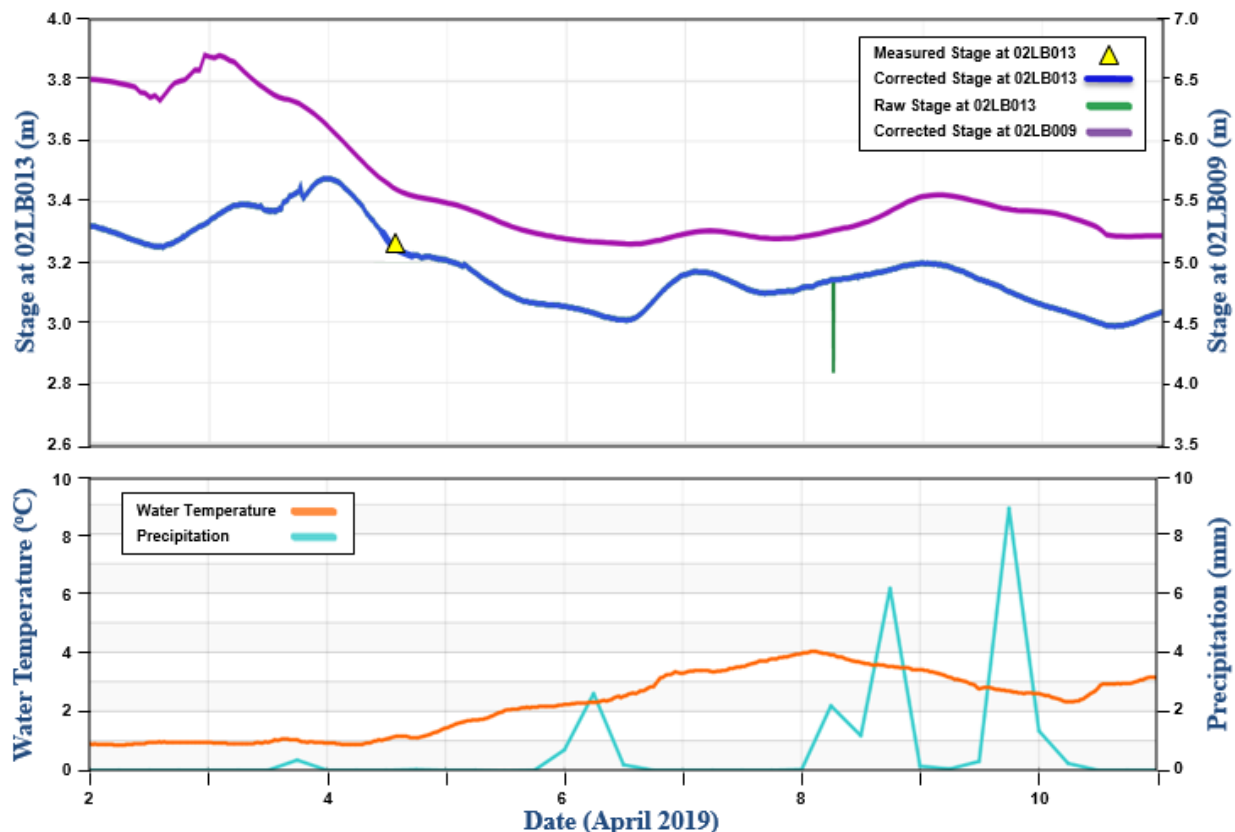


Figure 1. Exemple de présentation de données pour leur examen visuel. Les séries chronologiques des niveaux d'eau à une station visée (tracé bleu foncé) et à une station de référence (tracé violet) semblent répondre d'une façon semblable aux changements de température (tracé orange) et de précipitations (tracé bleu pâle).

2.2 Symptômes typiques et erreurs connexes

Pour valider les données, le technologue doit apprendre à déceler les symptômes liés aux problèmes typiques qui touchent une station. Il y a trois groupes d'erreurs touchant les données de niveau d'eau :

- Instabilités des repères et des limnimètres de référence
 - Ces erreurs sont détectées par des cheminements de nivellement de routine. Consulter les procédures de nivellement (qSOP-NA005) pour en savoir plus.
- Erreurs de capteur, d'enregistreur et de télétransmission
 - Des problèmes d'équipement touchent régulièrement les lectures, leur horodatage ou la disponibilité des données. Il est souvent possible de déceler des problèmes grâce aux symptômes que présentent les séries chronologiques de niveaux d'eau et les données obtenues durant les visites du site. Les problèmes décelés devraient éclairer l'entretien de la station. Consulter les procédures de mesure de niveaux d'eau (qSOP-NA008) pour en savoir plus.
- Interférence
 - Le personnel de terrain, le public, la faune et les conditions environnementales peuvent interférer avec l'équipement de la station. Le travail des technologues chargés de l'entretien de la station peut souvent altérer temporairement les données; un passant mal informé peut tirer un tuyau d'orifice hors de l'eau; des animaux peuvent trouver refuge dans l'abri de la station et perturber les capteurs.

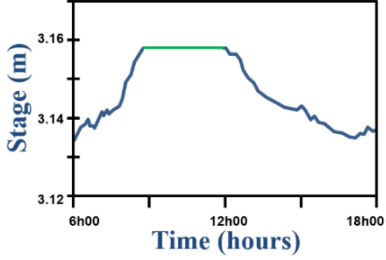
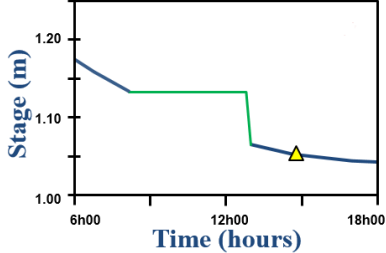
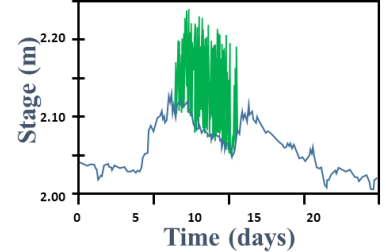
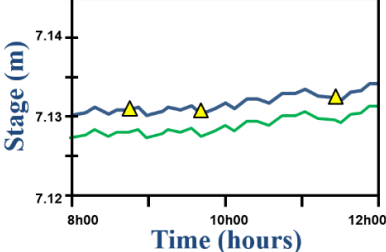
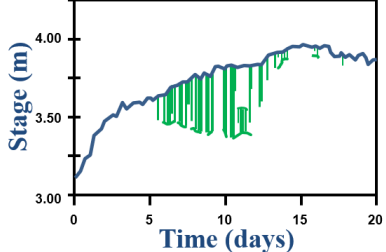
Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Le tableau 1 présente un résumé des symptômes qui altèrent les données de niveau d'eau et des corrections recommandées. Il est important de déterminer la cause profonde des symptômes et de corriger le problème dès que possible pour éviter le besoin des corrections et éliminations de données. Dans de nombreux cas, les causes sont le mieux traitées sur le terrain. Consulter les tableaux 2 à 5 du document qSOP-NA008 *Manuel pratique de levés hydrométriques – Mesure de niveaux*. Les notes de levé hydrométrique, la description de la station, l'analyse de station et des discussions avec le personnel chargé de l'entretien de la station sont de sources d'information utiles pour comprendre ce qui peut affecter les enregistrements. Les notes de levé sont particulièrement importantes puisque la connaissance des conditions qui prévalaient à une station est souvent le seul moyen de déterminer si les données sont valides ou non. De nombreux symptômes et causes ne sont découverts que grâce à des visites sur place.

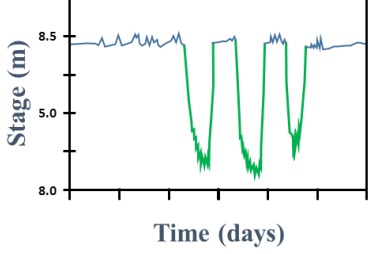
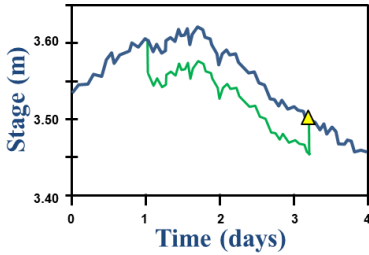
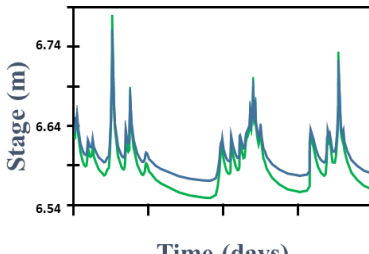
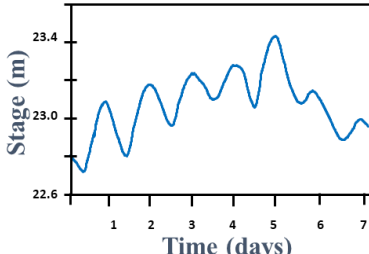
Enfin, il est important de différencier les erreurs touchant les données des renseignements guidant l'utilisation de ces données. Des données peuvent être valides mais pas adaptées à l'objectif. Par exemple, le niveau d'eau touché par un refoulement d'eau attribuable à la glace peut représenter avec exactitude les conditions à la station, mais n'est peut-être pas être utilisable pour calculer le débit au moyen d'une courbe de tarage. Bien que les données puissent indiquer les niveaux d'eau réels (c.-à-d. qu'aucune correction n'est nécessaire), il est toujours utile d'annoter les données dans le système de calcul pour décrire les facteurs qui ont pu les affecter pendant la collecte des données. Consulter la section 5 intitulée Documentation pour en savoir plus.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Tableau 1: Résumé des problèmes qui touchent les données de niveau d'eau et des corrections suggérées.

Représentation visuelle Données brutes en vert Données corrigées en bleu	Description du problème	Corrections recommandées des niveaux d'eau
	Discontinuité du tracé	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter au moyen de données d'une autre source (enregistreur, HG2, etc.) • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station
	Tracé rectiligne	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter au moyen de données d'une autre source (enregistreur, HG2, etc.) • Ignorer la partie rectiligne du tracé • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station
	Barbouillage dans le tracé	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter au moyen de données d'une autre source (enregistreur, HG2, etc.) • Ignorer les pics et conserver les valeurs minimales • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station
	Tracé biaisé à la baisse ou à la hausse	<ul style="list-style-type: none"> • Appliquer des corrections fondées sur les lectures obtenues lors d'une visite sur le terrain • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station
	Interférence avec le capteur radar	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter au moyen de données d'une autre source (enregistreur, HG2, etc.) • Ignorer les pics et conserver les valeurs maximales • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

	<p>Baisse et remontée du tracé</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter au moyen de données d'une autre source (enregistreur, HG2, etc.) • Ignorer les valeurs durant la baisse et la remontée • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station
	<p>Déplacement du capteur ou perte du zéro du capteur</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter au moyen de données d'une autre source (enregistreur, HG2, etc.) • Corriger les valeurs au moyen des lectures obtenues lors d'une visite sur le terrain • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station
	<p>Données de niveau d'eau recueillies dans la mauvaise unité</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter au moyen de données d'une autre source (enregistreur, HG2, etc.) • Corriger au moyen d'un facteur de conversion (p. ex. conversion de lb/po² en m) • Ignorer les valeurs • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station
	<p>Fluctuations journalières du niveau d'eau causées par une bouteille de gaz vide ou un tuyau bloqué</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Compléter au moyen de données d'une autre source (enregistreur, HG2, etc.) • Ignorer les valeurs • Annoter la série chronologique • Annoter l'analyse de station

3 Corrections

La série chronologique des niveaux d'eau est un produit officiel¹ de RHC fondé sur les données recueillies par des capteurs in situ. La série chronologique représente les conditions à la station même si celle-ci est soumise aux effets de l'érosion du lit, de la croissance de végétation aquatique, de l'activité des castors, de la glace ou d'autres phénomènes. Les corrections des données de niveau d'eau et des données de débit devraient être effectuées de façon indépendante. Il ne faut jamais modifier la série chronologique des

¹ Données régulièrement publiées en vertu d'accords bilatéraux. Voir qREC-NA063.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

niveaux d'eau dans le but d'améliorer la série chronologique des débits (p. ex. lorsque le modèle de calcul du débit ne fonctionne pas comme on le souhaite). Toute modification de la série chronologique des niveaux d'eau pour une raison autre que celles décrites dans cette section serait inefficace et pourrait entraîner des erreurs difficiles à déceler et à rectifier.

Les corrections devraient être appliquées lorsque la validation des données le justifie. Des données auparavant considérées comme suspectes ou erronées (voir la section 2) pourraient être jugées valides et acceptables. Des remarques et des annotations devraient être ajoutées pour assurer le suivi des décisions et pourraient être mises à jour en fonction d'autres visites ou de nouvelles informations.

Aucune modification **ne doit** être apportée à la note de levé hydrométrique une fois que la visite de la station est terminée et que les résultats ont été saisis dans le système de calcul des données. Les corrections calculées sur le terrain devraient être appliquées dans les notes pendant la visite de la station, dans la mesure du possible. Si des corrections sont calculées après la visite de la station (p. ex. une correction du limnimètre déterminée durant une visite ultérieure), il ne **faut pas** modifier les notes de levé hydrométrique en y entrant les nouvelles données. Il faut plutôt appliquer la correction seulement aux résultats saisis dans le système de calcul des données. L'intégrité des notes et des observations recueillies sur le terrain est ainsi préservée. Le fait d'effectuer les corrections dans le système de calcul des données permet de retracer toutes les mesures et décisions prises au fil du temps (c.à.d. une piste de vérification), ainsi que de réduire le dédoublement des efforts et le risque d'erreurs.

Les corrections de séries chronologiques ne doivent être appliquées qu'aux séries chronologiques « de travail » dans le système de calcul des données, et non aux données brutes. Les activités de validation, de correction et d'approbation ne portent que sur les séries chronologiques de travail, et celles-ci constituent la source de toutes les activités de publication, de calcul et d'agrégation. En limitant toutes les activités aux séries chronologiques de travail, on s'assure que les données brutes restent intactes et qu'on peut les examiner pour déterminer comment elles ont évolué depuis leur acquisition.

Le responsable des calculs devrait viser l'efficacité et la simplicité de son utilisation de corrections. Il n'y a pas de limite au nombre de corrections qui peuvent être appliquées à une valeur donnée, mais deux ou trois corrections sont normalement suffisantes pour résoudre la plupart des problèmes². Le responsable des calculs devrait limiter au minimum l'application de corrections à la série chronologique des niveaux d'eau. Il doit effectuer les corrections « en s'appuyant sur des suppositions justifiées par des faits avérés plutôt que de procéder à tâtons »³.

Comme le niveau d'eau est un paramètre mesuré, il faut éviter d'effectuer des corrections qui produisent de nouveaux points de données là où il n'y avait pas d'observations (p. ex. ré-échantillonnage) ou qui lissent les données (p. ex. filtre de moyenne mobile), à moins d'estimer explicitement les données. Ces corrections comprennent notamment le ré-échantillonnage, le calcul de la moyenne, le comblement des données manquantes et les projections. Le niveau d'eau **n'est pas** estimé aux stations où le débit est également un produit; le niveau d'eau ne peut être estimé qu'aux stations de mesure du niveau d'eau situées sur un lac ou un réservoir pour une période de dix jours consécutifs ou moins.

Une approche de correction cohérente et systématique permet d'améliorer l'efficacité et de réduire les erreurs (Figure 2).

² USGS WRIR 10-4044, page 23.

³ Guide des pratiques hydrologiques (OMM n° 168), section 9.2.1.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

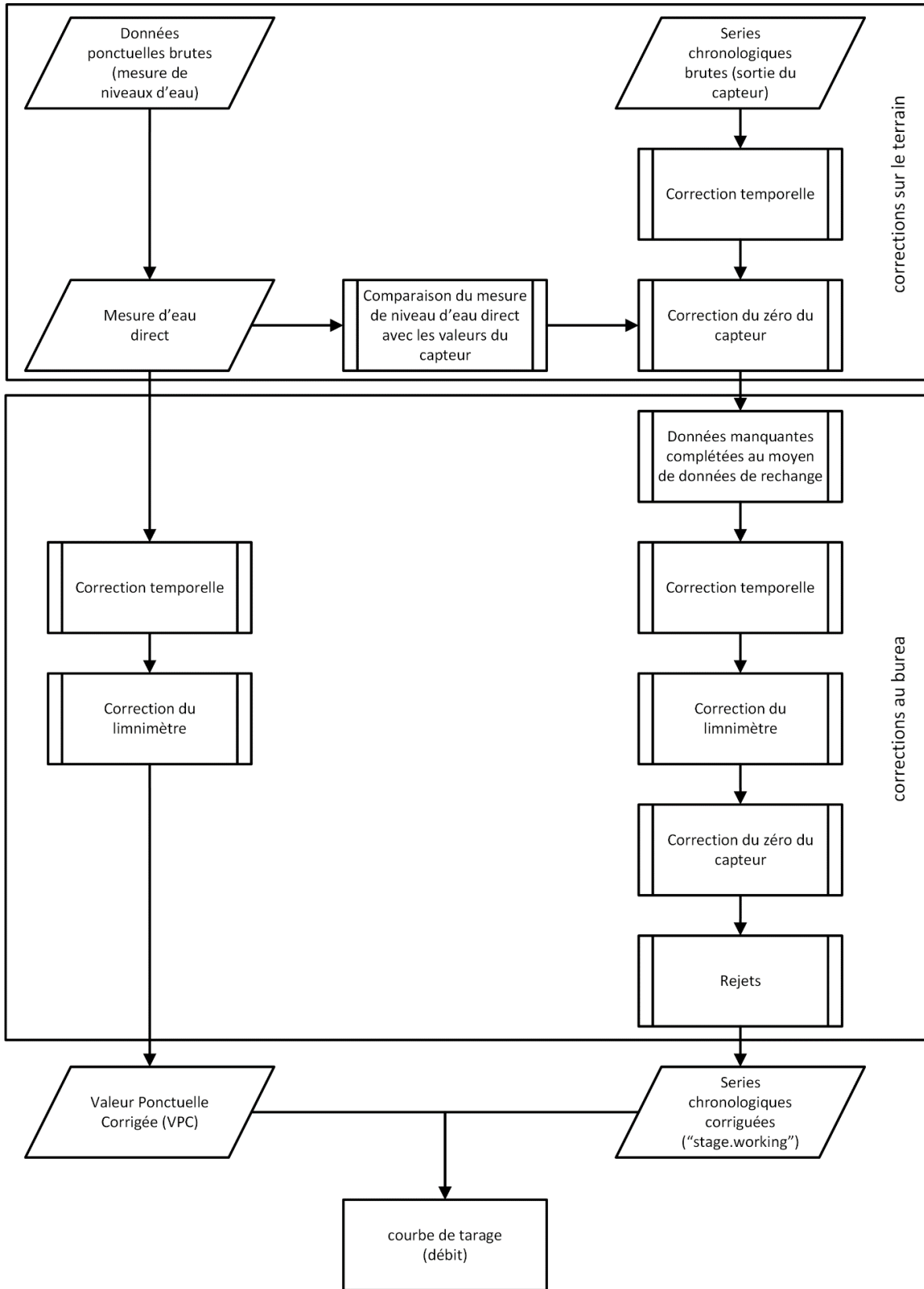


Figure 2: Ordre recommandé d'application de tous les types de correction.

Note opérationnelle : Dans AQUARIUS, les corrections sont appliquées en séquence, selon l'ordre dans lequel elles ont été entrées. Cette séquence peut être modifiée au moyen de trois priorités de traitement :

- « Pre-Processing » (prétraitement) : Option à utiliser lorsque la correction devrait être appliquée avant d'autres corrections qui ont déjà été entrées. Le prétraitement est utile pour combler des lacunes (p. ex. copier et coller).
- « Normal » : Option par défaut à utiliser dans la plupart des circonstances parce qu'elle permet de garder d'autres options disponibles au besoin.
- « Post-Processing » (post-traitement) : Option à utiliser lorsqu'une correction devrait être appliquée en dernier, comme dans le cas des contrôles de qualité automatisés.

3.1 Données manquantes

Les périodes sans données dans les séries chronologiques des niveaux d'eau doivent être comblées par des données de rechange dans la mesure du possible (c.-à-d. par des fichiers de l'enregistreur de données lorsque la télétransmission n'a pas fonctionné). Pour réduire les données manquantes, il faudrait bien entretenir les enregistreurs de données et systèmes de communication afin de maintenir leur fiabilité (voir le document *qSOP-NA008 Manuel pratique de levés hydrométriques – Mesure de niveaux*).

Note opérationnelle : Le logiciel AQUARIUS offre les fonctions suivantes :

- « Copy and Paste » – cette fonction remplace toute la période de données choisie par les valeurs correspondantes d'une autre série chronologique.
- « Fill Missing Data » – cette fonction remplace automatiquement les données manquantes par les données d'un autre jeu de données, selon les critères de durée de la période de données manquantes établis par l'utilisateur.
- « Gap Fill » – cette fonction remplace les données manquantes par des valeurs interpolées entre les points de données de part et d'autre de la période de données manquantes. Il s'agit d'une estimation de données.

Des données de niveau d'eau ne doivent pas être estimées aux stations qui produisent des données de débit. Le niveau d'eau ne peut être estimé qu'aux stations de mesure du niveau d'eau seulement qui sont situées sur un lac ou un réservoir pour une période de dix jours consécutifs ou moins.

3.1.1 Utilisation des données des capteurs secondaires

Certaines stations sont munies de plus d'un capteur de niveau d'eau. L'utilisation d'un capteur secondaire améliore la fiabilité et la continuité des données de la station et offre une solution de rechange en cas de défaillance du capteur principal. Dans certains cas, le capteur secondaire a été installé pour assurer une redondance complète. Dans d'autres cas, il sert à mesurer des niveaux d'eau extrêmes que le capteur principal ne couvre pas ou mesure mal (p. ex. hautes eaux). L'analyse de ces données nous aidera à déterminer comment utiliser les données des capteurs secondaires.

Les données du capteur secondaire (HG2) peuvent être utilisées si les critères suivants sont respectés :

- Le capteur secondaire mesure les mêmes conditions, ou des conditions très semblables, que le capteur principal.
- Les deux capteurs sont installés dans le même bassin d'enregistrement.
- Le capteur secondaire est soumis aux mêmes contrôles hydrauliques que le capteur principal (point important si la station produit des données de débit).

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Il faudrait établir la validité des données du capteur secondaire en effectuant des visites régulières pour comparer ces données aux niveaux de référence, comme on le fait pour le capteur principal. Si la validité est établie, on peut corriger les données du capteur secondaire pour les faire correspondre à la dernière lecture valide du capteur principal. Les données du capteur secondaire peuvent alors être utilisées jusqu'à ce que la validité des lectures du capteur primaire soit à nouveau confirmée.

Les données du capteur secondaire peuvent présenter des problèmes différents de ceux qui touchent les données du capteur primaire. Il faudrait vérifier les corrections appliquées aux données du capteur primaire pour confirmer qu'elles s'appliquent également aux données du capteur secondaire.

Il faut indiquer dans l'analyse de station tout changement de capteur utilisé pour la production des données. Si le capteur secondaire doit être utilisé indéfiniment (p. ex. si le capteur principal a été détruit), il doit être officiellement désigné comme le nouveau capteur principal, aussi bien dans le système de calcul que dans l'enregistreur sur place.

Note opérationnelle : Dans AQUARIUS, une série chronologique des données du capteur secondaire peut alimenter en données la série chronologique « composite » de travail (« *Stage Working* »). On change le processus d'entrée de données en ajoutant une période de traitement (*Processing Period*) sous *Stage Working Time-Series Details*. Une « *Note* » (option du menu « *Edit type* ») doit être ajoutée à toute période de *Stage Working* où les données proviennent d'un capteur secondaire. Les changements doivent être clairement documentés dans l'analyse de station et les commentaires de description de la période de traitement.

3.2 Corrections de temps

Les corrections de temps sont appliquées aux résultats des visites de station ou aux séries chronologiques. Une correction de temps est définie comme la différence entre le temps observé et le temps enregistré. Notons que le temps utilisé dans les corrections ne doit être défini qu'à la minute près.

$$\text{Correction de temps} = \text{heure observée} - \text{heure enregistrée}$$

3.2.1 Application aux résultats des visites de station

Les erreurs de temps concernent habituellement l'heure ou le fuseau horaire associé aux résultats obtenus pendant les visites de terrain. Pour réduire le risque d'erreurs, la référence temporelle utilisée pendant le travail sur le terrain (p. ex. horloge d'ordinateur ou montre-bracelet) devrait être rajustée régulièrement par rapport à une horloge fiable (p. ex. GPS ou téléphone cellulaire). Toutes les données sont enregistrées en heure normale, de sorte que les horloges fiables doivent être réglées sur l'heure normale durant la période d'heure avancée.

Si, après une visite de station, on soupçonne qu'il y a eu une erreur de temps, il peut être impossible de déterminer l'heure exacte à associer aux résultats. Il peut toutefois être possible, d'après les détails de la visite, de déduire et d'attribuer l'heure qui correspond le plus probablement à l'activité effectuée. Si des résultats sont ainsi corrigés, il faut inclure avec la correction une note décrivant ce qui s'est passé et la décision qui a été prise. Il faudrait également documenter les décisions prises dans l'analyse de station.

3.2.2 Application aux séries chronologiques

L'horodatage des séries chronologiques peut être faussé par des erreurs de dérive ou des erreurs aléatoires qui se produisent soit dans le capteur ou dans l'enregistreur de données, ou pendant la télétransmission. Les erreurs de dérive correspondent à des périodes où l'heure est exacte au début, mais devient de plus en plus erronée avec le temps. Les erreurs aléatoires correspondent à des défaillances qui faussent l'horodatage de manière imprévisible, souvent non linéaire ou abrupte. Dans les deux cas, il peut être impossible de déterminer pourquoi ou quand le problème s'est produit.

À moins d'indication contraire, il faudrait présumer que l'erreur s'est produite de manière progressive et uniforme⁴. La correction de temps est alors calculée au prorata sur toute la période touchée entre deux visites consécutives de la station, jusqu'au moment où la dernière comparaison de temps confirmée a été effectuée (voir la Figure 3). L'heure de début correspondant à la première de ces visites reste inchangée, tandis que la correction de temps est appliquée à l'heure de fin, qui a été identifiée comme étant erronée lors de la dernière visite. Toute correction d'une erreur de temps constatée pendant une visite de la station devrait être notée et appliquée dans le système de calcul des données.

Toute erreur de temps qui dépasse 5 minutes doit être corrigée par réinitialisation de l'enregistreur de données sur le terrain. Les données déjà traitées doivent être corrigées par la suite dans le système de calcul des données. Tout écart inférieur au seuil de 5 minutes devrait être corrigé dans l'enregistreur de données pendant la visite de la station, mais il ne nécessite pas de correction dans le système de calcul des données.

La correction temporelle a pour effet de désaligner les points de données par rapport à la fréquence prévue des mesures. Par exemple, les intervalles de temps entre les données pourraient ne plus être de 5 minutes exactement. Ce désalignement temporel n'est pas considéré comme nuisible à la série chronologique⁵. S'il faut des points de données à des intervalles de temps prédéfinis, on peut les obtenir ultérieurement par interpolation (rééchantillonnage) entre les valeurs corrigées en fonction du temps.

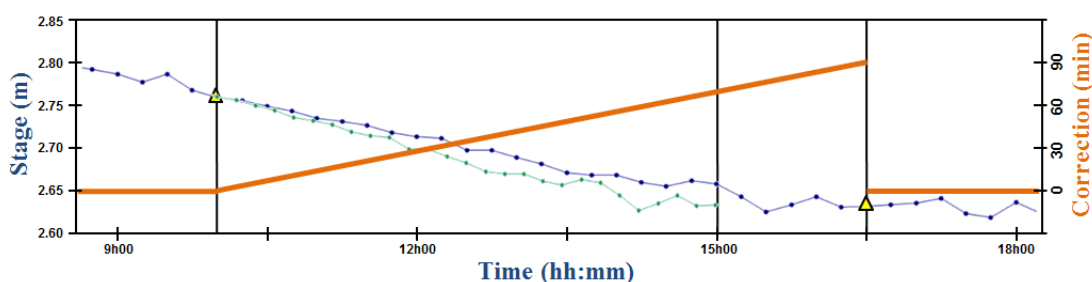


Figure 3. Exemple d'une correction de temps appliquée à une série chronologique entre deux visites de la station. La ligne verte représente les données initiales, qui ont dérivé avec le temps. La ligne bleue représente les données corrigées. Les triangles jaunes indiquent les observations. La ligne orange représente la correction.

3.3 Corrections du zéro du capteur

Une correction du zéro du capteur (CZC) compense l'écart entre la mesure du niveau d'eau de référence et la lecture du capteur au même moment. Il faut comparer la lecture du capteur au niveau d'eau de référence (mesuré par nivellement ou par un limnimètre de référence) au moins une fois à chaque visite

⁴ USGS WRIR 10-4044, page 18.

⁵ USGS WRIR 10-4044, page 19.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

de la station. La mesure du niveau de référence devrait être comparée à la lecture du capteur obtenue au même moment.

La correction du zéro du capteur se définit comme suit :

$$CZC = \text{niveau d'eau de référence} - \text{lecture du capteur de niveau}$$

Une CZC (« SRC » en anglais) doit être appliquée lorsque la différence absolue entre le niveau d'eau de référence et la lecture du capteur de niveau est supérieure à 0,003 m. Il peut être difficile d'obtenir un niveau d'eau de référence dans des conditions transitoires engendrées, par exemple, par des crues, le sillage des bateaux ou des rafales de vent. Les fluctuations du niveau d'eau devraient donc être documentées dans les notes de terrain. Si l'on calculait de façon répétée la correction pendant un tel épisode transitoire, on n'obtiendrait probablement pas le même résultat chaque fois. Cette inconstance nécessiterait une interprétation plus poussée. Il est souvent utile d'examiner la CZC au cours des visites ultérieures de la station, dans des conditions favorables. On pourrait déterminer que la mesure du niveau d'eau et la CZC obtenues dans des conditions transitoires ne sont pas valides et que la correction ne sera pas appliquée aux données de l'enregistreur ou dans le système de calcul des données. Les décisions prises sur le terrain doivent être documentées dans les notes de terrain et éventuellement dans l'analyse de station.

Si la valeur absolue d'une CZC est inférieure ou égale à 0,003 m et qu'elle marque le début ou la fin d'une période de correction (habituellement une visite de terrain), elle est considérée comme égale à 0,000 m, et aucune correction n'est nécessaire. Lorsqu'une CZC est supérieure à 0,003 m :

- (1) Pendant la visite de terrain, la CZC **doit** être appliquée dans l'enregistreur afin d'aligner correctement les données qui seront obtenues par la suite.
- (2) Dans le système de calcul des données, la CZC est également appliquée aux valeurs enregistrées avant la visite de la station.

Les CZC sont habituellement appliquées de façon linéaire sur des périodes définies par des visites consécutives de la station (voir la Figure). Une correction variable dans le temps est définie comme l'addition ou la soustraction d'une valeur qui change continuellement pour une certaine période. Ce type de correction est utilisé pour tenir compte d'un biais que l'on présume augmenter de façon linéaire au fil du temps, comme la dérive d'un capteur, et est calculé selon l'équation suivante :

$$CZC_p = \left(\frac{CZC_2 - CZC_1}{t_2 - t_1} \right) \times (T - t_1)$$

T est la période sur laquelle la correction est interpolée entre deux visites de la station;

CZC_p est la correction au prorata du zéro du capteur appliquée à un moment donné au cours de la période visée;

CZC₁ est la correction du zéro du capteur définie au début de la période visée;

CZC₂ est la correction du zéro du capteur définie à la fin de la période visée;

t₁ est le moment où la mesure du niveau d'eau a été effectuée au début de la période visée;

t₂ est le moment où la mesure du niveau d'eau a été effectuée à la fin de la période visée.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

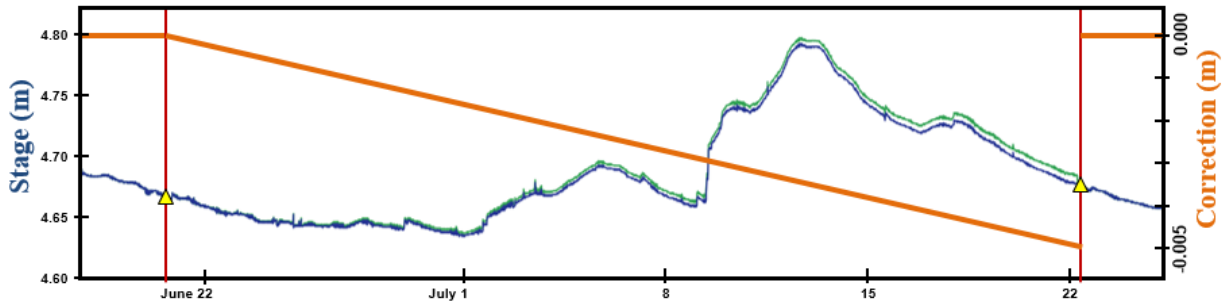


Figure 4. Exemple d'une correction du zéro du capteur appliquée de façon linéaire entre deux visites de la station (du 20 juin au 22 juillet) qui prend fin lorsqu'elle est entrée dans l'enregistreur à la seconde visite. La ligne bleue représente le niveau d'eau corrigé. La ligne verte représente le niveau d'eau brut. Les triangles jaunes indiquent le niveau d'eau mesuré pendant les visites de la station. La ligne orange représente l'intensité de la correction appliquée.

Une CZC peut également être constante dans le temps. Il s'agit de l'addition ou de la soustraction d'une valeur constante aux données pour une certaine période. Ce type de correction tient compte d'un biais uniforme au fil du temps et est utile pour un capteur qui est mal étalonné ou dont le zéro est perdu, par exemple.

Des activités régulières sur le terrain peuvent altérer les données de niveau d'eau obtenues par un capteur. Il faudrait donc examiner attentivement les CZC appliquées lorsqu'une des activités suivantes est effectuée :

- Modification du zéro d'un capteur de pression.
- Déplacement du ruban ou du fil perlé sur la roue du limnimètre à flotteur.
- Enlèvement de débris ou de sédiments d'un capteur submersible ou d'un tuyau d'orifice.
- Purge d'un limnimètre à bulles.
- Déplacement d'un capteur de pression submersible ou d'un tuyau d'orifice.
- Correction de la hauteur d'un limnimètre de référence.

Notons qu'il n'est pas nécessaire d'appliquer chaque CZC exactement comme il est décrit plus haut. Par exemple, les heures de début et de fin d'une correction ne doivent pas nécessairement correspondre à des visites de la station, et les corrections ne sont pas toujours appliquées graduellement.

Un déplacement d'un capteur peut parfois être détecté dans la série chronologique des niveaux d'eau. La connaissance du site peut aider à décider si la CZC devrait être appliquée de façon linéaire ou constante sur la période visée. Si une CZC est appliquée de façon non linéaire entre deux visites de la station, la méthode appliquée **doit** être expliquée dans les commentaires de correction et l'analyse de station.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

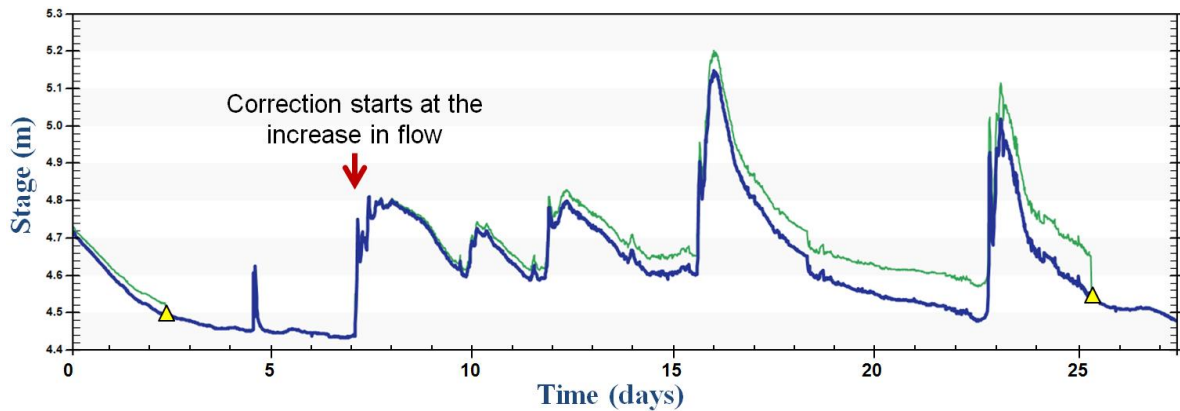


Figure 4. Exemple d’une CZC fondée sur une hausse du débit plutôt que sur une visite de la station. Dans cet exemple, on a présumé que la différence était causée par de l’envasement qui se serait produit lors de la première forte hausse du débit après une longue récession du débit.

Si plusieurs CZC sont déterminées pendant une visite, la (ou les) CZC qui explique et atténue le mieux les écarts des lectures du capteur doit être clairement identifiée dans les notes de levé hydrométrique. La décision doit également être expliquée dans les commentaires de correction et l’analyse de station. Si plusieurs CZC sont nécessaires, elles doivent être appliquées séparément et séquentiellement à des moments qui correspondent à un changement apporté au capteur (habituellement une purge ou une remise à zéro).

Les CZC élevées ou fréquentes devraient toujours être examinées attentivement avant d’être appliquées. Si une CZC ne peut pas être expliquée, elle pourrait indiquer un problème plus complexe qu’une dérive du capteur. Voir Tableau 1 pour un exemple de données obtenues par un capteur réglé sur des unités incorrectes. Si l’on découvre une erreur de ce type, les données de niveau d’eau peuvent être corrigées au moyen d’un facteur de conversion jusqu’à ce que le capteur soit reprogrammé sur le terrain (pour en savoir plus sur la façon de corriger une mauvaise collecte de données, voir le document qSOP-NA008).

Note opérationnelle : Les types de correction suivants qu’offre *AQUARIUS* sont acceptables pour corriger le zéro du capteur.

- La correction Offset (décalage) est une valeur unique ajoutée à (ou soustraite de) toutes les données de la période visée.
- La correction Drift (dérive) est appliqué à la période visée de façon linéaire entre les valeurs du décalage.
- La correction Multipoint Advanced peut être utilisée comme une correction de décalage ou de dérive et permet une correction ouverte.

3.4 Corrections du limnimètre

Une valeur de correction du limnimètre (CL) est calculée chaque fois que le limnimètre de référence est nivelé. On calcule cette valeur en soustrayant la hauteur établie du limnimètre de référence de sa hauteur nivelée :

$$\text{Correction du limnimètre} = \text{hauteur nivelée} - \text{hauteur établie}$$

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Si la valeur absolue d'une correction du limnimètre est inférieure ou égale à 0,003 m, la correction n'est pas appliquée. Si elle est supérieure à 0,003 m, elle est appliquée. Ainsi, seules les corrections du limnimètre d'une valeur absolue de 0,004 m ou plus sont appliquées.

Entre les dates de cheminement de nivellement, la correction du limnimètre est habituellement appliquée de façon linéaire à des valeurs ponctuelles ou à une période de la série chronologique selon l'équation suivante (voir la Figure 5) :

$$CL_P = \left(\frac{CL_2 - CL_1}{t_2 - t_1} \right) \times (T - t_1)$$

T est la période sur laquelle la correction est interpolée entre deux cheminements de nivellement;

CL_P est la correction au prorata du limnimètre appliquée à un moment donné au cours de la période visée;

CL₁ est la correction du limnimètre définie au début de la période visée;

CL₂ est la correction du limnimètre définie à la fin de la période visée;

t₁ est le moment où le cheminement de nivellement a été effectué au début de la période visée;

t₂ est le moment où le cheminement de nivellement a été effectué à la fin de la période visée.

Voici les étapes à suivre pour l'application routinière de corrections du limnimètre :

1. Définir les valeurs de CL et les moments du début et de la fin de la période de correction.
 - Ces données sont habituellement fondées sur deux cheminements de nivellement consécutifs et l'utilisation d'un seul limnimètre de référence.
2. Appliquer une valeur particulière de CL à chaque mesure obtenue pendant la période visée.
 - Les valeurs de CL devraient être définies au moyen de l'équation linéaire de CL présentée plus haut. Les corrections s'appliquent aux mesures du niveau d'eau de référence, y compris les niveaux d'eau moyens. Lorsqu'une correction du limnimètre est déterminée, il ne faut pas mettre à jour les notes de levé antérieures; les corrections sont effectuées dans le système de calcul des données, et non dans les notes de levé hydrométrique.
3. Appliquer une CL linéaire à la période visée de la série chronologique des niveaux d'eau dans le système de calcul des données.
4. Appliquer une CL présumée constante à la série chronologique à partir de la plus récente visite de la station.

Les moments du début et de la fin et la manière de propager une CL ne doivent pas nécessairement correspondre à ce qui est décrit ci-dessus si une interprétation différente des conditions du site et de l'historique du repère le justifie. Par exemple, un changement de la valeur de la CL pourrait être lié au dégel printanier ou à des activités de construction. Une telle interprétation doit être documentée dans l'analyse de station.

Une correction du limnimètre ne doit être appliquée que dans le système de calcul des données. Elle ne doit pas être appliquée dans l'enregistreur de données durant les visites du site. Toute correction du limnimètre doit être séparée des autres corrections (p. ex. correction du zéro du capteur) pour assurer la traçabilité et la qualité des données.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

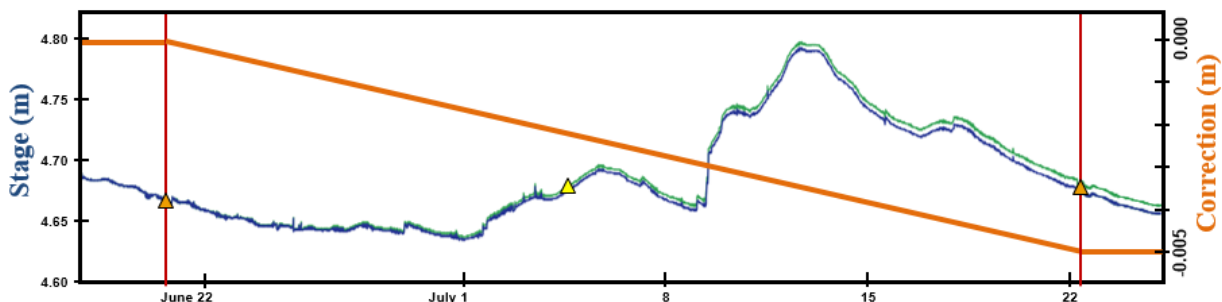


Figure 5. Exemple d’une correction du limnimètre appliquée de façon linéaire entre deux cheminements de nivellement (du 20 juin au 22 juillet) et, en l’absence d’une correction physique effectuée sur le terrain, elle doit être appliquée de façon constante par la suite. La ligne bleue représente le niveau d’eau corrigé, tandis que la ligne verte représente les données brutes. Les triangles orange indiquent les visites de la station au cours desquelles des cheminements de nivellement ont été effectués. Le triangle jaune indique une visite au cours de laquelle aucun nivellement n’a été effectué. La ligne orange représente la correction appliquée.

Note opérationnelle : Les corrections du limnimètre doivent être appliquées manuellement à la série chronologique de travail des niveaux d’eau (« Stage Working »), aux observations du niveau d’eau effectuées à l’aide du limnimètre de référence au cours des visites de la station et aux niveaux d’eau moyens mesurés.

Note opérationnelle : Les types de correction suivants qu’offre AQUARIUS sont acceptables pour des corrections du limnimètre :

- La correction Offset (décalage) est une valeur unique ajoutée à (ou soustraite de) toutes les données de la période visée.
- La correction Drift (dérive) est appliqué à la période visée de façon linéaire entre les valeurs du décalage.

3.5 Données rejetées

Les données rejetées sont retirées de la série chronologique des niveaux d’eau parce qu’elles sont erronées et manifestement non représentatives des conditions observées. Ces données sont soit complètement éliminées, soit conservées, mais non publiées, selon la nature du problème. Les données rejetées non publiées peuvent toujours servir de guide pour de futures étapes de production, comme l’estimation de la série chronologique du débit.

En cas de doute à savoir s’il faudrait rejeter des données, il faut chercher confirmation auprès des collègues, annoter toute période de données qui nécessite un tel examen par les pairs et documenter les conclusions dans l’analyse de station. Il faudrait prêter une attention particulière aux épisodes de débit maximal et de débit minimal afin de s’assurer de bien enregistrer les niveaux durant ces périodes.

3.5.1 Élimination de données

Toute donnée qui est manifestement erronée doit être rejetée. Lorsqu’on évalue la nécessité d’éliminer des données suspectes, il faut bien distinguer les données qui expriment la variabilité des conditions au site et les données physiquement erronées.

Voici des exemples (illustrés à la Figure 6 et à la Figure 7) de circonstances dans lesquelles des données suspectes doivent être éliminées :

A. Interférence – Données erronées causées par des interventions humaines.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

- L'interférence se produit souvent pendant les activités d'entretien de la station comme la chasse d'eau du puits de mesurage ou le remplacement de l'ancrage de l'orifice. Les notes de levé hydrométrique permettent généralement de repérer les données erronées pendant ces périodes.
- B. Tracé rectiligne – Manque de réactivité sur de longues périodes.
 - Ce problème touche surtout les limnimètres à flotteur installés dans un puits de mesurage lorsque le flotteur ou son contrepoids sont coincés par la glace ou un autre objet. Les données climatiques ou hydrométriques de stations voisines peuvent permettre de décider si les conditions apparemment stables sont plausibles ou non.
- C. Pics (positifs ou négatifs) – Différences soudaines et impossibles sur le plan hydraulique par rapport aux valeurs adjacentes.
 - Bien que ces pics dans les données soient inexplicables, on croit qu'ils sont liés à des surtensions transitoires ou à des problèmes semblables. La seule forme de ces pics permet souvent de repérer des données erronées.
- D. Fuites – Chutes temporaires des lectures de niveau d'eau.
 - Une interprétation est nécessaire pour déterminer si les données sont valides ou non. Dans le cas d'un limnimètre à bulles, le problème peut être causé par une fuite de gaz due au gel ou un régulateur défectueux. L'hiver, le problème peut être lié aux processus diurnes de glace et au siphonnement. Le problème peut également être attribuable à des prélèvements d'eau dans le bassin d'enregistrement.
- E. Barbouillage – Changements rapides et erratiques des lectures de niveau d'eau.
 - De l'interprétation est nécessaire pour déterminer si les données erratiques sont valides et peuvent être utilisées. Dans le cas des limnimètres à bulles, ces changements rapides sont habituellement causés par des sédiments qui bloquent le tuyau d'orifice, ce qui entraîne une augmentation de la pression jusqu'à ce qu'elle soit relâchée et que le tracé revienne aux niveaux mesurés. Les lectures du niveau d'eau alternent entre des valeurs biaisées à la hausse et des valeurs qui représentent bien les conditions surveillées. Des problèmes de positionnement de l'orifice, ainsi que des problèmes généraux du tuyau d'orifice, peuvent causer du barbouillage vers le bas. Une méthode de filtrage peut parfois être utilisée pour éliminer tous les points de données sauf ceux jugés valides (voir à la Figure 7 un exemple d'élimination sélective de données). Le barbouillage peut parfois varier entre un barbouillage vers le haut et un barbouillage vers le bas, les points de données valides se trouvant entre les deux. Ces séries chronologiques sont souvent difficiles à utiliser et peuvent être éliminées ou cotées « UNUSABLE » (inutilisable).
- F. Perte temporaire de connexion entre le plan d'eau et le bassin d'enregistrement
 - Lorsque le bassin d'enregistrement et le plan d'eau sont bien connectés, le niveau d'eau mesuré est jugé valide, et toutes les corrections applicables doivent être apportées aux données, p. ex. les corrections du zéro du capteur, l'élimination des pics de données invalides, etc. Lorsque la connexion entre le plan d'eau et le bassin d'enregistrement est perdue, les données de niveau d'eau sont invalides et doivent être éliminées. Cette situation se produit par exemple lorsque le niveau d'eau dans un puits de mesurage baisse sous la prise d'eau la plus basse ou lorsque le capteur installé dans une rivière ou un lac se trouve dans une fosse séparée du plan d'eau par une barrière physique.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

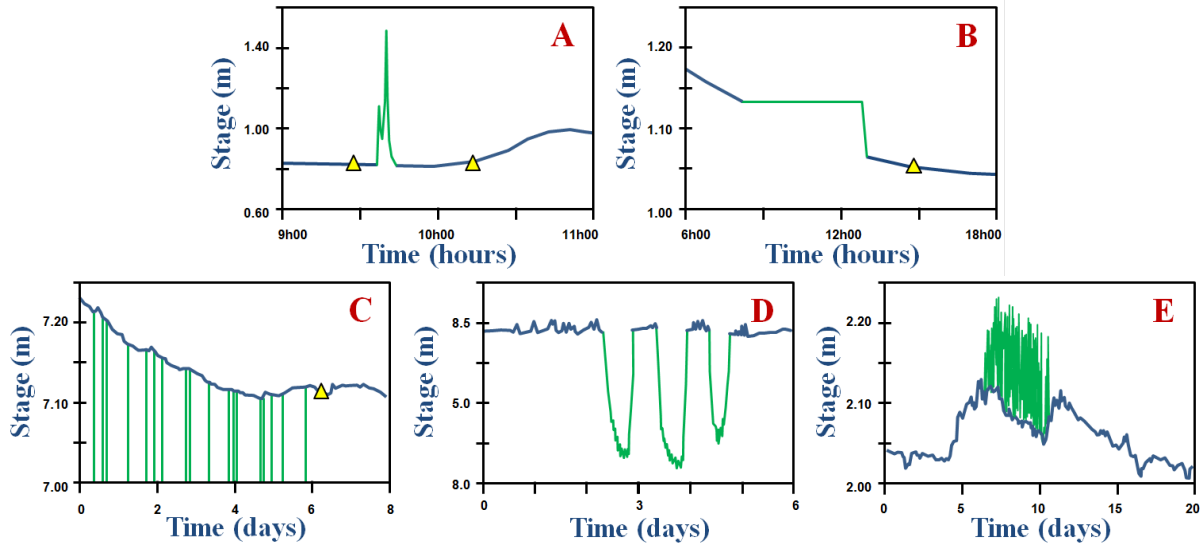


Figure 6. Exemples de situations dans lesquelles l'élimination des données est justifiée : A) chasse d'eau du puits de mesure; B) flotteur coincé; C) pics négatifs; D) fuites de pression; E) barbouillage. Les lignes bleues représentent les données corrigées, tandis que les lignes vertes représentent les données brutes. Les triangles jaunes indiquent le niveau d'eau mesuré.

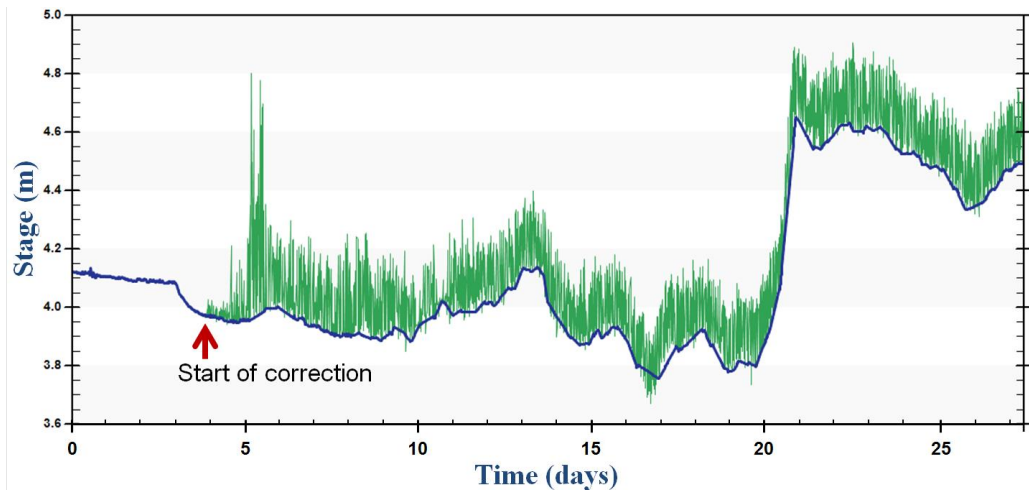


Figure 7. Exemple d'élimination de données d'une période de « barbouillage ». Dans ce cas, tous les points du barbouillage sauf les points les plus bas ont été éliminés.

Note opérationnelle : AQUARIUS offre les méthodes suivantes d'élimination de données :

- La correction Delete Region élimine une période de données choisie de la série chronologique.
- La correction Adjustable Trim élimine les données au-dessus ou en dessous d'une ligne définie par l'utilisateur. Cette méthode est utile pour atténuer les périodes de barbouillage.
- La correction Outlier Trim élimine les données qui se situent hors d'une certaine plage de tolérance pour une période choisie. L'utilisateur fixe une valeur d'écart par rapport au minimum, au maximum ou à la moyenne et une fenêtre de minutes pendant laquelle la correction s'applique.

3.5.2 Non-publication de données

Si des données d'une série chronologique sont erronées, mais qu'elles pourraient révéler des tendances pertinentes, elles peuvent être cotées « UNUSABLE » (inutilisables). Ces données ne sont pas publiées, mais restent disponibles pour des étapes de production ultérieures. Par exemple, même si les données de niveau d'eau obtenues dans un puits de mesurage dont la prise d'eau est partiellement bouchée (voir la Figure 8) sont erronées, puisqu'elles sont généralement décalées et atténuées par rapport aux conditions réelles de la rivière, elles peuvent néanmoins servir à estimer le débit.

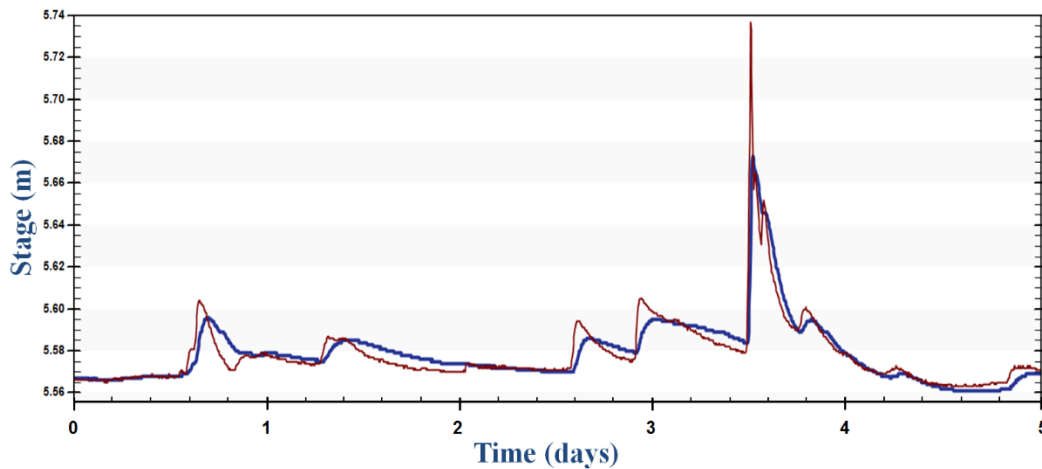


Figure 8. Exemple de l'effet sur les données d'une prise d'eau de puits de mesurage partiellement bouchée. La ligne bleue représente les données du capteur dans le puits de mesurage, et la ligne rouge les données d'un capteur installé directement dans le cours d'eau. Les pics dans les données pour le puits de mesurage sont décalés par rapport à ceux observés dans le cours d'eau. On remarque aussi que les périodes de récession présentent des courbes descendantes différentes entre les deux capteurs. Ces différences indiquent une prise d'eau bouchée.

Note opérationnelle : Pour retirer de la série chronologique les données erronées qui peuvent quand même être utiles pour l'estimation du débit, il faut attribuer la cote « -2- UNUSABLE » (inutilisable) à l'aide de la correction « Grade » (cote) d'AQUARIUS. Les données ainsi retirées des séries chronologiques peuvent être approuvées, mais elles ne sont pas publiées.

4 Corrections et conversions du niveau de référence

Pour obtenir des données de niveau d'eau de qualité à une station, le limnimètre de référence et les repères doivent se rapporter à un niveau de référence fixe, qu'on appelle niveau de référence opérationnel. Cette surface horizontale par rapport à laquelle toutes les hauteurs sont exprimées est généralement un niveau de référence arbitraire qu'on établit en attribuant une hauteur arbitraire à un repère primaire. Il ne faudrait ménager aucun effort raisonnable pour toujours exprimer les hauteurs nivelées à une station par rapport au même niveau de référence opérationnel.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Il faudrait éviter les corrections du niveau de référence, car elles modifient la plage des niveaux d'eau enregistrés. Elles ne doivent être effectuées que pour les besoins de l'exploitation de la station, et non à la demande d'un partenaire. Il ne faut pas confondre une correction du niveau de référence avec une conversion du niveau de référence, qui ne modifie pas fondamentalement le niveau de référence opérationnel.

Une conversion du niveau de référence sert à exprimer les données dans un autre système de référence. Une telle conversion consiste à ajouter une valeur aux données de niveau d'eau. La conversion est appliquée aux données hors du système de calcul, souvent par l'utilisateur final. Par exemple, une conversion du niveau de référence peut être utilisée pour exprimer des données de niveau d'eau rapportées à un système de référence arbitraire en valeurs rapportées au système de référence altimétrique *CGVD2013* ou *Lake of the Woods Datum*. Les Services hydrologiques nationaux ne publient que des données de niveau d'eau rapportées au niveau de référence opérationnel, ce qui permet aux utilisateurs finaux d'effectuer des conversions pour travailler sur les données dans le système de référence de leur choix.

La correction du niveau de référence est la différence entre la hauteur du limnimètre de référence rapportée au nouveau niveau de référence et la hauteur du limnimètre de référence rapportée à l'ancien niveau de référence.

$$\text{Correction du niveau de référence} = \text{hauteur}_{\text{nouveau niveau de réf.}} - \text{hauteur}_{\text{ancien niveau de réf.}}$$

La correction du niveau de référence est ajoutée à toutes les données suivantes à partir de la date où le nouveau niveau de référence est utilisé :

- hauteur des repères;
- hauteur du limnimètre de référence;
- données de niveau d'eau;
- valeurs de décalage des courbes de tarage.

Toutes les corrections du niveau de référence doivent être documentées soigneusement dans l'analyse de station, la description la station dans HYDEX et les remarques de la publication annuelle. La documentation doit comprendre la date d'entrée en vigueur et la raison de la correction du niveau de référence opérationnel expliquée de la façon la plus détaillée possible.

Une correction du niveau de référence constitue une modification du niveau de référence opérationnel de la station. Par le passé, de telles corrections étaient souvent effectuées lorsque le lit du cours d'eau subissait une intense érosion, qui donnait lieu à des valeurs de niveau d'eau négatives. On corrigeait alors le niveau de référence de façon à obtenir des lectures de niveau d'eau positives. Une autre raison pour laquelle on corrigeait le niveau de référence par le passé était de répondre à une demande locale de publier les données rapportées à un niveau de référence différent. Toutefois, les corrections inutiles du niveau de référence peuvent entraîner des problèmes de stationnarité des données à long terme. À l'avenir, une conversion optionnelle du niveau de référence **devrait** être publiée plutôt que d'effectuer une correction du niveau de référence. Les corrections du niveau de référence ne doivent être effectuées que pour des raisons opérationnelles.

5 Documentation

Toute modification apportée à des données doit être documentée de manière à ce que d'autres personnes puissent savoir ce qui a été fait et pourquoi. Une piste de vérification doit permettre de suivre les données corrigées, la période de correction, le type de correction utilisé, la date d'application, l'auteur et des remarques expliquant pourquoi la correction était nécessaire. Les détails concernant les corrections importantes peuvent être résumés ultérieurement dans l'analyse de la station.

5.1 Commentaires dans le logiciel de calcul

Des remarques sont utilisées pour documenter en détail l'interprétation et les décisions associées à toute correction. Des remarques sont également utilisées pour permettre des dialogues grâce auxquels des questions et des renseignements sont communiqués aux autres membres de l'équipe pour les aider à effectuer les étapes de calcul ultérieures.

5.1.1 Préfixes de commentaires standard

Des remarques doivent être associées à certaines corrections couramment utilisées par RHC afin d'expliquer pourquoi elles ont été appliquées et de les rendre accessibles à des fins d'audit et d'analyse. En particulier, il faut inscrire un préfixe standard dans la section des commentaires associée aux corrections suivantes :

- Inscrire « **GC** » (*Gauge Correction*) pour une correction du limnimètre;
- Inscrire « **SRC** » (*Sensor Reset Correction*) pour une correction du zéro du capteur;
- Inscrire « **DA** » (*Datum Adjustment*) pour une correction du niveau de référence.

Des remarques devraient également être associées aux périodes importantes de données suspectes, même si aucune correction n'a été appliquée. Il est parfois aussi important d'expliquer pourquoi des données n'ont pas été modifiées que de décrire pourquoi elles ont été modifiées. Tous ces renseignements permettront de compléter les séries chronologiques de manière efficace et efficiente.

5.1.2 Dialogue sur les calculs

Des remarques peuvent être utilisées pour noter les justifications et les préoccupations concernant les périodes de données qui nécessitent un travail d'interprétation. Ces commentaires, notes et analyses aideront à concentrer les efforts là où ils sont le plus nécessaires. Les employés qui collaborent à l'exploitation des stations sont encouragés à coordonner leurs travaux de calcul en menant un tel dialogue annoté. Lorsque les problèmes relevés sont résolus, les remarques initialement utilisées pour les communiquer peuvent être transformées en détails d'interprétation, déplacées vers l'analyse de station ou vers une remarque de publication, ou encore éliminées complètement.

Note opérationnelle : Les remarques concernant une période de données peuvent être inscrites à l'aide de l'option « Note » du menu « Edit type » d'AQUARIUS. Cette option devrait être utilisée pour expliquer toute anomalie dans la série chronologique de travail (« Stage Working ») et toute décision prise à l'égard de ces données.

Pour se renseigner sur l'application des cotes et qualificatifs, voir [WSC Grades and Qualifiers - Water Survey of Canada Information Station . \(mise à jour du document en cours à l'automne 2022\)](#)

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

5.2 Analyse de station

Le responsable des calculs doit produire le rapport d'analyse de station pour chaque station dont il est responsable. L'analyse de station résume les événements et décisions qui ont eu une incidence sur la production des données.

L'analyse de station doit aborder les éléments suivants :

- Les données manquantes ou non fiables, et leurs causes présumées.
- Les corrections notables, y compris la description des corrections suivantes :
 - corrections du limnimètre;
 - corrections du zéro du capteur;
 - corrections du niveau de référence;
 - autres corrections jugées importantes ou qui ne respectent pas les procédures normales de RHC.
- Événements qui ont pu avoir un effet sur les données de niveau d'eau.
- Détermination à savoir si les mesures des niveaux d'eau minimum et maximum représentent bien les niveaux d'eau minimum et maximum réels.
- Méthodes de validation des données de niveau d'eau, comme la comparaison avec d'autres stations hydrométriques.
- Description d'autres sources de données utilisées le cas échéant.
- Recommandation pour améliorer le fonctionnement de la station.

Le rapport d'analyse de station doit être joint à toutes les séries chronologiques finales. La période de données couverte par l'analyse de station correspond habituellement à une année civile, mais elle peut être plus courte si la station est exploitée de façon saisonnière. L'analyse de la station doit être rendue accessible conformément aux procédures locales de classement et être copiée dans le système de calcul afin que tous les utilisateurs puissent la consulter et y faire des recherches.

<p>Note opérationnelle : L'analyse de station doit être téléchargée vers Location Manager dans AQUARIUS, en respectant la convention d'appellation des fichiers qSOP-NA017.</p>
--

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

Références

- Environnement Canada (1982). qSOP-NA009-05-1982 Calcul et publication des données hydrométriques, Direction générale des eaux intérieures, Direction des ressources en eau, Ottawa, Canada.
- Environment Canada (2012). qSOP-NA037-01-2012 Hydrometric Manual - Data Computations, Water Survey of Canada, Ottawa, Canada.
- Environnement Canada (2017) qREC-NA063-02-2020 WSC Official Products and Outputs, Water Survey of Canada, Ottawa, Canada.
- Environnement et Changement climatique Canada (2019). qSOP-NA005-04-2019 Manuel pratique de levés hydrométriques – Nivellement, Relevés hydrologiques du Canada, Ottawa, Canada.
- Environnement et Changement climatique Canada (2019). qSOP-NA008-02-2019 Manuel pratique de levés hydrométriques – Mesure de niveau d'eau, Relevés hydrologiques du Canada, Ottawa, Canada.
- Environment and Climate Change Canada (2021). qSOP-NA017-13-2022 File Naming Conventions, Water Survey of Canada, Ottawa, Canada.
- Hamilton, S. (2010). Recommendations for the Water Survey of Canada Hydrometric Data Production Process Standards, Aquatic Informatics, Vancouver, Canada.
- IOOS (2016). Manual for Real-Time Quality Control of Water Level Data, A guide to quality control and quality assurance for water level observations, Version 2.0, Integrated Ocean Observing System, USA.
- NEMS Steering Group (2017 draft). National Environmental Monitoring Standards, Processing and Validation of Time-series Data, Draft 8.0, New Zealand.
- Organisation météorologique mondiale (2008a). Guide des pratiques hydrologiques, volume I : Hydrologie – De la mesure à l'information hydrologique, OMM no 168, 6^e édition, Genève, Suisse.
- Organisation météorologique mondiale (2008b). Guide des pratiques hydrologiques, volume II : Gestion des ressources en eau et application des pratiques hydrologiques, OMM no 168, 6^e édition, Genève, Suisse.
- UK Environment Agency (2012). How to quality assure surface water data, Operational instruction 1380_12, United Kingdom.
- USGS (2002). Sauer, V.B., Standards for the Analysis and Processing of Surface-Water Data and Information Using Electronic Methods, Water-Resources Investigations Report 01–4044, U.S. Geological Survey, USA.
- USGS (2005). Goree, B.B. and B.L. Loving, RMS Records Management System, User Manual, U.S. Geological Survey, USA.

Les exemplaires imprimés de ce document ne sont peut-être pas à jour – consultez la bibliothèque de RHC pour obtenir la version à jour.

USGS (2008). Continuous Records Processing Implementation Committee, Continuous Records Processing Implementation Plan, U.S. Geological Survey, USA.

